



















DE LA CONNAISSANCE

D<sup>ES</sup>

# TERRAINS AGRICOLES

CONSIDÉRÉS

au point de vue de leur nature et de leur valeur,

PAR

**LE COMTE DE GASPARIN,**

Ancien Ministre de l'Agriculture,

Membre de l'Académie des Sciences, de la Société centrale d'Agriculture, etc.;

ÉDITION PRÉCÉDÉE

**DU TABLEAU OFFICIEL**

POUR L'ÉVALUATION DES IMMEUBLES EN BELGIQUE.



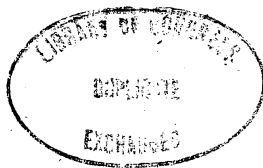
**BRUXELLES,**

**H. TARLIER, LIBRAIRE-ÉDITEUR,**

Rue de la Montagne, 51.

—  
1854

by transfer from  
Pat. Office Lib.  
April 1914.



I

DE LA VALEUR LÉGALE

DES

**IMMEUBLES EN BELGIQUE.**

L. C. Dup.  
Order Div.



## Arrêté royal du 28 juillet 1852.

Léopold, etc. Vu l'art. 3 de la loi du 17 décembre 1851, conçu en ces termes :

« Le gouvernement déterminera périodiquement, à l'aide des ventes publiques enregistrées pendant les cinq dernières années au moins, et en diminuant les prix d'un dixième, le rapport moyen du revenu cadastral à la valeur vénale.

« Ce rapport sera établi distinctement pour les propriétés bâties et pour les propriétés non bâties, soit par bureau de perception, soit par canton ou par commune.

« Les héritiers pourront le prendre pour base de l'évaluation des immeubles soumis au droit de mutation établi par les articles précédents. Dans ce cas, leur déclaration sera appuyée d'un extrait de la matrice cadastrale.

« La valeur vénale des immeubles dont le revenu n'est pas constaté à la matrice cadastrale, ainsi que des immeubles pour lesquels les héritiers n'useront pas de la faculté accordée par le paragraphe précédent, sera déclarée conformément à l'art. 11, litt. A, de la loi du 27 décembre 1817; »

Vu les tableaux des ventes publiques d'immeubles enregistrées pendant les années 1846 à 1850 inclusivement, et dont les prix ont été diminués d'un dixième ;

Considérant qu'à raison des variations que subit le rapport du revenu cadastral à la valeur vénale des immeubles, suivant la nature de leurs produits ou le mode de jouissance auquel ils sont soumis, il est indispensable, pour déterminer le rapport moyen prévu par l'art. 3 de la loi, de diviser ces biens en quatre catégories, savoir :

1° Propriétés bâties; 631

L401

367386

2° Propriétés boisées ;

3° Terres vaines et vagues, landes et bruyères ;

4° Toutes autres propriétés non bâties.

Considérant que le rapport moyen du revenu cadastral à la valeur vénale varie souvent, dans une forte proportion, d'une commune à l'autre, dans le même canton ; que, par suite, il est juste de le déterminer par commune ;

Considérant que chaque rapport moyen étant formé d'une série de rapports dont l'échelle est plus ou moins étendue, selon les localités, le contribuable doit l'accepter ou le refuser pour tous les immeubles situés dans une même commune et susceptibles d'en recevoir l'application ;

Considérant que dans les communes où le rapport moyen excède le chiffre *deux cent* pour la catégorie d'immeubles désignée au n° 4, il a été impossible, pour déterminer le rapport moyen de la catégorie n° 1, de faire abstraction des parcelles cadastrales non bâties, vendues avec des parcelles bâties dont elles formaient une dépendance inséparable ; que, dans les autres communes, au contraire, on a pu rechercher le rapport moyen de la catégorie n° 1, en tenant compte de l'influence de toute parcelle non bâtie, comprise dans la même vente avec une propriété bâtie ;

Sur la proposition de notre ministre des finances,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Art. 1<sup>er</sup>. Le rapport moyen du revenu cadastral à la valeur vénale des catégories d'immeubles susceptibles de recevoir l'application du premier alinéa de l'art. 3 de la loi du 17 décembre 1851, est déterminé, pour chaque commune, conformément aux indications du tableau annexé au présent arrêté.

Art. 2. Le contribuable qui fera usage de la faculté accordée par le troisième alinéa dudit article devra appliquer le multiplicateur de chaque catégorie d'immeubles à toutes les propriétés de cette catégorie situées dans la même commune.

Art. 3. Dans les communes où le multiplicateur de la catégorie d'immeubles désignée au n° 4 excède le chiffre *deux cent*, le multiplicateur de la catégorie n° 1 sera applicable aux parcelles cadastrales non bâties qui sont contiguës à une propriété bâtie, en forment dépendance, et ne peuvent en être séparées pour servir d'emplacement à de nouvelles habitations.

Dans les autres communes, le multiplicateur de la catégorie n° 4 sera applicable à toute parcelle cadastrale appartenant à cette catégorie, lors même qu'elle serait contiguë à une parcelle bâtie.

Notre ministre des finances est chargé de l'exécution du présent arrêté.



# TABLEAU

INDIQUANT

*Le rapport moyen du revenu cadastral à la valeur vénale.*

NOMS DES COMMUNES.	INDICATION du multiplicateur		NOMS DES COMMUNES.	INDICATION du multiplicateur	
	Propriétés bâties.	Propriétés non bâties.		Propriétés bâties.	Propriétés non bâties.
<b>PROVINCE D'ANVERS.</b>			<i>Canton de Wilryck.</i>		
<i>Bureau et canton d'Anvers (Nord).</i>			Borsbeéck.	25	60
			Bouchout.	25	55
			Hoboken.	25	55
			Mortsel.	25	60
			Vremde.	25	50
			Wilryck.	25	60
			<i>Bureau et canton d'Eeckeren.</i>		
Anvers (partie située dans l'enceinte de la ville-Nord).	28	1145	Beirendrecht.	30	50
Anvers (partie restante).	28	75	Brasschaet.	30	65
Austruweel.	50	45	Cappellen.	50	45
Borgerhout.	50	45	Eeckeren.	50	50
Deurne.	50	50	Lillo.	50	50
Merxcm.	50	45	Oorderen.	30	50
			Santvliet.	25	50
<i>Canton d'Anvers (Sud).</i>			Schooten.	50	65
Anvers (partie située dans l'enceinte de la ville-Sud).	28	1145	Stabroeck.	50	60
Anvers (partie restante).	28	120	Wilmarsdonck.	50	50
Berchem.	50	65	<i>Bureau de Gheel. — Canton de Moll.</i>		
<i>Bureau et canton de Brecht.</i>			Baelen.	30	55
Brecht.	50	75	Gheel.	30	50
Calmphout.	50	55	Meerhout.	50	60
Esschen.	50	50	Moll.	50	55
Loenhout.	50	50	Olmen.	30	50
Oostmalle.	50	55	<i>Bureau et canton de Herenthals.</i>		
Saint-Léonard.	50	75	Bouwel.	50	45
Westmalle.	50	50	Casterlé.	50	60
Westwazel.	50	55	Grobbendonck.	50	55
<i>Bureau de Contich. — Canton de Contich.</i>			Herenthals.	30	55
Aertslaer.	25	50	Herenthout.	50	50
Boom.	50	60	Lichtaert.	50	75
Contich.	50	50	Lille.	50	50
Edeghem.	25	50	Norderwyck.	50	55
Hemixem.	25	60	Oolen.	50	60
Hove.	25	55	Poederlé.	50	55
Niel.	25	60	Thielen.	25	55
Recht.	25	55	Vorsslaer.	25	55
Rumpst.	25	60	Wechelderzande.	25	45
Schelle.	25	50			
Wacrloos.	25	50			

<i>Bureau de Lierre.—Canton ne Heyst-op-den-Berg.</i>			Lippeloo.	20	50
			Marie-Kerke.	20	60
			Oppuers.	25	50
Beersel.	25	45	Puers.	50	55
Revel.	25	50	Saint-Amand.	20	45
Boisschot.	25	45	Weert.	25	50
Heyst-op-den-Bergh.	25	45			
Itegem.	25	45	<i>Bureau de Turnhout.—</i>		
Nylen.	25	50	<i>Canton d'Arendonck.</i>		
Putte.	25	45	Arendonck.	25	45
Schriek.	25	50	Desschel.	25	50
Wiekevorst.	25	50	Poppel.	50	40
			Raevels.	25	50
<i>Canton de Lierre.</i>			Rethy.	50	50
Berlaer.	25	50	Weelde.	25	50
Gestel.	25	55			
Kessel.	25	55	<i>Canton d'Hoogstraeten</i>		
Lierre (sections G à K in- clus).	24	100	Bar-le-Duc.	25	50
Lierre (partie restante de la commune).	24	50	Hoogstraeten.	50	55
			Meerle.	25	40
<i>Bureau de Malines.—Canton de Duffel.</i>			Meir.	25	45
Bonheyden.	25	55	Merxplas.	25	50
Duffel.	25	50	Minderhout.	25	40
Koningshoyekt.	25	50	Ryckevorsel.	25	50
Rymenam.	25	50	Wortel.	25	60
Waelhem.	25	50			
Wavre-Notre-Dame.	25	50	<i>Canton de Turnhout.</i>		
Wayre-Sainte-Catherine.	25	50	Beersse.	25	50
			Gierle.	25	60
<i>Cantons de Malines (Nord et Sud).</i>			Turnhout.	25	45
Blaesveldt.	25	60	Vlimmeren.	25	55
Heffen.	25	50	Vosselaer.	25	60
Heyndonck.	25	60			
Hombœck.	25	55	<i>Bureau et canton de Wes- terloo.</i>		
Leest.	25	50	Eynthout.	50	45
Malines (sect. D, nos 25,77 à 84 inclus, 86 à 96 inclus, et C, nos 107 à 216, 275, 274, 275 et 295 à 384).	27	70	Hersselt.	50	55
Malines (partie restante de la commune).	27	55	Houtvenne.	50	45
Ruysbroeck.	25	55	Hulshout.	50	45
Thisselt.	25	60	Morkhoven.	50	50
Willebroeck.	25	55	Oevel.	50	60
			Tongerloo.	50	55
<i>Bureau et canton de Puers.</i>			Varendonck.	50	50
Bornhem.	20	50	Veerle.	50	50
Breendonck.	20	50	Vorst.	50	45
Hingene.	20	60	Westerloo.	50	60
Liezle.	25	55	Westmeerboek.	50	50
			Zoerle-Parwys.	50	50
			<i>Bureau de Wyneghem.—</i>		
			<i>Canton de Sandhoven.</i>		
			Brochem.	50	55
			Emblehem.	50	55
			Halle.	25	50

Massenhoven.	50	70	Opwyck.	50	46
Oeleghem.	50	60	Relegghem.	50	50
Pulderbosch.	23	50	Teralphene.	50	50
Pulle.	50	55	Ternath.	50	50
Ranst.	50	65			
Saint-Job-in't-Goor.	25	60	<i>Bureau de Bruxelles, suc-</i>		
Santhoven.	50	65	<i>cessions (nord).</i>		
Schilde.	50	65	Bruxelles (4 <sup>e</sup> , 5 <sup>e</sup> , 6 <sup>e</sup> et 7 <sup>e</sup>	29	1495
'S Gravenwezel.	25	55	sections).		
Viersel.	25	55			
Wommelghem.	50	50	<i>Bureau de Bruxelles, suc-</i>		
Wyneghem.	20	85	<i>cessions (sud).</i>		
Zoersel.	50	50	Bruxelles (1 <sup>re</sup> , 2 <sup>e</sup> , 3 <sup>e</sup> et 8 <sup>e</sup>	29	1495
			sections).		
<b>PROVINCE DE BRABANT.</b>					
<i>Bureau d'Aerschot. — Can-</i>					
<i>ton d'Aerschot.</i>					
Aerschot.	55	51	<i>Bureau et canton de Diest.</i>		
Beggynendyck.	55	40	Becquevoort.	50	45
Betecom.	50	42	Caggeviinne-Assent.	50	42
Cortryck-Dutzel.	55	55	Cortenaeken.	50	48
Gelrode.	50	45	Deurne.	50	55
Hauwaert.	55	45	Diest.	24	40
Langdorp.	50	45	Messelbroek.	50	45
Nieuwrode.	50	45	Molenbeek-Wersbeek.	50	50
Rhode-Saint-Pierre.	50	45	Montaigu.	50	40
Rillaer.	55	45	Schaffen.	50	40
Thielt.	50	40	Sichem.	50	40
			Testelt.	50	45
<i>Canton de Haecht.</i>			Waenrode.	50	40
Bael.	50	40	Webbecom.	50	45
Boort-Meerbeek.	50	50			
Haecht.	50	50	<i>Bureau et canton de Ge-</i>		
Hever.	50	50	<i>nappe.</i>		
Holsbeek.	50	50	Baisy-Thy.	50	60
Keerbergen.	50	45	Bousval.	50	60
Rotselaer.	50	55	Genappe.	50	60
Thildonck.	50	50	Gentignes.	50	60
Tremeloo.	50	45	Glabais.	50	50
Werchter.	50	50	Houtain.	50	58
Wesemael.	50	55	Loupoigne.	50	60
Wespelaer.	50	50	Maransart.	50	60
			Marbais.	50	50
<i>Bureau et canton d'Assche.</i>			Mellery.	50	60
Assche.	50	50	Sart-Dames-Avelines.	50	60
Beckerzeel.	50	50	Tilly.	50	50
Cappelle-Saint-Ulric.	50	50	Vieux-Genappe.	50	55
Cobbeghem.	50	48	Villers-la-Ville.	50	60
Esschene.	50	50	Ways.	50	60
Hamme.	50	48			
Hekelegem.	50	47	<i>Bureau et canton de Hal.</i>		
Liedekerke.	50	60	Bellinghen.	50	60
Loombeek - Ste-Catherine.	50	60	Bierghes.	50	60
Maxenzeel.	50	46	Bogaerden.	50	55
Merchtem.	50	45	Brages.	50	60
Molhem-Bollebeek.	50	46	Buysinghen.	50	60
			Castre.	50	55

Elinghen.	50	50	Overyssche.	50	60
Hal.	50	60	Rhode-Sainte-Genèse.	50	60
Huyssinghen.	50	50	Ruysbroeck.	50	50
Leerbeek.	50	60	Saint-Gilles.	50	65
Leeuw-Saint-Pierre.	50	55	Uccle.	50	60
Lembeeq.	50	60	Watermael-Boitsfort.	50	60
Pepinghen.	50	55	<i>Bureau de Léau. — Canton</i>		
Saintes.	50	60	<i>de Glabbeek.</i>		
Tourneppe.	50	60	Attenrode-Wever.	50	50
<i>Bureau et canton de Jodoigne.</i>			Binikom.	50	50
Autre-Eglise	50	60	Bunsbeek.	50	50
Beauvechain.	50	60	Cappellen.	50	50
Bomal.	50	60	Glabbeek-Suerbempde.	50	50
Dongelberg.	50	60	Hoeleden.	50	45
Enines.	50	60	Kerckom.	50	50
Folx-les-Caves.	50	60	Kersbeek-Miscom.	50	55
Glimes.	50	60	Lubbeek.	50	50
Hamme-Mille.	50	55	Meensel-Kieseghem.	50	50
Huppaye.	50	60	Rosbeek.	55	50
Incourt.	50	60	Vissenaeken.	50	65
Jandrain.	50	60	Winghe-Saint-Georges.	50	60
Jauche.	50	60	<i>Canton de Léau.</i>		
Jauchette.	50	60	Budingen.	50	50
Jodoigne.	50	65	Dormael.	50	50
Jodoigne-Souveraine.	50	65	Geetsbetz.	50	50
Lathuy.	50	55	Graesen.	50	50
Longueville.	50	60	Halle-Boyenhoven.	50	50
Marilles.	50	60	Heelenhosch.	50	50
Melin.	50	60	Léau.	50	50
Nodebais.	50	50	Melckwezer.	50	50
Noduwez.	50	60	Neerlinter.	50	50
Opprebais.	50	60	Orsmael-Gussenhoven.	50	50
Orp-le-Grand.	50	60	Rummen.	50	50
Piétrain.	50	55	<i>Bureau et canton de Lennick-Saint-Quentin.</i>		
Pièrebais.	50	60	Audenaeken.	50	56
Ramillies.	50	60	Berchem-Saint-Laurent.	50	56
Roux-Miroir.	50	50	Borgt-Lombeek.	50	50
Saint-Jean-Geest.	50	55	Gaesbeek.	50	50
Saint-Remi-Geest.	50	50	Gammerages.	50	50
Tourinnes.	50	55	Goyck.	50	45
<i>Bureau et canton d'Ixelles.</i>			Haut-Croix.	50	60
Alsemberg.	50	60	Herffelingen.	50	52
Beersel.	50	50	Herinnes.	50	60
Droogenbosch.	50	50	Lennick-Saint-Martin.	50	55
Forest.	50	50	Lennick-Saint-Quentin.	50	50
Hoeylaert.	50	60	Lombeek-Notre-Dame.	50	50
Ixelles (section A, excepté les n <sup>os</sup> 69 <sup>2</sup> et 69 <sup>5</sup> ainsi que les n <sup>os</sup> 88 à 121 inclusivement).	29	486	Oetinghen.	50	47
Ixelles (partie restante de la commune).	29	60	Pamel.	50	60
Linkebeck.	50	60	Schepdael.	50	60
			Strythem.	50	55
			Thollembeck.	50	60
			Vlesembeek.	50	52
			Vollezeele.	50	55
			Wambeek.	50	56

<i>Bureau et canton de Louvain.</i>					
Berthem.	30	50	Josse-ten-Noode, et toute la section B).	23	491
Bierbeek.	50	50	Molenbeek - Saint - Jean (partie restant de la commune).	25	65
Blanden.	30	60	Zellicq.	30	50
Corbeek-Dyle.	50	50	<i>Bureau et canton de Nivelles.</i>		
Corbeek-Loo.	50	50	Baulers.	50	55
Cortenbergh.	50	55	Bornival.	50	63
Duysbourg.	50	60	Braine-Lalleud.	53	55
Erps-Querbs.	50	50	Braine-le-Château.	50	60
Everbergh.	50	50	Clabecq.	50	50
Herent.	30	50	Haut-Ittre.	50	65
Heverlé.	50	50	Ittre.	50	60
Huldenbergh.	30	60	Lillois-Witterzée.	55	50
Kessel-Loo.	50	60	Monstreux.	50	50
Leefdael.	30	50	Nivelles.	55	55
Linden.	50	50	Oisquereq.	50	63
Loonbeek.	50	60	Ophain-Bois-Seigneur-Isaac	55	60
Louvain (partie située dans l'enceinte de la ville).	24	210	Plancenoi.	50	60
Louvain (partie située hors de l'enceinte de la ville).	24	60	Quenast.	55	50
Lovenjoul.	30	50	Rebecq.	55	50
Meerbeek.	50	50	Thines.	50	65
Neerlyssche.	50	65	Tubize.	50	50
Ottenbourg.	50	55	Virginal.	50	60
Pellenbergh.	50	45	Waterloo.	50	65
Rhode-Sainte-Agathe.	50	65	Wauthier-Braine.	50	65
Tervueren.	55	65	<i>Bureau et canton de Perwez.</i>		
Vaelbeek.	50	60	Chastre-Villeroux.	50	60
Velthem-Beysssem.	50	45	Corbais.	50	50
Vieux-Heverlé.	50	55	Coetil-Noirmont.	50	50
Vossem.	50	50	Geest-Gerompont.	50	50
Weert-Saint-George.	30	45	Grand-Rosière-Hottomont.	50	55
Wilsle.	50	50	Hevillers.	50	60
Winxele.	30	45	Malève-Sainte-Marie.	50	50
<i>Bureau et canton de Molenbeek-Saint-Jean.</i>			Mont-Saint-André.	50	63
Anderlecht.	50	50	Mont-Saint-Guibert.	50	60
Berehem-Saint-Agathe.	50	50	Nil-Saint-Vincent.	50	55
Bodeghem-Saint-Martin.	50	50	Noville-sur-Mehaigne.	50	55
Dilbeek.	50	55	Orbais.	50	50
Ganshoren.	50	55	Perwez.	50	50
Grand-Bigard.	25	50	Saint-Gery.	50	65
Jette-Saint-Pierre.	25	50	Thorembais-les-Béguines.	50	55
Itterbeek.	50	50	Thorembais-Saint-Trond.	50	50
Kockelberg.	50	65	Tourinne-Saint-Lambert.	50	55
Laeken.	25	65	Walhain-Saint-Paul.	50	55
Molenbeek-Saint-Jean (partie de la section A, comprise entre la petite Senne, la commune de Laeken, celle de Schaerbeek et celle de Saint-			<i>Bureau et canton de Saint-Josse-ten-Noode.</i>		
			Crainhem.	50	55
			Dieghem.	30	60
			Etterbeek.	50	75
			Evere.	50	60

Nederockerzeel.	50	50	<i>Bur. et Cant. de Vilvorde.</i>		
Nosseghem.	50	50	Bergh.	50	55
Saint-Josse-ten-Noode (partie située entre le boulevard, la chaussée d'Etterbeek, celle de Haecht et la rivière la Senne).	50	1500	Bueken.	50	45
Saint-Josse-ten-Noode (partie restante de la commune).	50	75	Campenhout.	50	45
Saventhem.	50	55	Elewyt.	50	50
Schaerbeek (partie située entre la limite des com- munes de Saint-Josse-ten- Noode et de Schaerbeek, la chaussée de Haecht, la Senne, la rue Basse et la rue Verte).	50	624	Epegghem.	50	60
Schaerbeek (partie restante de la commune).	50	60	Haeren.	50	50
Steenockerzeel.	50	50	Machelen.	50	65
Sterrebeek.	50	55	Melsbroeck.	50	60
Wesembeek.	50	65	Muysen.	50	50
Woluwe-Saint-Etienne.	50	60	Nederoverhceembeek.	50	60
Woluwe-Saint-Lambert.	50	60	Perck.	50	65
Woluwe-Saint-Pierre.	50	65	Pcuthy.	50	55
<i>Bureau et canton de Tirle- mont.</i>			Sempst.	50	60
Bantersem.	50	60	Vilvorde.	50	60
Cumptich.	50	60	Weerde.	50	55
Esemael.	50	55	<i>Canton de Wolverthem</i>		
Gossoncourt.	50	60	Beyghem.	50	55
Haekendover.	50	65	Brusseghem.	50	50
Hauthem-Sainte-Margue- rite.	50	60	Cappelle-au-Bois.	50	55
Hougaerde.	55	65	Grimberghe.	50	55
L'Ec use.	50	65	Humbeek.	50	55
Meldert.	50	60	Londerzeel.	50	45
Neerheylissem.	50	55	Malderen.	50	50
Neervelp.	50	55	Meysse.	50	50
Oirbeek.	50	60	Ramsdonck.	50	45
Opheylissem.	50	60	Steenuffel.	50	45
Oplinter.	50	60	Stroombeek-Bever.	50	60
Opvelp.	50	55	Wemmel.	50	60
Tirlemont (partie située dans l'enceinte de la ville).	55	195	Wolverthem.	50	50
Tirlemont (partie restante de la commune).	55	60	<i>Bureau et canton de Wavre.</i>		
Vertryck.	50	55	Archennes.	50	60
Willebringen.	50	55	Bierghes.	50	60
Wommersom.	50	60	Biez.	50	60
Zetrud-Lumay.	55	60	Bonlez.	50	60
			Bossut-Gottechain.	50	60
			Ceroux-Mousty.	50	60
			Chaumont-Gistoux.	50	50
			Corroy-le-Grand.	50	55
			Court-Saint-Etienne,	50	60
			Couture-Saint-Germain.	50	55
			Dion-le-Mont.	50	60
			Dion-le-Val.	50	55
			Genval.	50	60
			Grez-Doiceau.	50	60
			La Hulpe.	50	65
			Lasne-Chapelle-S-Lambert.	50	55
			Limal.	50	65
			Limelette.	50	65
			Nethen.	50	65
			Ohain.	50	55
			Ottignies.	50	60
			Rixensart.	50	60
			Rosières.	50	60
			Wavre.	55	60

<b>PROVINCE DE LA FLANDRE OCCIDENTALE.</b>				Courtray.	26	42
				Cuerne.	20	45
				Ghyselbrechtghem.	20	53
				Hulste.	20	43
				Ingoyghem.	20	40
				Lendelcde.	20	40
				Ooteghem.	20	33
				Sweveghem.	20	40
				Vichte.	20	40
				<i>Canton de Courtray</i>		
				(2 <sup>e</sup> , sud.)		
				Aelbeke.	20	43
				Courtray.	26	42
				Herseaux.	20	43
				Luingne.	20	43
				Marcke.	20	40
				Mouseron.	20	50
				<i>Canton de Courtray</i>		
				(3 <sup>e</sup> , sud-est.)		
				Belleghem.	20	43
				Courtray.	26	42
				Coyghem.	20	40
				Dottignies.	20	43
				Espierres.	20	43
				Helchin.	20	43
				Rolleghem.	20	50
				Saint-Genois.	20	43
				<i>Bureau et canton de Dixmude.</i>		
				Beerst.	30	43
				Bevekerke.	30	40
				Caeskerke.	30	40
				Clercken.	30	40
				Dixmude.	30	40
				Eessen.	30	40
				Merckem.	30	43
				Vladsloo.	30	40
				Wereken.	30	50
				Woumen.	30	43
				Zarren.	30	43
				<i>Bureau et canton de Furnes.</i>		
				Adinkerke.	30	43
				Alveringhem.	30	43
				Bulscamp.	30	40
				Coxyde.	30	43
				Eggewaertscappelle.	30	43
				Furnes.	30	40
				Houthem.	30	43
				Lampernisse.	30	40
				Leysele.	30	40
				Moeres.	30	53
				Nieucappelle.	30	40
				Oeren.	30	50
				Oostkerke.	30	50
<i>Bureau de Courtray.—</i>						
<i>Canton de Courtray</i>						
<i>(1<sup>er</sup>, nord-est.)</i>						
		20	40	Anseghem..		
		20	43	Bavichove.		
<i>Bureau de Bruges.—Canton de Bruges (nord).</i>						
		29	70	Bruges.		
		20	43	Coolkerke.		
		20	43	Cnocke.		
		20	43	Damme.		
		20	43	Dudzeele.		
		20	50	Heyst.		
		20	50	Houcke.		
		20	43	Lapschenre.		
		20	50	Lisseweghe.		
		20	43	Moerkerke.		
		20	43	Oostkerke.		
		20	43	Ramsappelle.		
		20	43	Westappelle.		
<i>Canton de Bruges (sud-est).</i>						
		20	33	Assebrouck.		
		20	43	Beerncn.		
		29	70	Bruges.		
		20	43	Oedelem.		
		20	43	Oostcamp.		
		20	43	Sainte-Croix.		
		20	43	Saint-George.		
		20	33	Syssele.		
		20	40	Waerdamme.		
<i>Canton de Bruges (sud-ouest).</i>						
		23	43	Blankenberghe.		
		29	70	Bruges.		
		20	43	Clemskerke.		
		20	43	Houttaye.		
		20	43	Jabbeke.		
		20	50	Lophem.		
		20	60	Neetkerke.		
		20	43	Nieuwmunster.		
		20	43	Saint-André.		
		20	43	Saint-Michel.		
		20	43	Saint-Pierre.		
		20	43	Snelleghem.		
		20	43	Stalhille.		
		20	43	Uytkerke.		
		20	43	Varsenaere.		
		20	43	Vlissegghem.		
		20	43	Wenduynne.		
		20	43	Zedelghem.		
		20	43	Zerkeghem.		
		20	50	Zuyenkerke.		

Oudecappelle.	50	40	Ledeghem.	20	35
Saint-Jacques-Capelle.	50	40	Menin.	25	43
Saint-Riquiers.	50	40	Reckem.	20	40
Steenkerke.	50	40	Wevelghem.	20	40
Vinchem.	50	40	<i>Canton de Moorseele.</i>		
Wulveringham.	50	45	Gulleghem.	20	45
<i>Bureau et canton d'Har-</i>			Heule.	20	40
<i>ringhe.</i>			Moorseele.	20	40
Beveren.	50	55	Rolleghem-Kapelle.	20	40
Crombeke.	50	55	Wynkel-Saint-Eloy.	20	40
Cyverinchove.	50	40	<i>Canton de Wervicq.</i>		
Haringhe.	50	40	Bas-Warneton.	20	40
Hoogstaede.	50	40	Comines.	25	40
Isenberghe.	50	40	Gheluwe.	20	40
Loo.	50	40	Hollebeke.	20	40
Pollinchove.	50	40	Houthem.	20	43
Proven.	50	40	Wervicq.	25	40
Stavele.	50	45	Zandvoorde.	20	40
Watou.	50	40	<i>Bureau et canton de Mes-</i>		
Westvleteren.	50	40	<i>sines.</i>		
<i>Bureau d'Harlebeke. —</i>			Dranoutre.	20	55
<i>Canton d'Avelghem</i>			Kemmel.	20	55
Autryve.	20	45	Loere.	20	40
Avelghem.	20	45	Messines.	20	45
Bossut.	20	45	Neuve-Eglise.	20	45
Caster.	20	45	Ploegsteert.	20	40
Heestert.	20	45	Wartenon.	20	40
Kerkhove.	20	45	Wulverghem.	20	40
Moen.	20	40	Wyschaete.	20	45
Tiegheem.	20	40	<i>Bureau de Meulebeke. —</i>		
Waermaerde.	20	45	<i>Canton de Meulebeke.</i>		
<i>Canton d'Harlebeke.</i>			Aersele.	20	55
Beveren.	20	40	Caneghem.	20	55
Deerlyk.	20	45	Denterghem.	20	55
Desselghem.	20	40	Meulebeke.	20	55
Harlebeke.	20	45	<i>Canton d'Oostroosebeke.</i>		
Waereghem.	20	40	Marckeghem.	20	55
<i>Bureau d'Hoogde. —</i>			Oostroosebeke.	20	55
<i>Canton d'Hoogde.</i>			Ousselghem.	20	55
Beveren.	20	40	Oyggem.	20	55
Gits.	20	55	Vive-Saint-Bayon.	20	55
Hoogde.	20	40	Vive-Saint-Eloi.	20	55
Onckene.	20	45	Wacken.	20	55
Staden.	20	40	Wielsbeke.	20	55
<i>Canton de Passchendaele.</i>			<i>Bureau et canton de Nicu-</i>		
Moorslede.	20	40	<i>port.</i>		
Oostnieuwkerke.	20	40	Avecappelle.	50	45
Passchendaele.	20	40	Boitshoucke.	50	40
Westroosebeke.	20	40	Keyem.	50	40
Zonnebeke.	20	40	Mannekensverre.	50	45
<i>Bureau de Menin. —</i>			Middelkerke.	50	50
<i>Canton de Menin.</i>			Nieuport.	50	50
Bisseghem.	20	40	Oostdunkerke.	50	45
Dadizeele.	20	55	Pervyse.	50	50
Lauwe.	20	55	Ramsappelle.	50	40



Saint-George.	50	55	Eeghem.	25	35
Westende.	50	50	Swevezeele.	25	35
Wulpen.	50	45			
Zoulenaye.	50	40	<i>Canton de Thourout.</i>		
<i>Bureau d'Ostende. — Canton de Ghisteltes.</i>			Aertrycke.	25	35
Bekeghem.	50	40	Cortemareq.	25	40
Eerneghem.	50	40	Couckelaere.	25	40
Ettelghem.	50	50	Handzaeme.	25	40
Ghisteltes.	50	45	Ichteghem.	25	40
Leflinghe.	50	40	Lichtervelde.	25	40
I.eke.	50	40	Ruddervoorde.	25	40
Mariakerke.	50	50	Thourout.	25	35
Moere.	50	40	<i>Bureau d'Ypres. — Canton d'Ypres (1<sup>er</sup>, est).</i>		
Oudenbourg.	50	40	Becelaere.	25	55
Roxem.	50	50	Gheluvelt.	25	55
Saint-Pierre-Capelle.	50	40	Langemarck.	25	40
Slype.	50	40	Saint-Jean.	25	50
Snaeskerke.	50	40	Ypres.	25	45
Westkerke.	50	55	Zillebeke.	25	40
Wilskerke.	50	40	<i>Canton d'Ypres. (2<sup>e</sup>, ouest).</i>		
Zande.	50	40	Bixschote.	25	45
Zandvoorde.	50	40	Boesinghe.	25	40
Zevecote.	50	40	Brielen.	25	45
			Dickebusch.	25	45
<i>Canton d'Ostende.</i>			Elverdinghe.	25	40
Breedene.	50	40	Noordschote.	25	45
Ostende.	50	40	Oostvleteren.	25	40
Stene.	50	40	Reninghe.	25	45
<i>Bureau et canton de Poperinghe.</i>			Vlamertinghe.	25	40
Poperinghe.	55	40	Voormezeele.	25	45
Reninghelst.	20	55	Woesten.	25	45
Westoutre.	20	55	Ypres.	25	45
<i>Bureau de Roulers. — Canton d'Ingelmunster.</i>			Zuidschote.	25	45
Cachtlem.	20	55			
Emelghem.	20	55	<b>PROVINCE DE LA FLANDRE ORIENTALE.</b>		
Ingelmunster.	20	55	<i>Bureau et canton d'Alost.</i>		
Iseghem.	20	55	Alost (partie située dans l'enceinte de la ville).	22	68
<i>Canton de Roulers.</i>			Alost (partie restante de la commune).	22	55
Roulers.	25	55	Baerdegem.	20	40
Rumbekke.	20	40	Baevegem.	20	40
<i>Bureau de Thielt. — Canton de Ruysselede.</i>			Erondegem.	20	45
Ruysselede.	20	40	Erpe.	20	50
Wyngene.	20	40	Gyseghem.	20	40
<i>Canton de Thielt.</i>			Herdersem.	20	50
Pitthem.	20	40	Hofstade.	20	55
Thielt.	20	40	Impe.	20	40
<i>Bureau de Thourout. — Canton d'Ardoye.</i>			Lede.	20	40
Ardoye.	25	55	Mcire.	20	50
Coolscamp.	25	55	Meldert.	20	55
			Moorsel.	20	55

Nieuwerkerken.	20	50	<i>Bureau et canton de Beveren.</i>		
Oordeghem.	20	40	Beveren.	25	45
Ottergem.	20	40	Burght.	25	40
Smetlede.	20	40	Calloo.	25	55
Vleekem.	20	50	Doel.	25	40
Vlierzele.	20	45	Kieldrecht.	25	40
Wanzele.	20	40	Melsele.	25	40
Wichelen.	20	40	Verrebroeck.	25	55
			Zwyndrecht.	25	40
<i>Bureau d'Audenarde. —</i>					
<i>Canton d'Audenarde.</i>			<i>Bureau de Bot'elaere. —</i>		
Audenarde.	29	45	<i>Canton d'Osterzeele.</i>		
Berchem.	25	45	Baelegem.	20	40
Bevere.	25	45	Baeygem.	20	40
Edelaere.	20	45	Bot'elaere.	20	60
Eenaeme.	20	50	Dickelvenne.	20	45
Elsagem.	20	55	Gavre.	20	60
Etichove.	20	50	Gontrode.	20	60
Eyne.	20	45	Gysenzele.	20	45
Leupegem.	20	50	Landscauter.	20	45
Maeter.	20	50	Lemberge.	20	45
Maerke-Kerkhem.	20	50	Meirelbeke.	20	40
Melden.	20	45	Melle.	20	45
Mooregem.	20	45	Melsen.	20	40
Neder-Eenaeme.	20	45	Moortzele.	20	45
Nukerke.	20	50	Munte.	20	45
Oycke.	20	50	Oosterzeele.	20	45
Petegem.	20	45	Schelderode.	20	45
Sulsique.	20	45	Scheldewindeke.	20	40
Volkegem.	20	50	Semmerzaeke.	20	60
Wortegem.	20	40	Vurste.	20	50
			<i>Bureau de Cruyshautem. —</i>		
<i>Canton de Marie - Hoore-</i>			<i>Canton de Cruyshautem.</i>		
<i>beke.</i>			Auweghem.	20	45
Bierlegem.	20	60	Cruyshautem.	20	45
Blaise-Boucle.	20	50	Heurne.	20	50
Corneille-Hoorebeke.	20	40	Huyse.	20	50
Denis-Boucle.	20	40	Mullem.	20	50
Dickele.	20	50	Nokere.	20	45
Elst.	20	40	Syngem.	20	40
Hermelgem.	20	60	Wanngem-Lede.	20	50
Hundelgem.	20	45	Zulte.	20	55
Marie-Hoorebeke.	20	40	<i>Canton de Nazareth.</i>		
Marie-Laethem.	20	50	Asper.	20	50
Meylegem.	20	50	Deurle.	20	50
Michelbeke.	20	40	Eecke.	20	55
Muynkzwalm.	20	60	Laethem-Saint-Martin.	20	50
Nederzwalm.	20	60	Nazareth.	20	55
Paulaethem.	20	45	Seeverghem.	20	55
Rooborst.	20	45	Swynaerde.	20	55
Roosbeke.	20	40	<i>Bureau de Deynze. —</i>		
Schoorisse.	20	50	<i>Canton de Deynze.</i>		
Segelsem.	20	45	Astene.	20	40
Welden.	20	50	Bachte-Maria-Lerne.	20	45

Deynze.	20	45	Ledeberg.	25	45
Gotthem.	20	40	Mariakerke.	25	60
Grammene.	20	40	Saint-Denis-Westrem.	20	40
Leerne-Saint-Martin.	20	45	Tronchiennes.	25	50
Machelen.	20	40	Vinderhaute.	25	55
Olsene.	20	40			
Petegem.	20	45	<i>Bureau et canton de Gram-</i>		
Vynckt.	20	40	<i>mont.</i>		
Wonterghem.	20	40	Goefferdingen.	20	40
Zeveren.	20	40	Grammont.	24	40
			Crimmingen.	20	40
<i>Canton de Nevele.</i>			Idegem.	20	50
Aeltre.	20	45	Moerbeke.	20	40
Hansbeke.	20	45	Nederboulaere.	20	45
Landegem.	20	45	Nieuwenhove.	20	50
Lootenhulle.	20	40	Onkerzeele.	20	55
Meygem.	20	50	Overboulaere	20	40
Nevele.	20	50	Santbergen.	20	45
Poesele.	20	40	Sarlardingem.	20	40
Poucques.	20	40	Schendelbeke.	20	45
Vosselaere.	20	45	Smeerhebbe-Vloersegem.	20	55
			Viane.	20	40
<i>Bureau d'Eccloo.—Canton</i>			Voorde.	20	50
<i>d'Assenede.</i>			Waerbeke.	20	40
Assenede.	20	45	<i>Bureau de Hamme.—</i>		
Bouchaute.	20	45	<i>Canton de Hamme.</i>		
Cluyzen.	20	50	Elversele.	20	45
Ertvelde.	20	50	Hamme.	20	45
Selzaete.	25	45	Moerzeke.	20	45
			Waesmunster.	20	40
<i>Canton de Caprycke.</i>			<i>Canton de Tamise.</i>		
Bassevelde.	20	45	Basel.	25	45
Caprycke.	20	45	Cruybeke.	20	45
Lembeke.	20	40	Haesdonck.	25	45
Oost-Eccloo.	20	55	Pupelmonde.	20	45
Saint-Jean-in-Eremo.	20	55	Tamise.	25	45
Sainte-Marguerite.	20	55	Thielrode.	20	40
Waterland-Oudeman.	20	45	<i>Bureau et canton d'Her-</i>		
Watervliet.	25	50	<i>zeele.</i>		
<i>Canton d'Eccloo.</i>			Aygem.	20	50
Adegem.	20	45	Bambrugge.	20	55
Eccloo.	20	40	Borsbeke.	20	45
Maldegem.	20	45	Burst.	20	40
Middelbourg.	20	50	Erembodegem.	20	55
Saint-Laurent.	20	50	Haeltert.	20	60
<i>Bureau et cantons de Gand</i>			Hautem-Saint-Livin.	20	45
<i>(1<sup>er</sup>, est, et 2<sup>e</sup>, ouest).</i>			Heldergem.	20	55
Afsné.	25	40	Herzeele.	25	50
Destelbergen.	25	40	Kerkxken.	20	60
Gand (partie située dans			Letterhautem.	20	40
l'enceinte de la ville).	25	564	Ressegem.	20	55
Gand (partie restante de la			Saint-Antelieknx.	20	50
commune).	25	45	Welle.	20	60
Gendbrugge.	25	50	Woubrechtgem.	20	45
Heusden.	20	45	Zonnegem.	20	60

<i>Bureau de Lokeren. — Canton de Lokeren.</i>			<i>Bureau de Saint-Nicolas. —Canton de Saint-Gilles- Waes.</i>		
Dacknam.	20	40	Clinge.	20	60
Exaerde.	20	45	Kemseke.	20	40
Lokeren.	16	40	Meerdonck.	20	40
			Nieukerken.	20	50
<i>Canton de Zele.</i>			Saint-Gilles-Waes.	20	45
Berlaere.	20	40	Saint-Paul.	20	40
Grembergen.	20	50	Stekene.	20	40
Overmeire.	20	55	Vracene.	20	40
Uytbergen.	20	40			
Zele.	20	40	<i>Canton de Saint-Nicolas Belcele.</i>	20	45
<i>Bureau de Loochristy. — Canton d'Evergem.</i>			Saint-Nicolas (partie si- tuée dans l'enceinte de la ville).	20	377
Desteldonck.	20	45	Saint-Nicolas (partie res- tante de la commune).	20	45
Evergem.	20	50	Sinay.	20	40
Oostacker.	20	45			
Wondelgem.	20	60	<i>Bureau de Sottegem. — Canton de Nederbrakel.</i>		
			Deftinge.	20	40
<i>Canton de Loochristy.</i>			Hemelveerdegem.	20	40
Loochristy.	20	50	Lierde-Sainte-Marie.	20	45
Mendonck.	20	40	Lierde-Saint-Martin.	20	40
Moerbeke.	20	50	Nederbrakel.	25	45
Saffelaere.	20	40	Oprakel.	20	40
Seveneceken.	20	40	Ophasselt.	20	45
Wachtebeke.	20	45	Paricke.	20	40
Wynkel.	20	60	Steenhuise.	20	50
<i>Bureau etcanton de Ninove.</i>					
Appelterre-Eychem.	20	55	<i>Canton de Sottegem.</i>		
Aspelaere.	20	50	Andenhove-Saint-Gery.	20	50
Denderhautem.	20	50	Andenhove-Sainte-Marie.	20	45
Denderleeuw.	20	60	Elene.	20	40
Denderwindeke.	20	55	Erwetegem.	20	40
Iddergem.	20	60	Esche-Saint-Lievin.	20	50
Liefferinge.	20	55	Godveerdegem.	20	40
Meerbeke.	20	55	Grootenberge.	20	40
Nederhasselt.	20	50	Hillegem.	20	40
Neygem.	20	55	Leeuwergem.	20	40
Ninove.	25	80	Oombergen.	20	40
Okegem.	20	60	Sottegem.	25	50
Oultre.	20	55	Strypen.	20	40
Pollacre.	20	55	Velsique.	20	50
<i>Bureau et canton de Renaix</i>			<i>Bureau et canton de Ter- monde.</i>		
Amougies.	20	50	Appels.	25	55
Orroir.	20	40	Audegem.	25	60
Quaremont.	20	40	Baesrode.	25	40
Renaix (section E).	29	160	Buggenhout.	25	45
Renaix (partie restante de la commune).	29	45	Denderbelle.	20	50
Russeignies.	20	55	Lebbeke.	25	45
Ruyen.	20	40			

Mespelaere.	20	50	Hellebecq.	20	50
Opdorp.	25	50	Houtaing.	20	50
Scint-Gilles-lez-Termonde.	25	50	Isières.	20	50
Termonde.	55	50	Lanquesaint.	20	50
Wize.	20	60	Mainvault.	20	50
<i>Bureau de Waerschoot. —</i>			Meslin-l'Évêque.	20	50
<i>Canton de Somergem.</i>			Ostiches.	20	55
Bellem.	20	65	Rebaix.	20	55
Knesselaere.	20	60	<i>Bureau de Beaumont. —</i>		
Lovendegem.	20	50	<i>Canton de Beaumont.</i>		
Meerendré.	20	65	Barbençon.	50	70
Ronsele.	20	50	Beaumont.	40	70
Somergem.	20	55	Bossu-lez-Walcourt.	50	90
Ursel.	20	50	Erpion.	50	90
<i>Canton de Waerschoot.</i>			Froid-Chapelle.	55	80
Oostwinkel.	20	50	Grandrieu.	50	50
Sleydinge.	20	65	Leugnies.	50	70
Waerschoot.	20	50	Leval-Chaudeville.	50	70
<i>Bureau et canton de Wetteren.</i>			Montbliard.	50	55
Caleken.	20	40	Rance.	55	65
Cherscamp.	20	40	Renlies.	50	75
Laerne.	20	45	Sivry.	55	50
Massemén-Westrem.	20	50	Solre-Saint-Géry.	50	70
Schellebelle.	20	45	Thirimont.	50	70
Wetteren.	25	45	Vergnies.	50	90
<b>PROVINCE DE HAINAUT.</b>			<i>Canton de Merbes-le-Château.</i>		
<i>Bureau et canton d'Antoing</i>			Bersillies-l'Abbaye.	55	75
Antoing.	40	55	Biemme-lez-Happart.	55	50
Bleharies.	55	55	Croix-lez-Rouvroy.	55	55
Bruyelles.	55	50	Erquelines.	40	65
Calonne.	55	55	Fauraulx.	55	65
Chereq.	55	55	Fontaine-Valmont.	55	65
Ere.	55	55	Grand-Reng.	40	80
Fontenoy.	55	50	Hantes-Wiheries.	55	90
Goegnies.	50	55	La Buissière.	40	50
Hollain.	55	50	Leers et Fosteau.	55	65
Howardries.	50	55	Merbes-le-Château.	45	80
Jollain-Merlin.	55	55	Merbes-Sainte-Marie.	55	75
Laplaigne.	55	50	Montignies-S.-Christophe.	55	60
Lesdain.	50	50	Peissant.	40	80
Maubray.	55	50	Rouveroy.	40	90
Péronnes.	55	55	Sars-la-Buissière.	40	65
Rongy.	50	55	Solre-sur-Sambre.	45	80
Rumes.	50	40	<i>Bureau et canton de Binche.</i>		
Saint-Maur.	50	45	Anderlues.	40	60
Taintegnies.	50	45	Battignies.	40	65
Wez-Velvain.	50	45	Binche.	40	150
<i>Bureau et canton d'Ath</i>			Buvrines.	40	60
Ath.	20	50	Carnières.	40	65
Bouvignies.	20	50	Espinois.	40	60
Ghisleughien.	20	50	Estinne-au-Mont.	40	60
			Haine-Saint-Pierre.	40	55

Haulchin.	40	55	Jumet.	50	120
Leval-Trahegnies.	40	60	Lambusart.	50	100
Mont-Sainte-Aldegonde.	40	60	Lodelinsart.	60	140
Mont-Sainte-Geneviève.	40	60	Loverval.	45	130
Morlanwelz.	40	65	Marcinelle.	60	100
Ressaix.	40	60	Montigny-sur-Sambre.	50	100
Veller eille-lez-Brayeux	40	55	Mont-sur-Marchiennes.	45	90
Waudrez.	40	65	Pont-de-Loup.	50	90
			Presles.	40	100
<i>Bureau et canton de Boussu</i>			Roux.	50	80
Boussu.	35	60	Villers-Potterie.	50	150
Hainin.	50	50			
Hautrages.	50	60	<i>Bureau et canton de Chiè-</i>		
Hensies.	50	60	<i>vres.</i>		
Hornu.	55	55	Arbre.	25	55
Montrœul-sur-Haine.	50	55	Attres.	25	55
Quaregnon.	40	65	Blicquy.	25	50
Saint-Ghislain.	40	60	Bruglette.	25	55
Thulin.	50	55	Chièvres.	25	50
Villerot.	50	55	Fouleng.	25	50
Warquignies.	50	60	Gages.	25	50
Wasmes.	40	65	Gibecq.	25	50
Wasmuel.	50	60	Gondregnies.	25	50
			Grosage.	25	50
<i>Bureau et canton de Celles.</i>			Hussignies.	25	55
Ansérœul.	25	50	Irchonwelz.	25	55
Celles.	25	55	Ladeuze.	25	50
Escanaffles.	25	50	Maffles.	25	55
Hérinnes.	25	65	Mevergnies.	25	55
Melles.	25	50	Moulbaix.	25	60
Molembaix.	25	55	Ormeignies.	25	50
Mont-Saint-Aubert.	25	50	Tongre-Notre-Dame.	25	50
Moureaucourt.	25	50	Tongre-Saint-Martin.	25	55
Obigies.	25	55	Villers-Notre-Dame.	25	55
Popuelles.	25	55	Villers-Saint-Amand.	25	55
Pottes.	25	50			
Quartes.	25	50	<i>Bureau et canton de</i>		
Velaines.	25	50	<i>Chimay.</i>		
Wattripont.	25	50	Baileux.	50	90
			Baillièvre.	50	90
<i>Bureau et canton de Char-</i>			Bauwelz.	50	55
<i>leroy.</i>			Bourlers.	50	75
Acoz.	50	150	Chimay.	40	55
Aiseau.	50	120	Forges.	50	50
Bouffioulx.	50	120	Lompret.	50	90
Charleroy.	56	156	Macon.	50	90
Châtelet.	50	100	Momignies.	50	90
Châtelineau.	50	120	Monceau-Imbrechies.	50	90
Couillet.	50	90	Robechies.	50	55
Dampremy.	50	150	Salles.	50	90
Farciennes.	50	120	Saint-Remy.	50	70
Gerpinnes.	50	150	Seloignes.	50	90
Gilly.	70	150	Vaux-lez-Chimay.	50	55
Gougnies.	50	150	Villers-la-Tour.	50	90
Joncret.	50	140	Virelles.	50	90

<i>Bureau et canton de Dour.</i>				
Angre.	50	60	Hacquegnies.	25 50
Angreau.	50	50	Herquegnies.	25 50
Athis.	50	65	Labamaide.	25 50
Andregnies.	50	65	Moustier.	25 60
Autrepe.	50	65	Saint-Sauveur.	25 50
Baisieux.	55	60	<i>Bureau et canton de Gosse-</i>	
Blaugies.	50	65	<i>lies.</i>	
Dour.	50	65	Boignée.	55 80
Elouges.	40	65	Brye.	55 60
Erquennes.	50	60	Fleurus.	55 60
Fayt-le-Franc.	50	55	Frasnes-lez-Gosselies.	55 60
Marchipout.	50	55	Gosselies.	55 75
Montignies-sur-Roc.	30	55	Heppignies.	55 60
Onnezies.	50	60	Liberchies.	55 60
Quiévrain.	50	60	Mellet.	55 70
Roisin.	50	60	Ransart.	55 75
Wiberies.	40	65	Saint-Amand.	55 60
<i>Bureau et canton d'En-</i>			Thiméon.	55 60
<i>ghien.</i>			Viesville.	55 70
Bassily.	25	50	Villers-Perwin.	55 60
Enghien.	25	55	Wagnelée.	55 60
Hoves.	25	50	Wanfercée-Baulet.	55 80
Mareq.	25	55	Wangenies.	55 75
Petit-Enghien.	25	55	Wayaux.	55 70
Petit-Rœulx.	25	50	<i>Bureau et canton de Lens.</i>	
Saint-Pierre-Capelle.	25	50	Baudour.	50 55
Silly.	25	55	Bauffe.	50 45
Steenkerque.	25	50	Cambron-Casteau.	50 50
Thoricourt.	25	55	Cambron-Saint-Vincent.	50 55
<i>Bureau et canton de Fon-</i>			Chaussée-Notre-Dame.	50 50
<i>taine-l'Evêque.</i>			Erbaut.	50 55
Bellecourt.	40	60	Erbisœul.	50 55
Chapelle-lez-Herlaimont.	40	60	Herchies.	50 50
Courcelles.	40	70	Jurbise.	50 60
Fontaine-l'Evêque.	40	70	Lens.	50 50
Forchies-la-Marche.	40	70	Lombise.	50 60
Landelies.	40	60	Masnuy-Saint-Jean.	50 50
Leernes.	40	65	Masnuy-Saint-Pierre.	50 45
Marchienne-au-Pont.	45	75	Montignies-lez-Lens.	50 50
Monceau-sur-Sambre.	45	75	Neufmaison.	50 50
Montigny-le-Tilleul.	40	65	Neufvilles.	50 50
Piéton.	40	75	Sirault.	50 50
Souvret.	40	75	<i>Bureau de Lessines. —</i>	
Trazegnies.	40	70	<i>Canton de Lessines.</i>	
<i>Bureau et canton de Fras-</i>			Acren.	20 55
<i>nes.</i>			Biévène.	20 55
Anvaing.	25	60	Bois-de-Lessines.	20 55
Arc-Ainières.	25	60	Ghoy.	20 55
Buissenal.	25	60	Lessines.	20 60
Cordes.	25	60	Oendeghien.	20 60
Dergneau.	25	60	Ogy.	20 60
Ellegnies.	25	50	Ollignies.	20 45
Forest.	25	50		
Frasnes-lez-Buissenal.	25	50		

Papignies.	20	60	Havay.	50	85
Wannebecq.	20	60	La Bouverie.	55	75
<i>Canton de Flobecq.</i>			Noirchain.	50	55
Ellezelles.	20	55	Pâturages.	50	60
Everbecq.	20	45	Quévy-le-Grand.	50	80
Flobecq.	20	50	Quévy-le-Petit.	50	70
Wodecq.	20	50	Sars-la-Bruyère.	50	55
<i>Bureau et canton de Leuze.</i>			<i>Bureau et canton de Péruwelz.</i>		
Barry.	50	50	Baugnies.	50	55
Beclers.	50	50	Blaton.	50	60
Chapelle-à-Oye.	50	50	Braffe.	50	55
Chapelle-à-Wattines.	50	50	Brasmenil.	50	55
Gallaix.	50	50	Bury.	50	60
Gaurain-Ramecroix.	50	60	Callenelle.	50	55
Grandmetz.	50	50	Péruwelz.	55	65
Leuze.	50	60	Roucourt.	50	60
Ligne.	50	50	Vezon.	50	55
Maulde.	50	50	Wasmès - Audemetz - Brifscël.	50	60
Montrœul-au-Bois.	50	50	Wiers.	50	55
Pipaix.	50	60	<i>Bureau et canton de Quevaucamps.</i>		
Thieulain.	50	50	Aubechies.	50	50
Thimougies.	50	50	Basècles.	50	60
Willaupuis.	50	50	Belœil.	50	50
<i>Bureau et canton de Mons.</i>			Bernissart.	50	50
Ciply.	25	50	Ellignies-Sainte-Anne.	50	50
Cuesmes.	25	45	Grandglise.	50	60
Gblin.	25	55	Harchies.	50	50
Havré.	25	70	Pommerœul.	50	50
Hyon.	25	55	Quevaucamps.	50	60
Jemmapes.	25	60	Rameignies.	50	50
Mesvin.	25	70	Stambruges.	50	60
Mons (partie située dans l'enceinte de la ville).	51	90	Thumaide.	50	50
Mons (partie restante de la commune).	51	45	Tourpes.	50	50
Nimy-Maisières.	25	50	Ville-Pommerœul.	50	55
Nouvelles.	25	50	Wadelincourt.	50	55
Obourg.	25	50	<i>Bureau et canton de Rœulx.</i>		
Saint-Symphorien.	25	50	Boussoit.	55	60
Spiennes.	25	50	Bray.	55	60
<i>Bureau et canton de Pâturages.</i>			Casteau.	55	60
Asquillies.	50	60	Estinne-au-Val.	55	60
Aulnois.	50	60	Gottignies.	55	65
Blaregnies.	50	50	Haine-Saint-Paul.	55	70
Bougnies.	50	65	Houdeng-Aimeries.	55	50
Eugies.	40	65	Houdeng-Goegnies.	55	65
Frameries.	50	65	Marche-lez-Ecaussines.	55	60
Genly.	50	65	Maurage.	55	60
Givry.	40	70	Mignault.	55	60
Goegnies-Chaussée.	50	65	Péronne-lez-Binche.	55	60
Harminies.	50	65	Rœulx.	55	60
Harvengt.	50	75	Saint-Denis.	55	60
			Saint-Vaast.	55	60



Strepy.	55	60	Donstiennes.	40	90
Thieu.	55	55	Gozée.	40	90
Thieusies.	55	60	Ham-sur-Heure.	40	75
Trivières.	55	65	Jamioux.	40	90
Vellereille-le-Sec.	55	60	Lobbès.	40	85
Ville-sur-Haine.	55	65	Marbais.	40	80
Villers-Saint-Ghislain.	55	60	Nalinnes.	40	85
			Ragnies.	40	90
<i>Bureau et canton de Seneffe.</i>			Strée.	40	90
Arquennes.	55	50	Thuillies.	40	85
Bois-d'Haine.	55	55	Thuin.	55	90
Buzot.	55	55			
Familleureux.	55	60	<i>Bur. et canton de Tournay.</i>		
Fayt.	55	60	Esplechin.	50	4
Fély.	55	50	Froidmont.	50	40
Gouy-lez-Piéton.	55	65	Froyennes.	50	60
Lahestre.	55	60	Havinnes.	50	50
Luttre.	55	60	Hertain.	50	40
Obaix.	55	60	Kain.	50	60
Petit-Rœulx.	55	55	Lamain.	50	40
Pont-à-Celles.	55	60	Marquin.	50	50
Rèves.	55	65	Orcq.	50	50
Seneffe.	55	55	Rumillies.	50	50
			Tournay.	50	55
<i>Bureau et canton de Soignies.</i>			Vaulx.	50	80
Braine-le-Comte.	55	55	Warchain.	50	55
Ecaussines-d'Enghien.	55	55	Willemeau.	50	40
Ecaussinnes-Lalaing.	55	50			
Hennuyères.	55	50	<b>PROVINCE DE LIÈGE.</b>		
Henripont.	55	50	<i>Bureau et canton d'Aubel.</i>		
Horrués.	55	50	Aubel.	55	40
Naast.	55	60	Clermont.	25	40
Ronquières.	55	50	Fouron-Saint-Martin.	50	40
Soignies.	50	55	Fouron-Saint-Pierre.	50	40
			Gemmenich.	50	40
<i>Bureau et canton de Templeuve.</i>			Hombourg.	50	40
Baillœul.	25	45	Julémont.	25	40
Blandain.	25	55	Montzen.	50	40
Esquelmes.	25	50	Moresnet.	50	40
Estaimbourg.	25	50	Neufchâteau.	50	40
Estaimpuis.	25	55	Sippenacken.	50	40
Evregnies.	25	50	Teuven.	50	40
Leers-Noord.	25	65	<i>Bureau de Chênée. — Canton de Fléron.</i>		
Nechin.	25	50	Ayeneux.	50	60
Pecq.	25	50	Bellaire.	50	60
Ramegnies-Chin.	25	45	Beyne-Heusay.	50	60
Saint-Léger.	25	50	Cerexhe-Heuseux.	50	55
Templeuve.	25	50	Chaudfontaine.	50	50
Warcoing.	25	45	Chênée.	50	50
<i>Bureau et canton de Thuin.</i>			Embourg.	50	50
Biercée.	40	80	Evegnée.	50	50
Biesmes-sous-Thuin.	40	80	Fléron.	50	50
Cour-sur-Heure.	40	75	Foret.	50	50

Magnée.	50	50	<i>Bureau de Hannut. — Canton d'Avennes.</i>		
Melen.	50	50	Acosse.	55	65
Micheroux.	50	50	Avennes.	55	65
Nessonvaux.	50	50	Avin.	55	70
Queue-du-Bois.	50	50	Braives.	55	70
Retinne.	50	50	Burdinne.	55	70
Romsée.	50	50	Ciplot.	55	70
Saive.	50	55	Crehen.	55	70
Soumagne.	50	50	Embresin.	55	65
Tignée.	50	45	Fallais.	55	65
Vaux-sous-Chèvremont.	50	50	Hannèche.	55	80
<i>Canton de Louvegnée.</i>			Hannut.	45	65
Aywaille.	40	65	Lamontzée.	55	90
Beaufays.	40	65	Latinne.	55	55
Esneux.	40	55	Lens-Saint-Remy.	55	65
Fraipont.	40	65	Lens-Saint-Servais.	55	90
Gomzé-Audoumont.	40	50	Marneffe.	55	65
Louveignée.	40	50	Meeffe.	55	70
Sprimont.	50	50	Merdorp.	55	55
<i>Bureau de Grâce — Canton de Hologne-aux-Pierres.</i>			Moxhe.	55	60
Awans.	40	60	Oteppe.	55	70
Avirs.	50	60	Poucet.	55	50
Bierset.	55	80	Thisnes.	55	60
Chokier.	40	65	Tourinne.	55	65
Crisnée.	55	65	Ville-en-Hesbaye.	55	80
Engis.	50	80	Villers-le-Peuplier.	55	55
Fexe-le-Haut-Clocher.	55	60	Vissoul.	55	90
Fize-le-Marsal.	55	60	Wasseiges.	55	70
Flémalle-Grande.	45	100	<i>Bureau de Hermalle. — Canton de Fexhe-Slins.</i>		
Flémalle-Haute.	45	85	Alleur.	55	50
Fooz.	55	60	Fexhe-Slins.	55	55
Fréloux.	55	60	Glons.	40	60
Gleixhe.	45	60	Haccourt.	40	70
Grâce-Berleur.	45	60	Hermalle-sous-Argenteau.	55	65
Hognoul.	55	65	Hermée.	55	55
Hollogne-aux-Pierres.	45	60	Heure-le-Romain.	55	65
Horion-Hozémont.	40	70	Houtain-Saint-Siméon.	55	60
Jemeppe.	45	80	Juprelle.	55	60
Jeneffe.	55	65	Lanten.	55	75
Kemexhe.	45	60	Liers.	55	50
Loncin.	55	80	Lixhe.	55	70
Momalle.	55	60	Milmorte.	55	65
Mons.	45	85	Othée.	55	60
Montegnée.	45	85	Oupeye.	40	55
Noville.	55	75	Paifve.	55	55
Odeur.	55	65	Rocour.	55	75
Roloux.	55	75	Slins.	55	55
Thys.	55	75	Villers-Saint-Siméon.	55	55
Velroux.	55	60	Vivegnies.	40	55
Villers-l'Evêque.	55	55	Voroux-lez-Liers.	55	65
Voroux-Goreux.	55	65	Wihogne.	55	50
			Xhendremael.	55	55

<i>Bureau et Canton de Herve</i>			Petit-Hallet.	50	60
Battice.	25	55	Racour.	50	60
Charneux.	25	55	Rumsdorp.	50	50
Herve.	50	40	Trognée.	50	65
Thimister.	25	55	Walsbets.	50	65
			Wamont.	50	50
<i>Bureau de Huy. — Canton de Héron.</i>			Wanghe.	50	55
Bas-Oha.	50	65	Wansin.	50	70
Couthuin.	50	65	Wezeren.	50	50
Héron.	50	80	<i>Bureau et les deux cantons de Liège.</i>		
Huccorgne.	50	75	Angleur.	50	70
Landenne.	50	85	Ans-et-Glain.	40	60
Lavoir.	50	70	Grivegnée.	50	70
Moha.	50	85	Herstal.	55	60
Seilles.	40	125	Jupille.	50	55
Warêt-l'Évêque.	50	80	Liège partie centrale, délimitée par une ligne qui, partant de la rive gauche de la Meuse, suit les rues de la Station, de Sainte-Véronique, Jonckeu, et du Gazomètre, jusqu'au Thier de la fontaine; de là, suit l'ancien mur d'enceinte jusqu'à la citadelle, descend de la citadelle vers la porte Vivegnis, où elle reprend l'ancien mur d'enceinte jusqu'à la Meuse; quitte cette rivière sur la rive droite pour suivre le bras de l'Ourthe qui circonscrit toute la partie agglomérée du quartier de l'Est, à partir du moulin de Gravioulle jusqu'aux ponts d'Amercéeur et de la Boverie; remonte enfin la Meuse jusqu'au point de départ.)	45	372
<i>Canton de Huy.</i>			Liège (partie restante de la commune.)	45	55
Amay.	45	80	Saint-Nicolas.	40	50
Ampsins.	45	80	Tilleur.	50	60
Anthent.	55	85	Vottem.	55	60
Avins.	40	70	<i>Bureau d'Ouffet. — Canton de Ferrières.</i>		
Ben-Ahin.	45	75	Ernonheid.	55	65
Bois-Borsu.	40	70	Ferrières.	55	65
Fumal.	40	70	Filot.	55	65
Huy.	45	80	Harzée.	55	70
Marchin.	40	150	Lorcé.	55	65
Neuville-sous-Huy.	45	80			
Ocquier.	40	150			
Ombret.	40	80			
Pailhe.	40	90			
Strée.	40	150			
Tihange.	45	80			
Vierset-Barse.	40	150			
Vinalmont.	40	75			
Vyle-Tharoule.	40	150			
Wauze.	40	85			
<i>Bureau et canton de Landen</i>					
Attenhoven.	50	65			
Avernas-le-Bauduin.	50	65			
Bertrée.	50	55			
Cras-Avernas.	50	65			
Elixem.	50	60			
Grand-Hallet.	50	70			
Houtain-l'Évêque.	50	60			
Laer.	50	60			
Landen.	55	60			
Lincet.	50	85			
Neerhespen.	50	50			
Neerlanden.	50	70			
Neerwinden.	50	60			
Overhespen.	50	55			
Overwinden.	50	60			
Pellaines	50	65			

Vieux-Ville.	53	65	Spa.	40	60
Werhobomont.	53	65	Theux et Pepinster.	50	55
Xhoris.	53	70	Wegnez.	25	50
<i>Canton de Nandrin.</i>			<i>Bureau et canton de Stavelot.</i>		
Abée.	45	150	Basse-Bodeux.	50	45
Anthisnes.	45	65	Bra.	50	55
Comblain-au-Pont.	45	80	Chevron.	50	40
Clavier.	45	120	Fosse.	50	55
Clermont.	45	65	Francorchamps.	50	60
Ehein.	45	65	La Gleize.	50	45
Ellemelle.	45	100	Lierneux.	50	60
Fairon-Comblain.	45	75	Rahier.	50	40
Fraiture.	45	100	Stavelot.	50	50
Hamoir.	45	80	Stoumont.	50	50
Hermalle-sous-Huy.	45	65	Wanne.	50	55
Hody.	45	100			
Linchet.	45	150	<i>Bureau de Verlaine. —</i>		
Modave.	45	80	<i>Canton de Jehay-Bodegnée.</i>		
Nandrin.	45	70	Aineffe.	55	65
Neuville-en-Condroz.	45	120	Borlez.	55	60
Ouffet.	45	100	Chapon-Seraing.	55	60
Outrelouxhe.	45	70	Fize-Fontaine.	55	55
Ramelot.	45	150	Flône.	40	70
Saint-Sevrin.	45	90	Haneffe.	55	55
Seny.	45	120	Jehay-Bodegnée.	40	55
Soheit-Tinlot.	45	150	Saint-Georges.	40	70
Tavier.	45	150	Seraing-le-Château.	55	60
Terwagne.	45	150	Vaux-Borset.	55	65
Villers-aux-Tours.	45	80	Verlaine.	55	55
Villers-le-Temple.	45	100	Vieux-Waleffe.	55	70
Warzée.	45	120	Villers-le-Bouillet.	55	70
Yernée.	45	120	Waleffes.	55	70
			Warnant.	55	120
<i>Bureau et canton de Seraing.</i>			<i>Bureau de Verviers. —</i>		
Boncelle.	45	65	<i>Canton de Limbourg.</i>		
Ougrée.	70	80	Andrimont.	50	55
Plainevaux.	45	65	Baelen.	50	50
Ramet.	50	120	Bilstain.	25	55
Rotheux-Rimière.	45	90	Dison.	50	66
Seraing (partie située entre le chemin de fer et la Meuse).	65	150	Goé.	55	40
Seraing (partie restante de la commune).	65	75	Henri-Chapelle.	25	55
Tilff.	45	70	Heusy.	50	45
			Jalhay.	55	45
<i>Bureau et canton de Spa.</i>			Limbourg.	25	40
Cornesse.	50	50	Membach.	20	50
Ensival.	20	45	Petit-Rechain.	28	55
Lambermont.	20	40	Stembert.	26	55
La Reid.	50	45	Welkenraedt.	50	50
Polleur.	55	60	<i>Canton de Verviers.</i>		
Sart.	20	55	Grand-Rechain.	50	55
			Hodimont.	25	45
			Olne.	50	45
			Soiron.	50	40

Verviers.	22	45	PROVINCE DE LIMBOURG.		
Xhendelesse.	50	40			
<i>Bureau de Visé. — Canton de Dalhem.</i>			<i>Bureau de Bilsen. — Canton de Bilsen.</i>		
Argenteau.	55	70	Beverst.	50	50
Berneau.	55	55	Bilsen.	55	50
Bolland.	55	40	Eygenbilsen.	50	50
Bombaye.	55	60	Gellick.	50	50
Cheratte.	55	70	Genck.	50	50
Dalhem.	55	60	Grand-Spauwen.	50	50
Feneur.	55	60	Hees.	50	50
Fouron-le-Comte.	55	50	Hoelbeek.	50	50
Housse.	55	50	Hoesselt.	50	50
Morlier.	55	50	Martenslinde.	50	40
Mortroux.	55	80	Nopertingen.	50	45
Mouland.	55	55	Munsterbilsen.	50	50
Richelle.	55	90	Petit-Spauwen.	50	45
Saint-André.	55	50	Rosmeer.	50	40
Saint-Remy.	55	55	Sutendael.	50	50
Trembleur.	55	55	Veldwezelt.	50	45
Visé.	55	70	Waltwilder.	50	50
Wandre.	55	65	<i>Canton de Sichen-Sussen-Bolré.</i>		
Warsage.	55	65	Bassenge.	55	55
<i>Bureau et Canton de Warremme.</i>			Cann.	50	55
Bergilers.	55	60	Eben-Emael.	50	55
Berloz.	55	80	Fall-Mheer.	50	50
Bettincourt.	55	60	Lanaye.	40	100
Bleret.	55	80	Riempst.	50	50
Boelhe.	55	60	Roelenge.	40	80
Bovenistier.	55	60	Sichen-Sussen-Bolré.	50	50
Celles.	55	80	Vlytingen.	50	40
Darion.	55	60	Vroenhoven.	50	45
Donceel.	55	60	Wonck.	55	45
Geer.	55	60	<i>Bureau de Brée. — Canton d'Achel.</i>		
Grandaxhe.	55	65	Achelle.	50	40
Grandville.	55	65	Caulille.	50	40
Hodeige.	55	70	Hamon.	50	40
Hollogne-sur-Geer.	55	80	Lille-Saint-Hubert.	50	40
Lamine.	55	80	Neerpelt.	50	40
Lantremage.	55	80	Overpelt.	50	40
Lens-sur-Geer.	55	60	<i>Canton de Brée.</i>		
Ligny.	55	60	Beeck.	50	45
Limont.	55	60	Bocholt.	50	50
Oleye.	55	70	Brée.	50	50
Omal.	55	70	Ellicom.	50	80
Oreye.	55	60	Gerdingen.	50	50
Pousset.	55	70	Gruitrode.	50	50
Remicourt.	55	80	Meeuwen.	50	55
Rosoux-Crenwick.	55	60	Opitter.	50	55
Viemme.	55	60	Reppel.	50	50
Waremme.	40	70	Tongerloo.	50	50
			Wyshagen.	50	50

<i>Bureau de Hasselt. —</i>			Voordt.	50	55
<i>Canton de Hasselt.</i>			Wellen.	50	45
Curange.	50	45	Werm	50	45
Diepenbeek.	50	45	Wintershoven.	50	45
Hasselt.	58	50	<i>Bureau de Maeseycck. —</i>		
Hercks-Saint-Lambert.	50	45	<i>Canton de Maeseycck.</i>		
Wimmertingen.	50	45	Dilsen.	50	40
Zonhoven.	50	45	Eelen.	50	40
<i>Canton de Herck-la-Ville.</i>			Kessenich.	50	55
Beerbroeck.	50	40	Kinroy.	50	55
Donck.	50	50	Maeseycck.	50	45
Haelen.	50	45	Molen-Beersel.	50	45
Herck-la-ville.	50	45	Neeroeteren.	50	50
Kernpt.	50	45	Ophoven.	50	40
Linckhout.	50	45	Opoeteren.	50	40
Lummen.	50	40	Rothem.	50	45
Meldert.	50	40	<i>Canton de Mechelen.</i>		
Schuelen.	50	55	Asch.	50	40
Spalbeek.	50	45	Boorsheim.	50	45
Stevoort.	50	45	Eysden.	50	50
Weyer.	50	55	Lanaeken.	50	45
Zeelhem.	50	40	Lanklaer.	50	40
<i>Bureau et Canton de Looz.</i>			Leuth.	50	45
Alken.	50	45	Mechelen.	50	50
Basheers.	50	60	Meeswyck.	50	45
Berlingen.	50	45	Neerglabeeck.	50	40
Brouckom.	50	45	Neerhaeren.	50	45
Cortessem.	50	45	Niel.	50	40
Cuttecoven.	50	50	Opglabeeck.	50	50
Follogne.	50	50	Opgrimby.	50	50
Gors-op-Leeuw.	50	45	Reckheim.	50	50
Gossoncourt.	50	45	Stockheim.	50	45
Gothem.	50	45	Uyckhoven.	50	45
Grand-Looz.	50	45	Vucht.	50	50
Guygoven.	50	50	<i>Bureau de Peer. — Canton</i>		
Heers.	50	60	<i>de Beringen</i>		
Hendrieken.	50	55	Beerlingen.	50	55
Hern-Saint-Hubert.	50	45	Beverloo.	50	55
Herten.	50	45	Bourg-Léopold.	50	55
Horpmael.	50	50	Coursel.	50	50
Houppertingen.	50	50	Heppen.	50	55
Jesseren.	50	55	Heusden.	50	50
Kerniel.	50	50	Oostham.	50	55
Looz.	40	50	Pael.	50	55
Marlinne.	50	60	Quadmechelen.	50	55
Membruggen.	50	50	Stockroye.	50	40
Mettecoven.	50	60	Tessengerloo.	50	40
Opheers.	50	60	Zolder.	50	50
Petit-Jamine.	50	45	<i>Canton de Peer.</i>		
Roclinge-Looz.	50	60	Exel.	50	50
Rommershoven.	50	45	Grote-Brogel.	50	50
Ryckel.	50	50	Hechtel.	50	55
Schalkhoven.	50	45	Helchteren.	50	50
Ulbeck.	50	50	Houthalen.	50	55
Vliermael.	50	45	Kleyne-Brogel.	50	55

Lommel.	50	55	Rixingen.	50	55
Peer.	50	55	Russon.	50	65
Wychmael.	50	50	'S Ilceeren-Elderen.	50	50
<i>Bureau et Canton de Saint-Trond.</i>			Sluse.	50	60
Aelst.	50	50	Tongres.	52	65
Binderloo.	50	45	Vechmael.	50	55
Borloo.	50	60	Wildoye.	50	55
Bouckhout.	50	55	PROVINCE DE LUXEMBOURG.		
Brusthem.	50	55	<i>Bureau d'Arlon -- Canton d'Arlon.</i>		
Buvingen.	50	60	Arlon.	50	90
Corswarem.	50	60	Attelt	45	55
Corthys.	50	70	Antelbas.	40	50
Cosen.	50	50	Bonnert.	45	50
Duras.	50	60	Guirsch.	40	55
Engelmanshoven.	50	60	Heinsch.	55	45
Fresin.	50	70	Nobressart.	40	55
Gelinden.	50	55	Thiaumont.	40	65
Gingclon.	50	60	Tœrnich.	40	55
Gorssum.	50	60	<i>Canton de Fauvillers.</i>		
Goyer.	50	50	Fauvillers.	40	50
Grand-Jamine.	50	55	Hollange.	40	55
Halmael.	50	55	Martelange.	50	60
Kerkom.	50	60	Tintange.	40	45
Mielen-sur-Aelst.	50	50	Witry.	40	50
Montenaeken.	50	70	<i>Canton de Messancy.</i>		
Muysen.	50	50	Aubange.	45	55
Niel.	50	65	Habergy.	40	50
Nieuwerkerken.	50	40	Halanzy.	45	50
Ordange.	50	50	Hondelange.	40	55
Runckelen.	50	65	Messancy.	45	55
Saint-Trond.	50	60	Racheecourt.	40	55
Velm.	50	50	<i>Bureau de Bastogne. --</i>		
Wilderen.	50	65	<i>Canton de Bastogne.</i>		
Zepperen.	50	50	Bastogne.	40	55
<i>Bureau et Canton de Tongres.</i>			Bertogne.	40	50
Ferg.	50	60	Longchamps.	40	40
Bommershoven.	50	50	Longwilly.	40	50
Coninxheim.	50	45	Mabompré.	40	45
Freeren.	50	60	Noville.	40	45
Genoels-Helderén.	50	50	Wardin.	40	45
Henis.	50	55	<i>Canton de Sibret.</i>		
Herderen.	50	45	Amberloup.	40	45
Herstappe.	50	60	Flamierge.	40	45
Heur-le-Ticxhe.	50	50	Hompré.	40	45
Hex.	50	65	Jusseret.	40	45
Lowaige.	50	60	Morhet.	40	45
Mall.	50	55	Nives.	40	45
Millen.	50	50	Sibret.	40	45
Nederheim.	50	50	Tillet.	40	45
Necrepen.	50	50	Villers-la-Bonne-Eau.	40	50
Otrange.	50	50	<i>Bureau de Bouillon. --</i>		
Overrepen.	50	50	<i>Canton de Bouillon.</i>		
Pirange.	50	60	Bouillon.	50	50
			Corbion.	40	60

Noirefontaine.	40	45	<i>Bureau et Canton de Florenville.</i>	
Sensenruth.	40	55		
Sugny.	40	60		
Ucimont.	40	45	Bulles.	40 55
Vivy.	40	40	Chassepierre	40 40
<i>Canton de Paliseul.</i>			Chiny.	40 75
Anloy.	40	60	Florenville.	45 45
Bertrix.	45	60	Izel.	40 55
Cugnon.	45	60	Jamoigne.	55 70
Fays-les-Vencurs.	40	55	Lacuisine.	40 55
Herbeumont.	40	60	Muno.	40 50
Jehonville.	40	60	Sainte-Cécile.	40 50
Offagne.	45	50	Suxy.	40 40
Opont.	40	60	Termes.	55 55
Paliseul.	45	45	Villers-devant-Orval.	40 65
<i>Bureau de Durbuy. — Canton de Durbuy.</i>			<i>Bureau de Houffalize. — Canton de Houffalize.</i>	
Barvaux.	40	65	Bibain.	55 46
Bende.	40	70	Cherain.	55 45
Bomal.	40	75	Houffalize.	55 40
Borlon.	40	75	Limerlé.	55 40
Durbuy.	40	75	Mont.	55 40
Grandhan.	40	70	Mont-le-Ban.	55 40
Heyd.	40	70	Tailes.	55 40
Izier.	40	55	Tavigny.	55 40
My.	40	55	Wibrin.	55 40
Tohogne.	40	75	<i>Canton do Vielsalm.</i>	
Villers-Sainte-Gertrude.	40	75	Arbrefontaine.	55 40
Wéris.	40	75	Beho.	55 40
<i>Canton d'Erezée.</i>			Bovigny.	55 40
Amonines.	55	50	Grand-Halleux.	55 40
Beffe.	55	50	Pitithier.	55 40
Dochamps.	55	50	Vielsalm.	55 55
Erezée.	55	50	<i>Bur. et Cant. de Laroche.</i>	
Grandmenil.	55	50	Beausaint.	55 60
Harre.	55	50	Champlon.	55 70
Malempré.	55	50	Erneuville.	55 50
Mormont.	55	75	Halleux.	55 40
Odeigne.	55	40	Ilives.	55 45
Soy.	55	55	Hodister.	55 60
Vaux-Chavanne.	55	50	Laroche.	55 60
<i>Bureau et Canton d'Étalle.</i>			Marcourt.	55 50
Anhier.	40	50	Ortho.	55 60
Bellefontaine.	55	60	Rendeux.	55 60
Chatillon.	40	65	Samré.	55 45
Étalle.	45	60	Tenneville.	55 65
Habay-la-Neuve.	40	50	<i>Bureau de Marche. — Canton de Marche.</i>	
Habay-la-Vicille.	40	65	Aye.	40 50
Hachy.	40	45	Hampteau.	40 50
Rossignol.	40	65	Hargimont.	40 50
Rulles.	40	55	Hotton.	40 55
Sainte-Marie.	40	65	Humain.	40 60
Tintigny.	40	55	Marche.	40 60
Vance.	40	50		
Villers-sur-Semois.	40	45		



Marenne.	40	60	Ethe.	45	60
On.	40	60	Geronville.	40	70
Roy.	40	55	Lamorteau.	40	75
Waha.	40	60	Iatour.	45	50
<i>Canton de Nassagne.</i>			Meix-devant-Virton.	45	70
Arvenne.	40	80	Musson.	45	65
Bande.	40	60	Mussy-la-ville.	45	85
Forrières.	40	60	Robelmont.	45	45
Grunes.	40	55	Ruette.	40	65
Harsin.	40	55	Saint-Léger.	45	80
Masbourg.	40	55	Saint-Mard.	45	55
Gassogne.	40	55	Villers-la-Loue.	45	50
<i>Bur. et Cant. de Neufchât.</i>			Virton.	50	85
Assenois.	55	50			
Grapfontaine.	55	50	<b>PROVINCE DE NAMUR.</b>		
Léglise.	55	50	<i>Bur. et Cant. d'Andenne.</i>		
Longlier.	40	55	Andenne.	55	90
Mellier.	55	60	Evelette.	50	90
Neufbâtean.	45	70	Gesves.	50	100
Orgeo.	40	60	Goesnes.	50	100
Recogne.	55	55	Haillot.	50	85
Sainte-Marie.	55	40	Hallinne.	50	85
Saint-Pierre.	55	70	Jallet.	50	85
Saint-Médard.	55	55	Loyers.	50	90
Straimont.	55	45	Maizeret.	50	90
Tournay.	55	45	Mozet.	50	90
<i>Bureau de Saint-Hubert.</i>			Ghey.	50	100
<i>—Canton de St.-Hubert.</i>			Perwez.	50	85
Arville.	40	60	Selayn.	50	100
Bras.	40	65	Sorée.	50	100
Freux.	40	50	Thon.	50	100
Hatrival.	40	45			
Lavacherie.	40	90	<i>Bur. et Cant. de Beauraing.</i>		
Libin.	40	65	Baronville.	50	65
Moircy.	45	70	Beauraing.	55	60
Ochamps.	45	55	Blaimont.	50	60
Remagne.	40	50	Dion.	50	70
Saint-Hubert.	45	70	Falmagne.	50	60
Vesqueville.	40	70	Falmignoul.	50	65
Villance.	40	50	Felenne.	50	70
<i>Canton de Wellin.</i>			Feschaux.	50	75
Chanlv.	45	80	Finneyaux.	50	75
Daverdisse.	40	80	Focant.	50	60
Gembes.	40	50	Hastière-par-delà.	50	75
Hautfays.	40	50	Heer.	50	75
Lomprez.	40	90	Honnay.	50	100
Porcheresse.	40	65	Hour.	50	75
Redu.	40	80	Hoyet.	50	80
Sohier.	40	90	Hulsonniaux.	50	60
Tellin.	45	90	Javingne-Sevry.	50	60
Transinne.	40	65	Martouzin-Neuville.	50	65
Wellin.	40	70	Menil-Eglise.	50	75
<i>Bureau et Cant. de Virton.</i>			Menil-Saint-Blaise.	50	75
Bleid.	45	65	Pondrôme.	50	100
Dampicourt.	45	45	Vonèche.	50	55

Wancennes.	50	100	Anseremme.	40	100
Wanlin.	50	80	Bioux.	40	70
Wiesme.	50	60	Bouvignes.	40	85
Winenne.	50	70	Celles.	40	85
<i>Bur. et Cant. de Ciney.</i>			Custinne.	40	110
Archène.	40	120	Dinant.	58	90
Barvaux-Condroz.	40	70	Dorinnes.	40	110
Bonsin.	40	80	Dirébanche.	40	80
Braibant.	40	90	Evrehailles.	40	70
Chevetogne.	40	120	Falaen.	40	80
Ciney.	40	100	Foy-Notre-Dame.	40	70
Conneux.	40	110	Furfooz.	40	100
Durnal.	40	120	Gerin.	40	70
Emptinne.	40	80	Godinnes.	40	70
Flostoy.	40	150	Hastièrc-Lavaux.	40	55
Hamois.	40	130	Haut-le-Wastia.	40	90
Havelange.	40	150	Houx.	40	70
Jenaffe.	40	110	Lisogne.	40	85
Leignon.	40	150	Onhaye.	40	100
Maffe.	40	60	Purnode.	40	110
Miécret.	40	120	Rivière.	40	85
Mohiville.	40	110	Sommières.	40	100
Natoye.	40	150	Sorinnes.	40	55
Pessoux.	40	100	Thync.	40	100
Porcheresse.	40	90	Warnant.	40	55
Schaltin.	40	150	Waulsort.	40	80
Scy.	40	110	Weillen.	40	75
Somme-Leuze.	40	90	Yvoir.	40	90
Sovet.	40	80	<i>Bur. et cant. de Florennes.</i>		
Spontin.	40	120	Agimont.	40	70
Verlée.	40	110	Anthée.	40	90
<i>Bureau et canton de Couvin.</i>			Biesmerée.	55	85
Aublain.	55	55	Corennes.	55	85
Boussu-en-Fagne.	50	55	Flavion.	40	85
Bruly.	50	55	Florennes.	40	90
Couvin.	55	100	Frauchimont.	40	85
Cul-des-Sarts.	50	45	Gochenée.	55	90
Dailly.	55	80	Hermeton-sur-Meuse.	55	100
Fourbes.	55	80	Omezée.	55	80
Fagnolles.	40	55	Oret.	55	120
Frasnes.	40	60	Rosée.	40	90
Gonrioux.	40	65	Saint-Aubin.	40	100
Mariembourg.	40	70	Serville.	40	75
Matagne-la-Grande.	55	50	Soulmes.	40	70
Mesnil.	55	100	Stave.	40	70
Nismes.	40	80	Surice.	55	80
Oignies.	55	80	Villers-le-Gambon.	40	90
Olloy.	40	100	Vodecée.	40	100
Peschés.	40	70	Vodelée.	55	120
Petigny.	40	80	<i>Bureau et canton de Fosses.</i>		
Petite-Chapelle.	50	45	Arbre.	40	150
Vierves.	55	85	Auvelois.	50	75
<i>Bureau et cant. de Dinant.</i>			Biesmes.	50	100
Anhée.	40	85	Bois-de-Villers.	55	50
Annevoye.	40	70	Denée.	45	80

Ermeton-sur-Biert.	35	80	Bothey.	50	70
Falisolle.	40	100	Corroy-le-Château.	50	55
Fenal.	55	100	Ernage.	50	60
Floresse.	55	90	Gembloux.	50	60
Fosses.	50	80	Grand-Leez.	50	70
Franrière.	55	95	Grand-Mauil.	50	70
Graux.	50	80	Jemeppe.	50	65
Ham-sur-Sambre.	45	60	Isnes.	50	70
Leroux.	40	100	Keumiée.	50	70
Leves.	55	90	Ligny.	50	70
Mettet.	50	100	Lonzée.	50	70
Moignelée.	40	100	Mazy.	50	70
Morimont.	45	100	Onoz.	50	70
Profondeville.	45	85	Saint-Martin.	50	65
Saint-Gérard.	55	100	Sauvenière.	50	70
Sart-Eustache.	55	100	Sombreffe.	50	55
Sosoye.	55	100	Tongrinne.	50	70
Taminc.	40	100	Velaine.	50	70
Vitriual.	55	85	<i>Bureau de Leuze-lez-</i>		
<i>Bur. et cant. de Gedinne.</i>			<i>Dhuy.—Canton d'Eghezée.</i>		
Alle.	50	100	Asche-en-Retail.	50	75
Baillamont.	50	50	Bierwaert.	50	65
Bellefontaine.	50	50	Bolinne.	50	55
Bièvre.	50	50	Boneffe.	50	65
Bohan.	50	60	Bovesse.	50	70
Bourseigne-Neuve.	50	65	Branchon.	50	70
Bourseigne-Vicille.	50	65	Cortil-Wodon.	50	50
Chairière.	50	55	Daussoux.	50	65
Cornimont.	50	50	Dhuy.	50	70
Gedinne.	55	60	Eghezée.	50	65
Graide.	50	50	Emine.	50	90
Gros-Fays.	50	50	Forville.	50	65
Houdrémont.	50	55	Franc-Waret.	50	70
Laforêt.	50	60	Hanrel.	50	65
Louette-Saint-Denis.	50	50	Hemptinne.	50	70
Louette-Saint-Pierre.	50	55	Hingeon.	50	75
Malvoisin.	50	70	Leuze.	50	65
Membre.	50	95	kiernu.	50	65
Monceau.	50	50	Longchamps.	50	65
Mouzaive.	50	60	Mehaigne.	50	65
Nafraiture.	50	60	Meux.	50	75
Naomé.	50	50	Noville-les-Bois.	50	85
Oizy.	50	50	Pontillas.	50	65
Orchimont.	50	60	Rhisne.	50	70
Patignies.	50	50	Saint-Denis	50	90
Petit-Fays.	50	50	Saint-Germain.	50	65
Rienne.	50	65	Taviers.	50	70
Sart-Custinne.	50	50	Tillier.	50	80
Vencinont.	50	70	Upigny.	50	65
Vresse.	50	60	Warêt-la-Chaussée.	50	65
Willerzies.	50	60	Warisoux.	50	70
<i>Bur. et cant. de Gembloux.</i>			<i>Bureau de Namur.—</i>		
Balâtre.	50	70	<i>Canton de Namur (nord).</i>		
Beuzet.	50	60	Becz.	50	150
Bossières.	50	70	Boninne.	50	120

Bouge.	50	150	Senzeille.	55	65
Champion.	50	120	Treigne.	55	100
Flawinne.	50	70	Vaucelle.	40	80
Floriffoux.	5	75	Villers-deux-Églises.	40	85
Gelbressée.	50	110	Villers-en-Fagne.	40	80
Marche-les-Dames.	50	110	<i>Bur. et cant. de Rochefort.</i>		
Marchevelette.	50	110	Ambly.	40	50
Moustier.	55	70	Ave-et-Auffe.	40	70
Namèche.	55	100	Baillonville.	40	55
Namur (partie située dans l'enceinte de la ville).	40	400	Buissonville.	40	65
Namur (partie restante).	40	57	Bure.	40	75
Saint-Marc.	50	90	Ciergnon.	40	75
Saint-Servais.	50	70	Eprave.	40	75
Soye.	50	110	Fronville.	40	50
Spy.	55	75	Han-sur-Lesse.	40	60
Suarlée.	50	65	Heure.	40	60
Temploux.	50	65	Hogne.	40	55
Vedrin.	50	80	Jemelle.	40	70
Vezen.	50	100	Lavaux-Sainte-Anne.	40	70
<i>Canton de Namur (sud).</i>			Lessive.	40	65
Assesse.	50	150	Montgauthier.	40	80
Courrière.	50	150	Nettine.	40	65
Crupet.	50	150	Noiseux.	40	50
Dave.	40	75	Resteigne.	40	80
Erpent.	50	75	Rochefort.	50	100
Florée.	50	150	Serinchamps.	40	65
Jambe.	55	65	Sinsin.	40	60
Live.	50	50	Villers-sur-Lesse.	40	60
Lustin.	50	120	Waillet.	40	55
Maillen.	50	150	Wavreille.	40	60
Malonne.	50	90	<i>Bur. et cant. de Walcourt.</i>		
Namur (partie située dans l'enceinte de la ville).	40	400	Bercée.	40	120
Namur (partie restante).	40	57	Castillon.	40	75
Wépion.	50	55	Chastrés.	40	100
Wierde.	50	80	Clermont.	45	140
<i>Bur. et cant. de Philip- peville.</i>			Daussois.	40	140
Cerfontaine.	40	120	Fontenelle.	40	100
Doische.	40	90	Fraire.	40	150
Ginnée.	40	85	Gourdinne.	40	120
Jamagne.	40	120	Hansinelle.	40	150
Jamiolle.	40	120	Hansinne.	40	140
Matagne-la-Petite.	40	85	Hemptinne.	40	140
Mazée.	40	150	Laneffe.	40	140
Merlemont.	40	80	Morialmé.	45	150
Neuville.	40	80	Pry.	40	100
Nivelée.	40	80	Rognée.	40	100
Philippeville.	45	120	Silenrieux.	45	150
Roly.	55	70	Somzée.	40	90
Romerée.	55	50	Soumois.	40	90
Samart.	55	50	Tarcienne.	45	100
Sart-en-Fagne.	40	60	Thy-le-Bauduin.	45	150
Sautour.	55	60	Thÿ-le-Château.	45	120
			Vogenée.	40	140
			Walcourt.	45	140
			Yves-Gomzée.	45	150

**II**

**DE LA CONNAISSANCE**

**DES**

**TERRAINS AGRICOLES.**

# PREMIÈRE PARTIE.

DES PARTIES CONSTITUANTES DES TERRAINS AGRICOLES.

---

## INTRODUCTION.

Formés de débris des roches qui constituent la masse du globe, les terrains agricoles qui les recouvrent sont composés des mêmes matériaux; on peut les y trouver tous. Mais de même que certaines de ces roches sont plus abondantes et se rencontrent plus fréquemment que d'autres, de même aussi elles ont fourni un plus grand contingent à la formation des terres arrables. Ce n'est donc pas toujours par l'étude de la roche qui supporte le terrain, que l'on peut juger de sa nature; le mouvement des eaux à la surface a le plus souvent mélangé et confondu ses éléments avec ceux d'autres roches éloignées; d'autres fois encore la décomposition de la roche n'a pu avoir lieu que par l'effet des changements chimiques dans sa nature, et par la disparition de plusieurs de ses éléments constitutifs. Une carte géologique ne serait donc qu'une carte agrologique imparfaite. C'est à l'écorce de la terre elle-même que nous devons nous adresser pour connaître sa composition.

On peut sans doute discerner déjà cette composition par le simple examen de la terre fait à la loupe ou au microscope, et précédé d'une lévigation. On y distingue alors la plupart des minéraux simples ou des débris de roches qui, par leur mélange, concourent à former la terre; cet examen suffit dans bien de cas aux hommes habitués à voir et à juger les terrains, mais il ne leur indique qu'imparfaitement les proportions de leur élé-

ments constitutifs, et enfin plusieurs substances importantes s'y trouvent en trop petites quantités ou dans un état de combinaison trop intime pour qu'on puisse en reconnaître la présence. On ne peut donc parvenir à se former une idée complète d'une terre que par le moyen qu'emploient les minéralogistes, c'est-à-dire par l'analyse chimique.

Il y a peu de temps encore, l'on révoquait en doute l'importance agrolologique attribuée à la composition minéralogique des terrains. On remarquait que, quelle que fût leur variété, la plupart des plantes y croissaient par la culture; mais l'on ne faisait pas attention qu'elles n'y acquéraient leur pleine vigueur que par des moyens artificiels et coûteux. Ainsi, dans les terrains siliceux, c'était à l'aide de la marne et de la chaux que l'on obtenait de pleines récoltes de froment ou de trèfle; dans les terrains dépourvus de sulfate de chaux, on n'obtenait de bons résultats des légumineuses qu'au moyen du plâtrage; il fallait aider par des cendres la pousse des prairies fauchées, dans les lieux où manquait la potasse; dans les sols calcaires qui contiennent souvent des sels nitreux et fécondants, l'argile et l'oxyde de fer fixaient l'ammoniaque de l'atmosphère et procuraient ainsi un engrais naturel; si les engrais animaux suppléaient en partie à ces substances, c'est qu'ils les contenaient toutes en dose plus ou moins convenable. Il n'était donc pas indifférent de connaître d'abord si la nature du terrain ne constituerait pas le cultivateur en frais par l'absence de quelques-unes de ces substances, ou si leur présence ne le dispenserait pas de ces frais.

L'importance de bonnes analyses est devenue encore plus évidente quand on a essayé de lier les propriétés physiques du sol à sa composition minérale, comme nous essayerons de le faire. Chaque nouveau progrès a rendu cette analyse plus indispensable, et les travaux des Saussure, des Berthier, des Sprengel, des Boussingault sur les cendres des plantes, en nous y faisant retrouver presque tous les éléments du sol, ont uni par un lien indissoluble l'étude de ces éléments à celle des éléments végétaux, et doivent nous forcer à rechercher ceux qui man-

quent aux plantes souffrantes, pour nous assurer s'ils ne manquent pas aussi au sol et si l'on ne doit pas chercher à les lui procurer. Toute la théorie des engrais repose désormais sur cette double base; c'est dire assez qu'on ne peut plus négliger aujourd'hui l'étude des parties constituantes des terrains agricoles.

## CHAPITRE PREMIER.

### Analyse des terres.

#### SECTION I<sup>re</sup>. — *Choix des échantillons de terre à analyser.*

On a fait une autre objection contre la prétention d'analyser une terre arable. Selon la critique, la surface d'un champ présente à chaque pas une composition différente; on aura donc l'analyse du centimètre cube que l'on met dans sa capsule, on n'aura pas celle du centimètre voisin. Un champ n'est pas un minéral cristallisé ayant son individualité propre, attestant son unité de composition par sa forme géométrique; c'est un mélange confus, fait au hasard par des agents comme l'eau, par exemple, qui transporte les matériaux avec une vitesse plus ou moins grande, luttant ici contre un obstacle, entraînée plus loin par une pente, laissant déposer avec inégalité les éléments qu'elle tient en suspension, et n'abandonnant que par l'évaporation ceux qu'elle tient en dissolution. Rien n'est plus vrai que cette critique, mais elle n'est vraie que si l'on voulait atteindre un degré d'exactitude absolue. Elle s'applique aussi à l'analyse des roches, et cependant on a trouvé utile de connaître la composition des feldspaths, des micas, des granits eux-mêmes. Est-ce à dire, pour cela, que le fragment détaché à droite d'une masse de ces substances soit identiquement le même que celui qui est détaché à gauche? Nullement. On a voulu seulement avoir une idée moyenne de la composition de ces roches, sans prétendre arriver à ce degré de certitude qui n'existe pas.



Il en est de même des terrains agricoles, avec cette différence cependant que cette composition moyenne s'écartera davantage encore des extrêmes, dans les différentes parties des terrains. Après avoir ainsi réduit à sa juste valeur le degré de vérité que nous demandons à l'analyse, après être convenu qu'il sera d'autant moins grand que nous voudrons en appliquer les résultats à un plus vaste espace, nous comprendrons cependant que, s'il existe quelquefois des différences assez considérables dans les rapports de quantité des différentes substances, surtout dans les terrains en pente, cependant l'analyse indique encore leur présence, leur degré de subordination, et que ces différences ne sont pas de nature à influencer gravement sur les qualités agricoles du sol, sans quoi l'œil seul aurait averti du point topographique qui limitait l'espace de terrain auquel l'analyse pouvait s'appliquer.

Ces prémisses posées, on procédera au choix des échantillons. On remarquera d'abord que le terrain est formé de plusieurs couches superposées qui ont toutes leur importance agricole : 1° la couche supérieure, celle qui est atteinte par les labours, qui reçoit l'impression de l'atmosphère, et dans laquelle se passent les phénomènes de la végétation ; 2° la seconde couche, simple continuation de la couche supérieure, mais qui, n'étant pas entamée par les labours, reste plus compacte et reçoit moins facilement les eaux chargées de sels solubles et les impressions de l'atmosphère ; 3° une nouvelle couche plus profonde et d'une composition minérale différente. Dans une autre partie nous traiterons plus au long de cette division importante. Mais, pour avoir une connaissance complète du sol, il est nécessaire de soumettre ces trois couches à une analyse distincte.

Quand on voyage et qu'on recueille des terres pour s'en former une idée générale et non dans un but de science ou d'utilité définie, il suffit de prendre des échantillons de quelques grammes des terres que l'on rencontre ; mais quand on veut connaître complètement un sol, il faut suivre les règles suivantes :

1° Les deux premiers échantillons, surtout celui de la

couche arable, doivent être d'environ un kilogramme, pris dans toute la profondeur de cette couche; le troisième, du même poids, sera pris à la surface de la couche profonde.

2° On évitera autant que possible de prendre le premier échantillon dans une partie de terre fraîchement fumée.

3° Les échantillons, séchés autant que possible à l'air, seront enveloppés de plusieurs doubles de papier fort et bien ficelés, avec leurs étiquettes, à moins qu'on n'en veuille faire usage immédiatement.

4° Si l'on ne se propose pas d'examiner un terrain spécial, mais que l'on veuille étudier les terrains en général, on choisira dans chaque pays les sols les mieux caractérisés, ceux qui forment un groupe naturel, reconnu pour tel dans la contrée, et dont les propriétés sont le plus généralement admises. A moins de quelque singularité remarquable, on rejettera ceux qui se présentent par petites masses et dont les propriétés agricoles pourraient être douteuses. On recherchera aussi de préférence les terres dont nous possédons des descriptions agronomiques, celles qui sont le siège de cultures modèles, et par conséquent dont toutes les qualités deviennent la matière d'observations nombreuses et de publications.

5° A chaque échantillon correspondra une note répondant le mieux possible aux indications suivantes : 1° le pays ou la province (le département, l'arrondissement), le territoire (commune), le nom de la propriété et la situation précise du lieu où l'échantillon a été pris, de manière à ce qu'on puisse en retrouver la place. Ordinairement on déterminera cette place par des alignements pris au loin sur des objets naturels et fixes, et si ces objets saillants manquent, on indique la distance à un village, à un chemin, à une rivière, et la direction où l'on a recueilli l'échantillon; ou, enfin, on désigne la pièce de terre, quand elle porte un nom, et la partie de cette pièce où il a été pris. 2° Le nom vulgaire de la variété de terre qui compose l'échantillon (marne, glaise, terre forte, cause, ségalas, varenne, boubène, etc.). 3° Les renseignements que l'on pourra se procurer sur l'effet que cette

terre éprouve des météores, des saisons (la gelée brise les mottes ; la terre retient l'eau ; elle est emportée par les vents forts ; elle forme une croûte à sa surface avec les pluies, etc.). 4° La profondeur de la couche végétale, semblable à celle de la surface, sans s'attacher à la profondeur des labours. 5° La profondeur de l'eau dans les fossés et les puits, en été et en hiver. 6° L'inclinaison du sol avec l'horizon. 7° Les abris naturels du terrain. 8° La hauteur approximative du sol au-dessus de la mer (cette donnée, l'*altitude*, se trouve, pour la France, sur les nouvelles cartes publiées par le dépôt de la guerre). 9° La végétation naturelle du sol, les plantes adventices qui souillent les récoltes, la nature des arbres et leur venue. 10° Le genre de culture, d'assolement et de rotation auquel est soumis le terrain.

Enfin on ajoutera beaucoup à l'intérêt que présente cet examen, si l'on peut joindre à cette note les renseignements suivants, relatifs à l'appréciation comparée des terres. 11° Le prix vénal moyen de cette espèce de terre dans le pays. 12° Son prix de fermage, soit en corps de ferme, soit en parcelles. 13° Les mercuriales du prix des grains et des fourrages dans le pays. 14° Les débouchés des grains et l'éloignement des marchés exprimé en heures de marche pour une voiture chargée. 15° Les impositions. 16° Le salaire des valets de ferme. 17° Le salaire des journaliers. 18° Le prix des charrois. 19° Le taux de l'intérêt de l'argent dans la ville voisine.

Il est rare que l'on puisse avoir une suite complète de réponses à ces questions. Bien peu de cultivateurs sauront y répondre avec certitude. Mais les hommes qui savent voir et interroger à propos n'en laisseront guère d'incomplètes après quelques heures de conversation avec les gens d'une ferme.

## SECTION II. — *Procédés d'analyse.*

L'analyse d'une terre peut avoir plusieurs buts différents : 1° ou l'on veut se faire une idée de sa richesse actuelle, et alors le dosage de l'azote suffit, il est inutile de la pousser plus loin ; 2° ou bien l'on cherche si la terre

contient telle ou telle substance spéciale, par exemple si elle contient de la chaux pour apprécier la convenance d'un marnage, si elle contient du gypse, etc., et nous indiquerons, à l'article de chacune de ces substances, la méthode la plus courte et la plus directe pour s'assurer de leur présence; 3° ou bien, enfin, on veut connaître l'ensemble des propriétés du sol, et alors il faut se livrer à une analyse complète. Celle-ci seule peut nous éclairer sur les phénomènes que présente la végétation, sur les facilités et les difficultés de la culture, sur les modifications que doivent subir les engrais; mais aussi c'est l'œuvre d'un chimiste habitué aux manipulations; et s'il est toujours possible à un cultivateur éclairé de parvenir à faire assez correctement l'analyse spéciale qui consiste à rechercher telle ou telle substance dans le sol, ce n'est que par un ensemble de connaissances chimiques et l'habitude d'opérer que l'on peut espérer de bien réussir une analyse complète. Car, ne nous le dissimulons pas, les formules que nous allons donner seront bien suffisantes dans le plus grand nombre des cas; mais il arrive aussi quelquefois qu'un praticien aura occasion de les modifier, de les abréger, de les changer, avec grand profit pour son temps et les résultats qu'il obtiendra; enfin, ces analyses exigent un attirail d'instruments et de réactifs qu'il ne conviendrait pas à un cultivateur de se procureur pour traiter quelques terres seulement dont il veut connaître la composition. Il devra alors s'adresser à quelqu'un qui en ait l'habitude, et le nombre de ces personnes s'accroît chaque jour dans nos départements. Les ingénieurs des mines, les professeurs des facultés et des collèges, beaucoup de pharmaciens, ont à leur disposition des laboratoires où les analyses peuvent se faire, et généralement ils s'empressent de mettre leur science à la disposition de ceux qui veulent l'utiliser.

Mais si ces procédés ne peuvent passer dans la pratique agricole habituelle, ils seront un objet d'instruction et de délassement que nous ne saurions trop recommander à nos jeunes agriculteurs que de bonnes études ont familiarisés avec les sciences naturelles. Ils y trouveront une occasion de les cultiver au profit de leur nouvelle profes-

sion, et ils leur fourniront les moyens de se rendre compte des phénomènes si variés et si curieux qui se passent journellement sous leurs yeux, et qui sont muets pour ceux qui ne prennent pas l'habitude d'interroger la nature et de se rendre compte de son action. Nous ne saurions trop les engager à se livrer à des études qui ne nous ont jamais laissé un moment de vide dans la solitude des champs, et qui ne s'appliqueront pas seulement à l'analyse des terres, mais encore à une foule d'autres opérations agricoles.

Nous diviserons en trois parties l'analyse d'une terre : 1° le dosage de l'azote contenu dans la terre ; 2° la recherche des principes solubles dans l'eau ; 3° celle des principes fixes, insolubles.

#### § 1<sup>er</sup>. — Dosage de l'azote.

Nous verrons dans la suite de ce cours que les principes ammoniacaux que renferme le sol sont une des causes les plus importantes de sa fertilité, et celle qui est le plus sujette à manquer ou à disparaître. La valeur relative des engrais est en grande partie, et sous les modifications dont nous parlerons plus tard, proportionnelle à l'azote qui entre dans leur composition ; la richesse actuelle des terres peut aussi être appréciée par cette proportion. On comprendra donc de quelle importance il est de rechercher d'abord cet élément précieux, un des signes principaux de la fécondité de la terre.

Si l'on veut se borner à connaître cette richesse pour le moment actuel et à l'époque où l'on se trouve d'une rotation, le dosage de l'azote sera un excellent indice de la convenance d'appliquer immédiatement de nouveaux engrais au sol, ou de la possibilité de différer la fumure, d'exiger de lui des récoltes épuisantes, ou de ne lui confier que des plantes moins exigeantes. Mais quand on veut apprécier la valeur intrinsèque du sol, sa faculté de retenir avec ténacité une plus ou moins grande quantité de principes azotés, c'est sur les portions du terrain qui n'ont pas reçu d'engrais depuis longtemps qu'il faut opérer. Cette distinction est importante et nécessiterait peut-être que l'on répétât l'analyse sur le même terrain

à ces deux états différents. La première analyse apprendrait l'état actuel de la terre, aidée par les fumiers et la culture, et c'est celle qui doit servir de base à l'appréciation ; la seconde indiquerait jusqu'à quel degré une culture négligée pourrait faire descendre le terrain : ce degré dépend de la composition minérale du sol ; et en faisant cette analyse on s'apercevra qu'il est des terrains très-difficiles à épuiser complètement, tandis que d'autres abandonnent tous leurs principes fertilisants avec une grande facilité. On trouvera plus loin des détails nombreux sur ces phénomènes.

Quand on veut se borner à constater la présence de l'azote dans une substance ou dans une terre sans en déterminer la quantité, on prend un tube de 2 à 3 centimètres de diamètre et de 12 centimètres de longueur ; on fait tomber au fond un petit morceau de *potassium* ayant à peu près la grosseur d'un grain de millet, on le tasse avec une tige de platine, puis on ajoute la matière à essayer. Saisissant alors le tube à l'aide d'une pince, on le chauffe dans la flamme d'une lampe d'alcool à la température du rouge naissant, jusqu'à ce que l'excès de potassium se soit dégagé en vapeurs en passant au travers de la matière organique carbonisée.

Après le refroidissement on coupe en deux le tube au moyen d'une entaille faite d'un coup de lime, on détache la substance charbonneuse, on la fait tomber dans une petite capsule de porcelaine contenant de quatre à six gouttes d'eau ; on verse dans la capsule une goutte de solution de sulfate de fer : alors l'addition d'une goutte d'acide chlorhydrique fait apparaître la coloration bleue, propre aux cyanures de fer, si la substance contient une combinaison azotée. Dans le cas contraire, le précipité verdâtre se redissoudrait sans développer de couleur bleue. Cette couleur est d'autant plus intense que la substance est plus azotée ; mais cette réaction n'a pas lieu par les nitrates.

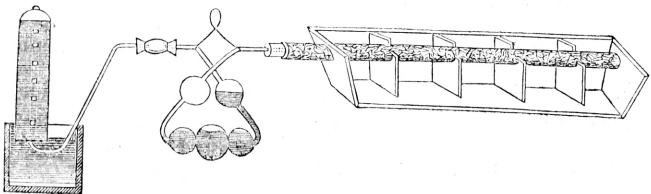
Cette épreuve facile peut dispenser de l'analyse quantitative quand on reconnaît que la terre ou la substance ne contient pas d'azote ; on fera donc bien de la tenter préalablement à cette analyse.

Pour procéder au dosage de l'azote contenu dans le sol, on prend un tube de verre de  $0^m,015$  de diamètre et de  $0^m,80$  à  $0^m,90$  de longueur. Il est fermé et étiré en pointe à une de ses extrémités. On met au fond de ce tube  $0^m,12$  de longueur de bicarbonate de soude, puis  $0^m,12$  de bioxyde de cuivre ; on mêle ensuite bien exactement 10 grammes de la terre à analyser avec du bioxyde de cuivre en quantité suffisante pour que ce mélange occupe environ  $0^m,12$  de longueur dans le tube ; on le recouvre de  $0^m,25$  du même bioxyde de cuivre, sur lequel on met environ  $0^m,25$  de cuivre plané et bien exempt d'oxyde en petits morceaux. On recouvre ce tube d'une enveloppe de cuivre laminé, pour éviter sa flexion, dans le cas où le verre chauffé entrerait en fusion ou se ramollirait.

La matière doit être bien desséchée dans le vide sec que l'on fait par le moyen de la pompe pneumatique et le chlorure de chaux, et non avec l'acide sulfurique qui s'empare avec avidité des vapeurs ammoniacales.

On ferme exactement le tube avec un bouchon de liège entrant par force. Ce bouchon est percé d'un trou dans lequel entre à frottement le tube terminal de l'appareil à boules de Liebig, dans lequel on a mis une solution concentrée de potasse caustique ; l'autre extrémité de ce petit appareil est mise en communication, à travers un autre bouchon, avec un tube recourbé, dont l'extrémité passe dans la cuve à eau sous une petite cloche destinée à recevoir le gaz qui s'échappe. Telle est la dernière simplification que l'on a donnée à cet appareil, pour lequel on peut ainsi se dispenser d'employer la cuve à mercure sans nuire à la sûreté des résultats.

*Fig. 1.*



Le tube contenant la matière étant posé sur le fourneau, on place des charbons ardents seulement sur le fond qui contient le bicarbonate de soude. Il se dégage du gaz acide carbonique qui chasse l'air contenu dans le tube et dans la matière. Quand le bout du tube est bien échauffé, on saisit le moment où il cesse d'arriver de l'air dans la cloche; alors on la retire et on lui substitue une nouvelle cloche graduée. On cesse de chauffer la partie du tube qui contient le carbonate de soude, et l'on commence à chauffer la partie antérieure près du bouchon, en allant progressivement vers l'extrémité fermée et en maintenant toujours une chaleur rouge dans la partie antérieure qui contient le cuivre métallique, mais sans atteindre la partie qui contient le bicarbonate de soude. On continue à chauffer le reste du tube tant qu'il passe des gaz. Quand il ne s'en produit plus, on cesse de chauffer la partie qui contient les oxydes de cuivre, on recommence à chauffer faiblement le carbonate de soude, et quand la partie opposée du tube est refroidie, on dégage le bouchon qui le ferme, et l'on termine ainsi l'opération. On mesure alors, sur l'échelle de graduation de la cloche, le volume de gaz azote recueilli; on observe la température du thermomètre placé dans la cuve et la hauteur du baromètre pour ramener le volume du gaz à 0° de température et à la pression de 0<sup>m</sup>,76. Pour faire cette réduction, on se sert

de la formule  $v = \frac{V \times 267}{267 + t}$ , où  $v$  est le volume réduit,

$V$  le volume observé,  $t$  la température de la cuve. Ainsi si l'on a mesuré 800 centimètres cubes de gaz à + 22°, on

aura  $v = \frac{800 \times 267}{267 + 22} = 739,1$ .

Le volume du gaz étant en raison inverse des pressions, nous avons la formule  $v = \frac{V \times p}{0,76}$ , où  $p$  représente ici la hauteur barométrique observée ramenée à zéro par une table de réduction; et si cette hauteur a été

de 0,755, nous aurons dans ce cas  $v = \frac{739,1 \times 0,755}{0,76} = 734,2$ ,



à quoi se réduit le volume du gaz ramené à zéro de température et à 0<sup>m</sup>,76 de pression.

La plus grande difficulté que puisse présenter cette opération dans les campagnes et les lieux éloignés des laboratoires où l'on prépare en grand le cuivre plané exempt d'oxydation, c'est de conserver ce cuivre dans cet état parfait de pureté, ou de le revivifier en faisant passer sur lui un courant d'hydrogène sec, dans un tube de verre ou de porcelaine chauffé au rouge. Dans cette analyse, le cuivre est nécessaire, parce que dans la combustion des matières azotées par l'oxyde de cuivre, il se forme du bioxyde d'azote qui est réduit par le cuivre. Si nous supprimons le cuivre en diminuant de 0<sup>m</sup>,25, la longueur du tube de combustion, ce bioxyde d'azote passera dans la cloche avec l'azote, et comme il ne contient que la moitié de son volume d'azote, il altérera les résultats ; mais on parviendra à ne garder que l'azote dans la cloche en laissant le gaz pendant un certain temps en contact avec une dissolution de sulfate de protoxyde de fer.

Cette opération est rendue très-simple en employant la potasse et le sulfate de protoxyde de fer, au moyen de l'instrument indiqué par M. Dupasquier (1).

On commence à chauffer la partie du tube qui contient le carbonate de soude, et l'on ne s'arrête que quand on a reçu dans une cloche environ un litre de gaz. Alors l'air atmosphérique étant chassé, on chauffe à partir de la partie antérieure du tube comme dans le procédé déjà décrit. On reçoit le gaz dans une cloche plus grande que dans ce procédé, parce qu'elle reçoit, outre l'azote, le bioxyde d'azote et l'acide carbonique : les boules de Liebig sont alors supprimées. Quand l'émission du gaz est arrêtée, on le fait passer dans une éprouvette graduée fermée par le haut. Celle-ci est usée à l'émeri, dans sa partie inférieure, pour pouvoir pénétrer dans un obturateur ou capsule en verre qui s'y adapte parfaitement. L'obturateur est long de 4 centimètres et profond de 3 centimètres, son diamètre intérieur est égal au diamètre extérieur de l'éprouvette.

(1) *Traité de chimie industrielle*, t. 1, p. 183.

On met un morceau de potasse dans l'obturateur, on le passe sous la cloche et on l'y adapte par un mouvement de torsion. On agite ensuite pendant deux ou trois minutes; on plonge dans l'eau l'extrémité du tube, on dégage l'obturateur et l'on note le point où l'eau remonte dans le tube, qui ne contient plus alors de gaz acide carbonique, mais seulement de l'oxyde d'azote et de l'azote. On introduit dans l'obturateur 2 grammes de potasse caustique et 5 grammes de sulfate de protoxyde de fer; on le plonge dans l'eau pour faire dégager les bulles d'air adhérentes, puis on le fixe au tube; on retire l'appareil de l'eau, et on l'agite horizontalement pendant une demi-heure qui suffit pour que tout l'oxygène soit absorbé. On le replonge alors dans l'eau; on retire l'obturateur; on note le point où remonte l'eau, et l'on a ainsi la quantité d'azote restant.

C'est le dernier degré de simplification auquel soit arrivé le dosage de l'azote.

Cette opération est assez facile quand il ne s'agit que de doser l'azote, sans se préoccuper des autres gaz comme dans notre supposition. Elle est fondamentale pour l'agriculture pratique, puisque c'est encore par son moyen que nous analyserons plus tard les engrais et que nous déterminerons leur valeur relative et leurs équivalents.

La méthode de MM. Warrentrapp et Will qui dosent l'azote par le poids et non par le volume, en transformant ce gaz en ammoniacque par l'action de la potasse et de la chaux, et faisant passer l'ammoniacque à travers l'acide chlorhydrique qui l'absorbe et d'où on le précipite par le chlorure de platine, n'est pas applicable aux terres et aux engrais qui peuvent renfermer des nitrates. D'ailleurs elle est plus longue, plus pénible, plus délicate que celle que nous avons décrite en dernier lieu. M. Peligot, il est vrai, a simplifié la méthode de MM. Will et Warrentrapp, en remplaçant l'acide chlorhydrique par un volume connu d'acide sulfurique titré; au moyen d'une liqueur alcaline également titrée, on détermine la quantité d'ammoniacque absorbée par l'acide sulfurique. Cet essai donne la quantité d'azote cherchée. Mais le titrage des réactifs em-

ployés ne peut guère être fait ailleurs que dans des laboratoires de chimie bien montés.

§ II. — Analyse des substances solubles dans l'eau.

C'est seulement à l'état de solution que les substances qui se trouvent dans le sol peuvent passer dans la végétation et lui fournir les éléments des parties constituantes des plantes; nos recherches les plus importantes doivent donc tendre à nous faire découvrir la nature et la qualité de ces substances. Ce n'est pas, au reste, qu'on les trouve toujours dans un même sol en égale quantité; elles sont susceptibles de varier par plusieurs causes. Ainsi, l'ammoniaque de l'atmosphère est entraînée sur la surface de la terre par la pluie; les orages fournissent de l'acide nitrique qui, avec les bases alcalines et terreuses, forme des sels solubles; les eaux de pluie et les eaux courantes imprégnées d'acide carbonique sursaturent de cet acide les carbonates de chaux et de magnésie, et les rendent solubles; les débris de la végétation et les engrais apportent de nouveaux principes au sol, et toutes ces substances solubles, provenant de tant de sources différentes, sont ensuite entraînées dans les profondeurs de la terre, ou même, si le terrain est en pente, sur des parties plus basses, par les pluies abondantes ou l'irrigation. Enfin la chaleur du sol permet la volatilisation de certaines substances solubles, comme les sels ammoniacaux.

Les substances solubles des terres arables sont en petite quantité, et il est nécessaire d'agir sur une masse un peu considérable de terre, afin d'en obtenir une quantité suffisante pour pouvoir être analysée. On doit opérer au moins sur 5 décigrammes et quand on le peut, sur 5 ou 6 kilogrammes; on fait digérer la terre dans de l'eau distillée, en agitant de temps en temps pour mettre toutes les particules en contact avec l'eau. On laisse reposer, on décante, on filtre, et l'on a alors à analyser une véritable eau minérale pour laquelle on emploie les procédés suivants :

1° On fait bouillir une portion de cette eau pour chasser l'acide carbonique en excès qui tient certaines bases en dissolution; ces bases se précipitent et l'on peut avoir de

la chaux, de la magnésie, de l'oxyde de fer, du sulfate de chaux, que l'on sépare par la décantation; le précipité est lavé jusqu'à épuisement et évaporé à sec.

2° On acidifie le résidu avec l'acide nitrique étendu; on précipite le fer par l'hydrosulfate d'ammoniaque. Le précipité est filtré, lavé, calciné et pesé.

3° La liqueur évaporée, puis traitée par de l'eau alcoolisée, abandonne le sulfate de chaux que l'on dessèche et pèse.

4° L'eau de l'avage (3°) est mêlé avec un excès d'oxalate d'ammoniaque qui précipite la chaux à l'état d'oxalate de chaux; on filtre, lave, calcine et pèse; on a la chaux pure.

5° On traite la liqueur de filtration (4°) par un excès de carbonate de potasse, on évapore à sec et on reprend par l'eau bouillante qui laisse la magnésie à l'état de carbonate. On calcine vivement et l'on a la magnésie.

6° On prend une portion déterminée des eaux de lavage de la terre, on l'acidifie par l'acide chlorhydrique, on fait évaporer doucement à 100°; le résidu est ensuite pesé, puis placé dans une petite capsule de platine, chauffée au rouge faible; la perte de poids, s'il y en a, est égale à la quantité de chlorhydrate d'ammoniaque existant dans le résidu et qui provient du carbonate d'ammoniaque que contenait l'eau; d'après cette perte de poids, on a celui de l'ammoniaque de la terre.

7° On procède alors sur l'eau de décantation (1°) à un essai pour s'assurer si elle contient des nitrates. On met au fond d'une éprouvette de l'acide sulfurique pur et concentré; on verse sur l'acide quelques gouttes de l'eau à éprouver; on l'agite; quand le mélange est refroidi, on y verse goutte à goutte une solution concentrée de protosulfate de fer. Si la solution contient des nitrates, il se manifeste alors une couleur rose ou pourpre (1).

(1) Pour que ce procédé de M. Desbassyns de Richemont soit concluant, il faut être bien sûr de la pureté de l'acide. On la constate en versant de la solution de protosulfate de fer dans l'acide lui-même, sans autre addition. Il est rare qu'il soit assez pur pour ne pas se colorer un peu, et l'on juge alors de la présence des nitrates dans les solutions essayées quand la coloration s'accroît sensiblement par leur addition.

8° Quand la solution contient des nitrates, on en évapore une portion à siccité; on pèse le résidu.

9° On traite ce résidu (8°) à plusieurs reprises par l'alcool chaud, on filtre, lave le filtre avec de l'alcool, et évapore la liqueur alcoolique. Le résidu pesé peut contenir des chlorures et des nitrates de chaux, de magnésie et de soude.

10° On dissout le résidu (9°) dans l'eau, et on verse dans la moitié de cette eau de l'oxalate d'ammoniaque en excès. La chaux se précipite; on filtre.

11° L'eau de filtration (10°), évaporée à siccité, est calcinée. Il restera dans le creuset du chlorure de sodium et de la magnésie. On traite par l'eau qui dissout le sel et n'a point d'action sur la magnésie qu'on lave, sèche et pèse. Les eaux de lavage abandonnent le chlorure de sodium par l'évaporation.

12° On prend l'autre moitié de l'eau (10°), et précipite par le nitrate d'argent; on a du chlorure d'argent que l'on sèche, que l'on pèse, et en retranchant du chlore indiqué par la pesée celui qui appartient au chlorure de sodium trouvé (11°), on a celui qui était combiné avec du calcium et du magnésium. Le calcul donne alors facilement, par une différence, le poids de la chaux et de la magnésie qui étaient unies avec l'acide nitrique, et par conséquent celui de ce dernier.

13° On reprend alors par l'eau les matières qui n'ont pu se dissoudre dans l'alcool (9°); ce sont les sulfates de chaux, de soude, de fer; le nitrate de potasse, des chlorures de potassium et de sodium.

14° On partage la solution (13°) en deux parties; on traite la première par le nitrate de baryte qui précipite l'acide sulfurique, l'autre par le nitrate d'argent qui précipite le chlore des chlorures. On sèche, on lave les précipités, qui indiquent les quantités d'acide sulfurique et de chlore de la solution.

15° La première partie de la solution (13°) nous ayant donné la quantité de chlore par le poids du chlorure d'argent, on rapproche la liqueur de lavage, on y ajoute du chlorure de platine qui précipite la potasse à l'état de chlorure double, qu'on lave avec de l'eau alcoolisée pour éviter sa dissolution, et donne la soude par la différence

du poids de la potasse à celui des bases nécessaires pour saturer l'acide sulfurique et le chlore qui existaient dans la solution; ou bien on précipite la soude par l'antimoniade de potasse d'une moitié de la solution, et la potasse par le chlorhydrate de platine de l'autre moitié.

16° La seconde partie de la solution (15°) nous a donné la quantité d'acide sulfurique par le poids du sulfate de baryte. On traite la liqueur de lavage comme il a été dit 2° et 4° pour avoir la chaux et le fer.

### § III. — Analyse de la partie insoluble dans l'eau.

Quoique cette partie de l'analyse n'ait pas pour la nutrition des plantes une importance aussi directe que celle des gaz et des substances solubles du sol; quoique ces raisons aient influé sur le jugement défavorable que plusieurs savants agriculteurs avaient porté sur les procédés chimiques appliqués à l'agriculture, quand ces procédés incomplets ne s'attaquaient qu'aux substances minérales les plus fixes du sol, cependant elle a encore une grande valeur pour celui qui réfléchit qu'il se trouve là plusieurs corps susceptibles de se décomposer naturellement et qui fournissent des éléments solubles à la plante; tels sont, par exemple, les silicates de potasse, les carbonates de chaux et de magnésie, etc. Quand on voit tous ces principes fixes faire partie du squelette des végétaux et témoigner ainsi de leur solubilité, quand enfin on reconnaît l'influence que quelques-uns d'entre eux, l'alumine, par exemple, ont sur les propriétés physiques de la terre, on sent que plus on aura d'analyses exactes et complètes comparées à la végétation du sol et à ses propriétés, et plus ces analyses seront utiles. Parmi les procédés nombreux qui peuvent être employés et que le génie des chimistes habiles variera sans doute selon les cas et leur inspiration, je vais en décrire un seul qui embrasse les substances qui font habituellement partie des terrains agricoles.

Quand on possède de bonnes balances d'essai, l'on peut opérer l'analyse sur 2 grammes de terre; mais pour peu que la balance ne trébuche pas au milligramme, on fera bien de porter le poids de la terre à 5 grammes.

Les opérations préalables consistent à cribler une certaine masse de terre à travers un crible dont les trous aient 1 millimètre de diamètre. On pèse séparément la partie qui a passé par le crible et celle qui est restée sur le crible; cette dernière est l'élément pierreux et graveleux de la terre, et le rapport des poids donne celui de cet élément à l'élément terreux.

C'est sur ce dernier que l'on opère ensuite, en le desséchant à 100 degrés, puis dans le vide, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de son poids. On en pèse alors plusieurs lots de 2 ou de 5 grammes, selon la quantité que l'on veut analyser, et on les porphyrise avec soin.

*1<sup>re</sup> Opération.* Elle a pour but le dosage du terreau qui se trouve dans la terre. Ce terreau présente des parties à différents états, les unes solubles dans l'eau, les autres dans les alcalis, les autres dans les acides; d'autres enfin, et ce sont les matières charbonneuses, insolubles dans tous ces agents.

1<sup>o</sup> Pour obtenir d'un seul coup tout ce qui est soluble, on traite une portion de la terre par l'acide chlorhydrique, une autre par l'eau; on en met une troisième à digérer, pendant vingt-quatre heures, dans de l'ammoniaque liquide. On filtre, on lave, on dessèche et on pèse les résidus.

2<sup>o</sup> Si l'on se servait de la chaleur rouge pour brûler la matière charbonneuse du terreau, on risquerait de la confondre avec de l'eau qui s'évaporerait. On obtiendra cette matière en chauffant la terre avec quatre fois son poids de litharge (oxyde de plomb) dans un creuset d'argile luté; si la terre contient des substances combustibles, il se produit une quantité de plomb métallique dans la proportion de 35 pour 1 de ces matières. On retire le plomb par la lixiviation.

*2<sup>e</sup> Opération.* Cette opération a pour but de déterminer les parties non combustibles de la terre.

1<sup>o</sup> On prend un nouveau lot de 2 à 5 grammes de terre que l'on dessèche. On le traite par l'eau bouillante pour dissoudre les matières solubles et le sulfate de chaux. On évapore l'eau filtrée jusqu'à siccité; on lave le résidu sec avec de l'eau fortement alcoolisée qui reprend les

matières solubles, mais laisse le sulfate de chaux que l'on sèche et que l'on pèse.

2° On chasse l'alcool de la dissolution (1°) et on fait bouillir le résidu avec de l'acide acétique qui s'empare des bases des carbonates; on filtre. On précipite la chaux de l'eau de lavage par l'oxalate d'ammoniaque en excès; on filtre, on sèche, on pèse, et l'on a de l'oxalate de chaux que l'on réduit en carbonate par le calcul.

3° On verse dans l'eau de lavage (2°) une solution de phosphate de soude qui précipite la magnésie à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Ce sel contient 0,367, ou mieux, à cause des pertes, 0,40 de magnésie. On filtre, on sèche, on pèse: on a la magnésie.

4° On mêle bien exactement le résidu (3°) avec quatre fois son poids de carbonate de potasse dans un creuset de platine, assez grand pour que la matière ne déborde pas dans son ébullition. On met ce creuset de platine dans un creuset d'argile, et l'on chauffe à rouge dans un fourneau à réverbère. Quand le creuset est refroidi, on détache le culot qui s'est formé, on le dissout dans l'acide chlorhydrique, on évapore à siccité, on reprend par l'eau, on filtre, on lave, et l'on recueille la silice sur le filtre; on la calcine et on la pèse.

5° On sature l'eau de lavage (4°) par le sulfhydrate d'ammoniaque, et l'on précipite l'alumine, le fer et le manganèse.

6° On enlève du filtre le précipité humide (5°), on le fait bouillir dans la lessive de potasse caustique, on étend d'eau, on lave et on filtre; le fer et le manganèse restent sur le filtre.

7° On précipite l'alumine de la liqueur de filtration (6°) par l'ammoniaque. On lave, on sèche et on pèse.

8° Le résidu (6°) est traité par l'acide oxalique qui dissout le fer. On filtre, on lave le résidu et on a l'oxyde de manganèse.

9° On sature par l'ammoniaque l'eau de lavage (8°), et l'on précipite l'oxyde de fer; on filtre, on lave et l'on pèse.

3° *Opération.* On a obtenu toute la silice par l'opération précédente, mais il est impossible de distinguer celle



qui était à l'état de quartz et celle qui était combinée. Pour y parvenir, on traite un lot de terre par une dissolution de potasse caustique qui dissout la silice combinée. On précipite l'alumine de la liqueur par l'ammoniaque, puis on acidifie la liqueur de lavage; on réduit le liquide à siccité; on reprend par l'eau: la silice se précipite; on filtre, on lave, on dessèche et on calcine. On a le poids de la silice combinée, et en le soustrayant du poids total de la silice obtenue par la précédente opération, on a aussi celui de la silice libre. On reconnaît aussi par là l'état des matières organiques et leur disposition à se dissoudre par l'intermédiaire des alcalis.

*4<sup>e</sup> Opération.* Dans les opérations précédentes, on s'était servi de différents réactifs contenant de la potasse qui ne permettait pas de doser les alcalis contenus dans la terre; pour les déterminer, on emploie le procédé suivant :

On place une couche de 12 à 13 millimètres d'épaisseur de fluorure de calcium pulvérisé dans une capsule de plomb; au milieu de cette capsule, une capsule de platine qui contient la terre à analyser est soutenue par un anneau de plomb; on humecte la terre. On verse de l'acide sulfurique sur le fluorure de calcium et l'on couvre la capsule de plomb par un couvercle en plomb; on chauffe à une faible lampe à l'esprit-de-vin ou à un bain de sable. On remue la matière de temps en temps, et on l'humecte avec un peu d'eau; toute la silice se dégage à l'état de fluorure de silicium gazeux. L'opération dure deux heures et doit être faite en plein air. On peut alors obtenir les alcalis en reprenant par l'eau et en traitant comme cela est indiqué précédemment § II, 15<sup>o</sup>, p. 51.

*5<sup>e</sup> Opération.* Il s'agit de doser l'acide phosphorique.

1<sup>o</sup> On mêle un lot de terre avec  $\frac{1}{10}$  de son poids de peroxyde de fer. On traite le mélange par l'acide chlorhydrique. On précipite la dissolution par l'ammoniaque, on lave, on sèche. Le précipité contient la totalité de l'acide phosphorique.

2<sup>o</sup> On lave le précipité (1<sup>o</sup>) avec de l'acide acétique allongé d'eau qui dissout la chaux, la magnésie, les oxydes de fer et l'alumine en excès. On filtre, et l'on a un résidu

qui contient du phosphate de fer, du phosphate d'alumine et peut-être un peu de silice.

5° On redissout le précipité (2°) dans l'acide chlorhydrique, on évapore à siccité et l'on calcine le résidu pour rendre la silice insoluble. On reprend par l'acide chlorhydrique, on lave, on dessèche, on pèse; 100 parties du résidu calciné contiennent 50 parties d'acide phosphorique.

#### § IV. — Résumé des résultats de l'analyse.

Dans la série de procédés que nous venons de décrire, nous avons agi par différentes opérations sur différentes doses de terre. Il faut maintenant réduire tous les résultats à un dénominateur commun. A quelque dose que l'on ait opéré sur les substances solubles, on a obtenu séparément les acides et les bases, mais pour la plupart d'entre elles ce n'est que par conjecture que l'on peut assigner les sels que ces bases et ces acides constituent entre eux. Les carbonates que l'on précipite à part par l'ébullition donnent seuls un résultat certain, mais s'il se trouve plusieurs autres acides dans la solution, la manière de les répartir sur les bases devient un problème indéterminé dans lequel le tact de l'analyste supplée au petit nombre de règles positives que l'on peut indiquer. On sait que les sous-carbonates de soude et de potasse excluent les sulfates de magnésie, d'alumine, de fer. On procède donc par tâtonnement, en ayant égard aux probabilités de rencontrer tel ou tel sel dans la solution, et l'on s'arrête ensuite à la composition qui tient le mieux compte de toute la quantité de base et d'acide donnés par l'analyse, d'après les tables de nombres proportionnels. Mais il sera toujours convenable de conserver en tête de l'analyse les résultats directs, indiquant séparément les acides et les bases, pour servir à la vérification des résultats conjecturaux qui indiquent la composition des sels. Tous ces nombres seront écrits en réduisant à l'unité de kilogramme la quantité de terre sur laquelle on a opéré.

A la suite des substances solubles, on écrit le poids du terreau charbonneux, réduit à la même unité; on en agit de même pour toutes les substances minérales fixes. On

obtient ainsi tous les éléments qui constituent le terrain soumis à l'analyse, et c'est seulement sur des opérations aussi certaines que l'on pourra baser des raisonnements agronomiques. L'imperfection des méthodes d'investigation usitées jusqu'à ce jour rend suffisamment compte du mépris des meilleurs esprits pour l'examen chimique des terres, qui ne pouvait conduire qu'à des conclusions sans aucune valeur.

## CHAPITRE II.

### Histoire des éléments des terrains agricoles.

Après avoir décrit les moyens de constater par l'analyse et de séparer l'un de l'autre les divers éléments qui constituent nos terres arables, il faut examiner les propriétés agricoles de chacun d'eux, et ce ne sera qu'après les avoir ainsi étudiés un à un que nous pourrons nous faire une juste idée de l'effet de leur mélange.

#### SECTION I<sup>re</sup>. — *De la silice.*

La silice se trouve dans les terres en plusieurs états : 1<sup>o</sup> sous forme de cristal de roche ou de quartz, insoluble dans l'eau et les acides, et ne pouvant être attaquée par eux qu'après sa calcination avec un alcali, la potasse, la soude ou la chaux ; 2<sup>o</sup> sous forme d'une poudre blanche, très-fine, provenant de la décomposition des silicates, soluble dans les acides forts et dans une solution alcaline, et même, à l'état naissant, au moment de sa séparation des bases avec lesquelles elle était combinée, soluble dans l'eau, comme le prouvent les résidus des eaux de certaines fontaines et des eaux minérales, parmi lesquelles on peut citer en première ligne les Geysers en Islande, qui déposent de la silice autour de leur source ; 3<sup>o</sup> enfin, en combinaison avec d'autres substances, formant des sels où elle joue le rôle d'acide, comme avec l'alumine, la potasse, la soude, le fer, la magnésie, etc.

A l'état de quartz, la silice, selon la grosseur de ses particules, modifie différemment les propriétés physiques du sol. Ainsi le sable siliceux à gros grains ne retient que 0,20 d'eau, tandis que le sable très-fin en retient 0,50. Le sable grossier ne peut faire corps et manque totalement de ténacité, tandis que le sable fin employé à des moulages parvient à faire corps et acquiert une certaine ténacité. Le sable grossier humide n'a aucune cohésion, mais le sable très-fin s'attache aux instruments. Plus le sable a de finesse, et plus il est mobile et sujet à être emporté par le vent. Costaz a constaté que les grains de quartz qui forment le sol des déserts de Libye ont environ 0,7 mill. de diamètre (1). Ainsi l'abondance de la silice tend à rendre le sol facile à travailler, mais mobile, sujet à être déplacé par les grands vents qui mettent les racines des plantes à nu, et exposé aux sécheresses qui atteignent facilement ces racines; ce sol ne s'emparant pas des substances solubles, mais les laissant filtrer quoique lentement, il lui faut des engrais souvent renouvelés, sans lesquels un terrain purement siliceux est complètement stérile.

Le moyen le plus court de doser le quartz est de faire bouillir la terre avec de l'acide chlorhydrique, qui dissout les autres substances, mais n'attaque pas le quartz.

La silice soluble provenant de la décomposition des silicates est intimement mêlée à la terre sous forme de poussière très-fine. Quand on chauffe fortement cette silice, elle devient inattaquable aux acides et aux dissolutions alcalines.

Au moment de la décomposition des silicates, la silice à l'état naissant est soluble dans l'eau; cela explique comment elle peut passer dans les végétaux par l'absorption de leurs racines; pourquoi sa quantité proportionnelle augmente toujours avec l'âge des végétaux, son peu de solubilité ne permettant pas qu'elle se dissolve de nouveau et soit entraînée après avoir été déposée. Elle s'accumule surtout sur les feuilles et se manifeste ensuite dans le terreau qui résulte de leur décomposition et où

1) *Mémoire de Costaz sur la description de l'Égypte*, t. II, p. 264.

elle se trouve en abondance. Elle forme les 0,043 des tiges du froment ; les 0,063 de celles du seigle ; les 0,069 de celles de l'orge ; les 0,004 de celles des pommes de terre ; les 0,037 de celles du trèfle, selon les analyses de Bergman et de Ruellert (1). La silice pure forme des concrétions aux nœuds des graminées ; elle compose l'épiderme extérieur et luisant du bambou, et est un des éléments qui donnent aux végétaux leur solidité et constituent en grande partie leur squelette ; mais son abondance dans la nature rend son rôle nutritif assez peu important, et elle doit être envisagée surtout sous le rapport mécanique.

La silice contenue dans la terre ne peut se doser que par les moyens analytiques que nous avons décrits dans le chapitre précédent.

## SECTION II. — *Du feldspath.*

Le feldspath est un silicate d'alumine et de potasse, ayant la forme d'un prisme rhomboïdal, une apparence vitreuse qui devient terne à mesure qu'il se décompose. On en trouve des fragments dans toutes les terres qui proviennent des granits, ou dans les terrains d'alluvion venant des montagnes granitiques. Le feldspath ne se dissout pas plus que le quartz dans les acides. Tant qu'il est entier, il agit sur le sol à la manière du gravier et du gros sable. En se décomposant, il se change en argile, qui se dépeuple graduellement de la potasse par l'action de l'eau chargée d'acide carbonique. La propriété que possède cette eau de dissoudre les silicates alcalins explique la fertilité du sol arrosé par des sources qui sortent des terrains feldspathiques et qui sont chargées d'alcalis et d'un peu de silice. L'eau de pluie, et surtout celle qui est en contact avec le terreau, est par cela même très-propre à attaquer les débris de feldspath qui sont mêlés aux argiles, à leur enlever la potasse et à la mettre à la disposition des plantes.

(1) *Bulletin des sciences agricoles*, t. III, p. 523.

SECTION III. — *De l'argile.*

Il règne une si grande confusion sur ce que l'on a désigné sous le nom d'argile, qu'il faut commencer par s'en faire une idée bien nette, si l'on veut bannir définitivement le vague que des termes mal définis ont perpétué dans l'agrorologie.

L'argile est une combinaison de 52 parties de silice, de 33 d'alumine et de 15 d'eau. Elle est plastique, c'est-à-dire qu'elle a la propriété de faire une pâte liante avec l'eau, ce qui la rend difficile à travailler dans la culture quand elle est mouillée. Elle durcit beaucoup et oppose une grande résistance aux instruments d'agriculture à l'état sec.

Il est une autre propriété de l'argile qui doit fixer aussi l'attention des agriculteurs, c'est sa faculté de s'emparer des gaz ammoniacaux et de les retenir entre ses particules. Selon Liebig, il se forme même de véritables sels alumineux dans lesquels l'ammoniaque joue le rôle de base (1). Si l'on humecte une argile ou une terre argileuse avec une solution de potasse, il s'en élève une vapeur ammoniacale qui fait promptement passer au bleu le papier de tournesol rougi (2). Ce dégagement dure quelquefois pendant plus de deux jours. Cette propriété coïncide toujours avec une odeur particulière que répandent les terres argileuses, quand elles sont humectées; et en effet, c'est par son émanation plus ou moins forte que les agriculteurs jugent de la présence et de l'abondance de l'argile dans les terres.

M. Bérard a fait des expériences qui prouvent que l'argile brûlée absorbait avidement les gaz, et devenait ainsi un bon récipient des gaz de l'atmosphère.

Les agriculteurs savent que quand ils mettent en valeur des terres argileuses depuis longtemps épuisées, la première fumure paraît ne produire aucun effet; l'argile s'en est emparée, elle retient dans son tissu les gaz ammoniacaux, et ce n'est quelquefois qu'après plusieurs fumures

(1) *Chimie organique*, introduction, p. cix.

(2) Voir une note de M. Bouis, *Annales de chimie*, t. XXXV, p. 333.

que la terre est saturée et paraît se ressentir de nouvelles doses d'engrais ; mais alors les terres amenées à cet état sont très-fertiles. Si l'on continue à en tirer des récoltes sans le fumer, les produits baissent peu à peu, et quand l'humidité de la saison, en humectant fortement l'argile, met de l'eau surabondante à portée de l'ammoniaque contenue dans les pores de l'argile, cette eau s'empare de ce gaz et le transmet aux racines des plantes ; l'argile s'appauvrit ainsi de nouveau.

Il est assez facile à un praticien exercé, ou à un homme qui tient un compte exact de ses opérations, de juger si une terre argileuse se trouve dans cette position moyenne où l'engrais donne exactement des produits proportionnels à sa quantité. Si l'on analyse des terres dans cet état, on trouve qu'avant la fumure elles contiennent environ 0,000015 d'azote pour chaque centième d'argile contenue dans le sol.

Cette donnée est de la plus grande importance : elle nous apprend que toute terre argileuse doit posséder un capital en fumier avant d'être portée à toute sa valeur ; que dans les années de sécheresse où la masse d'argile n'est pas pénétrée d'une humidité surabondante, ce capital reste improductif ; qu'il reparait en partie par l'effet des saisons plus humides ; mais que, dans tous les cas, son existence est nécessaire pour que le fumier ajouté produise tout son effet.

L'argile a encore la propriété de retenir une grande proportion d'eau (70 pour cent de son poids) et de ne la laisser filtrer que difficilement ; il en résulte que, dans les saisons sèches, les plantes s'y trouvent mieux, souffrent moins parce qu'elles absorbent alors une partie de l'eau du terrain, mais aussi que, dans les saisons humides, leurs racines, continuellement baignées d'une quantité surabondante d'eau, la transmettent à la plante dont la texture devient lâche et molle, et que même, par la prolongation de leur séjour dans un bain d'eau peu aérée, elles entrent en décomposition.

L'imperméabilité de l'argile quand une fois elle est saturée d'eau, qualité qui la rend si propre à la confection de bassins que l'on veut rendre étanches, empêche aussi

les matières solubles contenues dans l'eau qu'elle absorbe de la traverser, de telle sorte que ces matières se déposent entre les molécules de l'argile, quand cette argile vient à se dessécher. C'est ainsi qu'on y rencontre, outre l'ammoniaque, de la potasse et différents autres sels. Ces matières solubles, une fois enfermées dans sa masse, ne peuvent en sortir que par les surfaces de l'argile mise à découvert. L'eau dissout alors la potasse et s'empare de l'ammoniaque. Le labour, en brisant ces particules et exposant de nouvelles surfaces à l'action des agents extérieurs, met à nu les substances solubles qui peuvent ainsi entrer dans la végétation.

On voit donc quel rôle important remplit l'argile dans la culture, quoique ce rôle soit pour ainsi dire mécanique, car ses principes n'entrent qu'en faible quantité dans la végétation (1). L'incinération des végétaux y démontre un peu d'alumine; elle forme à peine un centième du poids des cendres. Schröder l'a trouvée à l'état de pureté dans les grains d'orge et d'avoine et dans la paille de seigle. Y était-elle arrivée sous forme de sel d'alumine et d'ammoniaque?

#### SECTION IV. — *Du carbonate de chaux.*

Le carbonate de chaux est une substance très-abondante dans la nature. Il forme de grandes masses de montagnes; les courants duliviens et les alluvions l'ont répandu dans presque tous les terrains meubles. Nous n'avons trouvé jusqu'ici aucun sol complètement dépourvu de toute trace de cette substance, mais nous en avons vu quelques-uns qui en étaient presque entièrement composés; tels sont les terrains que l'on a appelés *crayeux*.

Les terrains qui renferment une quantité sensible de calcaires ont des caractères agricoles qui leur sont propres. En les comparant aux terrains purement siliceux ou argileux, on y remarque l'absence de plusieurs plantes impropres à l'alimentation du bétail qui infestent ces derniers terrains, la petite oseille, la matricaire, les oxalis, qui

(1) On n'a trouvé jusqu'ici l'alumine en forte quantité que dans le lycopode.



y sont remplacés par le trèfle, les lotiers, la lupuline; les fourrages légumineux y croissent avec facilité; ils sont éminemment propres au froment, et ces qualités sont tellement inhérentes au principe calcaire, qu'il suffit d'en ajouter une très-petite quantité aux terres qui n'en contiennent pas, un à deux centièmes par exemple, par le chaulage ou le marnage, pour que la végétation des bonnes plantes succède à celle des mauvaises; pour que le trèfle, la luzerne et le sainfoin y réussissent mieux; pour que les terres à seigle y deviennent propres à porter le froment, et que celles qui portaient déjà du froment augmentent considérablement leur production; pour que les tiges des plantes deviennent plus fermes et moins sujettes à verser. En même temps appliqué aux terres siliceuses, le principe calcaire leur donne de la consistance; il communique aux terres argileuses la propriété de se déliter par les changements atmosphériques, de se diviser par l'action de l'humidité, de laisser filtrer l'eau surabondante, et prévient son extrême durcissement lors des sécheresses. Toutes ces propriétés du sol calcaire ont été exposées avec habileté par M. Puvis, dans trois ouvrages dont nous recommandons la lecture et l'étude (1).

M. Th. de Saussure décrit, d'une manière frappante (2) la différence qui existe entre les sols calcaires et ceux où manque la chaux. « Lorsqu'on passe, dit-il, des monta-  
 « gnes calcaires aux montagnes granitiques, on est frappé  
 « des différentes influences que ces deux sols ont sur  
 « la végétation. Le sol calcaire paraît l'emporter sur le  
 « sol granitique, non-seulement par la variété des plantes  
 « auxquelles il sert de support, mais encore par l'état de  
 « vigueur et de prospérité où elles s'y trouvent... Lors-  
 « que j'ai dirigé mon attention sur les vertus nutritives  
 « des végétaux calcaires et des végétaux granitiques, j'ai  
 « vu que les animaux qui se nourrissent sur les granits  
 « étaient plus petits, plus maigres et fournissaient moins  
 « de lait que ceux qui se nourrissent sur les terrains cal-  
 « caires, quoique les végétaux crûs sur les deux sols fus-

(1) *Essai sur la marne; De l'emploi de la chaux; De l'agriculture du Gâtinais.*

(2) De l'influence du sol, *Journal de Physique*, 1800, t. II, p. 9.

« sent les mêmes, et que les quantités de ces végétaux  
« fournis aux animaux dans ces deux cas fussent égales.  
« J'ai vu que le lait des montagnes granitiques était  
« moins chargé de parties butyreuses et caséuses que  
« celui des montagnes calcaires. Il n'est point de coureur  
« de montagnes des contrées que j'habite, qui n'ait pu  
« apercevoir la différence de consistance qu'à la crème  
« sur le Jura, montagne calcaire, et sur les montagnes  
« granitiques attenantes à la vallée de Chamounix. »

Les analyses auxquelles se livra cet habile chimiste pour reconnaître la composition des végétaux poussés sur ces deux natures du sol lui prouvèrent que les carbonates de chaux et de potasse venaient remplacer en partie la silice dans le squelette des plantes crues sur les terrains calcaires ; serait-ce par l'effet de cette substitution que les organes des plantes seraient mieux disposés à se charger de principes favorables à la nutrition ?

Nonobstant les faits que nous venons d'indiquer et que chacun peut constater, les fonctions que remplit la chaux dans la végétation ont été et sont encore le sujet d'opinions fort divergentes.

H. Davy ne considère le carbonate de chaux que comme un amendement propre à améliorer la texture du sol, à augmenter son hygroscopicité ; selon lui, ses effets sont tous mécaniques (1), mais la faiblesse de la dose à laquelle il produit des effets si saillants écarte d'avance toute idée qu'il n'ait pas un autre genre d'action, surtout quand on sait que l'argile et le sable appliqués comme amendement à des terres qui ont des propriétés physiques opposées aux leurs ne produisent quelque effet qu'à des doses énormes, qu'ils ne changent en rien la nature de la végétation et n'en accroissent pas la vigueur. Cette explication ne rend pas compte non plus de la nullité d'action des marnes les plus grasses et les plus hygroscopiques, employées à petite dose sur les terres sablonneuses qui possèdent déjà l'élément calcaire, tandis qu'elles fertilisent ces mêmes sables auxquels manque cet élément. Dans l'un et dans l'autre cas cependant, les propriétés physi-

(1) *Chimie agricole*, t. II, p. 52.

ques du sol devraient éprouver les mêmes modifications.

D'autres pensent (1) que le principe calcaire de la marne réagit sur le terreau, le rend soluble et propre à passer dans la végétation en neutralisant un principe astringent analogue au tanin et en dégagant l'acide carbonique du carbonate de chaux. On ne peut nier le bon effet de la chaux sur les terrains qui recèlent un principe acide, mais ces terrains sont rares, appartiennent à des sols bien déterminés : les terres de bruyères, les bois défrichés, couverts de terreaux formés de la décomposition de feuilles contenant du tanin ; or ce n'est pas seulement sur les terrains de cette espèce que la marne agit avec énergie, et tous les terrains où manque le calcaire, quoique n'offrant pas la moindre apparence d'acidité et d'astringence, éprouvent les mêmes effets.

On ne peut pas non plus admettre d'action directe du carbonate de chaux pour transformer la fibre ligneuse en *gêine* (extrait du terreau). Les pièces de bois engagées dans les constructions calcaires ne subissent pas cette altération, et si cette propriété existait, on ne devrait pas trouver trace de terreau dans les terres calcaires, où cependant il existe dans son état d'intégrité, de même que dans les sables et les argiles.

D'autres ont cru que la chaux, rencontrant dans le sol de l'acide ulmique tout formé, se combinait avec lui, produisait de l'ulmate de chaux, qui, quoique très-peu soluble dans l'eau (2000 parties d'eau dissolvant seulement une partie de ce sel), ou plutôt à cause de son peu de solubilité, fournit aux végétaux la nourriture qui leur est le plus appropriée et dans la mesure convenable (2). Selon Liebig (3), l'existence de cet acide ulmique dans le sol serait une chimère. L'extrait de terreau dont nous parlerons plus loin ne se combine pas chimiquement avec la chaux, et la preuve que cet auteur en donne, c'est l'entière blancheur des stalactites formées par des filtrations, dans des caves surmontées d'un amas énorme de terreau et de terre calcaire.

(1) M. Puvis, *Essai sur la marne*, p. 50.

(2) Idem, *De l'emploi de la chaux*, p. 121 et suiv.

(3) Introduction, p. 122.

Enfin, M. Monnier de Nancy a prétendu en dernier lieu (1) qu'un terrain épuisé n'était qu'un terrain rempli des excréments acides des plantes, se fondant sur l'observation de M. Becquerel, que dans l'acte de la végétation il se produisait toujours de l'acide acétique, l'embryon agissant comme le pôle négatif d'une pile qui retient les bases et repousse les acides. Selon cet auteur, l'addition de la chaux au sol fournirait la base nécessaire à la neutralisation des acides.

D'après cette hypothèse, qui ne voit que l'action des engrais animaux fournirait par son ammoniaque une base bien plus active encore à l'action des acides? et cependant voit-on qu'ils aient sur les terrains non calcaires les effets de la marne? Changent-ils la nature de leur végétation? Enfin explique-t-on ainsi le bon effet de la chaux caustique sur les terrains calcaires? Ceux-ci ne contiennent pas de principe acide libre, et cependant la chaux agit avec énergie en plusieurs cas. Ces observations, en détruisant l'absolu de cette hypothèse, ne nous empêchent pas d'admettre l'effet de la chaux sur les acides libres du sol; la présence de plantes acidules les y indique, et les réactifs confirment cette indication. Mais nous ne pouvons rien conclure d'un cas particulier et circonscrit pour établir une théorie générale.

Après avoir éliminé toutes ces explications des effets de la chaux dans les terrains, il fallait chercher ce principe d'action. Pour y parvenir, nous avons pris un grand nombre de terres de différentes natures, nous les avons fait digérer dans l'eau distillée, et après la filtration nous avons cherché les substances dissoutes dans les eaux de lavage. Traitées par l'oxalate d'ammoniaque, toutes celles qui contenaient de la chaux ont donné un précipité, dont la quantité allait jusqu'à 1 à 2 millièmes par chaque centième de carbonate de chaux contenu dans les terres. Elles renfermaient donc un sel de chaux soluble.

Nous avons alors recherché si ce sel était un sulfate en essayant les solutions par le nitrate de baryte, et, après avoir mis de côté celles qui donnaient un précipité et qui,

(1) *Mémoires sur les engrais.*

par conséquent, contenaient du gypse, nous avons continué nos recherches sur celles qui nous restaient.

Ces mêmes eaux, traitées par le nitrate d'argent, ont donné des précipités de chlorure d'argent pour quelques terres déjà connues comme contenant des chlorures alcalins ; elles ont été aussi mises à part. Celles qui ne donnaient pas de précipité ont été traitées par la méthode de M. Desbassyns de Richemont pour s'assurer si elles contenaient des nitrates (1). Les unes en contenaient, d'autres en étaient exemptes.

Ayant fait bouillir ces dernières eaux pendant quelque temps, il s'est formé un dépôt qui nous a prouvé que le sel calcaire qu'elles tenaient en dissolution était du bicarbonate.

Reprenant alors toutes les terres calcaires essayées, nous en avons dosé l'azote ; elles en contenaient toutes sensiblement ; quelques marnes réputées pour leur activité et que l'on emploie en plus petite dose, en contenaient même une quantité assez notable, jusqu'à 0,00164 ; mais cette quantité était trop petite, comparativement à celle des engrais, pour expliquer l'effet de la chaux.

Ne pouvant trouver la raison de cet effet dans la quantité de substances solubles contenues dans ces terres, nous avons dû la chercher dans le principe de continuité d'action. Toutes les terres calcaires lessivées ont été exposées à l'air, à l'abri du vent, et humectées de temps en temps pendant six mois. Alors elles ont été soumises à un nouveau traitement, et toutes ont fourni de nouveau un précipité calcaire. Il se formait donc constamment dans ces terres un sel soluble à base de chaux, qui fournissait aux plantes un principe nécessaire, la chaux et probablement aussi, dans bien des cas, un autre principe plus important encore, l'azote provenant de la décomposition des nitrates ; nitrates qui se reforment aussi constamment dans les terres qui en ont déjà fourni. Ce serait donc en passant à l'état soluble par sa transformation en nitrate et en bicarbonate que la présence de la chaux dans le sol favoriserait l'action de la végétation. Nous reviendrons plus loin et avec plus de détails sur ce sujet.

(1) Cette méthode est décrite plus haut, p. 50.

La terre calcaire pure constitue un terrain froid à cause de sa couleur blanche. Ce terrain retient une grande quantité d'eau (jusqu'à 85 parties pour 100), et quand il est mouillé il se change en une bouillie qui n'offre aucun appui aux plantes ; dans l'état humide, s'il survient une gelée, il se soulève, et au dégel il retombe sur lui-même en déchaussant les racines ; il se sèche lentement ; quand il est sec, il laisse trop facilement pénétrer l'air jusqu'aux racines ; il devient pulvérulent et ne leur offre pas non plus un appui convenable ; son manque de ténacité le rend très-facile à cultiver, ce qui explique comment un tel sol n'est pas abandonné et comment les cultivateurs suppléent par l'étendue à son peu de produit.

Parmi ces terrains purement calcaires il faut distinguer ceux qui portent le nom de *craies* et qui possèdent, sous le rapport agricole, des qualités particulières, en raison de leur composition et de leur structure, et dont nous parlerons plus loin.

Quand le carbonate de chaux est mêlé au sable siliceux, le terrain s'égoutte mieux ; il acquiert du liant, offre un meilleur support aux plantes, et est susceptible d'un grand nombre de bonnes cultures s'il peut être arrosé en été ; car pour peu que ce terrain soit coloré, il devient brûlant, et, s'il ne peut être arrosé, il n'est propre qu'aux récoltes qui mûrissent dès la fin du printemps.

Mêlé avec l'argile, le carbonate de chaux forme d'excellents sols qui ont toutes les qualités recherchées par les agriculteurs, surtout s'ils contiennent en outre une portion convenable de sable ; il constitue alors les *loams*, un des terrains les meilleurs et les plus recherchés. Les terrains qui contiennent beaucoup de carbonate de chaux mêlé à l'argile, et que l'on pourrait appeler marneux, s'écaillent et se pulvérisent facilement à leur surface par les temps secs ou chauds. Ils perdent ainsi leur ténacité dans les couches supérieures.

#### SECTION V. — *De la marne.*

Quoique la marne ne soit qu'un mélange d'argile et de carbonate de chaux auxquels se joignent le plus sou-

vent quelques autres substances, la silice, l'oxyde de fer, etc., etc., nous ne pensons pas faire un double emploi en l'examinant en particulier. En effet, les deux éléments minéraux qui constituent la marne y sont mêlés d'une manière si intime qu'il est impossible de parvenir à imiter la nature par de simples procédés mécaniques, tellement ils sont juxtaposés molécule à molécule. Ainsi, quand on soumet la plus petite particule possible de marne à l'action d'un acide sous l'objectif du microscope, on voit l'attaque se faire par toutes ses faces et par tous ses angles, et l'argile qui reste se trouve composée d'une multitude d'autres particules d'une finesse telle qu'il est presque impossible de l'évaluer.

Quand on a voulu essayer de composer une marne artificielle par le mélange le plus exact possible, on a obtenu un produit de l'art ayant des propriétés tout à fait autres que celles de la marne naturelle formée des mêmes éléments. On s'aperçoit d'abord au microscope combien nos moyens mécaniques sont grossiers : même quand nous employons de l'argile le plus finement pulvérisée possible et mélangée avec du carbonate de chaux dans le même état, les particules de chaux sont agglomérées, séparées de celles de l'argile par d'assez grandes distances ; l'hygroscopicité, la chaleur spécifique de cette marne artificielle sont tout à fait autres que celles de la marne naturelle, et sa pesanteur spécifique est moindre.

De ce mélange intime et de cette structure de la marne résulte sa faculté de se diviser et de se réduire en poussière quand elle est mouillée ou qu'elle est exposée seulement aux variations hygrométriques de l'atmosphère, à cause du changement considérable de volume qu'acquiert l'argile imbibée d'eau.

On trouve des marnes très-compactes, ayant l'aspect extérieur du marbre, et cependant se réduisant à l'air, et assez promptement, en une fine poussière homogène, sans laisser aucun nodus calcaire.

D'autres marnes ont plutôt l'aspect d'un poudingue et sont de véritables mélanges de marne et de nodus de carbonate de chaux, qui ne se délitent pas.

Certaines marnes, ayant éprouvé les effets de l'humidité,

dité depuis leur formation, sont déjà délitées dans la manière, se présentent sous un aspect pulvérulent, et sont mêlées quelquefois de plus ou moins de ces noyaux calcaires. Les unes sont grises, d'autres plus ou moins jaunes ou rougeâtres, colorées qu'elles sont par les oxydes de fer. Les variétés des marnes sont infinies, comme les circonstances qui ont pu leur donner naissance.

Le but de l'emploi de la marne est d'ajouter le principe calcaire aux terrains qui manquent de chaux, de le lui fournir sous une forme pulvérulente qui laisse beaucoup de prise aux influences atmosphériques pour transformer le carbonate calcaire en sels solubles (nitrate et bicarbonate de chaux); ses effets sont ceux que nous avons indiqués en signalant la présence de la chaux dans les terrains.

On avait cru longtemps que, pour apprécier les marnes, il suffisait de connaître la quantité de chaux qu'elles contenaient; mais on n'a pas tardé à revenir de cette erreur et à se convaincre qu'il y avait d'autres éléments d'appréciation qu'il fallait rechercher.

M. Lartet, bien connu par ses intéressants travaux de paléontologie, n'avait pas vu sans surprise la différence notable que manifestait l'action de diverses marnes sur la végétation, quoiqu'elles parussent à peu près de même composition minérale, à en juger par les analyses chimiques. Vingt-cinq voitures d'une de ces marnes produisaient un effet égal à celui de deux cents voitures d'autres marnes. Ce savant s'étant adressé à nous pour avoir l'explication de ce phénomène, nous ayant envoyé des échantillons de ces différentes marnes et des terres sur lesquelles il les employait, nous avons été conduit à nous occuper spécialement de cette question.

La meilleure de ces marnes, celle qui produit les grands effets à petites doses, contenait 0,675 de carbonate de chaux, les autres en renfermaient de 0,66 à 0,41. On voit donc que, même dans les plus pauvres de ces dernières, la proportion de chaux n'indiquerait pas la différence énorme des doses que l'on est obligé d'employer.

L'existence de débris fossiles dans les terrains marneux du Gers, d'où proviennent ces échantillons, nous



porta à rechercher la quantité d'azote qu'ils contenaient. Traitées à l'appareil de Liebig, les parties superficielles et pulvérulentes nous ont fourni 1 à 1  $\frac{1}{2}$  millième d'azote ; mais les parties compactes et internes de la meilleure marne n'en donnaient plus que des quantités insensibles. Les marnes pulvérulentes offraient de l'azote ; quelques-unes contenaient de l'acide nitrique rendu sensible, par l'épreuve, avec le protosulfate de fer et l'acide sulfurique ; toutes donnaient du bicarbonate de chaux. Il était évident que c'était par leurs surfaces et leurs efflorescences que les marnes devenaient susceptibles de se charger des éléments de la fertilisation.

L'aspect de ces divers échantillons offrait déjà d'assez grandes différences. La marne de Gaussan, de qualité supérieure, se présentait sous forme de roche homogène, dure, grise, à cassure conchoïde, ayant toute l'apparence et la solidité d'une pierre à bâtir ; les autres ressemblaient plutôt à des poudingues formés d'un mélange imparfait de matières diverses ; les unes rousses et ferrugineuses, les autres grises ; les unes pulvérulentes, les autres dures et en rognons.

Mise à déliter dans l'eau, la marne de Gaussan se réduisit en très-peu de temps en une poudre homogène, sans laisser de noyau ; les autres ne se délitèrent qu'en partie, laissant 875 parties sur 1,000 de rognons durs presque entièrement calcaires, et ne présentant par conséquent que 125 parties de matières pulvérulentes, sans qu'un très-long séjour dans l'eau parvint à délayer la partie dure.

Dès lors n'avions-nous pas quelque droit de penser que le mystère était dévoilé ? Les agents extérieurs n'agissent sur le carbonate de chaux, pour former les nitrates et les bicarbonates, que par ses surfaces ; c'était donc la proportion des surfaces et non celle des masses qui devait représenter l'effet qui pouvait être produit par ces marnes.

Pour arriver à un résultat positif, il aurait fallu pouvoir mesurer avec exactitude la dimension des particules ; mais l'entreprise était impossible. Leur grand nombre, la diversité de leur grosseur ne permettaient pas d'y songer. La poudre fine, obtenue par lévigation, se réu-

nissait en petites masses dont on ne pouvait détacher les grains isolés; en l'humectant, on parvenait à en séparer quelques grains; nous en avons trouvé de  $\frac{6}{1000}$  de millimètre de côté, sans qu'il nous soit possible de dire si ce chiffre était une moyenne ou un minimum.

Ne pouvant ainsi comparer entre eux d'une manière complètement exacte les volumes des particules des deux espèces de marnes, nous avons pris le parti de supposer que les dimensions moyennes de leurs parties pulvérulentes étaient les mêmes. Il restait alors à apprécier celles des noyaux, qui étaient très-variables; mais comme elles pouvaient être exactement mesurées, nous pûmes les réduire à la forme de cubes ayant 4 millimètres de côté, et par conséquent 96 millimètres carrés de surface. Mais un de ces cubes, divisé en petits cubes de  $\frac{6}{1000}$  de millimètre de côté, en fournirait environ 297,000, ayant ensemble une surface de 6,415 millimètres carrés. La surface des noyaux (96 millim. carr.) était donc si petite, en comparaison de celle des particules, qu'elle pouvait être négligée, et alors nous avons, pour représenter la puissance de la marne de Goussan, le nombre de 1,000 de ses particules pulvérulentes, et, pour les autres marnes, le nombre 125 qui est pour elles le chiffre de ces mêmes particules; ce qui revient à dire que l'effet immédiat de la marne de Gaussan et celui des autres marnes est dans le rapport de 1,000 à 125 ou de 8 à 1, précisément la proportion dans laquelle s'emploient les deux espèces de marnes.

L'exactitude de ce résultat avait droit de nous surprendre; mais il était impossible de ne pas l'admettre, ayant répété plusieurs fois l'épreuve des pesées et y ayant trouvé assez peu de différence quand on opérait sur des quantités un peu fortes; car il est bon de prévenir que l'on trouvera dans les marnes de qualité inférieure des portions qui, étant détachées de la masse, se délitéraient entièrement. Ce sont surtout les plus grises, les plus homogènes, les moins ferrugineuses. Ce n'est donc qu'en opérant sur des quantités un peu fortes que l'on peut trouver les véritables proportions des noyaux et des parties pulvérulentes.

Ces résultats, que nous avons eu depuis l'occasion de vérifier et de confirmer sur des marnes de beaucoup d'espèces et dans des pays différents, nous donnent un moyen d'apprécier les quantités relatives de marnes à employer dans les différents cas. Ce n'est plus, comme on le voit, de la seule analyse chimique que doit dépendre cette estimation, il faut la combiner avec la lévigation.

Nous avons vu que les marnes contenant 0,675 de carbonate de chaux et se délitant entièrement s'employaient à la dose de 25 voitures de 0<sup>m</sup>,8 cube; la dose est donc de 20 mètres cubes. Si l'on demande la quantité qu'il faudra de la marne de Leugny (Yonne), qui contient 0,80 d'un carbonate de chaux laissant 0,118 de nœuds calcaires, on remarquera que la partie agissante de cette marne se trouve ainsi réduite à 0,882, ce qui donne  $0,80 \times 0,882 = 0,706$  de carbonate de chaux actif. Alors nous aurons le nombre de mètres cubes de marne à employer par la proportion  $0,706 : 0,675 :: 20 : x = 19,1$ . On voit que c'est à peu près la même quantité qu'à Gaussan; et en effet on emploie aussi 25 voitures de marne à Leugny (1).

Si l'on voulait estimer une marne ne possédant que 0,55 d'un carbonate de chaux, ayant 0,60 de son poids en noyaux, on trouverait d'abord que 1 de cette marne

(1) Cette marne a fixé notre attention, particulièrement à cause de ce qu'en a dit M. Puvis dans son *Essai sur la marne*. Il la signale comme douée de propriétés particulières donnant à l'eau une consistance glutineuse tout à fait remarquable. Nous avons prié notre confrère, M. Payen, d'en répéter l'analyse. Voici ses résultats :

Eau	15
Partie insoluble à l'acide chlorhydrique.	120
Alumine et oxyde de fer.	15
Carbonate de chaux.	800
Chlorures alcalins.	18
Pertes et matières organiques.	54
	<hr/>
	1,000
	<hr/>
Azote pour 1,000 de matières normales.	1,62
— de matières sèches.	1,64

équivalant comme engrais à 253,08. Ainsi, il faudrait 253 parties de cette marne pour équivaloir à 100 parties de fumier normal de Boussingault et Payen. Or, on l'emploie en moins grande quantité et avec des effets bien différents et prolongés pendant plusieurs années.

ne renfermerait que 0,175 de carbonate de chaux actif, et la proportion  $0,175 : 20 :: 0,675 : x = 77$ , nous donnerait la quantité de mètres cubes de cette marne qu'il faudrait employer (1).

On détermine facilement la proportion de carbonate de chaux que renferme la marne en la traitant avec l'acide acétique. Quand l'effervescence a cessé, on sèche le résidu et on le pèse ; la perte indique le poids du carbonate de chaux. Ce procédé est suffisamment exact dans la pratique, pourvu qu'avant et après l'opération la marne soit ramenée au même degré de dessiccation.

Pour estimer la quantité de noyaux, on plonge dans l'eau une quantité désignée de marne qui doit être au moins d'un kilogramme ; on laisse digérer pendant une heure, ensuite on agite, on décante, on remet de nouvelle eau, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'eau reste claire après l'agitation ; alors on sèche et on pèse le résidu qui est composé de noyaux.

Les avantages que présente l'emploi des marnes les plus actives sont immenses. Leur effet est moins long que celui des marnes à noyaux solides qui ne se délitent et n'entrent en action qu'à la longue ; ils ne durent pas trente ans, comme pour plusieurs de ces dernières, mais aussi il y a bien moins de charrois à faire à la fois, et l'on n'enfouit pas, pour n'en jouir que longtemps après, un capital considérable ; les travaux plus rapides ne gênent pas la culture ordinaire de la ferme, tandis que quand il faut transporter de grandes masses, l'entreprise devient inabordable pour le plus grand nombre des cultivateurs ; enfin l'effet pouvant être borné à la durée des baux, le fermier, sûr d'en retirer tous les profits, s'y livre plus facilement et n'est pas obligé de recourir à des transactions compliquées avec le propriétaire pour s'assurer la jouissance du capital restant en terre. Quand on ne pourra se procurer que de la marne à rognons

(1) Les termes de cette proportion sont les suivants :

0,175 carbonate de chaux de cette marne.

0,675 carbonate de chaux de la marne normale de Gaussan.

20 nombre de mètres cubes de marne de Gaussan employés.

77 nombre de mètres cubes à employer de la nouvelle marne.

durs, le procédé indiqué pourra aussi faire apprécier les avantages que l'on doit retirer de son application ; il pourra servir d'indice de la durée de ses effets et diriger dans la discussion des intérêts relatifs du propriétaire et du fermier.

M. Teillieux a prétendu avoir constaté que les marnes étaient d'autant plus fertilisantes que l'époque de leur formation était moins ancienne, et il attribuait le peu de succès que l'on avait obtenu de certaines marnes à ce qu'on avait négligé l'appréciation de cette circonstance. Ainsi les marnes de Paris, du Mans, qui reposent en couches horizontales au fond de bassins de vieux lacs d'eau douce sont préférables à celles de la Beauce et de la Touraine, situées sur la craie ; préférables à celles des jurassiques moyens, qui constituent une partie de la Normandie ; préférables à celles qui peuvent se rencontrer sous les couches du calcaire jurassique de Niort, et surtout à celles du lias, qui se rencontrent seules dans un rayon de plusieurs kilomètres autour de cette ville.

Ces aperçus ne sauraient être admis sans être appuyés d'un grand nombre de faits choisis dans des localités et des formations différentes, et soumis aux épreuves que nous venons d'indiquer. Pour mettre en défiance contre une généralisation aussi hasardée, il nous suffira de dire que les marnes les plus riches de Gers sont précisément les plus anciennes, et que leur effet peut se comparer à celui des marnes tertiaires de l'Yonne.

#### SECTION VI. — *De la magnésie.*

La magnésie se rencontre en masses dans certaines localités sous le nom de magnésite (Salinelles, Gard) ; on la trouve mêlée au sol des vallées dans lesquelles débouchent des rivières qui descendent de montagnes dolomitiques ou talcqueuses, comme celle de la Durance ; la magnésie se manifeste aussi sous la forme de sulfate de magnésie, s'effleurissant sur les limons des rivières qui ont traversé les schistes magnésifères.

L'incinération des végétaux a fait reconnaître de la magnésie dans leur composition, toutes les fois que le

sol en renfermait; dans le cas contraire, elle était remplacée par de la chaux (1). En effet, le carbonate de magnésie participe à toutes les propriétés chimiques du carbonate de chaux; l'eau chargée d'acide carbonique change le carbonate de magnésie, comme le carbonate de chaux, en bicarbonate soluble. Le carbonate de magnésie n'a pas une ténacité très-différente de celle de la chaux, mais il est beaucoup plus avide d'eau : il en absorbe quatre fois et demi son poids; il contribue donc à rendre les terrains plus frais, plus liants, plus légers, plus accessibles aux agents atmosphériques; au tact on le trouve doux et onctueux. Bergmann avait observé que la magnésie entraît en proportion notable dans la composition des terres les plus fertiles; celles que nous avons été dans le cas d'examiner, et qui sont renommées par leur fécondité, confirment cette remarque. Les terres de la vallée du Nil contiennent une forte proportion de magnésie; différents sols du Languedoc, considérés comme excellents, en ont de 0,07 à 0,12. Thaër (§ 506) a constaté les qualités améliorantes extraordinaires d'une marne qui renfermait 0,20 de carbonate de magnésie. Cependant on a observé que les terrains formés uniquement de débris dolomitiques n'ont plus qu'une végétation languissante, ressemblant encore en cela aux terrains crayeux; une graminée dure (*nardus stricta*) s'empare alors du sol et forme des pâturages de qualité médiocre (2). Mais cela tient bien moins à la présence de la magnésie qu'à l'état de cohésion du sol, à la pauvreté du terrain, à ses autres éléments, et surtout à la surabondance de l'oxyde de fer qui s'y trouve quelquefois (3).

Bien qu'une proportion convenable de magnésie constitue des sols excellents, cette substance calcinée avait paru frapper la terre de stérilité, et cette remarque de Tennant avait fait la mauvaise réputation de cette matière, qui a été pendant longtemps la terreur des agricul-

(1) Th. de Saussure, *Journal de physique*, 1800, t. II, analyse des pins du Brevent et de Lasalle.

(2) Cambessède, *Bulletin de la Société d'agriculture du Gard*, 1842, p. 282.

(3) *Calendario georgico di Torino*, 1858, mémoire de M. Abeno.

teurs; mais Davy et Lampadius ont prouvé que la chaux magnésienne n'avait réellement que des qualités bienfaisantes. Nous avons indiqué plus haut les moyens de séparer la magnésie des autres substances contenues dans le sol, et l'on devra y recourir quand on voudra constater la quantité de cette substance que renferment les terrains.

### SECTION VII. — *Du sulfate de chaux* (gypse, plâtre).

Le sulfate de chaux est généralement indiqué en si petite quantité par l'analyse des terres arables, que pendant longtemps on n'a guère cherché à l'y trouver que dans le voisinage des carrières de roches gypseuses; mais depuis que les analyses ont été plus soignées, on n'a pas tardé à s'apercevoir que sa solubilité le faisait disparaître dans les lavages, et qu'il constituait ainsi, avec quelques autres sels solubles, une grande partie de la perte que l'on trouvait à la fin des analyses. Maintenant on cherche à constater sa présence avec plus de soin.

L'attention publique a été attirée sur cette substance par Meyer, pasteur de Kupperzell, qui fit connaître l'usage que l'on en faisait, de temps immémorial, à Hehlen en Hanovre. Cette publicité marque une brillante époque dans les fastes agricoles. Par le moyen magique de 2 ou 300 kilogrammes de plâtre répandu sur un hectare, les légumineuses, la luzerne, le trèfle, le sainfoin, etc., prennent un développement double; leurs feuilles sont plus larges, plus nombreuses, d'un vert plus foncé; les racines participent aussi à cet accroissement de poids. Le procédé de Meyer fut communiqué en 1768 à la Société économique de Berne; dès 1771, il se répandait et se popularisait en Dauphiné (1), mais c'est surtout aux Etats-Unis qu'il s'est naturalisé et est devenu une pratique agricole tellement appréciée, qu'on y importe chaque année une grande quantité de plâtre de Montmartre.

Avant d'examiner les différentes hypothèses que l'on a produites pour expliquer les effets du plâtre, il faut d'a-

(1) *Journal de Physique*, t. XVII, p. 287.

bord poser les données du problème et indiquer les conditions que sa solution doit nécessairement remplir. Et d'abord le plâtre ne produit pas son effet sur toutes les espèces de plantes ; cet effet n'a été constaté jusqu'à présent d'une manière indubitable que sur les légumineuses, le chou, le colza, la navette, le chanvre, le lin, le sarrasin ; on plâtre aussi le maïs en Amérique, mais sans résultats certains. Les céréales et la plus grande partie des graminées n'en ressentent aucun effet. Il paraîtrait cependant que dans les terrains abondants en terreau et dépourvus de carbonate de chaux, le plâtre a augmenté la récolte du blé en agissant sans doute alors par son principe calcaire, que l'acide carbonique du terreau changeait en carbonate (2).

En second lieu, le plâtre n'agit pas sur tous les sols. S'il y en a un grand nombre où il suffit de tracer une ligne avec de la poussière de plâtre sur un champ de trèfle, pour qu'on la distingue plus tard à la beauté de la végétation des plantes qui s'y trouvent ; si Franklin a pu populariser l'usage du plâtre en Amérique, en écrivant avec cette substance, sur un pareil champ, ces mots : *Ceci est plâtré*, et imprimer ainsi en vert foncé la leçon qu'il écrivait avec sa poudre blanche, il est d'autres sols où ces effets sont complètement nuls. Le plâtre réussit sur des terrains argileux, sur des terrains calcaires, sur des terrains sablonneux, sur des loams, et il échoue sur d'autres terrains qui paraissent offrir la même composition. Ces données semblaient indiquer la marche à suivre pour arriver à résoudre le problème : 1° rechercher ce que présentait de particulier la composition des plantes favorisées par le plâtre ; 2° rechercher la composition des sols où il réussissait, et la comparer à celle des plantes et des sols où il restait sans effet. A cette marche sûre, mais laborieuse, on a substitué, comme on le fait trop souvent, des hypothèses basées sur des observations incomplètes. Le moment est venu de les passer en revue.

Un assez grand nombre d'agriculteurs, frappés de

(2) *Journal d'agriculture pratique*, 2<sup>e</sup> série, t. 1, p. 225.



l'avidité du plâtre pour l'eau, ont pensé que cette substance agissait en attirant l'humidité de l'air, en la fixant sur le sol et sur les plantes ; mais ils n'ont pas remarqué qu'alors elle devrait agir également pour tous les végétaux ; qu'elle n'absorbe pas plus d'eau que le carbonate de chaux lui-même ; qu'une fois qu'elle en est saturée, elle cesse d'en tirer ; que la quantité de plâtre employée est si minime, que le volume d'eau nécessaire à sa saturation serait toujours très-peu considérable, et que le plâtre ne cède plus l'eau une fois qu'il s'en est emparé ; il fallait donc abandonner cette explication. Il était oiseux de la chercher dans une prétendue affinité du plâtre pour l'oxygène sur lequel il n'a aucune action.

M. Socquet(1) prétend que le plâtre agit sur les feuilles en raison du sulfure qu'il contient par suite de la calcination qu'on lui fait subir, et qu'alors il se comporte comme un corps désoxygénant, secondant et suppléant l'action de la lumière sur le parenchyme vert des feuilles, et augmentant ainsi la quantité de carbone qu'elles peuvent assimiler.

M. Mathieu de Dombasle a observé (2) que cette théorie reposait sur une base fautive, savoir : la supposition que, par la calcination du sulfate de chaux, telle qu'elle s'exécute dans les fours des plâtriers, cette substance se trouve convertie en sulfure. Il est bien vrai que lorsque le sulfate de chaux, réduit en poudre, est calciné dans un creuset avec du charbon également pulvérisé, le sel est décomposé et se trouve réduit à l'état de sulfure de calcium ; mais il en est autrement dans la calcination ordinaire du plâtre. Il y a bien aussi alors une petite quantité de sulfate de chaux décomposé ; on s'en aperçoit à l'odeur d'hydrogène sulfuré qui se développe lorsqu'on détrempe du plâtre calciné ; mais cette quantité est infiniment petite, et les personnes qui savent combien est vive l'odeur que dégage le sulfure de calcium lorsqu'on l'humecte, ne douteront pas qu'il suffise d'une dix millième partie de la masse réduite en cet état, pour que l'o-

(1) *Mémoire de la société d'agriculture de Lyon*, 1819.

(2) Rapport à la société d'agriculture de Nancy sur les effets du plâtre, inséré dans les *Mémoires d'agriculture* de M. de Valcourt, p. 556 et suiv.

deur soit aussi sensible que celle qui se développe lorsqu'on gâche du plâtre. Si le sulfure de calcium y existait en quantité notable, le plâtre ne serait plus propre aux usages auxquels on l'emploie dans les bâtiments, car cette substance se comporte avec l'eau d'une tout autre manière que le sulfate de chaux privé d'eau par la calcination.

Mais ce qui écarte péremptoirement la théorie de M. Socquet, c'est d'une part l'emploi que l'on fait du plâtre en le mêlant au sol par les labours, et ensuite les effets bien constants du plâtre cru pulvérisé.

Le plus grand nombre des cultivateurs choisit pour plâtrer les légumineuses le moment où elles ont développé leurs premières feuilles et celui où elles sont baignées de rosée qui attache la poussière gypseuse aux folioles des plantes. C'est cet usage qui a suggéré à M. Socquet la première idée de son système; il supposait que l'action de cette substance ne pouvait se faire sentir que sur les organes foliacés de la plante; mais il a été bien reconnu par les agriculteurs les plus habiles et les plus expérimentés que l'effet du plâtre n'était pas moins réel quand, répandu sur la terre avant les semailles, il y était enterré par les labours. Thaër l'a répandu sur le seigle avant de semer le trèfle (§ 655); Schwerz (1) le regarde comme aussi efficace, qu'il soit enterré ou qu'il soit seulement répandu sur la plante; Rigaud de Lisle, qui le recouvrait par un trait de charrue, se louait de son emploi (2); MM. Sageret, d'Harcourt et de la Villarmois, avaient fait les mêmes essais avec le même succès. De telles autorités, des expériences aussi répétées et aussi positives, prouvent suffisamment que l'action du plâtre ne se borne pas aux feuilles des plantes, mais qu'il est aussi absorbé par les racines. La routine fait rechercher un temps humide pour que le plâtre s'attache aux filioles de la plante, et M. Forestier, de l'Oise, affirme que ses plâtrages ne réussissent jamais que par un temps sec, temps pendant lequel la poussière gypseuse tombe en plus grande partie sur le sol (3).

(1) *Préceptes d'agriculture pratique*, trad. par M. Schauenbourg, p. 315.

(2) *Mémoire de la Société centrale d'agriculture*, 1814, p. 455 et note.

(3) *Cultivateur*, juillet 1803, p. 36 et note.

Mais si, indépendamment de ces raisons, il est reconnu que le plâtre cru produit les mêmes effets que le plâtre cuit, on ne pourra plus conserver le moindre doute sur l'inconsistance de la théorie de M. Socquet. En Amérique on considère la calcination comme diminuant les effets du plâtre; les réponses à des questions adressées au juge Peters, de Philadelphie, confirment en partie cette opinion; il y est dit : « Le plâtre cuit est plus aisé à broyer: j'en ai fait emploi en même temps que de plâtre non calciné; semés le même jour et à côté l'un de l'autre, ils n'ont présenté aucune différence dans les résultats (1). » Cette opinion est adoptée par un grand nombre d'agriculteurs qui ont essayé comparativement le plâtre dans ces deux états; Schwerz (2) reconnaît que le plâtre cru a toutes les propriétés du plâtre cuit. C'est donc bien comme sulfate de chaux, et non comme sulfure de calcium, que le plâtre agit sur la végétation des légumineuses, des crucifères et de quelques autres plantes.

Th. de Saussure et Pictet pensent que le plâtre agit sur le terreau, dont il hâte la décomposition, en faisant concourir ses éléments à la nutrition des végétaux. En effet, si l'on met de l'eau chargée de sulfate de chaux en contact avec de la fibre ligneuse, l'odeur qui s'exhale du mélange annonce les réactions qui s'opèrent. On répète facilement cette expérience en petit. En versant dans une eau mucilagineuse, sucrée ou chargée d'extrait de terreau une solution de sulfate de chaux, il se forme de l'acide carbonique, de l'hydrogène sulfuré et des sulfures. Après une pluie, on sent l'odeur d'hydrogène sulfuré qui s'exhale d'un terrain plâtré. Mais si cet effet était le seul, ne devrait-il pas avoir lieu sur tous les terrains pourvus de terreau, et toutes les espèces de plantes ne profiteraient-elles pas des bénéfices de cette réaction qui leur fournirait des éléments utiles à leur végétation ?

Si, au lieu de se trouver en présence de la fibre ligneuse seule, le plâtre était rapproché d'un corps qui produirait aussi de l'ammoniaque, comme le fumier, il y aurait formation de sulfate d'ammoniaque et de carbonate de chaux.

(1) De Valcour, *Mémoires d'agriculture*, p. 552, 556 et suiv.

(2) *Précipies d'agriculture*, p. 509 et suiv.

Comme les terrains contiennent plus ou moins d'ammoniaque, c'est à cette fonction seule de fixer l'ammoniaque sous une forme moins volatile, que M. Liebig veut borner les effets du plâtre (1). Ce mode d'action est réel, et il faut en tenir grand compte. Point de doute que le plâtre n'agisse sur les sels ammoniacaux qui sont à sa portée, qu'il n'absorbe les vapeurs ammoniacales et ne se transforme parfois de la manière qui vient d'être indiquée; que, sous cet état, il ne fournisse aux plantes une partie de l'acide sulfurique que l'on trouve dans leurs cendres, et de l'azote qui entre dans leur composition. Mais cet effet ne peut être unique, et il doit même être assez faible dans le plus grand nombre de terrains, par exemple, dans les sables qui retiennent peu d'ammoniaque, et qui cependant éprouvent l'amélioration la plus notable de l'application du gypse; et si l'action de cette substance sur la végétation était seulement de leur fournir de l'azote, pourquoi son effet ne serait-il pas également marqué sur toutes les espèces de plantes, et en particulier sur le froment qui en est si avide?

A son tour, M. Boussingault a pensé que le plâtre agit utilement sur la prairie artificielle en portant de la chaux dans le sol (2); selon lui, le plâtrage équivaldrait au chaulage (3); et ce qui l'y confirmerait, c'est que, selon Rigaut de Lisle, le plâtre n'a d'action que sur les terrains qui ne contiennent pas suffisamment de carbonate de chaux (4).

Rigaut de Lisle, chimiste instruit, habile agriculteur, placé au centre d'un pays où l'on se sert de plâtre, s'étant procuré un grand nombre d'échantillons de terrains où le plâtre réussit et de ceux où il échoue, les examina avec attention et crut remarquer que les premiers renfermaient peu de calcaire et que les autres en renfermaient une grande proportion (5). Cette explication n'est pas suffisante; il faut rechercher aussi si le carbonate de chaux du terrain est dans un état propre à être dissous

(1) *Introduction à la chimie organique*, p. 107.

(2) *Économie rurale*, t. II, p. 255.

(3) *Ibid.*, p. 229.

(4) *Ibid.*, p. 255.

(5) *Mémoires de la Société d'agriculture*, 1814, p. 455.

pour entrer dans la végétation. Arthur Young a déjà observé les bons effets du plâtre sur les terres calcaires (1); M. Rieffel déclare que chez lui le plâtre n'agit qu'à condition de la présence de l'élément calcaire dans le sol (2); et nous pourrions lui fournir des terres contenant jusqu'à 0,20 de carbonate de chaux et où ses effets sont très-remarquables.

Le travail de M. Boussingault détruit aussi la théorie de Davy que nous avons d'abord adoptée, et qui regardait le plâtre comme un aliment nécessaire aux légumineuses et qu'il fallait leur fournir quand le sol n'en contenait pas. En montrant la faible proportion d'acide sulfurique contenu dans les légumineuses contre l'opinion que l'on s'en était faite, M. Boussingault n'a plus permis d'admettre cette théorie. Voici les résultats de l'analyse des cendres de ses récoltes de la ferme de Bechelbronn, en 1841 : nous avons ramené tous les chiffres à un poids de cendres égal à 100 (3).

	Acides *		Chlore.	Chaux.	Magnésie.	Potasse et soude.	Silice.	Oxyde de fer, magnésie, alumine.
	phospho- rique.	sulfu- rique.						
Pommes de terre . . . . .	41,27	7,15	2,67	1,78	5,45	51,46	5,59	15,56
Betteraves. . . . .	6,00	4,20	5,20	7,01	4,40	44,94	8,04	2,50
Navets demi-récol- te dérobée . . . . .	6,07	40,84	2,94	40,84	4,27	57,86	6,43	4,29
Tobinambours . . . . .	40,79	2,21	1,60	2,30	1,79	44,48	15,00	5,21
Froment . . . . .	46,98	1,08	»	2,91	46,00	29,45	1,45	»
Paille de froment . . . . .	5,07	4,04	0,64	8,49	5,02	9,52	67,59	4,04
Avoine . . . . .	45,02	0,94	0,47	5,75	7,75	42,91	55,29	1,44
Paille d'avoine . . . . .	2,04	4,12	4,74	8,26	2,75	28,89	40,03	2,14
Trèfle . . . . .	6,28	2,48	6,61	24,59	6,51	27,41	5,28	0,50
Pois fumés . . . . .	59,10	4,85	0,97	40,00	44,97	57,86	4,65	traces.
Haricots. . . . .	26,75	1,27	0,48	5,79	41,58	49,00	4,09	traces.
Fèves . . . . .	34,27	4,57	0,78	5,05	8,64	45,06	0,47	traces.

On voit dans ce tableau les navets, les pommes de terre, la paille d'avoine l'emporter sur le trèfle par la quantité d'acide sulfurique. Mais le trèfle contient plus de chaux que toutes les autres plantes analysées, ce qui faisait penser à M. Boussingault que la chaux était l'aliment principal qu'il fallait fournir au trèfle, et que si les sulfates agissaient comme aliment, ils devraient opérer des effets

(1) T. XVI, p. 587, de la traduction de ses OEuvres.

(2) *Agriculture de l'Ouest*, t. III, p. 18.

(3) *Économie rurale*, t. II, p. 529.

plus marqués encore sur d'autres plantes que ceux qu'ils produisaient sur le trèfle.

Il fut confirmé dans cette pensée en examinant ce qui se passait dans les plantes plâtrées et celles qui ne l'étaient pas. En effet il obtint les résultats suivants sur du trèfle (1) :

	Chlore.	ACIDES		Chaux.	Magnésie.	Oxyde de magnésie, fer, alumine.	Potasse.	Soude.	Silice.
		phosphorique.	sulfurique.						
Trèfle non plâtré . . .	4,07	9,75	3,88	28,49	7,64	4,24	25,65	1,24	20,09
Trèfle plâtré . . .	5,82	8,95	3,41	29,44	16,02	6,70	55,44	0,89	10,44

Quoique les proportions de matières minérales de cet essai diffèrent de celles obtenues de l'ensemble de la récolte de la ferme, nous remarquons cependant que les principaux matériaux s'y signalent toujours par leur abondance ou leur défaut et dans le même sens que dans le tableau précédent.

Nous voyons dans celui-ci que le plâtrage qui avait procuré une récolte double de foin n'avait rien ajouté à la proportion d'acide sulfurique, qui même paraissait avoir subi une diminution.

La théorie de Davy n'est donc pas plus réelle que les théories qui l'avaient précédée. Celle de M. Boussingault survit; nous y reviendrons plus loin. Pour que l'explication des effets du plâtre soit du reste à l'abri de tout reproche, il faut que dans les expériences que l'on tentera encore on fasse varier les sols, qu'on les analyse soigneusement et qu'on essaye le plâtre comparativement avec d'autres substances et sur une série nombreuse de plantes. Mais ce qu'on ne peut nier, quelle qu'en soit la cause, ce sont les effets énergiques de cette substance sur la croissance des plantes fourragères légumineuses et de quelques autres plantes cultivées dans les sols qui, jusqu'à présent, nous ont paru appartenir aux terrains anciens, ou à ceux de diluvion, à l'exclusion des alluvions modernes. Sur les terrains d'alluvion moderne, le plâtrage n'a paru avoir aucun effet, et dans tous ceux où il a réussi l'analyse n'a pu démontrer jusqu'ici la présence d'un cinquième du poids de la terre en sulfate de chaux.

(1) *Economie rurale*, t. II, p. 227.

Quand on veut rechercher le gypse contenu dans une terre, on la lessive avec de l'eau distillée qui le dissout, et l'on précipite l'acide sulfurique par le moyen du nitrate de baryte. On calcule alors aisément par les équivalents le poids du sulfate de chaux que renfermait le terrain.

### SECTION VIII. — De l'oxyde de fer.

On trouve le fer oxydé à différents degrés dans les terrains agricoles ; il n'y en a pas un, peut-être, qui en soit complètement dépourvu. C'est lui qui les colore de teintes si variées, depuis le rouge jusqu'au jaune pâle. Le fer oxydulé titanifère, attirable à l'aimant, se trouve dans les sables de certaines rivières (le Cèze, l'Ardèche) ; les oxydes à différents degrés, jusqu'à l'oxyde noir, sont mêlés aux différents sols, dont ils augmentent la pesanteur spécifique et la faculté de s'échauffer par la chaleur lumineuse ; ils en accroissent notablement la ténacité.

On trouve aussi le fer en grain, ou fer hydraté, dans les terrains où les eaux ont croupi ; par sa richesse, il constitue parfois un véritable minerai.

Quand l'oxyde de fer se trouve en abondance dans un terrain siliceux, celui-ci s'échauffe et se dessèche si facilement qu'il devient presque impropre aux cultures dans les pays méridionaux ; le seigle même a de la peine à y épier. Au contraire, dans le nord, il favorise l'échauffement du sol en le colorant, et le rend propre à la culture de terres qui, sans sa présence, auraient été stériles.

Il y a des sols, au contraire, qui ne renferment qu'une très-faible quantité de fer : ce sont des terres blanches, froides, et où les récoltes sont toujours retardées de quelques jours. On y remarque un grand nombre de variétés blanches de fleurs naturelles rouges ; nous y avons vu, dès la première génération, des graines d'*antirrhinum* rouge produire des fleurs parfaitement blanches. Les vins des vignobles de ces terrains ont moins d'alcool et plus de mucilage que ceux qui viennent sur des terrains colorés ; ils ne se conservent pas facilement. Sans doute l'absence du fer dans un terrain doit avoir encore d'autres effets sur la végétation et doit causer d'autres altéra-

tions qui n'ont pas encore été observées. M. Gris a montré, par un grand nombre d'expériences, comment on prévenait et l'on guérissait la chlorose des plantes par l'application des sels solubles de fer, du chlorure, du pyrolignite, et du sulfate à la dose de 8 à 16 grammes dans un litre d'eau.

Mais une des principales propriétés des oxydes de fer est, sans contredit, celle d'attirer et de fixer, sous forme d'ammoniaque, l'azote de l'atmosphère.

Vauquelin avait observé le premier que la rouille de fer qui se forme dans les habitations contenait de l'ammoniaque; Austin annonça, dans le soixante et dix-huitième volume des *Transactions philosophiques*, qu'il y avait formation d'ammoniaque lors de l'oxydation du fer par le contact de l'eau et de l'air atmosphérique; mais on attribuait encore cette formation aux émanations animales répandues dans l'atmosphère des lieux habités où s'étaient faites les expériences.

M. Chevallier en entreprit de nouvelles pour s'assurer de quelle source provenait cette ammoniaque. Ayant fait chauffer dans un creuset de la tournure de fer bien nette, il l'introduisit après le refroidissement dans un flacon qui contenait de l'eau, et dont il fit plonger l'entrée dans le mercure. Au bout de dix heures, du papier de tournesol rougi, introduit dans le flacon, était entièrement ramené au bleu; et quelques jours après, l'eau saturée par l'acide chlorhydrique donnait une quantité de chlorhydrate d'ammoniaque bien sensible. Cette expérience, plusieurs fois répétée, ne laisse point de doute sur la formation de l'ammoniaque lorsque le fer s'oxyde au contact de l'air et de l'eau (1).

Ayant depuis essayé une grande variété d'oxydes de fer naturels en les chauffant dans un petit tube de verre après les avoir lavés à l'eau bouillante pour enlever toute trace de matière animale, tous ont donné de l'ammoniaque. La quantité en paraît même considérable, car 150 grammes d'hématite rouge d'Espagne ont fourni 2 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque.

(1) *Annales de chimie*, t. XXXIV, p. 109.



Dans le Gers, d'après le rapport de M. Lartet, on se sert depuis longtemps d'argiles rougeâtres, fortement imprégnées d'oxydes de fer, qui produisent un effet très-marqué, effet qui est quelquefois l'équivalent d'une fumure, lorsque, après être restées pendant deux hivers exposées aux influences atmosphériques, on les répand sur les glaises de ce pays en même proportion que la marne.

Les oxydes de fer possèdent donc comme les argiles la faculté d'attirer et de retenir les gaz ammoniacaux ; peut-être même les argiles doivent-elles cette faculté au mélange de ces oxydes ; ce qui me le ferait penser, c'est la fertilité plus grande des argiles colorées ; mais pour trancher complètement la question il faudrait des expériences directes qui n'ont pas encore été faites.

#### SECTION IX. — *Du sulfate de fer.*

Les terrains imprégnés d'une quantité surabondante de sulfate de fer sont tout à fait stériles ; les bords des ruisseaux qui charrient des eaux vitriolées sont sans végétation ; seulement quelques menthes croissent à grand-peine dans les places où ce sel est moins abondant. Cependant plusieurs auteurs, et notamment Thaër (665), ont combattu la prévention défavorable qui s'attachait à cette substance, et ont paru lui reconnaître, dans certaines circonstances, des qualités fertilisantes.

« Des expériences dues au hasard, dit cet auteur, et qui tendaient à déterminer les propriétés qu'ont pour l'amendement des terres certains fossiles fortement imprégnés de vitriol, ont donné à ce sujet une importance dans la pratique qu'il n'eût pas eue sans cela. On a trouvé en Angleterre une tourbe imprégnée de vitriol, et en Allemagne, dans la terre de Reibersdorf, un charbon de terre vitriolisé, qui l'un et l'autre sont des engrais actifs lorsqu'ils sont employés en petite quantité.

« Il paraît résulter de ces expériences que le vitriol a une grande influence sur la végétation lorsqu'il est intimement combiné avec le charbon. Probablement l'action de la lumière et de l'air opère ici la décomposition de

l'acide sulfurique, dont l'oxygène se combine avec le carbone et forme de l'acide carbonique ou quelque autre substance favorable à la végétation. Il est également vraisemblable que, par le moyen de l'hydrogène qui est uni au charbon, le soufre et ce charbon lui-même entrent en combinaison et contribuent aussi à activer la végétation. »

La question des charbons et des houilles vitriolisés employés en petite quantité sur les terres, et dont le succès n'est pas douteux, n'ébranle pas d'ailleurs la certitude des mauvais effets du sulfate de fer quand il se trouve en quantité appréciable dans les sols arables, pas plus que les bons effets du sulfate de fer et des autres sels solubles ferrugineux employés en petite dose par M. Gris, et qui ont alors des effets réels et salutaires sur les plantes de terrains qui sont privés de cet élément essentiel à la végétation. Effectivement, le premier effet de l'application des sels de fer est d'agir sur la coloration des plantes et de rendre la couleur verte aux feuilles qui en étaient dépourvues ; or il suffit de savoir que c'est dans les parties vertes des plantes que se passent les phénomènes de l'absorption du gaz acide carbonique et de l'exhalaison de l'oxygène, pour juger de l'utilité de ces sels distribués en quantité modérée. Nous aurons occasion de traiter ce sujet plus au long en parlant des engrais.

### SECTION X. — *Du manganèse.*

Ce sont les oxydes de manganèse qui colorent les terres en noir, quand cette couleur ne provient pas de matières charbonneuses. On trouve le peroxyde de manganèse déposé en nids dans les meulières de Meudon ; les cailloux des terrains d'atterrissement de la vallée de la Seine et le diluvium de la Normandie sont incrustés d'une couche noirâtre de ce même minéral (1), et ce n'est pas seulement dans ce pays que ces cailloux enveloppés d'une couche noirâtre se retrouvent, nous en avons constaté la

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XVII, p. 1288.

présence dans les couches de diluvium de la vallée du Rhône. Le manganèse paraît donc jouer dans la composition des terrains un rôle beaucoup plus grand qu'on ne le pensait, et il est probable qu'on le reconnaîtra plus souvent dans les analyses de terres, dès qu'on cessera de le confondre avec le fer et qu'on l'y cherchera expressément.

Selon Sprengel (1), le manganèse serait nuisible à certaines plantes qui ne pourraient pousser dans les champs qui le contiendraient. Il a remarqué que le chrysanthème ne croissait pas sur un terrain qui en renfermait cependant à peine un centième, tandis qu'il était très-abondant dans celui qui n'en contenait pas. En examinant son analyse des cendres et des terres, nous serions bien plutôt tenté d'attribuer cet effet à l'excès des chlorures du terrain qui en contenait 0,09, car nous n'avons jamais vu le chrysanthème sur les terres salées. Il est fâcheux que l'auteur ne nous ait rien dit de l'état de la végétation des céréales et des fourrages sur les terrains où il faisait ses observations.

### SECTION XI. — *Des phosphates.*

On sait quel rôle important jouent les phosphates dans la composition des corps animaux : leurs os en sont formés en grande partie ; leur cerveau en contient une quantité notable, et ce fait annonce déjà qu'on doit les retrouver dans les végétaux qui sont la base de l'alimentation animale, et par conséquent dans les terres qui seules peuvent les fournir aux végétaux. En effet, toutes les plantes contiennent des phosphates, et en particulier les graines des céréales présentent une quantité assez considérable de phosphates de chaux et de magnésie. Liebig affirme qu'elles ne peuvent se développer et parvenir à maturité sans phosphate de magnésie (2). Cette assertion mériterait d'être vérifiée, car elle attribuerait à la présence de la magnésie dans les sols une importance qu'on ne lui

(1) *Bulletin des sciences mathématiques*, août 1830, p. 145.

(2) *Introduction*, p. 139.

a pas accordée jusqu'ici, et donnerait peut-être la clef des effets de certaines marnes magnésiennes.

Th. de Saussure observe que les phosphates terreux sont, après les sels alcalins, l'élément le plus abondant des cendres d'une plante verte herbacée ; que, lorsqu'on lave avec de l'eau un végétal, ces phosphates lui sont enlevés en plus grande proportion que tous les autres principes des cendres, si l'on en excepte les sels alcalins ; que les feuilles d'un arbre contiennent des cendres plus chargées de phosphates en sortant de leur bouton, qu'aux époques postérieures de la végétation ; que la proportion des phosphates diminue dans les cendres des plantes annuelles depuis le moment de la germination jusqu'à celui de la floraison, mais qu'elle paraît augmenter à l'époque de la maturité des semences.

Le phosphate de chaux passe dans les plantes à l'état de solution dans une eau chargée d'acide carbonique ; il se dissout dans l'eau contenant du sel marin ou du sel ammoniacal ; celui de magnésie se dissout dans quinze fois son poids d'eau. Les phosphates terreux se trouvent dans presque tous les terrains que nous avons examinés, soit que ces sels proviennent des engrais reçus ou des débris des animaux fossiles, ou enfin qu'ils fassent en effet partie de la composition minérale du sol. M. Schweitzer a trouvé  $\frac{1}{10000}$  de phosphate de chaux dans les dunes de Brighton, et M. Daubeny en a aussi constaté la présence dans un grand nombre de roches calcaires (1). Nous avons indiqué plus haut les moyens de les y découvrir. L'effet des os pulvérisés, si puissant sur certains terrains, et nul sur d'autres, ne tiendrait-il pas à ce que les premiers terrains manquent de phosphates ? Cette question, comme tant d'autres, ne pourra être résolue que quand on s'occupera d'une manière plus suivie et plus exacte de l'analyse des sols qui présentent de pareils phénomènes.

Un fait tendrait cependant à la résoudre affirmativement. On sait combien le lait contient de phosphates ; il est donc certain que l'alimentation spéciale des vaches

(1) *Annales des sciences géologiques*, t. I, p. 890.

laitières en enlève, chaque année, à la terre une certaine quantité qui ne lui est pas restituée par les engrais. Or, un cultivateur anglais affirme que, par l'emploi des os moulus, il a rétabli ses prairies affectées à cet usage et qui étaient ruinées, tandis que des doses abondantes de fumier ne leur rendaient pas la fécondité perdue.

Depuis la publication de la première édition de ce volume, M. Liebig a écrit de plus grands développements sur le rôle des phosphates dans la composition des terrains agricoles. Il affirme que tous les terrains labourables, même les landes, contiennent des phosphates en quantité très-notable, ou qu'on en a trouvé dans toutes les eaux minérales; que les bancs de galène et le schiste siliceux renferment des cristaux de phosphate d'alumine; que l'apatite se rencontre dans toutes les terres fertiles (1).

Mais cette provision de phosphates peut être épuisée par l'exportation continuelle de matières animales. Un kilogramme d'os renferme autant de phosphates que cent kilogrammes de blé; et les terrains de l'Angleterre épuisés ainsi ont été rajeunis par les engrais d'os que l'on y a répandus. L'acide phosphorique seul peut produire la fibrine et la caséine végétale. Vient-il à manquer, on ne peut plus compter sur le développement de la graine des céréales et des légumes.

Il est donc essentiel de s'assurer dans les analyses si la terre contient des phosphates, puisque les récoltes de grains surtout dépendent en partie de leur présence. Ne pourrait-on pas penser aussi que les eaux de la mer renferment une quantité de phosphates assez petite, il est vrai, pour que leur détermination analytique soit aussi difficile que celle de l'iode, et que ces eaux vaporisées les transportent sur la terre, en y retombant sous forme de pluie, comme elles y transportent du sel marin?

Mais il ne faudrait pas non plus s'exagérer les effets des engrais provenant des os, en les considérant surtout comme dus aux phosphates. Ces effets peuvent le plus souvent être expliqués par la matière azotée qu'ils renfer-

(1) *Chimie appliquée à l'agriculture*, p. 471.

ment; tels sont les os broyés et le noir animal, comme nous le verrons en traitant des engrais. Quant aux effets du phosphate privé de ces matières, ils ont été le plus souvent nuls. Ainsi, M. Godin, fabricant de colle d'os, voulant utiliser les résidus de sa fabrication, montant à plus d'un millier de kilogrammes qui étaient presque entièrement du phosphate de chaux pur, les distribua à des agriculteurs des environs de Paris et de Bretagne où l'on emploie tant de noir animal, pour les essayer comme engrais. De tous côtés on lui a répondu que son engrais ne produisait aucun effet.

Mais pour prononcer à cet égard, il aurait fallu opérer sur une terre où l'absence des phosphates eût été bien constatée, et surtout sur une de celles citées plus haut et où depuis longtemps il se faisait une exportation continue de matières animales.

## SECTION XII. — *De la potasse.*

Le rôle important que les alcalis minéraux, et en particulier la potasse, remplissent dans la végétation, doit surtout fixer notre attention sur cette substance; en effet, d'après Th. de Saussure, les quantités de potasse qu'on trouve dans les cendres de différentes plantes sont les suivantes :

Graine de fèves. . . . .	22,45	Tige de maïs. . . . .	39,00
Tiges de fèves. . . . .	57,25	Grain de maïs. . . . .	14,00
Fruit du marronnier . . . . .	51,00	Paille d'orge. . . . .	16,00
Paille de froment . . . . .	12,50	Grain d'orge. . . . .	18,00
Grain de froment . . . . .	15,00		

Or, la paille de froment fournit 7 p. c. de cendres; donc elle contient 0,85 p. c. de soude ou de potasse. Le grain de froment fournit 2,4 p. c. de cendres; donc il renferme 0,56 p. c. d'alcalis. Dans une récolte de 20 hectolitres sur 1 hectare produisant 1,600 kilogr. de grains et environ 5,200 kilogr. de paille, on enlèvera donc au sol, savoir :

Pour le grain. . . . .	14,0	d'alcalis.
Pour la paille. . . . .	11,2	
	<hr/>	
	25,2	

La difficulté de pourvoir indéfiniment à cette reproduction est encore plus frappante quand il s'agit de forêts dont la dépouille entière est enlevée périodiquement et n'est pas restituée en partie à la terre sous forme d'engrais, comme cela a lieu pour les récoltes céréales. Cette difficulté avait inspiré à quelques-uns la pensée que la potasse se formait de toutes pièces dans l'acte de la végétation, et que si la chimie n'était pas encore parvenue à la décomposer en d'autres éléments qu'oxygène et potassium, corps qui se trouve seulement dans la potasse, c'était la faute de la science, et que l'ignorance où elle nous laissait ne pouvait faire admettre l'impossibilité physique que paraissait offrir cette énorme consommation d'une substance aussi utile, sans moyen connu de reproduction.

Th. de Saussure avait déjà démontré, contre cette opinion, que les végétaux ne forment point les différentes substances salines que fournit leur incinération, et des résultats qu'il avait obtenus de ses essais multipliés, il avait tiré la conclusion que les alcalis et les terres qu'on trouve dans les plantes sont puisés dans le sol. Il a observé en général que plus les plantes sont isolées du terrain dans lequel elles végètent, et moins elles fournissent de sels.

Cependant M. Schröder avait publié des expériences qui semblaient prouver le contraire, car il annonçait qu'après avoir fait germer des semences de froment, de seigle et d'orge dans une boîte contenant de la fleur de soufre humectée avec de l'eau distillée et placée dans un jardin, préservée de la poussière et à l'abri de la pluie, il avait produit du blé contenant plus de matière terreuse qu'il n'en existait dans les semences.

« Des expériences, faites plusieurs années après par M. Braconnot, se trouvaient d'accord avec celles de Schröder. Mais M. Lassaigue, considérant combien, d'après les connaissances plus précises que nous avons aujourd'hui sur la nature des alcalis et des terres, il serait impossible d'admettre qu'ils soient un produit de la végétation, crut avoir lieu de se persuader, en examinant attentivement le procédé employé par MM. Schröder et Braconnot, que ces chimistes n'avaient pas pris toutes les

précautions que réclamaient des expériences aussi délicates. Il se détermina en conséquence à entreprendre de nouvelles expériences à ce sujet.

« Après avoir placé, le 2 avril, 10 grammes de semence de sarrasin (*polygonum fagopyrum*) dans une capsule de platine contenant de la fleur de soufre lavée, humectée avec de l'eau distillée récemment préparée, il posa cette capsule dans une large assiette de porcelaine contenant un demi-centimètre d'eau distillée, et recouvrit le tout avec une grande cloche de verre. A la partie supérieure de cette cloche était adapté un robinet qui, au moyen d'un tube de verre recourbé en siphon et terminé par un entonnoir également de verre, permettait de verser de temps en temps de l'eau sur le soufre. Au bout de trois jours la plus grande partie des graines avait germé. On continua à les arroser tous les jours, et dans l'espace d'une quinzaine elles avaient poussé des tiges de 0<sup>m</sup>,06 environ de hauteur, surmontées de plusieurs feuilles.

« Après les avoir rassemblées avec soin ainsi que les graines qui n'avaient pas levé, on incinéra le tout dans un creuset de platine. Les cendres obtenues pesaient 0<sup>gr</sup>,220. Soumises à l'analyse elles donnèrent :

Phosphate de chaux. . . . .	0g190
Carbonate de chaux. . . . .	0, 025
Silice. . . . .	0, 005
Chlorure de potassium. . . . .	traces.
	<hr/>
	0, 220

« Ces expériences ayant été répétées le 25 avril avec les mêmes précautions, M. Lassaigue obtint les mêmes résultats.

« Dix grammes des mêmes semences de sarrasin ayant été incinérées, elles donnèrent exactement la même quantité de cendres, et de même nature; d'où il suit que pendant le développement de ces graines, il ne s'était pas formé de sels alcalins.

« M. Lassaigue conclut de ces expériences, conformément à ce qui avait été déjà démontré par M. de Saussure, que les alcalis et les terres que l'on trouve dans les plantes ne sont pas formés pendant l'acte de la végétation,



ainsi que MM. Schrœder et Braconnot l'avaient avancé, mais bien qu'elles ont été absorbées dans le sol (1). »

Après cette preuve sans réplique, c'est donc dans le sol lui-même qu'il nous faut chercher la potasse nécessaire à la végétation.

Liebig a calculé (2) que les klingsteins et les basaltes renferment de 0,75 à 3 p. c. de potasse et de 5 à 7 p. c. de soude; les schistes argileux, de 2,71 à 3,51 de potasse; la terre glaise, de 1,50 à 4 p. c. de potasse. Si, en partant du poids spécifique de ces diverses roches, on calcule combien de potasse, est contenue dans un terrain qui provient de la désagrégation d'une couche de roche ayant une hauteur de 0<sup>m</sup>,54 et une superficie de 2,500 mètres carrés ( $\frac{1}{4}$  d'hectare), on trouve :

Terrain provenant	{	du feldspath . . . . .	576,000 kil.
		de klingstein . . . . .	100,000 à 200,000
		de basalte . . . . .	23,750 à 95,000
		de schiste argileux . . . . .	50,000 à 100,000
		de glaise (3) . . . . .	45,500 à 150,000

Il y aurait dans de pareils sols de quoi fournir pendant un temps indéfini à la consommation de potasse que font les végétaux, en supposant même qu'elle n'y pût être renouvelée. Nous avons vu plus haut qu'une récolte de froment en absorberait 25,5 kilogram. par hectare; or, selon Liebig, un terrain de glaise en contiendrait sur la même étendue 174,000 kilogrammes, ce qui représenterait la consommation de 6,823 récoltes, en supposant que rien ne fût restitué à la terre.

Il y a cependant quelques objections à faire à ces calculs : d'abord, on ne peut comprendre dans le sol arable une profondeur de 0<sup>m</sup>,54 : les arbres des forêts peuvent seuls y atteindre; la plupart des plantes cultivées étendent leurs racines beaucoup moins loin; au reste, l'épaisseur de la couche où elles se nourrissent fût-elle réduite

(1) Les alinéa guillemetés sont copiés d'une note qui nous a été remise par M. Lassaigue.

(2) Introduction, p. 135.

(3) La contenance en potasse des glaises, indiquée par Liebig, est tout à fait arbitraire; et, en effet, les glaises résultent de roches décomposées qui ont subi des actions très-diverses, des actions chimiques, et sont loin généralement de retenir une proportion notable de sels alcalins.

au tiers, il y aurait encore une masse de potasse assez grande pour rassurer les plus timides.

Mais M. Berthier a prouvé que dans l'acte de la décomposition des feldspaths la potasse leur était enlevée, et que leur silicate de potasse se transformait en silicate d'alumine. M. Fournet a observé les mêmes effets sur les roches ignées ; il les attribue à l'action des eaux chargées d'acide carbonique qui, plus énergique que la silice, s'empare des bases les plus fortes et les plus solubles ; aussi les roches à base de potasse sont-elles le plus fortement attaquées et le plus profondément altérées (1). Il résulte de ces faits que les roches désagrégées et rendues propres à la culture sont bien loin de contenir toute la potasse qu'elles renfermaient dans leur état d'intégrité, et que c'est même par le fait de la décomposition des silicates de potasse que leur désagrégation a pu avoir lieu.

Maintenant, dans quelle proportion cette soustraction de potasse s'est-elle effectuée ? Elle est variable selon les circonstances, et ce n'est plus l'état de la roche, mais celui du terrain que l'on examine qu'il faut rechercher. Alors on sera bien loin des quantités indiquées par M. Liebig, et souvent on trouvera des terrains qui en sont presque complètement privés. Ces terrains sont surtout signalés par les effets énergiques qu'y produisent les cendres employées comme engrais ; on sait combien elles sont nécessaires dans certaines parties des Vosges, tandis qu'ailleurs, et surtout dans les parties moins éloignées des côtes, elles ne produisent plus que des effets médiocres.

Comment la potasse peut-elle donc se régénérer dans la terre ? M. Liebig rappelle que la vapeur d'eau entraîne les matières fixes ? On a cité l'acide borique entraîné par cette vapeur dans les lagunes de la Toscane, la vaporisation du nitre dans les fabriques de ce sel, celle du sel marin dans les salines ; on aurait pu encore citer la saveur salée des feuilles exposées au vent de mer, et les miasmes des marais entraînés par la vapeur et portant au loin leurs qualités délétères. Or, les eaux de la mer renferment,

(1) Mémoire de M. Fournet, *Annales de chimie*, mars 1834, p. 225 et suiv.

outre le sel marin, des chlorures de potassium et de magnésium ; ce serait donc par la voie de la pluie et surtout par celle des orages qui, par leur rapidité et l'isolement de leurs nuages transportent au loin les matières des lieux de leur formation, que le sol recevrait habituellement ce supplément de sels alcalins nécessaire à sa production annuelle, et ce transport serait d'autant plus facile et plus abondant que les lieux seraient moins éloignés de la mer.

La potasse se trouve dans la terre ou sous forme de sel soluble, carbonate, nitrate, chlorhydrate, ou plus souvent, surtout dans les terrains décomposés en place et dans ceux dont la décomposition est peu avancée et qui laissent encore reconnaître la nature des roches dont ils sont formés, sous forme de silicate insoluble. Il ne suffit donc pas, pour déterminer la quantité de cette substance contenue dans un terrain, de rechercher celle que l'on obtient par de simples lavages, mais il faut recourir au procédé décrit plus haut, par lequel on fait disparaître la silice des silicates, et on laisse la potasse à nu.

Dans un grand nombre de sols arables fertiles, la potasse n'entre que pour une très-petite partie de leur masse; nous en avons trouvé qui en avaient à peine un millième, mais il y en a d'autres aussi qui en possèdent une quantité assez considérable et où il se forme du salpêtre. On en trouve quelques-uns de cette espèce dans le midi de la France, et les terrains d'Espagne et de l'Inde, où le nitrate de potasse s'effleurit sur le sol, doivent en être abondamment pourvus. C'est sans doute à son absence que l'on doit attribuer l'infertilité d'un grand nombre de sols, qui posséderaient d'ailleurs d'autres éléments de fécondité. On remarque sur les montagnes la vigueur avec laquelle l'herbe pousse sur la plus légère couche de terre placée sur les roches de granit et s'y conserve sans engrais dans toute sa vigueur; on a remarqué les grands effets d'un arrosage de lessive sur des gazons qui possédaient pourtant un sous-sol bien pourvu de carbone et d'azote. Les agriculteurs ne sauraient donc porter trop d'attention sur la dose de potasse que contiennent leurs terres, car cette connaissance peut les diriger utilement

dans les modifications qu'ils devraient faire subir aux engrais qu'ils y enfouissent.

### SECTION XIII. — *De la soude.*

La soude remplace la potasse dans la composition d'un grand nombre de plantes dites marines, parce qu'elles viennent généralement au bord de la mer. Mais les terrains salés qui se couvrent de soudes, de salicornes et d'autres végétaux propres à ces localités, se trouvent aussi loin des côtes : les steppes de la Tartarie, par exemple, sont imprégnés de chlorure de sodium qui s'effleurit à l'air. Les soudes cultivées dans un terrain privé de sel marin cessent de contenir de la soude, et la potasse se substitue à l'autre alcali minéral; de même que les plantes à potasse, les céréales elles-mêmes cultivées dans un terrain qui contient seulement du chlorure de sodium et peu ou point de potasse suppléent à cette dernière par la soude qui se trouve alors dans leurs cendres.

La beauté des récoltes de froment que l'on obtient dans ces terrains, quand d'autres raisons ne s'y opposent pas, prouve assez que cette substitution n'est pas défavorable aux plantes; de même que la *salsola tragus*, qui remonte si haut dans la vallée du Rhône, ne se montre pas moins vigoureuse dans sa station la plus continentale qu'elle ne l'était près de la mer, quoiqu'elle ne contienne plus que de la potasse. Il faut donc examiner avec attention la question de savoir si la soude suppléerait toujours avantageusement à ce qui manquerait de potasse dans un sol : car la première substance est moins chère que la dernière.

Le chlorure de sodium (sel marin) manifeste sa présence dans un terrain : 1° en s'effleurissant à la surface pendant la sécheresse; 2° en prolongeant l'humidité du sol dans les temps humides, et en continuant à la manifester même quand les terres non salées sont déjà sèches, soit après une rosée, soit seulement quand l'air est imprégné de vapeur; 3° en durcissant et tassant fortement, en proportion de la quantité de sel qu'il contient, le sol desséché, qui, après avoir été réduit en poussière par le

labour, fait de nouveau un corps tenace, dès qu'il a reçu une pluie. Ces défauts sont grands et opposent de sérieux obstacles à la culture; pour les vaincre, il faut toute l'expérience des cultivateurs habitués à les combattre. Néanmoins, quand les terres ne renferment pas au delà de 0,02 de sel, elles sont très-précieuses, soit comme donnant d'excellents pâturages pour les troupeaux, soit comme très-fertiles en blé. Quand la dose de sel dépasse 0,02, le sol cesse de se gazonner et ne porte plus que quelques plantes marines qui lui sont particulières: les salsolas, les atriplex, les salicornes, le tamarisc, etc.

Quand les terrains ne possèdent de soude que celle qui résulte de la décomposition des roches qui les ont formés, il faut recourir, pour la déterminer, à la méthode indiquée pour la potasse; mais quand ce sel est très-abondant, on peut négliger les faibles quantités qui résulteraient de cette opération, et alors il suffira de lessiver exactement la terre, de faire évaporer et cristalliser. On reconnaîtra alors le sel marin à la forme cubique de ses cristaux et à son goût spécial. On le dessèche ensuite et on le pèse. Il est quelquefois mêlé dans la solution à d'autres sels qui, étant moins solubles, restent dans les eaux mères quand le sel commence à cristalliser.

#### SECTION XIV. — *Du carbone et des terreaux.*

##### § 1<sup>er</sup>. — Des terreaux.

Le terreau ou humus est une substance brune ou noirâtre, mêlée aux principes minéraux du sol et qui n'est autre chose que la partie ligneuse des plantes altérée par la fermentation et modifiée par l'action de l'atmosphère et des corps environnants. Pour que la fermentation de la fibre ligneuse ait lieu, il faut qu'elle soit humide et en contact avec l'oxygène de l'air ou d'autres corps oxygénés, tels que des sulfates qui se changent alors en sulfures. De la sciure de bois placée dans un lieu sec ou dans de l'eau privée d'air ne noircit pas et n'entre pas en fermentation.

En fermentant, le terreau perd de son carbone qui se

transforme en gaz acide carbonique, mais en plus grande quantité encore de son oxygène ou de son hydrogène, de sorte que le terreau tend à conserver une plus forte proportion de carbone que de ses autres éléments, et que si l'action se prolonge il ne reste plus que du carbone insoluble. Pendant cette fermentation, outre l'acide carbonique, il se forme encore de l'acide acétique, et une portion de terreau devient soluble dans l'eau et prend le nom d'*extrait de terreau*. M. de Saussure, ayant analysé l'extrait de terreau de Meudon, trouva qu'il contenait du sucre de raisin, de la dextrine, une substance azotée, des nitrates de potasse et d'ammoniaque, des chlorhydrates de chaux et de potasse. Les cendres de la partie insoluble consistaient en phosphate de chaux et en oxydes métalliques (1).

Chaque espèce de végétaux, chaque partie des plantes peuvent fournir un terreau différent quant à sa composition; il doit varier aussi suivant l'époque plus ou moins avancée de sa fermentation, et enfin on peut finir par prendre pour du terreau un charbon insensible à toutes les réactions.

Cet exposé doit mettre en garde contre la généralité attribuée à ce mot de terreau, et doit faire sentir combien il importe de s'assurer de sa nature avant de prononcer sur ses effets agricoles.

Le terreau se dissout dans les solutions alcalines; si on le fait bouillir avec de la potasse et que l'on évapore, on a un corps coloré en brun que l'on a appelé humate de potasse et qui paraît contenir 4 centièmes de terreau, plus ou moins. Mais le nom donné à ce composé semblerait impliquer l'existence d'un acide *humique*. M. Peligot a démontré (2) que cet acide n'était pas identique à l'acide ulmique, mais que probablement plusieurs acides différents et susceptibles de former des sels peu solubles avec les bases alcalines et terreuses concouraient à ce produit. Le terreau est donc un corps plus complexe qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et qui appelle de nouvelles études de la part des chimistes.

(1) *Bibl. univers. de Genève*, décembre 1841, p. 545.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. IX, p. 125.

Quant aux agriculteurs qui veulent étudier ses effets sur la végétation, ils sont loin d'être d'accord. Cependant nous trouverons que le terreau doit agir de la manière suivante :

1° Il fournit aux plantes l'azote que son analyse manifeste toujours, azote provenant des végétaux dont il est formé, quand la décomposition de ces végétaux n'est pas trop avancée.

2° Il fournit aussi du gaz acide carbonique qui se dégage pendant sa fermentation, qui imprègne l'eau existante dans le terreau, et forme au pied de la plante et sous l'abri de ses feuilles une atmosphère surchargée de cet acide.

On est d'accord sur ces deux effets produits par le terreau.

3° Cette eau chargée d'acide carbonique agit sur les silicates alcalins insolubles qui se trouvent dans le sol, les décompose et met ainsi leurs éléments à la disposition des végétaux. Ainsi, M. Polstorff ayant fait végéter et fructifier des plantes dans du sable ordinaire, mais calciné, pour s'assurer qu'il n'y restait aucune partie organique, il crut devoir ensuite rechercher la nature de ce sable qui avait produit une végétation, contrairement à ce qui se serait passé dans le quartz pur. Il l'exposa pendant un mois à un courant d'acide carbonique, qui traversait l'eau à laquelle ce sable avait été mêlé, et il put en retirer ensuite de la silice, de la potasse, de la chaux et de la magnésie (1).

4° Il faut se rappeler que les corps poreux, tels que les débris ligneux et le charbon, possèdent éminemment la faculté de s'emparer et de condenser les gaz qui les entourent. On sait, par les expériences de M. Th. de Saussure, que le charbon de bois peut absorber jusqu'à 90 fois son propre volume de gaz ammoniacal, 9,25 fois son volume d'oxygène, 7,5 fois son volume d'azote. Ces gaz sont restitués en partie par la diminution de la pression barométrique, par l'élévation de la température, par l'humidité qui vient remplacer le gaz et le chasse des

(1) *Ueber die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen.*

pores du charbon. Il y a donc, selon les circonstances variables, tantôt emmagasinement du gaz, tantôt restitution au profit de la végétation. Quoique les matières charbonneuses et les matières ligneuses en décomposition soient les matières absorbantes les plus puissantes, les argiles, les oxydes de fer, etc., participent aussi de cette propriété; mais il n'en est pas moins constant que le terreau, par son énergie absorbante, exerce une fonction très-importante dans la végétation, puisqu'il est, pour ainsi dire, le trésorier et l'économe de ces gaz qu'il distribue sur les différentes époques de l'année, tandis que, faute d'un pareil agent, les plantes n'auraient pas profité de ceux qu'elles n'auraient pu conserver immédiatement.

5° On admettait généralement que la solution d'extrait de terreau était absorbée par les racines des plantes et servait à la nutrition. M. Liebig a contesté cette absorption en se fondant sur des expériences de Hartig; de son côté, M. Th. de Saussure a repris ces expériences avec l'esprit judicieux et exact qu'il a porté dans toutes ces recherches.

M. Hartig (1) a pris des plants de fèves dont les racines trempaient dans une solution très-colorée d'extrait de terreau obtenu par la potasse; elles étaient placées dans une éprouvette étroite. Les plantes ont crû, ont poussé des racines, ont absorbé en 24 heures toute l'eau du vase, c'est-à-dire le double de leur poids. On remplaçait chaque jour l'eau absorbée, et au bout d'un mois on n'a trouvé aucune diminution dans la teinte primitive de la liqueur. L'analyse de la liqueur ne manifeste qu'une diminution de 1,5 milligramme dans le poids de l'humus. Ainsi, selon l'auteur, les racines absorberaient l'eau à l'exclusion de la solution d'*humus*.

M. Théodore de Saussure a pensé que dans l'expérience de M. Hartig les racines étaient dans un état de souffrance: 1° parce qu'elles étaient comprimées dans un tube qui n'avait que 0,<sup>m</sup>009 de diamètre et 0,<sup>m</sup>081 de hauteur; 2° parce qu'après avoir en grande partie épuisé

(1) Voir son mémoire dans l'*Introduction à la chimie organique* de Liebig, p. CLVII.



le liquide contenu dans le tube, elles étaient exposées à l'action de l'air; 5° parce que la couleur noire que, selon l'auteur, les racines prenaient à leur extrémité, montre qu'elles étaient dans un état de décomposition.

Il a répété ces expériences avec des plants des fèves et de persicaire.

Les éprouvettes ayant 0<sup>m</sup>,022 de diamètre et 0<sup>m</sup>,150 de hauteur contenaient 50 grammes d'une solution d'*humate* de potasse carbonisé, coloré en brun foncé, ou 7 centigrammes de cet humate sec qui, à l'analyse, donnent 18 milligrammes d'*humus*.

Au bout de quatorze jours, le poids de la plante, originellement de 11 grammes, était augmenté de 6 grammes; elle avait absorbé 153 grammes de liquide; son absorption était remplacée chaque jour par de l'eau distillée. La plante avait poussé des racines blanches dans toute leur largeur, la solution avait subi une décoloration très-prononcée, et à peu près égale à celle d'une solution pareille étendue de deux fois son volume d'eau. La liqueur, résidu de la végétation, a donné 2 centigrammes d'*humate* de potasse, qui contenaient 9 milligrammes d'*humus*.

La plante en avait absorbé une quantité égale.

La persicaire a donné un résultat analogue.

Après avoir répété l'expérience de Hartig avec l'*humate* de potasse, l'auteur a voulu éprouver les effets de l'extrait de terreau.

Il a fait macérer pendant deux jours du terreau de bruyère avec le double de son poids d'eau de pluie; 100 grammes de cette liqueur filtrée fournissent par l'évaporation un extrait brun, non acide, de 588 milligrammes; 12 centigrammes de cet extrait ont été délayés dans 100 grammes d'eau. La moitié de la dissolution a alimenté deux plantes de persicaire, l'autre moitié n'a pas reçu de plante. Au bout de neuf jours, pendant lesquels on a toujours remplacé la liqueur absorbée, les plantes ont été retirées très-saines, après s'être allongées de 0<sup>m</sup>,07 et avoir poussé les racines blanches dans toute leur longueur. L'évaporation de la liqueur d'épreuve a fourni un extrait sec qui pesait 59 milligrammes, tandis que celui

laissé par la plante ne pesait que 55 milligrammes.

MM. Wiegman et Trinchinetti (1) ont répété cette expérience avec le même succès. Mais une si faible absorption d'extrait de terreau avait-elle contribué au développement de la végétation? Il est à regretter que pour éclaircir ce doute on n'ait pas mis en comparaison des plantes végétant dans l'eau pure.

Ce que l'on ne peut mettre en doute, c'est l'absorption de l'extrait de terreau et sa combinaison avec la potasse, prouvée par la décoloration des liquides.

Maintenant il faut prouver qu'il y a eu assimilation de cette solution par le végétal et qu'il n'y a pas eu une simple absorption impropre à la nutrition, comme serait celle de l'encre et de la teinture de bois de Brésil qui colore le végétal sans s'y assimiler. M. de Saussure observe que l'albumine du grain de froment sert de nourriture au végétal dans la première période de son existence; or, si on le retranche en le vidant par l'opération de la main, ou s'il est retranché, comme cela arrive naturellement, par la pourriture et le ravage des insectes, la plante profite peu dans l'eau ou dans un sable infertile: elle y double tout au plus sa matière sèche végétale, tandis que si on la plante dans le terreau, elle reprend sa vigueur. L'extrait de terreau remplace donc ici l'albumine.

Le terreau contenu dans le sol est en grande partie insoluble, comme nous l'avons dit, et ne devient soluble que par le progrès de la fermentation. Cette fermentation lente se continue chaque fois qu'il est humecté et présente sans cesse aux plantes de nouvelles doses de matière extractive.

Enfin M. de Saussure examine les résultats obtenus par M. Lucas sur les effets du charbon pur pour obtenir une belle végétation (2).

Il a trouvé, et M. Lundstrœm a trouvé comme lui, que le charbon pilé mêlé avec la terre ne produisait aucun bon effet sur la végétation quand, par une longue décoction avec l'eau distillée, on l'avait dépouillé de tous ses sels et des substances organiques qu'il renferme.

(1) *Sur le pouvoir absorbant des plantes*, Milan, 1845, 1 vol. in-4°.

(2) Voir ce mémoire dans l'*Introduction* de Liebig, p. CLXIV.

C'est donc seulement comme absorbant les gaz de l'atmosphère et comme amendant un sol tenace, ou enfin comme colorant un terrain blanchâtre, que le charbon doit être considéré comme utile dans l'agriculture.

Les terrains trop abondants en terreau, qui en contiennent, par exemple, le quart de leur poids, sont généralement peu fertiles. De Saussure avait déjà prouvé que l'eau trop chargée d'extrait de terreau était moins favorable aux plantes que celle qui en contenait une moins grande quantité (1). Il en résulte que dans les terrains que nous considérons, il se forme une atmosphère surabondante d'acide carbonique. Or, le même auteur a prouvé qu'une petite dose d'acide carbonique ajoutée à l'air commun était nuisible aux végétaux à l'ombre et pendant la nuit, et qu'au soleil même elle ne leur était utile qu'autant que cette atmosphère contenait du gaz oxygène libre, circonstance qui ne peut exister qu'imparfaitement, si le sol offre à l'oxygène de l'air un corps qui l'absorbe continuellement pour former de l'acide carbonique. Sur de pareils terrains on n'obtient de bonnes récoltes que par l'emploi de la chaux caustique, qui absorbe une partie de l'acide carbonique et enlève à l'atmosphère des plantes celui qui est superflu, ou par l'emploi d'engrais animaux qui forment avec ce même acide des carbonates d'ammoniaque et de potasse.

On a reconnu généralement 5 à 8 centièmes de terreau dans les terres les plus fertiles ; elles produisent, à l'analyse, pour 1 gramme de terre, 4 à 8 centigrammes d'acide carbonique, avec une quantité variable d'azote. On trouve aussi des terrains fertiles qui ne renferment que des quantités insensibles de terreau ; telles sont, par exemple, en Flandre les terres de Lille, analysées par M. Berthier et citées dans *l'Agriculture de la Flandre* de M. Cordier ; mais elles sont soumises à une excellente culture, et on supplée par des engrais abondants et annuels à ceux que la nature leur a refusés ou qui ont été détruits par la continuité de cette culture elle-même ; d'autres terrains sont soumis à des inondations périodiques qui

(1) *Essais sur la végétation*, p. 170.

leur apportent en faible dose, mais sans interruption, les substances nutritives des plantes; d'autres enfin sont placés de manière à recevoir les égouttements chargés de l'extrait de l'engrais des terres supérieures.

On peut donc affirmer, en thèse générale, que le terreau est une partie constituante des bons sols; que c'est la plus sûre garantie de la production de l'acide carbonique, qui remplit des fonctions si importantes relativement aux végétaux et relativement au sol; qu'il est d'ailleurs le dépôt de plusieurs autres principes essentiels à la végétation. Il se conserve et s'augmente par la production spontanée des plantes, aux dépens de leurs débris accumulés; c'est ainsi que les terrains qui ont été longtemps plantés en bois, se recouvrent d'une couche de terreau, d'autant plus que le bois était plus fourré, que la lumière pénétrait moins dans le massif, que le terreau se décomposait moins vite; mais, si, après le défrichement, on n'a pas soin d'enterrer profondément ce terreau et de le soustraire à l'action de l'air et de la lumière, il ne tarde pas à se décomposer tout entier, nuisant à la croissance des plantes par l'abondance du gaz qu'il exhale, et ensuite disparaissant complètement et ne laissant que des débris charbonneux. Une bonne culture tend à entretenir la provision de terreau du sol par les racines et les portions de tiges qui y sont enterrées; par la restitution, sous forme d'engrais, des matières enlevées par les plantes qui y croissent, et par les assolements bien dirigés. Elle ne se borne pas à conserver cette richesse; elle parvient à l'accroître, en introduisant, dans le cercle des rotations, des plantes qui se nourrissent en grande partie des principes atmosphériques. Elle a donc pour résultat d'enrichir la terre aux dépens de l'atmosphère.

#### § II. — Du terreau doux.

On désigne sous ce nom celui qui se trouve dans la plupart des terres, et qui se forme à l'air, des débris de plantes qui n'ont pas de principes acides. Sa solution ne change pas la couleur du papier de tournesol.

## § III. — Du terreau à tanin (terre de bruyère, de bois).

Un assez grand nombre de végétaux renferment un principe immédiat appelé *tanin*, dont la saveur est astringente, qui a des réactions acides, et qui, combiné avec les bases terreuses et alcalines, forme des sels de diverses natures. Son caractère le plus remarquable est de s'unir à la gélatine et de former avec elle un sel insoluble qui fait la solidité des cuirs que l'on a traités par les écorces tannantes. Le tanin se forme de toutes pièces dans ces végétaux par la combinaison du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène; car il n'est pas nécessaire que le sol en contienne un atome pour que les arbres qui y croissent en renferment la même quantité que ceux qui ont crû sur des terrains contenant le tanin en nature. Cependant ces plantes à tanin paraissent mieux prospérer dans les terrains qui en contiennent; le chêne, le châtaignier, le saule, le sumac, le grenadier, les bruyères, les fougères, etc., se plaisent dans ces terrains, qui sont même absolument nécessaires à un grand nombre de plantes cultivées dans nos serres. Tous ces végétaux, qui renferment beaucoup de tanin, produisent à leur tour les terreaux tannants que l'on a appelés terres de bruyères, et qui présentent, avec les caractères de l'acidité, ceux de la présence d'une assez grande quantité de fer. D'autres végétaux, et en plus grand nombre, se trouvent mal de la présence de cet acide, que l'on est obligé de neutraliser par l'application de la chaux et des engrais. On en reconnaît la présence en faisant bouillir le terreau dans l'eau et en versant dans la solution filtrée une solution de gélatine qui produit un précipité blanc opaque.

On croit que c'est à la présence du tanin dans les sables de Bordeaux que les vins qui y croissent doivent leur acerbité dans les premières années, puis leur bouquet particulier et leur longue conservation.

## § IV. — Du terreau formé sous l'eau (tourbe).

Dans les lieux marécageux, constamment couverts d'une petite quantité d'eau ou qui se dessèchent en été, il se

produit une végétation spéciale dont les débris se réduisent en une espèce de terreau d'une nature particulière; la masse augmente chaque année et finit par former un banc de débris végétaux carbonisés dont on se sert pour le chauffage.

Le mode de carbonisation des tourbes participe de ce que l'on appelle la pourriture sèche et la pourriture humide, selon que la masse carbonisée reste plus ou moins longtemps à découvert. On y reconnaît les restes de plus de trois cents espèces de végétaux encore bien caractérisés : des *utriculaires*, des *potamogetons*, des *myriophyllums*, des *sphagnes*, des *scirpes*, des *carex*, des *prèles*, des *iris*, mais principalement la *conferva rivularis* qui paraît être en divers lieux le principal élément de la formation des tourbes.

La tourbe, formée de diverses plantes et dans des circonstances différentes, ne présente pas une composition uniforme. En général, les plantes qui la forment contiennent peu de sels alcalins, qu'elles paraissent remplacer par des sels calcaires, comme dans la *chara*, qui s'en encroûte entièrement. La tourbe qui se forme sur un fonds calcaire ne contient pas d'acides. Souvent on trouve dans cette substance des acétates et des phosphates, même des acides acétiques et phosphoriques libres, et du sulfure de fer. L'existence de ces corps dans la tourbe tient à la présence, dans l'eau qui l'entoure, de principes immédiats qui éprouvent l'action désoxydante des plantes privées d'air, lesquelles puisent l'oxygène dont elles ont besoin dans tous les corps environnants : ainsi l'oxyde de fer rouge se change en oxyde noir, le sulfate de fer en sulfure.

M. Reisch (1) a soumis la tourbe à l'action de l'eau, de l'alcool et de l'éther, et en a retiré différentes matières résineuses de consistance variable. Il a décrit les produits pyrogénés de la distillation, et a trouvé dans les produits gazeux de l'hydrogène sulfuré. Il a reconnu aussi que la tourbe contenait du tanin et une matière azotée, puisque, calcinée avec du carbonate de potasse et de fer, elle a

(1) *Journal de pharmacie*, 1824, p. 34.

produit du cyano-ferrure de potassium et des traces de sulfo-cyanure de potassium.

D'autres tourbes donneraient d'autres résultats. Les tourbières qui reçoivent les eaux de la mer contiennent du sel marin. Beaucoup d'entre elles ne renferment pas de sels alcalins; mais le grand usage que les Flamands font de leurs cendres comme engrais ne porte-t-il pas à croire que dans certains cas elles contiennent de la potasse ou de la soude?

On ne peut rien dire de général sur la tourbe; chaque tourbe exige un examen et un traitement particulier, parce que chacune a sa composition spéciale.

La tourbe ne fournit pas toujours cependant des couches puissantes. Dans les terrains marécageux qui reçoivent des alluvions, des débris tourbeux se trouvent intimement mêlés au sol, comme le terreau dans les terres sèches: c'est ce qui forme les terrains paludiens. Si les dépôts sont crayeux, la tourbe est douce, le terrain a l'apparence de la richesse, mais il manque de principes fertilisants. Le terreau tourbeux est entièrement carbonisé et sans principe alcalin. C'est une formation de lignite en petit qui n'apporte aucune nourriture aux plantes. Ce terrain, qui est gris lorsqu'il est sec, paraît noir quand il est humecté; il a aussi pour caractère de contenir des débris nombreux de coquilles d'eau douce que l'on reconnaît à la loupe.

## SECTION XV.—*De l'oxygène, de l'hydrogène et de l'eau.*

Si quelques éléments des végétaux peuvent manquer tout à fait ou se substituer les uns aux autres, il y en a trois au moins que l'on rencontre toujours, et qui peuvent être considérés comme leur base constante, savoir: le carbone, l'oxygène et l'hydrogène; ils ne varient dans les plantes, dans leurs différentes parties et dans leurs produits divers, que par leurs proportions. On conçoit parfaitement que les plantes puissent tirer leur oxygène de l'air, puisqu'elles absorbent ce gaz de l'atmosphère pendant la nuit, en exhalant du gaz acide carbonique. Quant à l'hydrogène, il ne paraît pas qu'elles puissent

l'obtenir autrement que par la décomposition de l'eau, soit de celle qui se trouve mêlée à l'air sous forme de vapeur, soit probablement aussi de celle qui est aspirée par les racines et qui circule dans les vaisseaux de la plante.

En effet, cette quantité d'eau dont s'empare la végétation aux dépens du sol est très-considérable. Nous avons montré ailleurs (1) que le mûrier laissait évaporer, en 24 heures, 155 grammes d'eau par mètre carré de la surface de ses feuilles; c'est donc, pendant les six mois de sa végétation, 28k.5 d'eau qu'absorbe chaque mètre carré de feuilles de mûrier. Hales avait fait de semblables calculs sur plusieurs autres espèces de plantes. Si l'on pense à la quantité de feuilles dont sont couverts les arbres de nos forêts, on jugera de l'immense évaporation qu'ils déterminent.

Pour fournir à cette évaporation, la terre reçoit les eaux pluviales, qui sont beaucoup plus abondantes que ne l'exige la consommation des plantes; mais une partie de ces eaux s'évapore à la surface de la terre, et nous avons calculé que dans le climat ventueux de la vallée du Rhône, cette évaporation terrestre absorbait le quart des eaux de pluie; une autre partie de ces eaux descend dans les couches inférieures du sol.

Excepté dans les déserts de sable et à la surface supérieure du terrain, en été, toutes les terres renferment toujours une certaine quantité d'eau, plus ou moins grande, suivant leur hygroscopicité et les circonstances météoriques ou de gisement où elles se trouvent. On l'évalue facilement en en pesant une portion et la desséchant complètement dans le vide sec, ou au moins dans une étuve chauffée à cent degrés, jusqu'à ce qu'elle cesse de perdre de son poids; la quantité d'eau qui reste combinée à la terre après cette opération peut être négligée si l'on ne recherche que l'eau hygrométrique. Nous avons fait voir que la végétation est encore active quand la couche de terre, placée à 0<sup>m</sup>,60 de profondeur, conserve 0,12 d'eau: c'est un minimum. Dans les bons terrains où la végétation continue toute l'année, sans que les herbes se

(1) *Mémoires d'agriculture*, t. III, p. 198.



flétrissent, la terre conserve 0,10 d'eau à 0<sup>m</sup>,50 de profondeur.

L'eau est le besoin le plus impérieux des végétaux. Ils vivent encore plus ou moins longtemps, prennent un certain développement dans l'eau distillée elle-même; mais sans eau, c'est en vain qu'on mettrait à leur portée les matériaux les plus assimilables : ils se flétrissent et meurent. Examinons donc quels sont ses divers usages.

D'abord, comme eau, sans éprouver aucune modification, elle fait partie de l'organisation du végétal; elle donne la souplesse à ses organes : elle les pénètre de toutes parts. C'est elle ensuite qui paraît entretenir le mouvement ascensionnel de la sève et le mouvement circulatoire des vaisseaux du latex, par la continuelle évaporation qui a lieu à la surface des organes foliaires, où elle est remplacée sans cesse par celle que les racines puisent dans le sol. Ce que les réactions nerveuses produisent chez les animaux, en imprimant un mouvement mécanique aux muscles, la seule force évaporatoire paraît le produire chez les végétaux dépourvus d'organes intérieurs mobiles. Elle n'a pas une fonction moins importante comme excipient de toutes les matières solubles contenues dans le sol. Elle dissout les nitrates, les chlorhydrates, les sulfates, ainsi que l'ammoniaque de l'atmosphère et celle du sol; elle absorbe  $\frac{1}{36}$  de son volume d'air atmosphérique, s'empare de l'acide carbonique du terreau en le traversant, et dans cet état elle dissout les carbonates terreux, attaque les silicates alcalins qu'elle dispose à se décomposer et à abandonner leur potasse et leur soude.

L'importance de l'air dissous dans l'eau est si grande pour la végétation que dès qu'elle est chargée de principes en putréfaction éminemment désoxygénants, et qu'ainsi elle cesse de transporter de l'oxygène, elle cesse aussi d'être propre à la végétation. On sait que les plantes périssent dans les solutions trop chargées de terreau, dans les eaux de fumier, dans les eaux croupissantes des marais, dans les terrains abreuvés par des eaux sans mouvement, tandis qu'elles prospèrent près des eaux courantes et par l'effet des irrigations. L'eau distillée privée d'air est défavorable à la végétation.

Outre les eaux stagnantes et croupissantes, on doit se défier aussi de celles qui tiennent certains sels en dissolution.

Enfin, les produits hydrogénés, d'autant plus nombreux que le climat est plus chaud et moins nuageux, les cires, les huiles, les résines, les baumes, les essences, le caoutchouc, etc., indiquent une si grande proportion d'hydrogène séparée de l'eau par la végétation, qu'on ne peut se défendre de l'idée que cette réaction s'opère sur les torrents d'eau qui circulent dans le végétal, et que dès lors une partie de cette eau est décomposée et fournit l'hydrogène qui se trouve combiné dans tous les produits végétaux.

#### SECTION XVI. — *De l'azote, de l'ammoniaque et des nitrates.*

Pendant longtemps on n'a considéré la présence de l'azote, dans les végétaux, que comme une exception ; on en faisait l'attribut spécial du règne animal ; on désignait par le nom de substances *animalisées* les parties des substances végétales dans lesquelles il se trouvait : tel était le gluten, par exemple. Cependant les progrès de l'analyse accroissaient chaque jour le nombre des substances azotées ; on avait reconnu l'azote dans la plupart des semences ; l'analyse des jeunes organes faisait connaître que les premiers développements de la végétation absorbaient beaucoup d'azote ; l'épuisement considérable d'azote occasionné par les semis épais des jardiniers dans les terreaux les mieux préparés confirmait ce premier aperçu et faisait pressentir que c'était au sol lui-même que les végétaux prenaient ce gaz. On se confirmait dans cette opinion en voyant que les récoltes fourragères que l'on enlève avant leur fructification épuisaient moins le terrain que les plantes qui produisent leurs graines ; mais il fallait des faits plus concluants pour se former une idée nette de l'importance de l'azote dans la végétation et dans le sol. Sprengel en avait conçu le soupçon (1) ; mais

(1) *Annales de Roville*, t. VIII, p. 218 et suiv.

les travaux de MM. Liebig, Boussingault et Payen sont venus dissiper tous les doutes : le premier, par une foule de déductions et de rapprochements ingénieux ; le second, par la description d'un cours de récolte suivi pendant plusieurs années, et par son mémoire sur les résidus des récoltes, qui montra que les besoins d'engrais azotés sont proportionnels aux quantités d'azote soustraites par les produits ; le troisième, par une série d'analyses qui ont montré la présence de l'azote dans presque tous les organes des végétaux. C'est ainsi qu'a été complétée la démonstration appelée par les travaux des chimistes les plus distingués, qui signalaient chaque jour un plus grand nombre de corps azotés parmi les végétaux.

Ainsi le nouveau point de vue qui fait aujourd'hui la base des théories agricoles se résume dans ces trois points : 1° l'azote est une partie constituante des végétaux ; 2° c'est par leurs racines que les végétaux tirent du sol la plus grande partie de cet azote ; 3° certaines plantes sont peut-être aptes à s'approprier l'azote contenu dans l'atmosphère ou dans l'eau aérée qu'elles absorbent.

Examinons maintenant comment et sous quelles formes l'azote se trouve dans le sol et est mis à la portée des plantes.

Nous avons vu que les argiles et les oxydes ont la propriété de s'emparer des gaz ammoniacaux et de les conserver dans leurs pores ; qu'il en est de même du terreau, et qu'en outre celui-ci présente souvent des traces de l'azote qui est entré dans la composition des plantes d'où il tire son origine. Mais si ces sources d'azote n'étaient pas sans cesse renouvelées, les 0,0004 en poids de ce gaz, que renferment les terres fertiles, seraient bientôt épuisés, si toutefois les substances où il est caché consentaient à le céder tout entier à la végétation, car tout l'azote d'une pareille terre ne représente que celui contenu dans environ 50 récoltes de froment.

Suivant M. Becquerel, il y a production constante d'ammoniaque dès que, sous l'influence de l'air, l'eau est en contact avec une substance oxydable. Il y a alors décomposition de l'eau et de l'air ; l'oxygène s'unit à la

matière oxydable, et l'hydrogène de l'eau s'unit à l'azote de l'air. Or, la plupart des terres sont remplies d'oxyde de fer, de terreau qui passe à l'état d'acide carbonique, substances qui ne sont pas parvenues à leur degré le plus avancé d'oxygénation. Il y a donc constante formation d'ammoniaque chaque fois que le sol est mouillé et que l'eau s'évapore ; cette ammoniaque est saisie en partie par l'eau surabondante qui la transporte dans l'intérieur du sol, et se dissipe en partie dans l'air.

Ces réactions et le produit de la putréfaction des animaux sont probablement la source de l'ammoniaque qui existe dans l'atmosphère. De Saussure a remarqué que le sulfate d'alumine pur finit par se changer à l'air libre en sulfate ammoniacal d'alumine (1). Toutes les eaux exposées à l'air contiennent de l'ammoniaque et troublent les dissolutions de plomb et d'argent ; l'eau distillée avec le plus grand soin elle-même, qui, quand elle est récemment préparée, n'est nullement modifiée par les réactifs, indique la présence de l'ammoniaque après quinze jours d'exposition à la lumière (2). Liebig a constaté son existence dans l'eau de pluie (3); on s'en assure en ajoutant de l'acide sulfurique à l'eau de pluie et l'évaporant à siccité; le résidu contient du sulfate d'ammoniaque que l'on reconnaît à l'aide du bichlorure de platine, et plus facilement à l'odeur pénétrante qui s'en dégage quand on y ajoute de la chaux en poudre. Ce sont autant de preuves directes et certaines de l'existence de l'ammoniaque dans l'atmosphère.

On a voulu objecter que l'analyse de l'air n'avait jamais fait reconnaître cette ammoniaque atmosphérique, et, à ce sujet, Liebig fait remarquer qu'un volume d'air de 1,427 mètres cubes, à l'état de saturation, à la température de 15 degrés et sous la pression de 0<sup>m</sup>,76, renferme 1 kilogramme d'eau qui, en tombant à l'état de pluie, entraîne toute l'ammoniaque contenue sous forme gazeuse dans ce volume d'air. S'il ne renferme que 1 centigramme d'ammoniaque, 100 centimètres cubes d'air

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 207, note.

(2) *Ibid.*, p. 508, note.

(3) Introduction, p. cii.

soumis à l'analyse dans un eudiomètre ne contiendraient que 0.000000001 d'ammoniaque, quantité absolument inappréciable par nos moyens d'analyse, quand même elle serait dix mille fois plus grande. Or, il tombe, par an, dans la France septentrionale, une quantité de pluie représentée par une hauteur de 0<sup>m</sup>,65, ce qui donne par hectare 6,500 mètres cubes ou 6,500,000 kilogr. d'eau qui, à raison de 1 centigramme d'ammoniaque par kilogramme, donneraient au sol 65 kilogr. d'ammoniaque ou 55<sup>k</sup>,5 d'azote pur. Mais l'azote contenu dans le bois produit par un hectare ne s'élève qu'à 34 kilogr. par an (1); 10,000 kilogr. de betteraves ne contiennent que 22 kilogr., et 10 hectolitres de blé que 19<sup>k</sup>,77 d'azote (2). La dose si minime d'ammoniaque de l'air devient donc immense par le volume de l'atmosphère où elle est répandue. Dans beaucoup de cas, elle satisfait aux besoins de la végétation.

L'ammoniaque se trouve aussi dans les eaux de la neige, et M. Liebig affirme que plusieurs kilogrammes d'eau provenant de la fusion d'une neige prise au mois de mars à la surface d'une couche de 0<sup>m</sup>,27 de hauteur, ont donné, par l'évaporation avec l'acide chlorhydrique, un résidu de chlorhydrate ou sel ammoniac; l'eau de la neige inférieure qui touchait au sol, éprouvée de la même manière, en contenait une proportion plus grande. Les eaux de source et de fontaine renferment toutes des carbonates et nitrates d'ammoniaque.

On conçoit que l'air des régions chaudes, où l'évaporation des grandes pluies se fait sur une vaste échelle, doit renfermer l'ammoniaque en plus grande quantité. C'est peut-être à cette circonstance qu'est due la fertilité des terres méridionales et l'usage toujours moins fréquent du fumier, à mesure que l'on avance vers le midi. Sans aller chercher les régions tropicales, il y a des terres en Provence qui reproduisent, tous les deux ans, huit hectolitres de blé sans recevoir aucun engrais.

Parvenue sur le sol avec les eaux de pluie et de neige, une partie de l'ammoniaque est retenue par l'eau, par le

(1) Chevandier, *Compte rendu*, t. XVIII, p. 141.

(2) Boussingault, t. II, p. 279 à 291.

terreau, par l'argile, par l'oxyde de fer; une autre passe immédiatement dans la végétation par la succion des racines et l'absorption des feuilles; enfin une autre partie s'évapore et se disperse de nouveau dans l'atmosphère. Les cultures bien garnies de plantes, et faisant ombre au sol, retardent l'évaporation et augmentent la quantité d'ammoniaque qui tourne au profit des plantes.

Les engrais végétaux et animaux sont enfin une source abondante d'ammoniaque. C'est la restitution à la terre d'une partie de l'azote enlevé au sol par les plantes, et en outre de celui qu'elles ont puisé dans l'atmosphère. Cette richesse, ajoutée à celle que le sol reçoit gratuitement par le secours des pluies et des rosées, tend à augmenter sans cesse la fécondité des terrains. Les champs qui ne reçoivent pas d'engrais finissent par rester dans un état stationnaire, en rapport avec la quantité d'ammoniaque formée annuellement dans leur climat et ramenée sur la terre par les météores. La production d'un agent aussi puissant que les engrais devra donc fixer particulièrement notre attention dans la suite de ce cours.

Ce n'est pas seulement sous forme d'ammoniaque que l'azote se trouve dans les terres, mais souvent aussi sous forme de nitrates. L'usage que l'on fait du nitre pour les poudres de guerre a depuis longtemps attiré l'attention publique sur les terres qui contiennent les nitrates. On sait qu'il sort annuellement de l'Inde et de la Chine des quantités énormes de nitrate de potasse obtenu sans aucune préparation; Bowles nous apprend, dans son *Histoire naturelle d'Espagne*, que ce sel y est fort abondant, et que près du tiers des provinces méridionales de ce royaume contiennent du salpêtre natif; qu'il suffit de labourer deux ou trois fois un champ, en hiver et au printemps, pour qu'en ramassant ensuite au mois d'août la couche superficielle on puisse en retirer par lixiviation une grande quantité de salpêtre. Les mêmes terres qui ont été lessivées l'année précédente, exposées à l'air, rendent l'année suivante une égale quantité de salpêtre.

On retrouve le même phénomène en Afrique, en Italie, en France, dans tous les terrains qui présentent à l'acide nitrique une base salifiable. Les bancs de craie de la

Touraine, de la Saintonge, de la Roche-Guyon (Oise), sont des nitrières naturelles bien connues. Le nitrate de potasse se forme dans des lieux qui sont sans doute abondants en potasse, comme les deltas du Gange et du Nil, les terres longtemps en friche de l'Espagne; en France, on trouve surtout du nitrate de chaux, mêlé d'une petite quantité de nitrate de potasse; ailleurs ce sont des nitrates de soude; au Pérou, ce dernier sel existe en couches très-épaisses (1).

D'où provient l'acide nitrique qui s'empare ainsi des bases terreuses et alcalines du sol? On l'a attribué longtemps aux matières azotées qui pouvaient se trouver mêlées au sol ou à la roche. Dans cette explication, on insistait sur la nécessité de mêler des fumiers aux terres avec lesquelles on préparait les nitrières artificielles, sur les terres salpêtrées qui se trouvent principalement dans les écuries, les bergeries, les caves et les lieux habités; mais l'examen attentif des circonstances qui accompagnent la formation du salpêtre sur les rochers crayeux de la Roche-Guyon a fait évanouir cette hypothèse. M. Longchamps a observé que la quantité de nitre retirée des craies supposait la présence de  $\frac{1}{300}$  de gélatine pure et sèche, et que, comme cette même craie en fournirait indéfiniment la même quantité tous les ans, il en résulterait que la craie serait presque entièrement de la gélatine, ce qu'il est impossible d'admettre.

Nous verrons plus tard que les eaux d'orage contiennent de l'acide nitrique; mais il ne faut pas en conclure que ce sont ces eaux qui font passer les craies à l'état de nitrates. En effet il faut observer que le salpêtre ne se produit que sur les faces verticales des dépôts de craies exposées au midi et dans un état remarquable de porosité (1). Si les eaux d'orage seules étaient la cause de la formation de ce sel, les plans horizontaux de craie et les plans verticaux ou inclinés à toutes les expositions devraient s'imprégner

(1) Tous ces faits, et un grand nombre d'autres, sont réunis dans le onzième volume des *Mémoires des savants étrangers*; dans un mémoire de M. Longchamps, sur la nitrification (*Ann. des sciences d'observation*, février 1822); dans un mémoire de Gaultier de Claubry (*Ann. de chimie*, t. LII, et ailleurs).

(2) Gaultier de Claubry, mémoire cité, p. 55.

d'acide nitrique, et les roches calcaires, poreuses ou non, devraient subir la même action; ce qui n'arrive pas. Il paraît donc qu'il faut, pour produire la nitrification : 1° l'action de la chaleur solaire; 2° la non-permanence de l'humidité; 3° un terrain calcaire poreux. Sous ces conditions, dans les circonstances qui se produisent habituellement, la combinaison de gaz, qui ne se ferait pas au simple contact, a lieu par l'intermédiaire des corps poreux; ainsi la craie se nitrifie, tandis que le marbre ne se nitrifie pas, et cette action s'exerce sur l'oxygène et l'azote de l'atmosphère en présence de l'air oxygéné apporté par l'eau pluviale. Les mêmes causes doivent opérer aussi la nitrification des terrains placés dans les pays où les pluies sont rares et où de légères averses procurent une évaporation rapide. Il y a alors formation d'ammoniaque et oxydation immédiate de ce corps qui produit l'acide nitrique, lequel s'empare des bases du sol.

Mais, dans les contrées tropicales, il n'est pas nécessaire de chercher à expliquer la formation de l'acide nitrique au contact du sol. La fréquence des orages, le nombre et la violence des détonations électriques, pourraient seules donner l'explication du phénomène de la nitrification de leurs terres. A Riobamba, M. Boussingault a remarqué que le nitre se formait de préférence dans les localités où les orages étaient les plus fréquents (1).

Dans les climats plus tempérés, Liebig ayant analysé 77 eaux de pluies, dont 17 provenaient d'orages, trouva que ces dernières contenaient toutes de l'acide nitrique, et que, parmi les autres, deux seulement en offraient quelques traces. Cet auteur nous dit que la présence de cet acide dans les eaux d'orage l'a d'autant moins surpris que Cavendish, et après lui Séguin, avaient produit de l'acide nitrique en combinant l'azote et l'oxygène par le moyen de l'étincelle électrique. Il était clair, d'après cela, que la foudre, en traversant l'air, déterminait la formation d'une grande quantité de cet acide (2).

(1) *Annales de chimie*, t. LVII, p. 180, note.

(2) *Ibid.*, t. XXXV, p. 329.



Or M. Boussingault nous affirme, d'après ses observations, qu'en négligeant ce qui se passe hors des tropiques, en considérant seulement le zone équinoxiale, on peut prouver que, pondant l'année entière, tous les jours, et peut-être à tous les instants, il se fait dans l'atmosphère une continuité de décharges électriques. Il ajoute qu'un observateur placé sur l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre, et c'est aussi à cette continuité de décharges électriques, au milieu d'un air chargé d'humidité, que cet auteur attribue l'origine de la plus grande partie de l'acide nitrique, qui, uni aux bases, fournit le salpêtre qu'on trouve à la surface de la terre (1).

Enfin, l'acide nitrique se forme aussi sous l'influence d'un air calme et de l'humidité, dans des terres poreuses, mêlées de débris animaux qui produisent l'ammoniaque en nature; c'est par ce procédé que l'on établit les nitrifièrès artificielles : mais il ne faut pas méconnaître aussi que, même sans addition de matières animales, les terres qui ont déjà été lessivées pour en extraire le nitre, semblent avoir acquis une disposition particulière à en former de nouveau, et qu'en se bornant à les arroser, en les exposant au soleil et les préservant du vent qui emporte le gaz au fur et à mesure de sa formation, on obtient une nitrification rapide.

Telles sont les sources qui reproduisent au profit du sol l'azote consommé par la végétation : 1° l'ammoniaque et l'acide nitrique de l'atmosphère, produits probables de l'évaporation; 2° ces mêmes corps retenus et absorbés par l'eau au fur et à mesure de leur formation; 3° les corps, les débris, les déjections animales et végétales apportées sur le sol sous forme d'engrais, ou qui ont été laissées par les cultures ou à la suite des récoltes; 4° l'existence dans les terres de corps poreux qui condensent l'ammoniaque, et de bases qui saturent l'acide et les tiennent en réserve pour la végétation future.

Il resterait cependant à indiquer encore une des sources où les plantes pourraient puiser indéfiniment de l'azote

(1) *Ibid.*, t. LVII, p. 180.

si elles étaient aptes à se l'approprier : je veux parler de l'air atmosphérique.

M. Boussingault a bien démontré que certaines plantes, telles que les légumineuses et les topinambours reproduisaient plus d'azote que n'en contenait l'engrais qu'on leur avait fourni (1). Ainsi, dans un assolement de cinq ans, avec une année de trèfle, la récolte d'un hectare a donné de 47 à 51<sup>k</sup> d'azote en sus de celui du fumier ; dans un assolement de six ans, avec une année de trèfle et une année de pois, 109<sup>k</sup> en sus ; dans un assolement composé de deux années consécutives de froment fumé, seulement 4<sup>k,6</sup> ; enfin deux années de topinambour 86<sup>k</sup>.

Il semble donc que l'on aurait pu conclure de ces résultats que l'azote excédant était enlevé par les plantes à l'atmosphère. Mais l'esprit judicieux et circonspect de ce savant ne lui a pas permis d'énoncer une conclusion aussi absolue ; aussi dit-il seulement que « l'azote peut entrer directement dans l'organisme des plantes si les parties vertes sont aptes à le fixer ; que cet élément peut encore être porté dans les végétaux par l'eau toujours aérée qui est aspirée par les racines ; enfin qu'il est possible, comme le pensent quelques physiciens (Saussure, Liebig), qu'il existe dans l'air une infiniment petite quantité de vapeurs ammoniacales. »

L'excédant dont nous venons de parler ne prouve pas, en effet, que les plantes puisent l'azote à une de ces sources plutôt qu'à l'autre, les faits agricoles tendraient à faire rejeter l'idée que les graminées ne fussent pas aptes aussi à présenter un excédant ; en effet, dans les terres non fumées de la vallée du Rhône, nous avons observé que l'on obtient tous les deux ans une récolte de 9 hectolitres par hectare en sus de la semence. Il y aurait donc une source autre que les fumiers qui fournirait tous les deux ans 55<sup>k,84</sup> d'azote, ou 16<sup>k,92</sup> par an et par hectare (2). Or, dans les deux premiers assolements

(1) *Annales de chimie*, t. LVII et LIX.

(2) D'après les analyses de M. Boussingault, un hectolitre de blé s'assimile, savoir :

Pour 78 kilogr. de grains. . .	5,00
Pour 156 kilogr. de paille . . .	0,76
	<hr/>
	5,76

de M. Boussingault, on voit un excédant de  $9^k,4$  et de  $8^k,5$  d'azote par an ; celui de topinambour fournit, il est vrai,  $45^k$ , mais une masse considérable de tiges et de feuilles est venue augmenter la quantité d'engrais : ces tiges n'ont pas été pesées, les feuilles et pellicules n'ont pas été dosées ; or en retranchant  $16^k,92$  de  $45^k$  et en divisant le reste  $26^k,08$  par  $0^k,37$ , dose d'azote de  $100^k$  de tiges de topinambour, on trouve qu'il suffirait de  $70^k$  métriques de lige par hectare pour fournir ce supplément d'azote. Nul doute qu'un champ de topinambours bien garni ne fournisse une quantité beaucoup plus grande de débris.

Nous venons de passer en revue et d'examiner sous tous leurs rapports agricoles essentiels les divers éléments dont se composent les terrains arables. Nous avons reconnu que tous, sans exception, avaient deux fonctions à remplir : la première, d'offrir un appui à la plante, un milieu au développement de ses racines ; la seconde, d'entrer comme partie intégrante dans sa composition. Mais nous avons reconnu aussi que, sous le second rapport, ils n'avaient pas tous la même importance, soit parce que plusieurs d'entre eux peuvent se remplacer mutuellement, soit parce que les végétaux trouvent dans l'atmosphère les substances qui manquent au sol, soit enfin parce que la nature prodigue certains éléments et n'accorde les autres que d'une main avare. Il était donc facile de prévoir que l'attention se porterait principalement sur ces derniers, qui sont le plus souvent en proportion insuffisante dans les champs. En effet, leur quantité décroît rapidement si elle n'est pas renouvelée, et ils disparaissent même entièrement au bout de quelque temps, par la consommation qu'en font les végétaux, et à cause de leur solubilité qui permet aux eaux de les entraîner sur les pentes ou dans les couches profondes de la terre. Enfin quelques-uns de ces éléments sont si peu stables que l'action des vents ou de la chaleur les disperse dans l'atmosphère sous la forme de gaz.

Ainsi les alcalis, la potasse et la soude finissent par disparaître des terrains ; la chaux, dissoute par les eaux chargées d'acide carbonique, disparaît aussi presque

complètement. M. Gueymard a cité des terrains de la Grande-Chartreuse, formés de débris de roches calcaires, et d'où l'élément calcaire avait été entièrement enlevé par les eaux carbonatées; on sait que la durée des marnages est limitée, et qu'au bout d'un certain nombre d'années l'analyse ne fait pas retrouver de chaux dans les terrains qui en avaient reçu une assez forte dose. Quand à l'azote, en quelque état qu'il se trouve, il disparaît aussi promptement par l'effet des cultures, de sa dissolution dans l'eau et de l'évaporation, surtout dans les pays où des causes naturelles ne le renouvellent pas constamment; d'ailleurs il est toujours en quantité insuffisante dans les champs pour déterminer une vigoureuse végétation de plantes utiles, excepté dans quelques cas trop rares pour pouvoir servir de règle. Sous le rapport de la nutrition des plantes, c'est à la recherche de ces trois précieux éléments que l'agriculteur devra surtout s'attacher; c'est à les remplacer, à les accroître dans une juste mesure, qu'il devra mettre tous ses soins.

Toujours sous le point de vue de la nutrition des plantes, on ne pourra regarder comme indifférente l'absence ou la présence d'une certaine proportion de terreau. Si l'acide carbonique de l'atmosphère peut pourvoir les plantes du carbone qui leur est nécessaire, il ne faut pas perdre de vue que, dans les premiers temps de leur développement, elles manquent des organes verts propres à l'absorption de ce gaz. En outre, le terreau dégage continuellement ce même gaz, en charge l'eau de pluie, qui dès lors devient propre à agir sur les carbonates terreux et sur les silicates alcalins, et sert à rendre ces substances solubles et à les faire passer dans la végétation. Enfin, comme corps poreux, le terreau est éminemment propre à recevoir et à condenser les gaz ammoniacaux qui se disperseraient dans un terrain qui en serait privé. Sous ce dernier rapport, comme sous celui de colorer le sol et de le rendre capable d'absorber plus de calorique, on devra s'assurer aussi de la présence des oxydes de fer.

Quant aux fonctions des terrains agricoles, qui con-

sistent à offrir un appui à la plante, à servir de milieu à ses racines, à faciliter ou gêner les cultures, ces propriétés tiennent à leurs qualités physiques plus encore qu'à leurs qualités chimiques ; et c'est sous ce nouveau point de vue que nous allons examiner les terres dans la deuxième partie de cet ouvrage.

# DEUXIÈME PARTIE.

## DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES TERRES.

---

### INTRODUCTION.

Il résulte de l'assemblage des parties de diverses natures, de diverses formes, de diverses grosseurs, qui constituent les terrains agricoles, que ces terrains possèdent aussi des propriétés physiques différentes, qu'ils ont des degrés différents de pesanteur spécifique, d'hygroscopicité, de cohésion, etc. On comprend toute l'importance de ces propriétés, puisque le terrain est le milieu dans lequel vivent les racines des plantes. Si elles y rencontrent une trop grande sécheresse, elles ne peuvent en retirer ni les substances qui doivent entrer dans leur composition, ni l'eau destinée à l'abondante évaporation à laquelle elles donnent lieu ; si la terre est trop peu consistante, les racines n'y trouvent pas un appui pour se soutenir contre les vents ; et si elle est trop tenace, elles ne peuvent la percer pour s'étendre et aller à la recherche des sucs qui y sont dispersés. Aussi les cultivateurs attachent-ils le plus grand prix à ces propriétés : c'est par elles qu'ils distinguent et désignent les terrains ; ils ignorent s'ils sont calcaires ou argileux, mais ils savent bien qu'ils sont forts ou légers, secs ou humides. La science doit compléter et régulariser les connaissances empiriques ; elle doit les coordonner et les réunir à celles qu'elle peut fournir elle-même : c'est ainsi seulement qu'on arrivera à une solide connaissance des terrains agricoles, à l'aide de laquelle on pourra à la fois diriger la pratique et éclairer la théorie.

Les premières recherches scientifiques sur les propriétés physiques des terres ont été tentées sous les auspices de la Société économique, fondée à Berne, en 1758, société qui a tant fait pour constituer la science agricole. M. Oth de Zurich fut l'auteur de ces premiers travaux. Il présentait déjà toute l'étendue que devaient prendre ces recherches. « Je crois, disait-il, qu'avec le degré de cohérence et dilatabilité, la pesanteur spécifique des terres et la quantité d'eau qu'elles sont capables d'absorber ne contribuent pas peu à leur caractère spécifique. Si l'on répétait ces expériences, ajoutait-il, il faudrait déterminer encore trois nouveaux caractères, le degré de dilatabilité des terres, la quantité d'eau que la terre laisse d'abord échapper de ses interstices, et qu'à proprement parler, elle n'absorbe pas ; et enfin la durée du dessèchement et de l'évaporation de l'eau. Pour bien déterminer l'espèce, il faudrait rechercher, avant toute chose, de quelles parties de chaque genre cette espèce est composée (1). » On voit que cet auteur pensait déjà à rapprocher des propriétés physiques la composition minérale pour former ses genres et ses espèces de terre.

C'est une partie de ce programme que Schübler a réalisé plus tard dans la même contrée, et probablement sous l'inspiration des lignes que nous venons de transcrire.

La méthode d'Oth était mauvaise et ne conduisait pas à des résultats exacts. Bien plus récemment, en France, M. Devèze de Chabriol a tenté aussi quelques essais pour déterminer le pouvoir hygroscopique des terres ; mais l'inexactitude de ses moyens d'expérimentation n'a pu lui donner non plus des résultats comparables (2).

Schübler est donc le véritable fondateur de la méthode expérimentale pour rechercher les propriétés physiques des terres. Dès 1816, il en publia les premiers résultats (3). Il les compléta et les publia en allemand, dans les feuilles d'Hoffwyl, en 1817. C'est ce livre que nous avons fait connaître en France, en 1826, après avoir fait

(1) *Mém. de la Société écon. de Berne*, 1764, t. II, 2<sup>e</sup> part., p. 664.

(2) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1819, p. 256.

(3) *Bibliothèque britannique. Agriculture*, t. XX, p. 248.

usage dans nos études, pendant plusieurs années, de la méthode de l'auteur (1). On peut étudier les propriétés physiques de la terre sous deux rapports : 1<sup>o</sup> dans le but de distinguer les terres entre elles et de reconnaître leurs propriétés fondamentales. On les considère alors abstraction faite de leurs modifications accidentelles. Ainsi, l'on cherche leur pesanteur spécifique sans s'occuper de la variation de poids de leur volume, qui résulte des différents degrés d'atténuation ou du tassement de leurs parties ; leur hygroscopicité, après les avoir ramenées à un degré de dessiccation uniforme ; leur ténacité après les avoir corroyées, desséchées et enfin disposées d'une même manière. On détermine ainsi ce que nous appellerons les propriétés physiques normales des terres.

Mais on peut aussi, 2<sup>o</sup> chercher à distinguer les différents états où se trouve une même terre par l'effet des modifications qu'elle éprouve par suite, soit des influences atmosphériques, soit des travaux mécaniques, soit de sa situation dans des couches plus ou moins profondes. Ces propriétés, que nous appellerons variables, sont celles qui sont le plus essentielles pour la pratique de l'art.

On n'a pas abordé méthodiquement avant nous l'étude de ces dernières propriétés, et nous en présentons ici les premiers essais. Schübler a bien avancé l'étude des propriétés physiques normales ; sa méthode a été adoptée depuis par tous les agronomes qui se sont occupés de la matière. C'est elle que nous allons reproduire ici avec les changements et les observations que l'expérience nous a suggérés.

Les expériences de Schübler, dont nous rapportons les résultats, ont été faites sur des terres à l'état suivant : 1<sup>o</sup> sable siliceux, séparé des terres par le moyen de la décantation : il contenait de petites feuilles de mica ; 2<sup>o</sup> sable calcaire, recueilli aussi par la décantation de terres qui contenaient du carbonate de chaux : il se trouvait alors mêlé avec du sable siliceux. Il est difficile d'obtenir du sable calcaire pur par ce moyen ; pour s'en procurer, il faut laver et décanter les débris des carrières

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1827, t. I.



de marbre, se servir ensuite d'un crible fin, qui ne laisse passer que les grains de sable de la dimension voulue; mais Schübler n'a opéré que sur un mélange de sable calcaire et siliceux; 5° argile pure : purifiée par des lavages à froid et à chaud de tout le sable qu'elle contient. Celle dont se servait Schübler contenait 0,580 silice, 0,562 alumine et 0.052 oxyde de fer : c'était un silicate simple qui renfermait encore environ 20 p. 100 de quartz, qui n'avait pu être séparé par les lavages. Nous obtenons des argiles plus pures par la décantation, en ne recueillant que la partie supérieure du liquide dans lequel les terres ont été délayées et fortement agitées; 4° carbonate de chaux pulvérulent : on l'avait obtenu en le précipitant, par un carbonate, de la dissolution d'un sel de chaux; 5° terreau : l'auteur l'a retiré d'une terre fertile, mais sans indiquer le procédé dont il s'est servi; 6° carbonate de magnésie : il a été également obtenu en le précipitant de la dissolution d'un sel de magnésie; 7° sulfate de chaux (gypse) : c'était du plâtre cru, dont l'auteur n'a pas indiqué la composition. Schübler a joint à ces terres, presque élémentaires, diverses autres espèces de sols, qu'il est utile de comparer pour juger des effets produits par le mélange, ce sont : 8° une *glaise maigre* : argile dont on peut séparer, par le lavage, de 50 à 60 centièmes de sable quartzeux fin; 9° *glaise grasse* : c'est une argile dont on peut séparer 15 à 50 p. 100 de sable quartzeux fin; 10° terre argileuse : celle-ci ne présente à la lévigation que de 5 à 15 centièmes de sable siliceux fin; 11° terre de jardin noire et fertile, composée de :

Argile . . . . .	52,4	Terre calcaire. . . . .	2,0
Sable quartzeux . . . . .	56,5	Terreau. . . . .	7,2
Sable calcaire . . . . .	1,8		

12° Terre d'un des champs d'Hoffwyl, composée de :

Argile . . . . .	61,1	Terre calcaire . . . . .	2,5
Sable siliceux . . . . .	42,7	Terreau. . . . .	3,4
Sable calcaire. . . . .	0,4		

13° Terre d'une vallée du voisinage de Jura, contenant :

Sable siliceux. . . . .	63,0	Terre calcaire. . . . .	1,2
Argile . . . . .	55,5	Terreau. . . . .	1,2
Sable calcaire. . . . .	1,2		

C'est sur ces terres que Schübler fit les expériences que nous comparerons aux nôtres dans tous les cas qui exigeront quelque vérification.

## CHAPITRE PREMIER.

### Pesanteur spécifique et poids des terres.

#### SECTION I<sup>re</sup>. — *Méthode de recherche.*

On pèse un vase rempli d'eau distillée à une balance sensible; on le vide; on y verse une portion de la terre dont on recherche la pesanteur spécifique, après l'avoir séchée et pesée, et l'on achève de remplir le vase d'eau distillée; on le sèche bien à l'extérieur; on l'agite de manière à ce qu'il ne reste pas de globules d'air attachés à la terre ou au vase, ce que l'on n'obtient rigoureusement qu'en plaçant le vase dans le vide; on le pèse. La pesanteur spécifique de la terre est donnée par la formule suivante : soient  $a$  le poids de la terre sèche,  $p$  le poids du vase plein d'eau,  $P$  le poids du vase plein d'eau et contenant la terre,  $x$  la pesanteur spécifique cherchée : on a

$$x = \frac{a}{p + a - P}.$$

Soit, par exemple,

$$\begin{aligned} a &= 200, \\ p &= 1665, \\ P &= 1788, \end{aligned}$$

on aura 
$$x = \frac{200}{1665 + 200 - 1788} = 2,60.$$

#### SECTION II. — *Résultats obtenus.*

En se servant de cette méthode, Schübler a trouvé, pour les différentes terres décrites plus haut, les résultats suivants :

Sable calcaire. . . . .	2,822	Carbonate de chaux fin. . . . .	2,468
Sable siliceux. . . . .	2,755	Terreau. . . . .	1,225
Gypse. . . . .	2,558	Carbonate de magnésie. . . . .	2,252
Glaise maigre. . . . .	2,701	Terre de jardin . . . . .	2,552
Glaise grasse. . . . .	2,652	Terre d'Hoffwyl. . . . .	2,401
Terre argileuse . . . . .	2,605	Terre du Jura. . . . .	2,526
Argile pure. . . . .	2,591		

Schübler a trouvé que les sables calcaires et siliceux pesaient plus que les mêmes substances réduites en poudre très-fine. C'est l'effet d'une erreur dans les pesées, provenant de ce qu'il ne les avait pas faites après avoir soumis les terres, sous l'eau, à l'action de la machine pneumatique, et qu'ainsi de petites bulles d'air restaient attachées aux parcelles de terre, et en nombre d'autant plus grand que ces parcelles étaient plus fines. En prenant cette précaution, on ne trouve pas non plus, ainsi que l'avait cru notre auteur, que les mélanges des terres diverses augmentent en pesanteur spécifique, comme le font les alliages dont les molécules se pénètrent.

On se tromperait, cependant, si l'on croyait, avec quelques personnes, pouvoir conclure de la pesanteur spécifique d'une terre la nature de ses composants. Dès qu'ils sont nombreux, le problème devient indéterminé ; mais ce n'en est pas moins un moyen précieux de vérification pour les analyses : ainsi, l'on peut toujours conjecturer qu'une terre qui a une grande pesanteur spécifique (de 2,50 à 2,60) contient beaucoup de silice, et que celle qui en a une très-petite (de 2 à 2,20) est abondante en terreau.

### SECTION III. — *Poids d'une masse de terre.*

Mais le poids d'un volume quelconque de terre peut-il être déterminé lorsqu'on connaît sa pesanteur spécifique ? Un mètre cube d'eau pèse 1,000 kilogr. S'ensuit-il qu'un mètre cube de terre, dont la pesanteur spécifique est de 2,60, pèsera 2,600 kilogr. ? Cela arriverait sans doute si l'on pouvait mettre les parcelles de la terre en contact parfait, mais comme elles conservent toujours un certain écartement qui varie selon le degré de tassement qu'elles ont subi, il en résulte une diminution plus ou moins

considérable dans le poids d'un volume donné de terre. Un sol ayant 2,5 de pesanteur spécifique, ayant été passé à un crible percé de trous de  $\frac{1}{2}$  millimètre de diamètre, et placé au-dessus d'une mesure d'un litre, la mesure étant remplie, elle n'a pesé que 1 kilogr., le même poids que l'eau ; la terre ayant été bien pilonnée dans la mesure, elle a pesé 1<sup>k</sup>,59. Le sable pur éprouve peu de tassement : une terre où il abonde pesait 1<sup>k</sup>,59 par litre.

En pressant ainsi la terre dans la mesure, on n'obtient pas encore le plus grand degré de tassement : pour y parvenir, il faut pétrir la terre avec de l'eau, et la mouler comme pour en faire une brique. Comme la pression qu'on lui fait subir alors est inégale, nous avons cru devoir régulariser l'épreuve en versant la terre liquide dans un moule, la laissant sécher sous une pression de 1 kilogr., et la desséchant ensuite à 100 degrés. Quoique les terres acquièrent une plus grande densité encore, si elles sont corroyées, nous nous en sommes tenus là, à cause de l'uniformité de préparation que l'on donne ainsi aux terres. Voici les résultats que nous avons obtenus :

	Pesanteur spécifique.	Poids d'un mètr. cube.
Glaise sablonneuse du Grand-Serre (Drôme) . . . . .	2,47	2105,0
Terre siliceuse ocreuse de Bagnols (Gard) . . . . .	2,56	1838,5
Terre argilo-calcaire de Camargue, dite forte . . . . .	2,60	1685,2
Glaise micacée d'Aulas (Gard) . . . . .	2,45	1661,2
Terre argilo-calcaire de Camargue, dite légère . . . . .	2,50	1638,6
Terre argilo-calcaire d'Orange (Prébois) . . . . .	2,50	1509,6
Glaise sablonneuse de la Valoire (Drôme) . . . . .	2,65	1458,5
Loam d'Hoffwyl assez chargé de terreau . . . . .	2,52	1404,5
Loam sablonneux de la vallée de Galaure (Drôme) . . . . .	2,58	1574,6
Terre siliceuse des Arnas (Rhône) . . . . .	2,60	1570,0
Loam d'Orange riche en terreau (Grenouillet) . . . . .	2,42	1126,5

Ce tableau prouve évidemment que la pesanteur spécifique des terres est une propriété toute différente du poids des masses. Mais ce poids ne représente encore qu'imparfaitement celui des terres dans l'état où elles se trouvent dans les champs. Celui-ci est très-variable selon la nature du sol et selon le traitement que le champ a subi. Ainsi la terre est moins dense dans les champs qu'on laboure profondément, elle le devient davantage

dans les prairies, plus encore dans les pâturages. Une terre fouillée et chargée sur une voiture pèse moins qu'elle ne le faisait quand elle était tassée avant son extraction. Ainsi nous avons trouvé que le mètre cube d'une terre qui, avant la fouille, pesait 1,400 kilogr., ne pesait plus que 1,200 kilogr. quand il était chargé sur un tombereau.

Le poids d'un volume donné de terre est donc essentiellement variable et doit être déterminé pour chaque cas particulier. Cette conséquence fait comprendre ce que les cultivateurs entendent par une terre pesante, celle qui charge beaucoup les tombereaux et les brouettes : c'est une terre qui se tasse fortement, qui a besoin de nouveaux labours si elle est surprise par les pluies, qui a le défaut d'étouffer la semence en empêchant l'accès de l'air. C'est principalement ce genre de pesanteur qui mérite d'être étudié par les agriculteurs, bien plus que la pesanteur spécifique, qui pour eux est une propriété purement abstraite. Ce sera d'autant plus facile, que la recherche de la ténacité, qui est aussi très-importante, exige, comme on le verra, que l'on prépare, par le même procédé, des briquettes semblables à celles qui peuvent servir d'abord pour établir le poids d'un volume de terre, que l'on rapporte ensuite facilement, par le calcul, au mètre cube.

## CHAPITRE II.

### Ténacité des terres.

#### SECTION I<sup>re</sup>. — *Ténacité normale des terres.*

Nous avons vu dans le chapitre précédent ce que les agriculteurs entendaient par une terre pesante : cette propriété est sans rapport avec celle qu'ils désignent par le mot de *terre forte*. La ténacité rendant les travaux plus difficiles, c'est elle qui les frappe le plus, et la division des terres, en fortes et dures, les préoccupe avant tout dans l'examen qu'ils en font. Un coup de bêche leur

apprend bientôt ce qu'ils en doivent penser ; mais la connaissance qu'ils acquièrent de la sorte n'est pour eux qu'une comparaison avec d'autres terres qu'ils sont habitués à traiter. Nous verrons, dans l'article suivant, que cette ténacité est modifiée dans l'état de nature par une foule de circonstances ; mais on devait d'abord étudier celle que les différentes terres placées dans des circonstances identiques étaient susceptibles de prendre. C'est ce que nous appellerons la ténacité normale de la terre. Aussi, quand on est obligé de traduire cette intuition en chiffres, quand les ingénieurs, par exemple, ont à exprimer le plus ou moins de travail, le plus ou moins de frais que coûtera une excavation, proportionnellement à la nature du sol, ils ont recours à des moyens plus positifs pour évaluer sa résistance. C'est le général du génie Vaillant qui a le premier, en 1817, fait des expériences pour créer cette méthode d'évaluation (1). Elle résulte du temps employé par un homme pour fouiller et charger sur une brouette 15,60 mètres cubes de terre. Les terres qui peuvent être chargées sans être fouillées, comme les sables et les terres végétales et calcaires, sont appelées *terres à un homme*, parce qu'un homme suffit pour en charger 15,60 mètres cubes dans sa journée. Lorsque la dureté de la terre oblige d'employer la pioche, il est nécessaire d'adjoindre un homme au premier, qui mette la terre en état d'être facilement prise à la pelle. Lorsque ce second ouvrier suffit pour que le premier puisse charger sans interruption, la terre est à *deux hommes* ; elle est à *trois hommes* lorsqu'un piocheur suffit pour faire tête à deux chargeurs ; elle est à un *homme et demi* lorsque deux piocheurs sont nécessaires pour que le chargeur puisse travailler constamment ; et ainsi de suite.

Pour parvenir à classer le terrain, on prend un homme de confiance, fort et habitué au travail de la terre ; on le fait piocher pendant un certain nombre de minutes ; cela fait, il charge dans une brouette le travail pioché. On observe le nombre de minutes employées pour chacune de ces opérations, et leur rapport fait connaître le nombre

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1852, 2<sup>e</sup> semestre, p. 281.

de piocheurs que cette terre exige pour que le chargeur puisse travailler sans interruption. Il suffit d'ajouter 1 à ce rapport pour tenir compte du chargeur, et l'on a en nombre l'expression de la nature du terrain. En effet, si le rapport est égal à l'unité, c'est-à-dire si le piocheur a employé le même temps que le chargeur, cela indique que ce chargeur ne pourra travailler sans interruption qu'autant qu'il sera constamment aidé par le piocheur; par conséquent, ces deux ouvriers ne peuvent déblayer que 15,60 mètres cubes de cette espèce de terre en une journée. Donc cette terre est à deux hommes.

Soient donc  $a$  le temps ou le nombre de minutes employées par le piocheur, et  $b$  le temps employé par le chargeur;  $\frac{a}{b}$  indique le nombre de piocheurs nécessaires à un chargeur et  $\frac{a+b}{b}$  indique la nature de la terre.

Ainsi le piocheur ayant travaillé pendant 8 minutes et le chargeur pendant 4, nous aurons pour expression de la terre  $\frac{8+4}{4} = 3$ ; la terre est donc à *trois hommes*.

Cette formule n'est pas applicable dans le cas où la terre n'a pas besoin d'être fouillée; elle est alors évidemment à un homme.

Cette méthode, usitée dans les travaux publics, pourrait l'être aussi avec avantage dans l'agriculture. Elle offrirait un degré de précision assez grand, surtout si l'on voulait s'en servir seulement pour classer le degré de ténacité du sol; car dans la pratique agricole on exécuterait le travail d'une manière plus expéditive, dans la plupart des terres franches, en se servant de la bêche qui déblaye et charge à la fois, qu'en se servant simultanément de la pioche et de la pelle. Dans tous les cas, il faudrait avoir soin de n'employer ce procédé de classement des terres que dans des circonstances identiques relativement à la sécheresse des terrains et à leur état de tassement. Mais c'est la difficulté de rencontrer cette identité parfaite qui a fait penser à apprécier la ténacité des terres par d'autres méthodes qui en soient indépendantes.

Pour déterminer cette propriété, M. Payen se borne à former avec la terre mouillée une boule de 30 millimètres de diamètre, à la laisser sécher au soleil ou sur un poêle et à la presser ensuite avec les doigts; si elle provient de sols sablonneux et peu tenaces, elle s'écrase sous une faible pression et même spontanément par son propre poids; les bonnes terres arables exigent un certain effort pour être brisées; les glaises, les terres argileuses tenaces exigent le choc d'un corps dur, et forment des fragments que la pression des doigts ne peut écraser.

Mais la méthode employée par Schübler a plus de précision; voici de quelle manière nous avons modifié son procédé: on humecte la terre de manière à la réduire en pâte délayée, mais cependant encore assez liée pour que les éléments divers ne se séparent pas; on la coule dans des moules quadrangulaires; on la charge de 1 kilogr. de poids; quand toute l'eau s'est écoulée et que la terre a repris sa solidité; on la retire du moule et l'on fait sécher le prisme que l'on a obtenu. Quand il ne perd plus rien à l'étuve, on le pose sur deux supports éloignés de 40 millimètres, et, par un point également éloigné des deux supports, on fait passer un cordon qui soutient un vase en entonnoir. On verse lentement et sans secousse dans ce vase un petit plomb de chasse, jusqu'à ce que le prisme se rompe. Alors on pèse le vase et le plomb et l'on trouve ainsi le poids qui a déterminé la rupture. On mesure la surface de rupture, on la rapporte, par le calcul, à une surface normale de 15 millimètres de côté (225 millimètres carrés), et l'on obtient ainsi la ténacité de la terre.

Exemple: Un prisme présentant une surface de rupture de 19 millimètres carrés sur 18 de côté, c'est-à-dire de 342 millim. carrés, a supporté 7,150 grammes: qu'elle est la ténacité de la terre? Je fais la proportion  $342 : 225 :: 7150 : x = 4703$ . C'est une terre très-forte.

Dans les expériences de Schübler, ses terres étaient pétries et corroyées en les mettant dans le moule; cette préparation donne aux terres ordinaires une ténacité qui surpasse environ de moitié la ténacité des terres coulées liquides dans le moule et se solidifiant sous un poids de 1 kilogr. La ténacité obtenue par ce dernier moyen est



beaucoup plus en rapport avec celle que prennent naturellement les terres dans les champs : aussi ce moyen doit être préféré.

Voici les résultats que Schübler a obtenus sur ses terres d'essai corroyées :

Sable siliceux. . . . .	0,60	Glaise grasse. . . . .	12,55
Sable calcaire. . . . .	0,00	Terre argileuse. . . . .	15,17
Terre calcaire fine. . . . .	1,00	Argile pure. . . . .	18,22
Gypse. . . . .	1,55	Terre de jardin. . . . .	1,28
Terreau. . . . .	1,53	Terre d'Hoffwyl. . . . .	6,01
Magnésie carbonatée. . . . .	2,09 (1)	Terre du Jura. . . . .	4,01
Glaise maigre. . . . .	10,44		

Il ne faut pas se dissimuler pourtant que ces sortes d'expériences ne présentent jamais des résultats rigoureux, à cause des différences de composition des divers prismes. Les uns peuvent contenir quelques grains de sable qui hâtent la rupture, tandis que d'autres sont composés d'éléments plus homogènes. Nous avons fait jadis des expériences pour avoir une juste idée des différences de ténacité que pouvaient présenter les mêmes terres. En voici le tableau :

	Maximum.	Minimum.	Rapport du minimum au maximum
Bolbine d'Auch. . . . .	55085	29085	0,85
Terre d'Orange. . . . .	49770	40970	0,86
Terre de Tarascon. . . . .	49535	57024	0,75
Terre d'Hoffwyl (2). . . . .	51571	29696	0,94

On voit que la plus grande différence est de  $\frac{1}{4}$  du poids de rupture, et que souvent elle est beaucoup moindre. L'écart le plus considérable se manifeste dans les terres qui ont beaucoup de sable, se répartissant inégalement dans les prismes ; mais si grande que soit cette différence elle est encore une indication beaucoup plus parfaite que les moyens empiriques que l'on a indiqués.

(1) Bürger, *Cours d'économie rurale* (magnésic, § 16), fait observer que Schübler doit avoir commis une erreur en attribuant au carbonate de magnésie une plus grande ténacité qu'à la terre calcaire ; il a éprouvé qu'un cylindre de magnésie se brisait très-facilement, tandis que la rupture d'un pareil cylindre de terre calcaire demandait une force considérable. Cette observation me paraît juste.

(2) La nature de ces terres est décrite dans notre mémoire sur la garance, inséré dans le deuxième volume de nos *Mémoires d'agriculture*. Ces expériences ont été faites sur des terres corroyées.

La ténacité dépend du degré d'atténuation des parcelles de la terre et de la forme de ces parcelles qui influe sur leur disposition à entrer en contact, autant que de la nature elle-même de ces parcelles. Elle résulte donc de causes compliquées dont l'analyse ne rendrait pas compte, et qui peuvent seulement être indiquées par l'expérience directe.

### SECTION II. — *Cohésion des terres humides.*

Si la ténacité des terres est très-importante pour évaluer le travail dans les terrains secs, leur plasticité, ou la force de cohésion avec laquelle elle s'attache aux instruments lorsqu'elles sont humides n'est pas d'une importance moins essentielle.

Pour mesurer cette force, on prend un disque de bois de hêtre d'un décimètre carré, on le met en contact parfait avec la terre complètement humide (celle qui ne laisse plus filtrer d'eau). Ce disque est attaché à un des fléaux d'une balance; on équilibre ce disque avec le bassin opposé, l'on charge ensuite le bassin de grains de plomb versés sans secousse, et quand l'adhésion est rompue, on pèse le plomb, dont le poids représente la force employée pour vaincre la cohésion.

Si l'on répète l'expérience avec un disque de fer, on trouve la plasticité moindre dans une proportion qui se rapproche de  $\frac{1}{10}$ . C'est ce qui motive la préférence des instruments de fer sur ceux de bois, surtout dans les terres humides. Voici le résultat des expériences de Schüller sur les espèces décrites plus haut :

Sable siliceux. . . . .	0,19	Glaise grasse . . . . .	0,52
Sable calcaire. . . . .	0,20	Terre argileuse. . . . .	0,86
Terre calcaire. . . . .	0,71	Argile pure. . . . .	1,52
Gypse. . . . .	0,55	Terre de jardin . . . . .	0,54
Magnésie. . . . .	0,42	Terre d'Hoffwyl . . . . .	0,28
Glaise maigre. . . . .	0,40	Terre du Jura. . . . .	0,27

### SECTION III. — *Ténacité variable des terres.*

Si, au lieu de considérer la ténacité et la cohésion relativement à plusieurs espèces différentes de terre, nous cherchons à constater les modifications qu'éprouvent ces

propriétés normales dans une même terre, selon les circonstances diverses auxquelles elle a été soumise, nous trouverons qu'en effet les labours qui ont précédé l'épreuve, le tassement éprouvé par la terre, soit d'une jachère prolongée, soit du piétinement des animaux qui y ont pâturé, l'état d'humidité plus ou moins grand où elle se trouve, modifient profondément sa ténacité et sa cohésion. L'étude de ces variations conduit surtout à assigner les moments où les labours sont le plus favorables; elle fait connaître, par conséquent, et les forces à employer pour la culture, et le nombre de jours où elle est possible dans chaque saison, si cette observation a été régulièrement prolongée sur chaque nature de terres pendant plusieurs années: connaissance qui peut devenir la base des calculs économiques les plus importants. Nous donnons à cette propriété variable des sols le nom de *résistance aux instruments*.

Si l'on veut s'assurer seulement de l'état actuel de la terre, on éprouve la résistance en laissant tomber bien verticalement, d'un mètre de haut, une bêche pesante 2<sup>k</sup>,75.

Nous avons trouvé que dans une terre marneuse durcie et piétinée, la bêche pénètre de 30 millimètres.

La terre étant parfaitement propre à la culture, c'est-à-dire dans les terres sablonneuses qui ne s'attachent pas aux instruments et dans les glaises et les marnes formant des mottes qui, lancées avec force sur la terre, se brisent en menus morceaux et ne forment pas un corps pâteux et cohérent, les unes et les autres étant dans un état propre à la culture, la bêche s'enfonce de 0<sup>m</sup>,059. Pour obtenir l'entier enfouissement du fer de la bêche dans le sol, fer qui a 0<sup>m</sup>,270 de longueur, il faut faire tomber sur sa tête, et de 5 mètres de hauteur, un poids de 5<sup>k</sup>,75.

Après une pluie abondante qui a trempé le sol, la bêche dynamométrique s'enfonce de 0<sup>m</sup>,080.

Si l'on fait tomber la bêche de moins de 1 mètre de hauteur, de 0<sup>m</sup>,50 par exemple, on obtient un enfouissement un peu plus que moitié de celui obtenu en la faisant tomber de 1 mètre; si elle tombe de 2 mètres, on a moins que le double de cet enfouissement.

Nous aurons occasion de reprendre toutes ces données quand nous traiterons de la bêche dans la mécanique agricole. Quant à présent, il nous suffit d'indiquer le moyen que nous venons de décrire comme le plus convenable pour déterminer la résistance variable des terres. Si la bêche dynamométrique est ramenée partout au même poids de 2<sup>k</sup>,75 que nous avons adopté, les résultats seront comparables entre eux et avec ceux que l'on pourra obtenir ailleurs; on se bornera alors à dire que la terre offre une résistance de 50, de 50, de 80 millimètres.

L'état de la terre le plus favorable au travail ne donnera pas la même résistance dans toutes les natures de terres. Ainsi nous trouvons une faible résistance dans les terres sablonneuses, et qui varie peu par les variations hygrométriques du sol; mais si le sable quartzeux n'est pas bien pur, qu'il s'y mêle une certaine dose d'argile, la résistance devient plus sensible.

La résistance dans les terres calcaires augmente par le tassement du sol, et peut devenir très-grande, s'il a été longtemps inculte. Elle est toujours forte dans les terres argileuses.

Dans les terres graveleuses l'expérience ne peut avoir lieu avec la bêche dynamométrique. On se sert alors d'une fourche à trois dents du même poids que la bêche et dont les dents, terminées d'ailleurs en pointes peu aiguës, ont 3 centimètres de côté. Nos expériences nous ont prouvé que l'enfoncement de la fourche était à celui de la bêche comme 10 : 7. Ainsi les forces qui produiront un enfoncement égal avec ces deux instruments seront en raison inverse de ce rapport.

### CHAPITRE III.

#### Hygroscopicité des terres.

##### SECTION I. — *Moyens de reconnaître l'hygroscopicité d'une terre.*

Nous entendons par hygroscopicité d'une terre, la

quantité d'eau qu'elle peut retenir entre ses molécules, sans la laisser égoutter, après en avoir été saturée. Pour constater cette propriété, on prend 20 grammes de terre desséchée à l'étuve; on les verse dans un filtre de papier joseph, placé dans un entonnoir de verre; on les sature d'eau; on laisse filtrer, et quand les gouttes ont cessé de tomber, on pèse le filtre avec son contenu. On retranche de ce poids celui du filtre mouillé, puis les 20 grammes, poids de la terre sèche, et le reste est la quantité d'eau retenue.

Ainsi, l'on a pour le poids de la terre. . . . .	20
Pour celui du filtre mouillé . . . . .	<u>5</u>
	25
Terre saturée d'eau et filtre mouillé. . . . .	<u>55</u>
Quantité d'eau absorbée. . . . .	<u>10</u>

ou 0,50 du poids de la terre.

D'après Schübler, voici dans quelles proportions les diverses terres élémentaires retiennent l'eau :

	Eau pour 100 parties de terre.		Eau pour 100 parties de terre.
Sable siliceux. . . . .	23	Terre calcaire fine. . . . .	85
Gypse. . . . .	27	Terreau. . . . .	1,90
Sable calcaire. . . . .	29	Magnésic. . . . .	4,56
Glaise maigre. . . . .	40	Terre de jardin . . . . .	89
Glaise grasse. . . . .	50	Terre arable d'Hoffwyl. . . . .	52
Terre argileuse. . . . .	60	Terre arable du Jura. . . . .	48
Argile pure. . . . .	70		

Si nous étudions cette propriété sur un grand nombre de terres, nous ne tardons pas à rencontrer des difficultés de plus d'un genre. Une terre fortement fumée, contenant beaucoup de détritius animaux et végétaux, a une hygroscopicité beaucoup plus grande que celle de même nature qui n'a pas reçu d'engrais. Nous avons trouvé un limon de la vallée de Galaure ayant, dans le même champ, avec la même composition minérale, une hygroscopicité de 49 et de 54; c'est qu'une partie du champ avait été écobuée, et que son argile était passée à l'état de brique. La faculté de retenir l'eau varie donc selon beaucoup de circonstances et surtout selon l'état plus ou moins grand d'amaigrissement d'un champ.

On a souvent donné l'hygroscopicité d'une terre comme un caractère propre à indiquer sa valeur; mais cette valeur résulte d'une bien plus grande complication de données; et par là non-seulement je veux parler de la valeur positive d'une terre, mais aussi de sa valeur relative. Ainsi une terre qui, par sa composition, aura une grande hygroscopicité pourra être inférieure à une autre où cette propriété sera plus faible, si la première est dans un climat humide, si le sous-sol imperméable est placé à peu de profondeur, si elle est sur un plan horizontal ne donnant pas de pente à l'eau, et qu'elle constitue le fond d'un bassin où les eaux se rendent de toutes parts, tandis que la seconde sera placée dans des circonstances plus favorables.

Les cinq terres suivantes ont une valeur locative de 150 fr. l'hectare.

	Hygroscopicité.		Hygroscopicité.
Le Bordelet . . .	0,40	Le Vistre (Nîmes) . . .	0,475
La Piboulette . . .	0,47	Le Thor (Vaucluse) . . .	0,35
Anduze (alluvion) . . .	0,43		

Le sixième n'a qu'une valeur de 70 fr. l'hectare :

Le Prébois (Orange) . . . 0,49

Elle a cependant plus d'hygroscopicité que la plupart des précédentes; elle est de formation paludienne, comme celle de Thor, et, comme elle, abondante en calcaire et propre à la garance; que lui manque-t-il donc pour avoir la même valeur? L'épaisseur de son sol et un sous-sol perméable.

## SECTION II. — *Fraîcheur de la terre (hygroscopicité), variable.*

Nous avons cru devoir désigner par le mot de *fraîcheur de la terre* cet état où elle n'est ni trop humide, ni trop sèche, mais où elle conserve en toute saison la quantité d'eau convenable pour que la végétation y ait lieu d'une manière continue; faute d'un autre mot français qui indique rigoureusement cet état, nous avons adopté celui dont se servent nos cultivateurs.

Un terrain, quoique très-hygroscopique, peut n'être pas frais ; il peut être humide, quoique retenant peu d'eau. Cela ne dépend pas de ce que sa faculté de filtration est plus ou moins grande, car cette propriété, que l'on a voulu examiner à part, dépend de l'hygroscopicité et est précisément en raison inverse de celle-ci ; mais cela tient plutôt à la profondeur de la couche perméable du terrain, à ses pentes, à sa situation à l'égard des terrains environnants, et enfin à l'état météorologique de la contrée. Qui n'a vu des champs sablonneux couverts de joncs et de laches ? Qui n'a vu des champs argileux couverts de labiées ? Ainsi les expériences de laboratoire ne peuvent fournir aucun indice certain de l'état du terrain relativement à l'humidité. Mais ne serait-il pas possible d'obtenir une synthèse de toutes les circonstances qui font varier l'état du terrain, et d'arriver ainsi d'un seul coup à préciser ce que l'on doit entendre par un terrain frais et un terrain sec, et ce que désignent par là les cultivateurs, afin de mettre de plus en plus la langue de la science d'accord avec celle de la pratique ?

Pour y parvenir, nous prenons une portion de terre à 53 centimètres de profondeur, nous la pesons immédiatement ; on la fait ensuite dessécher dans une étuve à 100 degrés ; la différence de poids nous donne la quantité d'eau que contenait la terre. Pour qu'elle soit saine, il faut que, deux ou trois jours après les plus fortes pluies, elle ne renferme pas plus de la moitié de sa capacité hygroscopique d'eau, et qu'au mois d'août, après huit jours de sécheresse, elle en renferme au moins 0,10 de son poids. Les terres qui, à 53 centimètres de profondeur, retiennent habituellement une quantité d'eau s'élevant de 0,15 à 0,25 de leur poids, sont réputées terres fraîches ; celles qui retiennent moins de 0,10 sont des terres sèches ; au-dessous de cette quantité, l'herbe commence à jaunir.

Afin de ne pas être obligé de faire ces essais sur le terrain même et de pouvoir les réserver pour le laboratoire, on peut mettre l'échantillon de terre que l'on veut essayer dans un flacon de cristal à large ouverture, bien bouché à l'émeri. Il y conserve son humidité, pourvu qu'on rem-

plisse à peu près le flacon. A la campagne, nous nous servons aussi, pour la dessiccation, d'une large capsule de de fer-blanc à double fond; on coule du suif entre les deux fonds, et, en l'échauffant, l'on élève facilement la chaleur de la terre à 100 degrés de plus.

Plus la terre est forte et l'accès de l'air difficile entre ses molécules, et plus l'abondance de l'eau est nuisible. Une terre bien labourée conserve plus longtemps sa fraîcheur dans les couches inférieures; la continuité étant rompue, la capillarité des terres de la surface ne s'exerce pas aux dépens des couches inférieures; elles peuvent être très-sèches, et l'intérieur se trouver frais.

Cette recherche de l'état de fraîcheur et de sécheresse des sols rend compte d'une de leurs propriétés les plus importantes, de celle qui constitue une grande partie de leur valeur; on ne saurait donc trop en recommander l'étude aux agronomes.

## CHAPITRE IV.

### **Aptitude des terres à attirer l'humidité de l'atmosphère.**

Pour évaluer cette propriété, on étend les terres deséchées sur des plateaux de verre, que l'on recouvre de cloches plongeant dans l'eau par le bas. On pèse les terres après 12, 24, 48, 72 heures. On s'aperçoit alors 1° que l'absorption diminue de vitesse à mesure que les terres se séchent; 2° qu'elles absorbent plus pendant la nuit que pendant le jour, la température restant égale; 5° que la faculté d'absorption suit le même ordre que l'hygroscopicité, si ce n'est que le terreau a plus d'action sur l'humidité atmosphérique que le carbonate de magnésie, tandis que ce carbonate, complètement imbibé, retient beaucoup plus d'eau entre ses molécules que le terreau. C'est de cette propriété que H. Davy voulait conclure la valeur des terrains, par cette considération que ceux qui en sont le plus doués possèdent le plus de terreau; mais les autres différences de composition minérale rendent le problème tout à fait indéterminé et sans application pos-



sible ; d'ailleurs il faudrait encore prendre en considération la nature du terreau que renferme la terre.

Voici quels ont été les résultats des expériences entreprises par Schübler, sur 5 grammes de chaque terre, étendus sur une surface de 0<sup>m</sup>,056 de côté :

	EAU ABSORBÉE EN			
	12 heures.	24 heures.	48 heures.	72 heures.
Sable siliceux. . . . .	0	0	0	0
Sable calcaire. . . . .	1,8	4,5	1,5	1,5
Gypse . . . . .	0,5	0,5	0,5	0,5
Glaise maigre. . . . .	10,5	15,0	14,0	14,0
Terre argileuse. . . . .	15,0	18,0	20,0	20,0
Argile. . . . .	18,5	21,0	24,0	24,5
Terre calcaire fine. . . . .	15,0	15,5	17,5	17,5
Magnésie. . . . .	34,3	58,0	40,0	41,0
Terreau. . . . .	40,0	48,5	55,3	60,0
Terre de jardin . . . . .	17,5	22,5	25,0	26,0
Terre d'Hoffwyl . . . . .	8,0	11,0	11,5	11,5
Terre du Jura. . . . .	7,0	9,5	10,0	10,0

La grande proportion d'eau que prend le terreau et la continuité de son absorption rendent raison du gonflement des tourbes lorsque l'atmosphère se maintient pendant quelques jours dans un grand état d'humidité.

## CHAPITRE V.

### Aptitude des terres à se sécher.

Les expériences faites pour constater l'aptitude des terres mouillées à se sécher à l'air ont prouvé qu'elles suivent à peu près l'ordre inverse de leur hygroscopicité ; ainsi, pour des sols semblablement situés, ce serait bien la mesure de cette dernière propriété qui serait aussi celle par laquelle on reconnaîtrait la disposition des terrains à être secs.

Pour l'évaluer, Schübler prenait des disques de fer-blanc de 75 centimètres carrés, parfaitement ronds, plats et munis d'un rebord. Il attachait ces disques au fléau d'une balance sensible, et y répandait avec égalité la terre à examiner dans son état de complète humidité (telle qu'elle est quand elle a cessé de filtrer) ; il notait le poids du

disque humide et laissait évaporer pendant quatre heures, dans un appartement fermé, à la température de 18°,75 centigrades; il notait alors le nouveau poids et avait ainsi la quantité d'eau évaporée. Enfin il faisait dessécher entièrement la terre et obtenait ainsi la quantité d'eau qu'elle contenait avant l'expérience. Il réduisait ensuite la quantité d'eau évaporée dans le premier cas en centièmes de la quantité d'eau totale.

## EXEMPLE :

PREMIÈRE PESÉE.		SECONDE PESÉE.	
Poids de la terre humide. . .	510	Poids de la terre humide. . .	310
Poids de la terre après quatre heures . . . . .	260	Poids de la terre sèche . . .	200
	<hr/>	Poids total de l'eau. . . . .	<hr/> 110
Poids de l'eau évaporée. . .	50		

Il faisait alors la proportion  $110 : 50 :: 100 : x = 45,5$ .

Cette terre laissait donc s'évaporer 0,455 de l'eau qu'elle contenait. Voici les résultats qu'il obtenait :

Sur 100 parties d'eau, en 4 heures il s'évapore :	Sur 100 parties d'eau, en 4 heures il s'évapore :
Sable siliceux. . . . . 88,4	Carbonate de chaux. . . . . 28,9
Sable calcaire . . . . . 75,9	Terreau . . . . . 20,5
Gypse. . . . . 71,7	Magnésic. . . . . 10,8
Glaise maigre. . . . . 52,0	Terre de jardin. . . . . 24,5
Glaise grasse . . . . . 45,7	Terre d'Hoffwyl . . . . . 52,0
Terre argileuse. . . . . 54,6	Terre du Jura. . . . . 40,1
Argile pure. . . . . 51,9	

Ces chiffres présentent les facultés relatives d'évaporation de ces terres, mais ils n'ont rien d'absolu et de comparable dans d'autres circonstances, parce que l'auteur n'a pas indiqué l'état hygrométrique de l'air pendant ses expériences, et qu'il est difficile de se procurer une température exacte de 18°,75. Pendant longtemps, nous avons fait nos expériences dans l'air d'une étuve à 50 degrés, et en ayant soin de le dessécher par le chlorure de calcium. Cette méthode est plus exacte; elle l'est suffisamment pour les besoins de la pratique, mais elle n'a pas encore le degré de précision que l'on exigerait dans une opération physique, et que l'on n'obtiendrait que par le vide sec dans une température donnée. Enfin nous avons aussi opéré sans tenir compte de la température et de

l'humidité de l'air, en comparant seulement l'évaporation de l'eau et celle de la terre. Voici la méthode que nous avons suivie. On place la terre de la manière indiquée sur des disques attachés au fléau d'une balance sensible ; les disques dont nous nous servons sont de verre et non de fer-blanc, ces derniers s'oxydant trop facilement. On place l'appareil dans un appartement bien fermé, à côté d'un vase évaporatoire contenant de l'eau au degré de température de l'appartement ; ce vase est construit de manière à pouvoir marquer les dixièmes de millimètres d'évaporation. Au bout de quatre heures, on note l'évaporation de la terre et l'évaporation de l'eau ; on réduit cette dernière en poids ; le rapport de ces deux évaporations ramenées à des surfaces égales, indique la faculté que possède chaque terre d'abandonner l'eau dont elle est chargée.

Voici la construction du vase évaporatoire. On a un bassin carré de fer-blanc ou de cuivre de 552 millimètres de côté (110,224 millimètres carrés) et de 5 centimètres de profondeur ; on se procure ensuite un tube de verre gradué, fermé par un bout, dont la surface de la section intérieure soit de 10,000 millimètres carrés (c'est-à-dire qui ait 554 millimètres, 5 de diamètre) (1) ; ce tube est percé à 45 millimètres du fond par un petit trou rond de 5 millimètres de diamètre. Quand il est placé dans le vase évaporatoire, celui-ci n'a plus que 100,000 millimètres de surface d'évaporation, et le tube a le dixième de cette surface ; si nous le remplissons d'eau en le plaçant dans le vase, dès que l'évaporation atteindra le trou latéral qui doit affleurer la surface de l'eau du vase, celle qu'il contient s'écoulera du tube dans le vase pour le maintenir de niveau, et elle descendra de 10 millimètres dans le tube par chaque millimètre de diminution du vase.

N'ayant pas à notre disposition des substances identiquement les mêmes que celles dont s'est servi Schübler, nous ne pouvons établir de comparaison ; mais il résulte de nos expériences que l'évaporation de la terre est d'autant plus rapide par rapport à celle de l'eau que cette

(1) On y supplée plus exactement par un prisme de fer-blanc muni d'une glace sur un côté.

terre est plus complètement imbibée. C'est ce qu'avait déjà constaté M. de Saussure. Au reste, les terres élémentaires, telles que nous les examinons, gardaient bien entre elles, sinon les mêmes rapports numériques, au moins le même rang que chez Schübler.

## CHAPITRE VI.

### Diminution du volume des terres par la dessiccation.

Tout le monde sait que si l'on expose à un feu violent un morceau d'argile, il diminue sensiblement de volume, au point que l'on a pu fonder sur cette propriété une méthode pour comparer les températures élevées. Le pyromètre de Wedgwood consiste dans la mesure des degrés de cette diminution de volume, ou *retrait*, diminution que l'on suppose proportionnelle à la chaleur éprouvée. Mais le retrait existe déjà quand la terre éprouve une chaleur beaucoup moins forte, et dès qu'elle se dessèche. Qui n'a pas observé, dans l'été, les larges crevasses qui se forment dans les terres argileuses par l'effet de ce retrait? Il est certain que les racines des plantes qui se rencontrent dans la direction de ces crevasses sont brisées; mais, tout fâcheux qu'il est, cet effet ne serait pas très-nuisible sur les plantes annuelles, les prismes qui se forment étant généralement étendus. L'effet à craindre et qui se réalise surtout dans les contrées du Midi, c'est la contraction, le resserrement de la masse sur son centre, c'est la pression exercée contre les racines, qui les étranglent, arrêtent ou gênent la circulation, et rendent la plante chétive et malade.

Il y a deux moyens de mesurer cette propriété; le premier consiste à juger de l'extension que prennent les terres sèches, et Barthès avait proposé pour cela un instrument qu'il appelait *extensimètre*, dont nous avons la mention et non la description (1). Le second, employé par Schübler, consiste à former des prismes carrés, de

(1) Olivier de Serres, édit. de la Société d'agriculture, t. I, p. 61.

dimension convenue et également humides, de les faire dessécher à une température donnée et de les mesurer de nouveau quand ils ne perdent plus de leur poids. C'est ainsi qu'il a jugé qu'à 18 degrés, et après plusieurs semaines de dessiccation, les terres sur lesquelles il expérimentait se réduisaient de la manière suivante :

4000 parties perdent de leur volume.		4000 parties perdent de leur volume.	
Carbonate de chaux. . . . .	50	Magnésie . . . . .	154
Glaise maigre. . . . .	60	Terreau . . . . .	200
Glaise grasse. . . . .	89	Terre de jardin. . . . .	149
Terre argileuse. . . . .	114	Terre d'Hoffwyl. . . . .	120
Argile pure . . . . .	185	Terre du Jura . . . . .	95

Les sables siliceux, calcaires, et le gypse, ne changent pas sensiblement de volume.

L'extrême retrait du terreau explique le boursoufflement des terrains tourbeux dans les temps humides, et leur abaissement par la sécheresse. Ils perdent alors un cinquième de leur volume.

On voit aussi que le retrait n'est pas proportionné à la faculté de retenir l'eau, car la chaux a peu de retrait, quoiqu'elle retienne plus d'eau que l'argile ; il dépend du nouvel arrangement de molécules, qui est spécial pour chaque nature de sol, et qui, dans les mélanges aussi, agit d'une manière particulière. Nous avons vu que c'est à cette différence de retrait entre les parties argileuses et calcaires que tient surtout la pulvérisation de la marne.

Au reste, ce que nous venons de dire suffit pour faire apprécier le *criterium* tant recommandé par les anciens agronomes pour juger des qualités d'une terre. Ils faisaient une fosse et la remplissaient de nouveau de la terre qu'ils en avaient tirée ; ils pensaient que s'il restait de la terre, c'était une marque d'un bon terrain, mais qu'il était mauvais s'il en manquait pour combler la fosse. Qui ne voit que le fond du terrain étant plus tassé que le dessus, et que ne l'est la terre que l'on remet dans la fosse, il en reste toujours dans tous les cas ? Mais si le fond du terrain est humide et qu'on laisse à la terre extraite le temps de se sécher, il pourra en manquer, et au contraire il pourra en rester beaucoup, si, le fond étant sec, la terre reste exposée à l'humidité, et qu'elle

contienne beaucoup de terreau et d'argile. On juge donc par là bien plutôt de l'état de sécheresse et d'humidité des couches inférieures que de toute autre chose.

## CHAPITRE VII.

### Absorption de l'oxygène par les terres.

On connaît les expériences de Th. de Saussure sur l'absorption des gaz par le terreau ; M. de Humboldt les a étendues aux terres (1). Schübler a soumis cette propriété à de nouvelles expériences ; il mettait 54 gr., 255 de chacune de ses terres à l'état parfaitement sec et à l'état parfaitement humide, dans des flacons de verre bouchés à l'émeri et renversés sous l'eau ; après un certain espace de temps, il analysait l'air des flacons.

L'absorption à l'état sec était nulle pour toutes les terres ; à l'état humide, il a trouvé les résultats suivants : sur 54 gr., 255 de terre humide en contact avec 297 centimètres cubes d'air, les substances qu'on va énumérer ont absorbé en 50 jours les quantités d'oxygène suivantes :

Absorption d'oxygène en poids pour 100 du poids de la terre.		Absorption d'oxygène en poids pour 100 du poids de la terre.	
Sable siliceux . . .	4,6	Terre calcaire . . .	10,8
Sable calcaire . . .	5,6	Terreau. . . . .	20,3
Gypse. . . . .	2,7	Magnésie. . . . .	17,0
Glaise maigre . . .	9,5	Terre de jardin. . .	18,0
Glaise grasse. . . .	11,0	Terre d'Hoffwyl . .	16,2
Argile pure. . . . .	15,5	Terre du Jura. . . .	15,0

Le terreau est de toutes ces substances celle qui absorbe le plus d'oxygène dont il forme de l'acide carbonique, et la seule, avec le fer et ses oxydes, qui exerce sur lui une réaction chimique. Si le terreau est complètement recouvert d'eau, il devient noir et se change en terreau carbonisé insoluble, qu'on trouve dans

(1) *Annales de Gilbert*, t. I, p. 512, 1<sup>re</sup> série.

toutes les terres paludiennes, et en mélange avec les tourbes.

Quant aux autres terres, elles se bornent à absorber l'oxygène sans se combiner avec lui, car, si on les dessèche ensuite à une température un peu élevée, elles redeviennent capables d'absorber les mêmes quantités d'oxygène.

L'absorption a lieu aussi quand les terres sont complètement recouvertes d'une couche d'eau; l'eau seule, sans terre, n'absorbe que des quantités très-petites de gaz.

La chaleur augmente la faculté d'absorption des terres; les terres gelées n'ont presque aucune action absorbante. Le fer s'oxyde rapidement quand il est humecté, et ses oxydes sont sujets à passer sous l'eau à un degré plus avancé d'oxydation. Ainsi les terres humides ne sont aptes à se combiner avec l'oxygène de l'atmosphère qu'autant qu'elles contiennent du terreau et du fer; le terreau combiné avec l'oxygène produit immédiatement du gaz acide carbonique, propre à passer dans la végétation; le fer s'en empare et le conserve. Les autres terres le gardent en réserve et ne le rendent que par leur dessiccation; alors s'exhale de la terre humide un air fortement oxygéné, dont on connaît l'action énergique sur la végétation et surtout sur la germination des semences.

## CHAPITRE VIII.

### Conductibilité du calorique.

Les expériences de Schübler sur la propriété conductrice des terres manquent de cette rigueur qui pourrait les rendre comparables; Schübler expérimentait sur des terres chauffées à  $62^{\circ},5$  dans des vases de 594 centimètres cubes de capacité; il y plongeait des thermomètres et observait le temps que chacune d'elles mettait à se refroidir à  $21^{\circ},2$ , la température de l'atmosphère étant à  $16^{\circ},2$ . Voici ses résultats : 594 centimètres cubes des terres

suivantes passaient de 62°,5 à 21°,2 dans l'espace de temps indiqué ci-après :

		Faculté de retenir la chaleur p. 100 en poids.			Faculté de retenir la chaleur p. 100 en poids.
Sable calcaire. . .	3b50	100,0	Terre calcaire. . .	2b10	61,8
Sable siliceux. . .	3 27	95,6	Terreau . . .	1 45	49,0
Gypse. . . . .	2 54	75,2	Magnésic. . . .	1 20	58,0
Glaise maigre . .	2 41	76,9	Terre de jardin. .	2 16	64,8
Glaise grasse. . .	2 50	71,1	Terre d'Hoffwyl. .	2 27	70,1
Terre argileuse. .	2 24	68,4	Terre du Jura. . .	2 36	74,5
Argile pure. . . .	2 19	66,7			

La faculté de retenir le calorique est, dans les terres, en rapport direct avec leur pesanteur spécifique, si nous comparons des volumes égaux ; de sorte qu'une pesanteur spécifique élevée dénote toujours une grande faculté de retenir la chaleur ; cette faculté est aussi en raison de la grosseur des particules. Une terre couverte de cailloux siliceux perd plus lentement son calorique qu'un sable siliceux, ce qui rend les terres caillouteuses propres à mûrir plus complètement certaines récoltes, par exemple le raisin. Les terrains crayeux, argileux et tourbeux, se refroidissent avec rapidité.

## CHAPITRE IX.

### Échauffement des terres par la chaleur lumineuse.

Cette propriété est une des plus importantes en agriculture, mais elle dépend d'un grand nombre de circonstances qu'il faut savoir isoler : 1° de la couleur de la surface du sol ; 2° de la composition minérale du terrain ; 3° d'autres circonstances tenant à la disposition générale du sol, telles que son inclinaison, et que nous examinerons plus loin. Dans chaque climat, cet échauffement dépend, de plus, de la nébulosité du ciel, mais ceci est une considération que nous réserverons pour la météorologie agricole.



SECTION I<sup>re</sup>. — *Couleur de la surface du sol.*

La couleur du sol est la circonstance principale à examiner pour juger de sa faculté d'échauffement ; elle fait varier considérablement la chaleur reçue par la terre. Dans une expérience, une argile blanche marquait 41°.25 ; la même argile teinte en noir avait une température de 48°.88, celle de l'air étant de 25 degrés. Le soleil échauffait donc la première de ces terres de 16°.25, et la seconde de 25°.88.

Quand les terres blanches sont des glaises, comme elles retiennent beaucoup d'eau, on peut attribuer le retard de leur végétation à leur humidité. Mais quel est le cultivateur du midi qui n'a pu comparer le degré d'avancement des récoltes des terrains calcaires rougeâtres avec celui des terres blanches de même nature, l'humidité des deux terres étant égale d'ailleurs ? Qui ne sait combien les vins des terrains blancs sont moins spiritueux que ceux des terrains colorés ? Dans le nord, les terrains blancs sont exclusivement consacrés à la culture des raisins blancs. M. Creuzé-Latouche, qui a fait une étude approfondie des vignobles des bords de la Loire, confirme ce résultat général. « J'avais observé, dit-il, que les coteaux du Cher, de la Creuse, de l'Indre, depuis Châtellerault jusqu'à l'embouchure de cette rivière dans la Loire, et jusqu'aux environs de Tours et de Saumur, avaient toujours pour base une espèce particulière de pierre calcaire blanche, tendre, poreuse, généralement répandue dans toutes ces contrées. On voit sur ces coteaux des intervalles plus ou moins longs où la substance calcaire se trouve à une plus grande profondeur sous la terre végétale ; cette terre n'est plus blanche, sa couleur est assez ordinairement nuancée de jaune et de rouge. C'est par ces indications que peuvent se distinguer très-aisément dans ces contrées les terres à vins rouges et celles à vins blancs. Quelquefois les veines rouges et blanches alternent de proche en proche, et alors on voit des vignobles à vins rouges et des vignobles à vins blancs également alternés ; tels sont les environs de Tours et les coteaux de la Vienne.

Ailleurs on ne voit que des terres blanches, et tel est l'aspect que présentent constamment les coteaux de Saumur, sur cette même pierre calcaire où l'on ne récolte le plus communément que des vins blancs. Mais, dans d'autres parties de ce même banc calcaire, où l'on cultive indistinctement des raisins noirs et des raisins blancs sur la terre blanche, il est constant que les vins rouges qui s'y récoltent sont petits, faibles, décolorés, de peu de durée, et dans le même état d'infériorité et d'imperfection que les vins rouges du département de la Marne. Les vins rouges, au contraire, qui, dans d'autres parties de ces mêmes cantons, et souvent dans le même domaine, se récoltent sur la terre rouge ou rougeâtre, ont une intensité de couleur, une fermeté et une qualité tout opposée (1). »

L'expérience en grand confirme donc complètement l'expérience en petit, et ce n'est pas seulement sur la vigne que cet effet se remarque : quoique les blés, les fourrages, en gazonnant la terre, la préservent en partie du contact des rayons solaires, ils ne la couvrent pas tellement que l'effet de la coloration ne se fasse sentir, surtout au premier printemps, quand l'herbe est encore peu épaisse. D'ailleurs on doit compter pour beaucoup, dans l'élévation de la température d'un pays, le rayonnement nocturne des terres colorées en jachère et en état de culture, échauffées pendant le jour. Cet effet local se manifeste très-clairement, et nous aurons occasion d'en parler ailleurs.

Cette question de la coloration du terrain amène celle de la coloration des murs en noir. Doit-on les maintenir blancs ou les colorer en noir? Dans le premier cas, le mur n'absorbe pas la chaleur solaire, mais la reflète sur l'espallier; dans le second, le mur absorbe la chaleur solaire et la rayonne pendant la nuit. Ainsi, d'un côté, on constitue un climat extrême à l'arbre, de l'autre un climat moyen. Dans les pays froids, où il importe de hâter la maturité par des variations successives de température capables de provoquer le mouvement de la sève, que la

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture de la Seine*, t. III, p. 266.

chaleur moyenne serait insuffisante à mettre en mouvement, on a adopté généralement les murs blancs. Mais nous pensons que les pays méridionaux retireraient un grand avantage des murs noirs, qui préviendraient l'insolation des fruits et leur départiraient pendant la nuit la chaleur qu'ils auraient absorbée pendant le jour.

On a souvent rappelé l'observation de Saussure, qui a vu les habitants de Chamouni répandre sur leurs champs couverts de neige la poussière de schistes noirâtres pour hâter la fusion de cette neige.

SECTION II. — *Effets de la composition minérale des terrains sur l'échauffement.*

La composition minérale des terrains a des effets beaucoup moins marqués que leur coloration sur leur faculté d'échauffement par les rayons lumineux. On parvient à démêler ce qui lui appartient dans ces effets en exposant les diverses natures de terres au soleil, avec des surfaces noircies par une légère couche de noir de fumée, ou blanchies par une couche également légère de magnésie très-fine et très-blanche.

	SURFACE.		DIFFÉRENCE.
	blanche.	noire.	
Sable de quartz. . . . .	45° 25	50° 87	7° 62
Sable calcaire. . . . .	45 25	51 12	7 87
Gypse. . . . .	45 50	51 25	7 75
Glaise maigre. . . . .	42 12	49 50	7 40
Glaise grasse. . . . .	42 55	49 75	7 58
Terre argileuse. . . . .	41 88	49 12	7 24
Argile. . . . .	41 25	48 87	7 62
Terre calcaire. . . . .	42 85	50 50	7 65
Magnésic. . . . .	42 62	49 62	7 00
Terreau. . . . .	42 50	49 58	6 88
Terre de jardin. . . . .	42 35	50 25	7 90
Terre d'Hoffwyl. . . . .	42 00	50 00	8 00
Terre du Jura. . . . .	42 85	50 50	7 65

Ainsi, de la nature de terre la plus susceptible de s'échauffer à celle qui l'est le moins, du gypse blanchi à l'argile blanchie, on ne trouve que la différence de 2°, 55, et du gypse noirci à l'argile noircie celle de 2°, 58, tandis que le changement de couleur du blanc au noir produit

une différence presque constante de 7 à 8 degrés. C'est donc principalement à la coloration du sol que l'on doit attribuer son plus ou moins grand échauffement.

### SECTION III. — *Humidité.*

L'humidité et la sécheresse du sol influent aussi considérablement sur son échauffement. Les terres gardant leur couleur naturelle à leur surface, voici ce qu'elles acquerraient de chaleur selon qu'elles étaient sèches ou humides, la température de l'air étant à 25 degrés.

	TERRE HUMIDE.		TERRE SÈCHE.		Diffé. des Echauf- fements.
	Températ. au soleil.	Echauf. solaire.	Températ. au soleil.	Echauf. solaire.	
Sable de quartz, gris jaunâtre clair. . . . .	27° 25	15° 25	44° 75	19° 75	7° 50
Sable calcaire gris blanchâtre. . . . .	37 58	12 58	43 50	19 50	7 12
Gypse gris-blanc clair. . . . .	56 25	11 25	43 62	18 62	7 37
Glaise maigre jaunâtre. . . . .	56 75	11 75	44 12	19 12	7 37
Glaise grasse. . . . .	37 25	12 25	44 50	19 50	7 25
Terre argileuse gris jaunâtre. . . . .	37 38	12 58	44 62	19 62	7 24
Argile gris bleuâtre. . . . .	37 50	12 50	43 00	20 00	7 50
Terre calcaire blanche. . . . .	53 65	10 65	43 00	18 00	7 37
Magnésie blanc de neige. . . . .	33 15	10 15	42 62	17 62	7 49
Terreau gris-noir. . . . .	50 75	14 75	47 57	22 57	7 62
Terre de jardin gris-noir clair. . . . .	37 50	12 50	43 25	20 25	7 75
Terre d'Hoffwyl grise. . . . .	56 88	11 88	44 25	19 25	7 57
Terre du Jura grise. . . . .	36 50	11 50	45 75	18 75	7 25

La différence des échauffements solaires entre les terres humides et les terres sèches est comprise entre 7 et 8 degrés; elle représente ici l'abaissement de température dû à l'évaporation; elle se maintient jusqu'à ce que les terres soient sèches. On peut conclure de ces expériences que les terres que l'on appelle fraîches sont celles qui ont une couleur peu foncée, une grande faculté de retenir l'eau et qui se dessèchent lentement.

## CHAPITRE X.

### De l'électricité.

Avant que les physiciens se fussent occupés de l'action de l'électricité dynamique sur les corps, et surtout de ses

effets lents et prolongés, on s'était borné à constater que le sable, la chaux, la magnésie, le gypse, le terreau étaient des corps non conducteurs quand ils étaient secs, et que l'argile seule conduisait faiblement l'électricité, ce qui pouvait dépendre de ce qu'elle contenait ordinairement des oxydes de fer et une certaine quantité d'eau.

On s'était assuré de plus, en grattant une terre sèche et en en faisant tomber les particules sur un électromètre de Volta, muni d'un disque, qu'elles causent une divergence de 4 à 5 degrés du côté négatif; la glace agissait en sens contraire et donnait une électricité positive.

On avait aussi essayé les effets de l'électrisation du sol sur la végétation.

Berthollet, Gardini, Ingenhousz, du Carmoy, Gasc, Dupetit-Thouars, avaient dirigé sur ce point de nombreuses expériences, dont les résultats étaient contradictoires, et si l'on ne pouvait pas mettre en doute l'accroissement considérable des plantes après les pluies d'orage, tout ce que nous savons de la composition de ces pluies, de l'acide nitrique et de l'ammoniaque qu'elles contiennent, nous mettrait en garde aujourd'hui contre des conclusions précipitées, qui attribueraient cet effet au fluide électrique.

Depuis que l'action universelle de l'électricité a été mieux appréciée, depuis que l'on a pu connaître cette agitation générale qui anime toutes les particules hétérogènes de matière dès qu'elles sont en contact, et qui tend sans cesse à détruire les composés les moins stables au profit de ceux qui le sont le plus, opérant de nouvelles combinaisons avec les éléments des combinaisons anciennes, on a reconnu que c'était surtout dans le sol lui-même qu'il fallait étudier l'action électrique dans ses rapports avec la végétation.

M. Pelletier (1) a présenté toute une théorie sur ces rapports. « Dans un mélange de silice, d'alumine et de chaux, dit-il, il existe une force qui doit tendre à combiner ces substances. La silice et l'alumine sont, par rapport à la chaux, des corps électro-négatifs, et, en leur présence,

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1837, p. 576.

la chaux doit prendre une électricité contraire. D'après cela, suivant que les mouvements extérieurs, des causes étrangères placeront les molécules à plus ou moins de distance, les grouperont de diverses manières, il s'établira des piles électriques, les tensions varieront, des décharges auront lieu et la terre se trouvera pour ainsi dire animée. Le fluide électrique qui la parcourra excitera les stomates radicellaires, et l'absorption des fluides propres à la nourriture du végétal aura lieu. Les fibrilles radicellaires, imprégnées d'humidité, deviendront des conducteurs chargés de transmettre l'électricité à la plante, électricité certainement aussi nécessaire à la vie que la lumière et le calorique. »

Plusieurs objections ont été faites à cette théorie, et d'abord la plante n'a nullement besoin de l'électricité étrangère pour son existence; il suffit de connaître les transformations chimiques qui s'opèrent dans son intérieur, la variété des substances nouvelles qui s'y forment, la combinaison des éléments qui y circulent, pour juger que le mouvement électrique n'y manque pas. Il faut observer ensuite que la végétation a lieu sans que plusieurs éléments terreux se trouvent en présence, ce que supposerait la théorie de notre savant confrère, et que, par exemple, celle qui s'effectue dans la fleur de soufre ou le quartz pur ne pourrait exister, si elle tenait aux réactions électriques des matières qui entourent ses racines. Beaucoup de terrains manquent de l'élément calcaire, et le bon effet du mélange des terres s'explique suffisamment par l'action chimique et physique sans recourir à des causes qui resteront occultes jusqu'à ce que, par une expérimentation exacte, on les ait séparées de toutes les autres, jusqu'à ce qu'on les ait montrées et mesurées.

L'effet des courants électriques qui existent dans l'intérieur de la terre doit être, au reste, très-marqué sur les solutions qui composent le sol, et doit amener des séries continuelles de combinaison et de décomposition qui rendent libres ou combinent ses éléments de manière à les offrir sous différentes formes à l'action de la végétation.

M. Becquerel a montré (1) que la plupart des séries géologiques renferment des roches perméables à l'eau et offrent ainsi un conducteur aux courants électriques. Si donc on suppose une vaste étendue de terrain argileux humide, dont une partie renferme du sulfate de chaux et l'autre en soit privée, l'eau chargée de sulfate de chaux réagira sur celle qui n'en renferme pas, de manière à lui céder une portion du composé qu'elle tient en dissolution, et, pendant cette réaction, il y aura un dégagement d'électricité, qui circulera grâce aux matières carbonneuses, au terreau, aux racines décomposées, aux pyrites et autres corps conducteurs que renferme le sol. C'est ce qu'il a démontré au moyen d'expériences faites sur des terrains étendus.

Mais il est aussi un effet électrique que M. Fournet a entrevu (2), et que MM. Brongniart et Malagutti (3) ont soumis à l'expérience, effet dont il faut tenir grand compte et qui met sur la voie de tous les effets qui lui sont analogues ; je veux parler de la décomposition des feldspaths et de leur transformation en kaolins. On sait que dans cette opération de la nature, les feldspaths, perdant leurs alcalis, se réduisent à des silicates d'alumine ; nous avons vu que, selon toutes les apparences, cette action était facilitée, et dans certains cas peut-être complétée par la présence des eaux chargées d'acide carbonique ; mais ce que l'expérience a mis hors de doute, c'est que par l'action lente de l'électricité agissant entre les éléments mêmes du minéral, cette décomposition avait lieu. Elle a pour effet de dégager les alcalis des combinaisons insolubles, et de les rendre solubles et propres à passer dans la végétation. Il est probable que quand on examinera de près les autres matières du sol, on reconnaîtra aussi des actions pareilles et qui prendront rang parmi celles dont on doit tenir compte en agriculture. On finira par comprendre ainsi l'utilité de certains mélanges de terres dont l'effet est difficile à expliquer par les principes chimiques et mécaniques isolés des réactions électriques.

(1) *Compte rendu*, t. XIX, p. 4052 et suiv.

(2) *Annales de chimie*, mars 1834, p. 225.

(3) *Compte rendu de l'Académie des sciences*, octobre 1841, p. 735 et suiv.

# TROISIÈME PARTIE.

## CIRCONSTANCES QUI MODIFIENT LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES TERRES.

---

### INTRODUCTION.

En traitant des propriétés physiques des terres, nous avons dû faire pressentir souvent que l'état dans lequel leurs éléments se trouvaient quand on les considère, soit isolément, soit les uns à l'égard des autres, amenait de grandes modifications dans ces propriétés. Ainsi, les dimensions des matériaux, leur forme, leur coloration, l'inclinaison du sol, son état d'humidité et de sécheresse, l'effet des météores, de la gelée, l'incinération des terrains et une foule d'autres causes font varier les qualités du sol et doivent être soumis à une appréciation détaillée : c'est le but que nous nous proposons dans cette troisième partie ; elle complétera ce que nous venons de dire, sans avoir l'inconvénient d'interrompre des déductions auxquelles il fallait laisser toute leur simplicité.

### CHAPITRE PREMIER.

#### Examen de l'état des particules du sol.

Quand on examine une terre, telle qu'elle se trouve dans la nature, il est assez difficile de se rendre raison de l'état de ses particules ; on n'y trouve qu'une véritable confusion : les fragments les plus gros mêlés aux plus



fins, l'argile confondue avec la terre calcaire, l'une et l'autre couvrant de leur enduit les faces des cristaux et les fragments les plus caractérisés des minéraux. On ne tarde pas à reconnaître que tout examen sérieux est impossible avant d'avoir séparé les particules selon leur ordre de grandeur et de densité; alors seulement on peut juger de leur nature et de leur figure. Cette séparation se fait au moyen de la lévigation. En recommandant ce procédé, nous ne lui accordons pas le mérite de suppléer à toute autre espèce d'analyse, comme ont voulu le faire quelques auteurs. En effet, la plupart des analyses de Thaër ne sont que des lévigrations qui succèdent à l'action d'un acide faible, destiné à enlever les carbonates; la lévigation toute seule a même été proposée par Cadet de Vaux et par Herpin, comme suffisante pour arriver à la connaissance des terres. Nous en avons dit assez dans la première partie de ce cours pour faire apprécier cette assertion. Il faut convenir avec M. Mathieu de Dombasle (1) que le résultat de la lévigation est vague, peu satisfaisant, surtout si l'on ne bannit pas tout arbitraire sur l'époque où doit s'arrêter la précipitation, arbitraire qui rend toute comparaison impossible entre plusieurs essais complètement différents.

#### SECTION I<sup>re</sup>. — *Méthode de lévigation.*

1<sup>o</sup> On prend une poignée de terre desséchée à 30 ou 40 degrés, on la passe par un crible dont les trous ont 1 millimètre et demi de diamètre; tout ce qui reste sur le crible est l'élément pierreux de la terre; on en détermine le poids que l'on compare au poids de la partie qui a passé par le crible.

2<sup>o</sup> On prend 20 grammes de la partie criblée, que l'on fait digérer pendant quelques heures dans un vase de verre plein d'eau. Après un temps suffisant pour que l'eau ait pénétré toutes les particules de terre, on agite vivement et circulairement le liquide avec une tige de verre; quand on a obtenu le maximum du mouvement

(1) *Annales de Roville*, t. 1, p. 156.

rotatoire, on décante en versant avec l'eau toutes les parties qui y sont suspendues, mais en ayant soin de réserver celles qui se sont précipitées au fond du vase.

3° On remet de l'eau sur ce précipité, on agite et on décante de la même manière. On renouvelle cette opération jusqu'à ce que l'eau reste claire pendant l'agitation. On fait alors sécher le précipité et on le pèse : c'est le lot n° 1 de la terre.

4° On agite alors vivement ensemble et de la manière prescrite toutes les eaux de décantation ; on abandonne le liquide à son mouvement circulaire, et au moment où il cesse de se mouvoir (ce que l'on reconnaît à l'immobilité d'un corps léger placé à la surface), on décante, en laissant au fond tout ce qui s'est précipité.

5° On remet de l'eau sur le précipité et on renouvelle l'opération précédente jusqu'à ce que l'eau reste claire à la cessation du mouvement. On réunit les matières déposées, on les sèche, on les pèse et on a le lot n° 2.

6° On attend que toutes les nouvelles eaux de décantation recueillies et rassemblées soient entièrement claires, ce qui exige quelquefois 24 heures ; on décante et on sèche le dépôt qui constitue le lot n° 3.

## SECTION II. — *Forme des particules.*

Avant la lévigation, les plus gros fragments étaient recouverts d'une poussière qui empêchait d'en distinguer les formes ; tout prenait l'apparence grisâtre de l'argile, si ce n'est dans certaines terres composées de roches cristallines en décomposition où le quartz est très-abondant relativement aux autres éléments. Maintenant, la lévigation achevée, on reconnaît, à la loupe ou au microscope, plusieurs états différents des particules. 1° Les cristaux de quartz, de mica, sont entiers ou peu usés ; une partie notable de calcaire est restée en gros grains ; les éléments de la terre sont à peine mêlés, surtout dans les terrains qui ont été formés en place et n'ont pas été transportés par les eaux. 2° D'autres fois les fragments de quartz sont recouverts d'une couche noirâtre ou ocreuse que l'eau n'enlève pas, mais que l'acide nitrique

détache. Cette espèce de rouille est caractéristique des *diluviums anciens*. 5° L'enduit des grosses particules n'est que pulvérulent, et après la lévigation les fragments de quartz paraissent translucides. Dans les deux derniers cas les particules sont arrondies, et on voit clairement qu'elles ont été roulées. Les silex conservent cependant encore leurs formes tuberculeuses.

Les matières pulvérulentes se comportent aussi de plusieurs manières différentes; les calcaires se groupent quelquefois en forme de stalactites ou en masses figurées; l'argile en se séchant se prend en plaques unies et solides. Il est impossible d'évaluer la ténuité extrême de ses plus petites particules, parce qu'on ne parvient jamais, avec les pointes les plus fines, à les séparer entièrement, et qu'elles paraissent toujours former un assemblage de plusieurs particules.

Le terreau peu consommé conserve encore quelques parties de son organisation végétale; c'est ainsi qu'on le trouve dans les terrains modernes et les terrains paludiens, où les débris végétaux sont parvenus rapidement à la carbonisation avant d'avoir perdu leurs formes. Dans les terrains anciens, le terreau apparaît sous forme de petits grains charbonneux, roux ou noirâtres.

On distingue aussi dans certaines terres des débris de tests de mollusques, qui ont conservé leur apparence nacrée; c'est surtout dans les terrains paludiens et dans ceux d'eau douce qu'ils sont abondants. M. Ehrenberg, en examinant les craies, a reconnu qu'elles étaient presque uniquement composées d'une foule de débris de mollusques polythalamés, au nombre de 12 à 1,300,000 dans 20 centimètres cubes. Pour les rendre visibles, on passe sur une lame de verre une couche très-mince de craie, et, quand elle est sèche, on la recouvre de baume de Canada; on l'échauffe un peu, et on l'observe sous un grossissement de 300 fois le diamètre primitif. Les craies du Midi renferment les tests presque entiers, tandis qu'ils sont brisés dans celles du Nord.

Cette découverte indique le degré d'utilité dont peut être l'examen microscopique des terres. Avant qu'elle fût faite, personne ne pouvait expliquer le singulier état de

la chaux dans la craie ; on ne pouvait pas parvenir à produire artificiellement un carbonate de chaux qui lui ressemblât, qui eût, comme elle, le toucher âpre, qui fût craquant sous la dent, qui se divisât par les labours, à la manière du sable. Aujourd'hui que l'on sait que la craie est formée de l'assemblage d'une quantité innombrable de petites coquilles, on s'explique ce phénomène qui sépare si complètement la véritable craie des autres terrains calcaires provenant des débris de roches de cette nature.

L'examen microscopique des terres ne nous a donné jusqu'à présent que des résultats généraux ; mais il faut dire aussi qu'en nous faisant pénétrer plus intimement dans la composition et la structure des terres, cet examen forme singulièrement le coup d'œil et nous accoutume à juger de leurs qualités par les apparences extérieures. Il suffit d'un grossissement de 60 à 120 pour distinguer parfaitement toutes les parties constituantes du sol ; une goutte d'acide nitrique, mise en contact avec la terre sur le porte-objet, achève d'éclaircir tous les doutes que fait naître une première vue, et cette connaissance empirique de la forme et de la situation des différents éléments de la terre, sans pouvoir être traduite en principe, nous habitue à démêler certains caractères, qui, par la suite, analysés avec sagacité, pourront peut-être prendre une grande place dans la science.

### SECTION III. — *Dimension des particules.*

Avant toute étude détaillée de l'influence de la dimension des particules sur l'état du sol, l'expérience la plus vulgaire a appris aux cultivateurs que les terrains réputés les meilleurs possèdent une certaine proportion de particules grosses et fines. Les premiers servent à rendre meuble le sol arable ; les seconds comblent les intervalles qui se trouvent entre les particules qui ont une grande dimension, maintiennent dans la terre l'humidité nécessaire, offrent des conducteurs aux racines, les préservent du contact immédiat de la lumière, des rayons solaires et de l'air atmosphérique sec. II. Davy affirme que les

terrains qui ont 95 parties sur 100 du troisième lot sont complètement stériles. Quand un tel sol est détrempe, il forme une espèce de boue dont la chaleur resserre à un tel point les parties qu'elles ne laissent aucun accès à l'air, et par suite les racines ne peuvent remplir leur fonction. C'est l'influence de la proportion des différents lots produits de la lévigation sur les terres que nous allons étudier dans cette section.

§ I. — Influence de la dimension des particules sur la pesanteur spécifique.

Dans les terres que nous avons examinées, la pesanteur spécifique de la partie terreuse du sol a varié de 2,12 dans la terre de Grenouillet à Orange, à 2,65 dans celle de la Valoire (Drôme), et voici le lotissement de ces deux termes extrêmes :

Lots nos.	Grenouillet.	La Valoire.
1	20	26
2	65	65
5	17	10
	<hr/>	<hr/>
	100	99

Ces deux lotissements de terre, si différents par leur pesanteur spécifique, se rapprochent tout à fait ; le poids d'un pareil volume de ces terres diffère beaucoup aussi ; le mètre cube de Grenouillet pèse 1126<sup>k</sup>,5 ; celui de la terre de la Valoire 1458<sup>k</sup>,5.

Au contraire, la terre du Peyron (Grange) et celle de Prébois (Orange), qui toutes deux ont la même pesanteur spécifique de 2,50, ont les lotissements suivant :

Lots nos.	Le Peyron.	Le Prébois.
1	37	6
2	57	57
5	6	37
	<hr/>	<hr/>
	100	100

La terre du Peyron pèse 1550 kil. le mètre cube, et celle de Prébois 1506,9.

De ces deux exemples, nous concluons que la dimension des particules n'a aucune influence sur la pesanteur spécifique des terres.

## § II. — Influence de la dimension des particules sur l'hygroscopicité.

Pour nous assurer des effets de l'atténuation des particules sur l'hygroscopicité, nous avons cherché d'abord si l'hygroscopicité avait un rapport constant avec le poids du troisième lot; nous avons obtenu alors les résultats suivants :

Noms des terres.	Poids du 3 <sup>e</sup> lot.	Hygroscopicité.
Solimani (Bagnols). . . . .	5	0,265
Le Peyron (Orange). . . . .	6	0,300
La Bussière (Loiret). . . . .	7	0,250
Saint-Paul (Drôme). . . . .	8	0,420
Clermont (Puy-de-Dôme). . . . .	9	0,495
Le Thor (Vaucluse). . . . .	19	0,564
Le Prébois (Vaucluse). . . . .	57	0,405

On voit bien ici qu'il existe un certain rapport entre le poids du troisième lot et la propriété de retenir l'eau, mais que ce rapport est dérangé par une autre cause qui doit être la nature des particules. Pour mieux nous assurer si la matière, déjà bien fine, du deuxième lot n'entraîne pas pour une part considérable dans les anomalies que nous remarquons, nous avons réuni le deuxième et le troisième lot, et nous avons eu alors les résultats suivants :

Terres.	Lot no 2.	Lot no 3.	Somme des 2 lots.	Hygroscopicit. pité.
1. Grenouillet (Orange). . . . .	65	17	80	92,0
2. Bagnols jardins (Gard). . . . .	52	14	66	57,0
3. Le Lhor (Vaucluse). . . . .	51	19	70	55,0
4. Bollène (Vaucluse). . . . .	50	19	69	51,0
5. Le Prébois (Orange). . . . .	57	37	94	49,5
6. Aulas (Gard). . . . .	47	34	81	49,5
7. Clermont (Puy-de-Dôme). . . . .	56	9	45	49,5
8. Morges (Suisse). . . . .	54	40	94	49,0
9. Galaure (Vallée de). . . . .	29	6	55	49,0
10. Hoffwyl. . . . .	46	15	59	49,0
11. Palus au Chemin-Réal (Orange). . . . .	57	55	92	48,5
12. Montreuil (Seine). . . . .	51	20	71	48,5
15. Mas d'Agon (Camargue), no 1. . . . .	65	25	88	48,5
14. Le Vistre (Nîmes). . . . .	61	14	75	48,5
15. La Piboulette (Vaucluse). . . . .	61	24	85	47,0
16. Martignac (Orange). . . . .	45	50	95	46,0
17. Anduze (Gard). . . . .	65	19	84	45,0
18. Grand-Scerre (Drôme). . . . .	76	15	91	44,5
19. Mas d'Agon (Camargue), no 2. . . . .	58	12	70	45,5
20. Anduze (Gard). . . . .	45	28	75	45,0

Terres.	Lot n° 2.	Lot n° 3.	Somme des 2 lots.	Hygroscopicité.
21. Bollène d'Auch. . . . .	55	48	85	42,5
22. La Valoire (Drôme). . . . .	64	20	84	41,5
23. Saint-Paul (Drôme). . . . .	48	7	55	42,5
24. Villejuif (Seine) . . . . .	79	12	91	42,5
25. Le Bordelet (Ardèche). . . . .	49	18	67	42,5
26. Fauxbourgnette (Tarascon) . . . . .	28	57	85	59,0
27. Le Peyron (Orange). . . . .	57	6	45	50,0
28. Laney (Genève) . . . . .	41	25	64	27,0
29. Bagnols (Collines). . . . .	29	7	56	26,5
30. La Bussière (Loiret). . . . .	21	7	28	25,0
31. Les Arnas (Rhône) . . . . .	22	7	29	25,0

Ici l'épreuve est complète; la réunion du deuxième lot au troisième, loin de rendre plus frappants les rapports qui existent entre la dimension des particules et l'hygroscopicité, tend à augmenter les discordances. La dimension des parties n'influe donc que d'une manière secondaire sur cette propriété.

§ III. — Influence de la dimension des particules sur la ténacité.

En essayant de ranger les terres par rapport à leur ténacité, selon l'ordre de grosseur de leurs particules, nous avons eu pour résultat le tableau suivant :

	Ténacité.	Somme des 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> lots.	Ténacité par chaque unité des deux lots.
Argile du Moure Rouge (Orange). . . . .	6886 gr.	99	69,0
Prébois (Orange). . . . .	4704	91	44,0
Palus au Chemin-Réal (Orange). . . . .	2588	91	28,5
Laney (Suisse, Genève). . . . .	2040	87	51,0
Mas d'Agon n° 1 (Camargue). . . . .	2022	88	25,0
Bollène (Vaucluse). . . . .	1962	69	28,0
Greouillet (Orange). . . . .	1250	80	15,6
La Valoire (Drôme). . . . .	1157	74	15,5
La Piboulette (Vaucluse). . . . .	1000	84	12,0
Bruyère de Grand-Serre (Drôme). . . . .	707	89	8,8
Hoffwyl. . . . .	612	58	11,0
Le Peyron (Orange). . . . .	540	45	12,0
Mas d'Agon n° 2. . . . .	551	69,5	4,8
Galaure (Drôme). . . . .	504	55	8,7
St-Paul-Trois-Châteaux (Drôme). . . . .	248	50	4,9
Aulas (Gard) . . . . .	176	81	2,1
Montreuil (Seine). . . . .	172	70	2,4
Clermont-Ferrand . . . . .	162	42	5,9

En examinant ce tableau, que nous prolongerions sans fruit, on est frappé d'abord de la tendance des terres à se ranger par ordre de ténacité, selon la plus grande

abondance de particules fines qu'elles possèdent; en effet, ce sont les terres qui ont le plus de parties des deuxième et troisième lots qui sont à la tête, et celles qui en ont le moins qui le terminent. Mais les fréquentes anomalies qui y règnent, les interpositions que l'on remarque, font reconnaître aussi qu'il y a un autre élément qui agit de concert avec la ténuité des particules pour déterminer la ténacité des terres. Ainsi, chaque unité de particules fines présente une ténacité de 28,3 dans les terres de Chemin-Réal, et une de 44 dans les terres du Prébois, quoique ces terres aient un même nombre de ces particules. Ainsi encore la terre du Grand-Serre n'a que 8,8 de ténacité par unité de particules fines, et vient s'intercaler, par sa ténacité totale, entre des terres qui en ont 12. A la fin du tableau, à partir de la terre d'Aulas, la ténacité, déterminée pour une unité de particules fines, semble diminuer à mesure que leur nombre augmente. Il est trop évident qu'il faut chercher la cause de ces irrégularités non plus seulement dans la masse, mais dans la nature de ces particules.

Si l'on examine attentivement au microscope les troisièmes lots, la cause de cette diminution de ténacité se discernera facilement. Au bas de l'échelle se trouvent les terres qui ont ce lot formé de particules plates, de débris de schistes ou de gypse, ou enfin d'argiles brûlées, substances qui toutes ne sont pas susceptibles de liaison : ainsi la terre d'Aulas, à particules micacées, celle de Montreuil, à débris gypseux, et celle de Clermont-Ferrand, formée de détritrus très-ténus de laves, n'ont que 2 à 4 grammes de ténacité par unité de particules fines. Vient ensuite une autre série, dont le troisième lot est formé de quartz plus ou moins arrondi et très-fin, presque sans mélange; c'est dans cet état que se trouvent les terres du Grand-Serre, de Galaure, dont la ténacité est de 8 à 9 par chaque unité de particules fines; s'il s'y mêle une petite quantité d'argile, sans cependant que le troisième lot puisse faire corps après sa dessiccation, nous voyons la ténacité monter jusqu'à 11 et 15, comme à Hoffwil, à la Piboulette, au Peyron, à la Valoire, et même jusqu'à 51 à Lancy. La ténacité suit ici une progression annoncée



par l'état du troisième lot, qui, de sec et rude, devient doux au toucher. Enfin, si la proportion d'argile augmente, si elle constitue entièrement ce lot, si elle forme une plaque adhérente et solide par la dessiccation, chaque unité de ce lot représente une ténacité de 69, comme dans l'argile du Moure Rouge. Ces conséquences concernent les terres dont le troisième lot ne fait pas effervescence avec les acides.

Quant aux terres qui, contenant du calcaire, donnent un troisième lot faisant effervescence, ou ce lot contient une quantité d'argile suffisante pour qu'il forme une plaque toujours assez friable après la dessiccation, ou bien ce lot n'est formé que de calcaire et de silice, et quelquefois de calcaire seulement. Les terres qui se forment en plaques, composées d'argile et de calcaire, ont 44 de ténacité par unité de matière fine, comme au Prébois; la ténacité descend, avec la proportion d'argile, à 28 et à 15, comme à Bollène et à Grenouillet. Si l'argile manque dans le troisième lot, le calcaire se forme en flocons qui ne sont pas adhérents, comme à Saint-Paul ou au Mas d'Agon n° 2, et alors la ténacité retombe à 4,9.

Cet examen démontre donc que si l'atténuation des matières constituant une terre est une des grandes causes de son augmentation de ténacité, la nature de ses particules modifie singulièrement cette propriété, et qu'ainsi il serait téméraire de vouloir conclure d'une manière absolue des résultats de la lévigation à ceux des expériences physiques qui établissent la cohésion des terrains. Cet examen suffit cependant pour faire entrevoir que, sur une terre donnée, des labours fréquents, qui, par leurs frottements et l'exposition des parties à l'air, tendent à atténuer les particules, peuvent en changer à la longue les propriétés physiques. en augmenter la ténacité, et accroître aussi sa faculté de retenir l'eau, de s'emparer des engrais et de fournir ses propres éléments à la végétation.

#### SECTION IV.—*Diminution de la cohésion par la gelée.*

Tout le monde a pu remarquer l'effet de la gelée sur

la terre; aucune herse ne la pulvérise aussi complètement; les mottes les plus grosses se réduisent en poussière. Cet effet n'a lieu que sur les terres humides, car les fragments de terre desséchés et placés sous l'influence de la gelée restent parfaitement entiers, et dans le midi nous avons vu, après des hivers secs, les terres rester couvertes de grosses mottes, qui ont passé l'été suivant dans cet état et n'ont pu se réduire qu'à l'arrivée des grandes pluies d'automne. Mais c'est un cas extraordinaire, et les terres que l'on soulève en si gros fragments sont abondantes en argile, qui conserve presque toujours une humidité suffisante pour que les gelées aient action sur elles. Il y a donc une relation intime entre l'effet des gelées et la faculté de retenir l'eau que possède chaque espèce de terre. Les terres siliceuses n'éprouvent presque aucun effet de la gelée, tandis que les marnes, les glaises et les argiles se délitent complètement.

Cette propriété résulte de l'accroissement du volume de l'eau qui passe à l'état de glace; dans ce nouvel état, l'eau exerce, du centre à la circonférence du bloc de terre, une pression latérale qui tend à en séparer les particules.

On n'a fait aucune expérience directe sur l'effet que produisent les gelées sur les terres humides. Schübler a bien essayé d'exposer les prismes de terre humide à la gelée, de les faire sécher ensuite, et de déterminer leur ténacité par le procédé indiqué. Il trouvait généralement que cette propriété subissait une diminution d'un tiers dans les limons; l'argile tombait en poussière. Mais ces essais n'ont pas été faits régulièrement et sur toute la série des terres élémentaires. On avait pensé aussi à faire subir aux prismes l'épreuve que Brard conseille pour reconnaître si les pierres sont gélives, c'est-à-dire à les imbiber d'une solution de sulfate de soude et à rechercher la quantité de parties de ces prismes qui seraient désagrégées par la dessiccation; mais toutes les terres en cet état sont poreuses; elles admettent toute la solution entre leurs molécules, et quand elle vient à se cristalliser par la dessiccation, elles se réduisent en poussière. Au reste, les indications de Schübler, autant que l'expérience

en grand, nous prouvent que la diminution de ténacité par les gelées est proportionnelle à la faculté de retenir l'eau que possèdent les terres, et à l'humidité du sol au moment des gelées.

#### SECTION V. — *Diminution de la cohésion par la calcination de la terre.*

Quand on soumet l'argile à une chaleur rouge, elle perd sa plasticité, et ne la regagne pas même après avoir été mouillée. Elle ne fait plus dans le sol que l'office de la silice. C'est en partie sur cette propriété que se fonde l'amélioration déterminée par l'écobuage dans les terres argileuses. Cette opération tend donc à introduire dans ces terres un élément moins cohérent. L'alumine étant modifiée en grande partie, c'est seulement la portion qui n'a pas été atteinte par le feu qui contribue à la ténacité du sol, à l'état sec, et à sa cohésion à l'état humide.

## CHAPITRE II.

### Effet de l'inclinaison du sol.

#### SECTION I. — *Influence de l'inclinaison du sol et de son azimuth sur son échauffement.*

Le soleil échauffe un plan en raison du nombre des rayons qui frappent ce plan et proportionnellement au sinus de l'angle d'incidence qu'ils font avec lui.

Avant d'arriver à la terre, les rayons solaires traversent l'atmosphère, et une partie d'entre eux, le quart environ des rayons calorifiques du soleil, est absorbée par l'air et les vapeurs qui le composent. Selon que la couche atmosphérique traversée est plus épaisse et que les vapeurs aqueuses sont dans un état de dissolution moins parfaite, il arrive une moindre quantité de rayons calorifiques à la terre. La quantité et l'état de dissolution de la vapeur d'eau est un élément très-variable selon les époques de l'année et du jour et selon un grand nombre de causes peu appréciables. Mais on a pu donner des ta-

bles pour différents lieux de l'humidité relative de l'air (1). On voit que l'air s'éloigne du point de saturation à mesure de l'accroissement de la température du jour, et *vice versa*. On trouvera dans le deuxième volume de ce Cours (page 150), qu'en faisant abstraction des jours couverts et en ne considérant que la plus ou moins grande saturation de l'atmosphère par la vapeur aqueuse, la chaleur solaire transmise à Orange dans le mois où la transparence de l'air est la plus complète est à celle des mois où elle l'est le moins comme 22 : 14. Si, par hypothèse, nous transportons à la faculté de transmission des jours ce que nous avons trouvé pour celle des mois, que nous remarquons que les moyennes extrêmes de l'hygromètre sont de 49° et de 85°, à midi, heure de l'observation, nous trouverons que l'absorption entre ces deux degrés est de  $\frac{14}{2} = 0,656$ , ou de 0,019 par degré de l'hygromètre, dans l'intervalle observé. Si maintenant nous prenons pour base l'heure de l'observation et que nous réduisons ou que nous augmentons la chaleur trouvée proportionnellement à l'état de saturation de l'air, nous aurons une base provisoire pour évaluer l'extinction de la lumière produite par l'humidité relative de l'atmosphère.

Mais à partir du zénith, chaque degré qui éloigne le soleil de sa position verticale augmente l'angle d'inclinaison et diminue, par conséquent, son pouvoir calorifique; pour déterminer ses effets sur un plan pendant toute la durée du jour, il faut donc connaître l'épaisseur de la couche traversée à chacune de ces heures, ce qui résulte de la table suivante où cette épaisseur est calculée pour chaque hauteur de soleil.

*Table des épaisseurs de l'atmosphère traversée par les rayons solaires pour chaque degré d'élevation du soleil au-dessus de l'horizon, l'épaisseur de l'atmosphère au zénith étant prise pour unité.*

1° . . .	5,875	8° . . .	3,051	15° . . .	2,445
2. . . .	5,745	9. . . .	2,952	16. . . .	2,575
3. . . .	5,614	10. . . .	2,858	17. . . .	2,506
4. . . .	5,493	11. . . .	2,767	18. . . .	2,240
5. . . .	5,375	12. . . .	2,681	19. . . .	2,179
6. . . .	5,265	13. . . .	2,599	20. . . .	2,120
7. . . .	5,220	14. . . .	2,520	21. . . .	2,064

(1) Voir dans la *Météorologie* de Kaëmtz une table de l'humidité relative pour Halle (Saxe), p. 82.

22° . . . 2,011	40° . . . 1,580	58° . . . 1,098
23. . . . 1,961	41. . . . 1,537	59. . . . 1,088
24. . . . 1,912	42. . . . 1,537	60. . . . 1,078
25. . . . 1,866	43. . . . 1,517	61. . . . 1,069
26. . . . 1,822	44. . . . 1,288	62. . . . 1,059
27. . . . 1,780	45. . . . 1,256	63. . . . 1,052
28. . . . 1,740	46. . . . 1,261	64. . . . 1,044
29. . . . 1,702	47. . . . 1,245	65. . . . 1,037
30. . . . 1,666	48. . . . 1,227	66. . . . 1,032
31. . . . 1,651	49. . . . 1,211	67. . . . 1,022
32. . . . 1,598	50. . . . 1,197	68. . . . 1,016
33. . . . 1,566	51. . . . 1,182	69. . . . 1,009
34. . . . 1,556	52. . . . 1,169	70. . . . 1,005
35. . . . 1,508	53. . . . 1,155	71 et au-
36. . . . 1,479	54. . . . 1,145	dessus,
37. . . . 1,455	55. . . . 1,151	environ
38. . . . 1,428	56. . . . 1,120	1,000
39. . . . 1,410	57. . . . 1,108	

Il ne s'agit donc plus maintenant que de déterminer pour chaque heure du jour la hauteur du soleil, ce que l'on fait au moyen de la formule suivante :

Appelons H la hauteur cherchée du soleil, D sa déclinaison, A l'angle horaire ou la distance au méridien qui est de 15° par heure à partir de midi, L la latitude du lieu. Nous aurons :

$$\sin H = L \sin D + \cos L \cos D \cos A.$$

Supposons que nous cherchions la hauteur du soleil au solstice d'été à Orange, et à onze heures du matin. Nous aurons :

$$\begin{aligned} L &= 44^{\circ} 8' \\ D &= 23^{\circ} 28' \\ A &= 15^{\circ}. \end{aligned}$$

Nous disposons le calcul de la manière suivante :

Log cos 44° 8' . . .	9,85596	Log sin 44° 8' . . .	9,84282
Log cos 23° 28' . . .	9,96231	Log sin 23° 28' . . .	9,60012
Log cos 15° . . .	9,98494		
	<u>I. 9,80541</u>		<u>II. 9,44294</u>

Nombre du logarithme I. . . . 0,6539

Nombre du logarithme II. . . . 0,2775

sin. . . . 0,9152

dont le logarithme est . . . . 9,96038 qui est  
le logarithme du sinus de 65° 57'.

Au solstice d'hiver, il faudrait retrancher le plus petit nombre du plus grand, car les deux résultats ne peuvent être négatifs, le sinus et le cosinus du même angle ne pouvant être négatifs à la fois. De même les cosinus des

angles au-dessus de  $90^\circ$  étant négatifs, quand l'angle horaire s'élèvera au-dessus de cette quantité, à 5 heures du matin, par exemple, où il est de  $105^\circ$ , il faudra retrancher le nombre I du nombre II.

Si maintenant nous cherchons quelle est l'extinction de la chaleur solaire à Orange, à onze heures, le jour du solstice, en supposant que cette chaleur observée à midi fût de  $26^\circ$ , la hauteur méridienne du soleil étant de  $69^\circ 26'$ , nous trouverons que proportionnellement au sinus de cette hauteur et de celle de  $65^\circ 57'$  qui est celle de onze heures, elle se réduira à  $25^\circ, 40'$ .

Mais l'hygromètre étant à midi à  $60^\circ$  et à onze heures à  $62^\circ$ , nous aurons pour 2 degrés,  $0,019 \times 2 = 0,038$  qui, multipliés par  $25^\circ, 40'$ , nous donnent une réduction proportionnelle de 0,96, ce qui réduit la température à  $24^\circ, 44'$ .

Enfin l'épaisseur de l'atmosphère à midi étant de 1,008 et à onze heures de 1,032, nous avons la proportion  $1,052 : 1,010 :: 24^\circ, 44' : x = 25^\circ, 85'$ .

Nous serons maintenant en état de comparer les effets solaires sur des plans diversement inclinés, puisqu'il nous suffira de déterminer les angles différents que le soleil fera avec eux aux différentes heures de la journée.

Quant à ces angles que fait le soleil avec le plan incliné, il suffit de remarquer qu'ils seront les mêmes que ceux qu'il ferait avec un pays dont l'horizon serait parallèle à ce plan. Supposons le terrain incliné au midi, son plan sera parallèle à l'horizon d'une latitude plus méridionale; au nord, il sera parallèle à l'horizon d'une latitude plus septentrionale; à l'est, il ne changera pas de latitude, mais c'est avec l'horizon d'une longitude plus orientale qu'il se trouvera parallèle; à l'ouest, avec celui d'une longitude plus occidentale; dans les positions intermédiaires, incliné au sud-est, par exemple, il changera à la fois de latitude et de longitude. Ainsi l'effet de chacune de ces inclinaisons sera de transporter le terrain dans un autre climat, s'il incline au nord ou au midi, et de changer les heures de son échauffement s'il incline à l'est ou à l'ouest.

Rappelons auparavant la méthode par laquelle on détermine la latitude et la longitude du lieu de la terre dont le plan de l'horizon est parallèle au plan incliné du terrain.

Appelons  $t$  le zénith de l'horizon terrestre parallèle au plan,  $z$  le zénith du lieu où se trouve le terrain, et  $p$  le pôle;  $zt$  est évidemment l'inclinaison du plan, et  $pzt$  l'azimuth du zénith du plan compté à partir du nord ou l'amplitude de ce dernier; nous aurons, d'après les principes de la trigonométrie sphérique,  $\cos pt = \sin pzt \sin zt \sin zp + \cos zt \cos zp$ , pour la distance du pôle au zénith du plan ou sa colatitude; ensuite pour la différence des méridiens  $\sin zpt = \frac{\sin pzt \sin zt}{\sin pt}$ .

Prenons un exemple pour montrer l'application de ces formules: supposons un terrain situé à Orange, à  $44^{\circ} 8'$  de latitude, et par conséquent éloigné du pôle de  $45^{\circ} 52'$ ; le plan du terrain est incliné de  $20^{\circ}$ ; la déclinaison du plan est de  $45^{\circ}$ , c'est-à-dire qu'il fait face au nord-est ou au nord-ouest.

Ainsi  $pzt = 45^{\circ}$ ,  
 $zt = 20^{\circ}$ ,  
 $zp = 45^{\circ} 52'$ .

Nous disposons le calcul de la manière suivante :

Log cos $45^{\circ}$ . . . . .	9,84949	Log cos de $20^{\circ}$ . . . . .	9,97299
Log sin $20^{\circ}$ . . . . .	9,35405	Log cos de $45^{\circ} 52'$ . . . . .	9,94282
Log sin $55^{\circ} 52'$ . . . . .	9,85596		
	9,25950		
1 <sup>er</sup> log. . . . .	9,25950	2 <sup>e</sup> log. . . . .	9,81581
Nombre correspondant au 1 <sup>er</sup> logarithme . . . . .			0,1736
Nombre correspondant au 2 <sup>e</sup> logarithme. . . . .			0,6544

cos  $pt$ . . . . . 0,8280  
 dont le logarithme est 9,1815

par conséquent la latitude cherchée est  $55^{\circ} 53'$   
 c'est le complément de  $34^{\circ} 5'$  =  $pt$ .

L'inclinaison du plan vers le nord reporte donc sa faculté d'échauffement du  $44^{\circ}$  degré de latitude au  $56^{\circ}$  environ.

Pour trouver, d'après la seconde formule, la différence des méridiens, nous disposerons le calcul de la sorte :

Log sin $pzt = \log \sin 45^{\circ}$ . . . . .	9,84949
Log sin $zt = \log \sin 20^{\circ}$ . . . . .	9,35405
	19,58534
Log sin $pt = \log \sin$ de $34^{\circ} 5'$ . . . . .	9,74850

Diff. =  $9,65504 = \log \sin$  de  $25^{\circ} 34'$ ;  
 $25^{\circ} 34'$  est la valeur de  $zpt$ .

Ainsi le méridien du plan est transporté à 25° 34' à l'est ou à l'ouest d'Orange, selon que la déclinaison se trouve nord-est ou nord-ouest, c'est-à-dire, en temps, à 1 heure 42 minutes.

Ces préliminaires bien établis, voyons quelle sera la chaleur reçue le jour du solstice sur trois terrains situés au 44° 8' de latitude, mais le premier horizontal, le second incliné de 20° au nord-est, et le troisième ayant la même inclinaison au nord-ouest; l'un et l'autre se trouvant transportés par cette inclinaison au 56° degré de latitude; mais le second à 1 heure 42 minutes à l'est, et le troisième à la même distance à l'ouest du premier.

## TERRAIN HORIZONTAL.

HEURES.	HAUTEUR du soleil.	TEMPÉRATURE solaire, d'après l'inclinaison	HYGROMÈTRE.	TEMPÉRATURE réduite d'après l'humidité.	ÉPAISSEUR de l'atmosphère.	TEMPÉRATURE réduite d'après l'épaisseur.	TEMPÉRATURE de l'air.	SOMME. Chaleur reçue par un thermomètre au soleil.	DIFFÉRENCE.
4 1/2.	4°70	0°05	85°0	0°02	5°870	0°01	48°70	45°71	4°92
5. . . .	3,10	1,55	85,0	0,81	5,644	0,20	20,43	20,63	3,41
6. . . .	16,60	7,70	85,0	4,54	2,573	4,84	21,90	25,74	4,24
7. . . .	26,36	12,40	80,0	7,69	4,800	4,51	25,67	27,98	5,52
8. . . .	37,20	16,90	74,0	12,41	4,440	8,68	24,62	35,50	6,49
9. . . .	47,20	20,60	70,0	16,69	4,240	15,57	26,22	39,79	6,87
10. . . .	57,56	25,50	65,0	21,27	4,090	19,66	27,00	46,66	4,72
11. . . .	65,37	25,40	62,0	24,44	4,052	23,85	27,55	51,58	2,62
12. . . .	69,26	26,00	60,0	26,00	4,008	26,00	28,00	54,00	0,66
1. . . . .	65,57	25,40	57,0	26,85	4,052	26,22	28,44	54,66	2,60
2. . . . .	57,56	25,50	56,0	25,28	4,090	25,58	28,68	52,06	5,28
3. . . . .	47,20	20,60	55,0	22,55	4,240	18,35	28,45	46,78	6,45
4. . . . .	37,20	16,90	56,0	18,18	4,440	12,75	27,62	40,55	5,98
5. . . . .	20,36	12,40	58,0	12,87	4,800	7,24	27,16	54,57	5,16
6. . . . .	16,60	7,70	64,0	7,84	2,573	5,25	25,96	29,21	3,96
7. . . . .	5,10	1,55	65,0	4,59	5,614	0,59	24,86	25,25	4,88
7 1/2.	4,70	0,65	67,0	0,22	5,870	0,14	20,26	20,37	
Moyenne de la journée. . . . .						11,45	25,28	56,43	
— du lever du soleil à midi inclus. . . . .						10,90	24,25	35,13	
— de midi inclus au coucher . . . . .						15,07	26,58	58,65	

Pour les deux plans inclinés, la hauteur du soleil change selon la latitude et aussi selon la longitude, puisque l'un avance de 1 heure 44 minutes, et l'autre suit de la même quantité le plan horizontal. La température de l'air, l'humidité relative et l'épaisseur de l'atmosphère traversée restent les mêmes.



Nous avons sur le plan incliné au nord-est :

HEURES.	HAUTEUR du soleil.	TEMPÉRATURE selon l'inclinaison des rayons solaires.	TEMPÉRATURE réduite selon l'humidité.	TEMPÉRATURE réduite selon l'épaisseur de l'air.	TEMPÉRATURE de l'air.	SOMME. Chaleur reçue par un thermomètre au soleil.	DIFFÉRENCE.
4 1/2.	4°57	0°24	0°07	0°01	18°70	18°71	1°92
5 . . .	4,40	2,00	4,08	0,20	20,43	20,65	4,28
6 . . .	26,58	12,60	7,10	5,01	24,90	24,91	4,35
7 . . .	35,31	16,40	9,98	5,59	25,67	29,26	4,47
8 . . .	43 21	19 40	15,02	9,11	24,62	35,75	6,58
9 . . .	50,17	21,40	17,54	14,09	26,22	40,54	5,86
10 . . .	55 27	22,90	20,75	19 17	27,00	46,17	5,37
11 . . .	57,27	25,40	22,52	21,99	27,55	49,54	4,86
12 . . .	57,27	25,40	23,40	25,40	28,00	51,40	0,98
1 . . .	55,55	22,90	24,20	25,94	28,44	52,58	2,41
2 . . .	50,50	21,40	25,52	21,29	28,68	49,97	4,45
3 . . .	45 51	19,20	21,02	17,09	28 45	45,54	5,80
4 . . .	35,52	16,10	17,52	12,12	27,62	39,74	5,57
5 . . .	26,54	12,40	12,87	7,21	27,16	34,57	8,54
6 . . .	4,60	0,20	0,16	0,07	25,96	26 03	1,17
7 . . .	0,00	0,00	0,00	0,00	24,86	24,86	4,60
7 1/2.	0,00	0,00	0,00	0,00	20,26	20,26	
Moyenne du jour.				10,48	25,28	54,96	
— du lever du soleil à midi . . .				10,75	24,25	34,96	
— de midi au coucher du soleil.				11,68	26,58	58,28	

Le plan incliné au nord-ouest donne les résultats suivants :

HEURES.	HAUTEUR du soleil.	TEMPÉRATURE selon l'inclinaison des rayons solaires.	TEMPÉRATURE réduite selon l'humidité.	TEMPÉRATURE réduite selon l'épaisseur de l'air.	TEMPÉRATURE de l'air.	SOMME. Chaleur reçue par un thermomètre au soleil.	DIFFÉRENCE.
4 1/2.	0°00	0°00	0°00	0°00	10°70	18°70	4°75
5 . . .	6,00	0 00	0,00	0,00	20,43	20,45	1,52
6 . . .	4,57	0,20	0,12	0,05	21,90	24,95	5,92
7 . . .	25,56	12,10	7,50	4,20	25,67	27,87	4,77
8 . . .	34,18	15,60	11,46	8,02	24,62	32,64	5,97
9 . . .	42,50	18,80	15,25	12,50	26,22	38,64	6,05
10 . . .	49,55	21,40	19,40	17,66	27 00	44,66	4,52
11 . . .	54,58	22,80	21,94	21,45	27,55	48,98	2,52
12 . . .	57,29	25,40	23,40	25,40	28,00	51,40	1,19
1 . . .	57,25	25 40	24,75	24,15	28,44	52,59	4,04
2 . . .	55,28	22 90	24,64	22,78	28,62	51,40	5,57
3 . . .	50,22	21,40	23,27	18,91	28,45	47,56	5,47
4 . . .	45 21	19,10	20,55	14,57	27,62	41,99	5,31
5 . . .	35,21	16,10	16,71	9,56	27,16	36,52	6,50
6 . . .	26,58	12,60	12,57	5,25	25,96	31,21	4,64
7 . . .	4,41	0,20	0 11	0,05	24,86	24,91	
7 1/2.	4,00	0,10	0,05	0,01	20,26	20,27	
Moyenne du jour.				10,71	25,28	35,99	
— du lever du soleil à midi . . .				9,68	24,25	35,94	
— de midi au coucher du soleil.				15,14	26,58	36,52	

Si l'on remarque maintenant ce qui se passe dans ces trois positions, on trouve 1° que les deux plans inclinés au nord ont une température moyenne de la journée plus faible que celle du plan horizontal ; elle serait plus forte si les plans étaient inclinés au midi ; 2° que la température moyenne de la journée est plus forte sur le plan incliné au nord-ouest que sur celui incliné au nord-est, parce que l'action solaire la plus grande y coïncide avec la moindre humidité relative et la plus haute température de l'air ; 3° que la température de la matinée est plus élevée sur le plan incliné au nord-est que sur celui incliné au nord-ouest, et que c'est le contraire pour la température de la soirée ; 4° que la température de la matinée est moindre sur le plan nord-est que sur le plan horizontal, et que celle de la soirée est plus grande sur le plan nord-ouest que sur le plan horizontal ; 5° que le maximum de chaleur totale arrive plus tard sur le plan incliné au nord-ouest que sur les deux autres.

Si on répète pour le solstice d'hiver et pour les équinoxes le travail que nous venons de faire pour le solstice d'été, on aura une idée complète des propriétés du terrain sous le rapport de l'échauffement.

Nous nous abstiendrons de traiter en détail de tous les autres azimuths et inclinaisons de terrain ; on verrait que le terrain incliné au midi jouit de grands avantages calorifiques ; que celui qui est incliné au nord plein éprouve une grande diminution de chaleur, parce qu'il ne reçoit les rayons du soleil que quand la hauteur de cet astre surpasse son inclinaison, et qu'alors même il ne la reçoit qu'obliquement. Ainsi, à la latitude de  $49^{\circ}$  et avec une inclinaison de  $20^{\circ}$ , ce dernier terrain ne verra le soleil que sous un angle de 6 degrés environ à midi, au solstice d'hiver, et au solstice d'été sous celui de  $44^{\circ},8$ , et sa chaleur solaire ne sera alors que de 15 degrés. Un terrain exposé en plein midi et ayant une inclinaison de 20 degrés, à la latitude de  $44^{\circ},8$ , verra le soleil, le jour du solstice, près de former avec lui un angle droit ; la chaleur solaire étant de  $27^{\circ},72$ , et la chaleur atmosphérique de  $27^{\circ},8$ , la chaleur totale sera de  $55^{\circ},6$ . C'est sur

des coteaux ainsi exposés que les raisins mûrissent le mieux et deviennent fortement alcooliques.

Si, après avoir indiqué la manière de déterminer numériquement les effets de l'azimuth et de l'inclinaison du terrain, nous voulons résumer ce qui résulte de ces recherches, nous verrons que les terrains exposés au levant se réchauffent dès le matin. C'est le moment de la journée où le soleil les frappe le plus directement; il élève alors les brouillards et dessèche le sol baigné par la rosée. Quand le soleil le quitte, c'est le moment où la journée est le plus chaude et où, par conséquent, la transition est le moins brusque. Au printemps, il fait courir de grands dangers aux plantes qu'il porte, et qui, chargées de givre, reçoivent tout à coup l'impression d'un soleil ardent; la température monte parfois alors de  $0^{\circ}$  à  $+12^{\circ}$  en une heure.

Le terrain exposé au couchant reste plongé le matin dans l'humidité atmosphérique; la rosée y séjourne et s'y dissipe lentement; il manque de soleil pendant l'époque la plus froide de la journée, et le soir il le reçoit directement et pendant les heures les plus chaudes: de là vient un climat diurne extrême. Voici une observation qui fera mieux sentir cette différence. La vallée de l'Isère, au delà de Grenoble, se dirige du sud au nord entre deux parois de montagnes très-élevées. Le 1<sup>er</sup> juillet, à 8 heures du matin, le sol de la face tournée au levant et inclinée marquait, à un millimètre de profondeur,  $36^{\circ}$ ; l'air atmosphérique était à  $17^{\circ}$ ; sur la face tournée au couchant, le thermomètre en terre marquait  $15^{\circ}$  comme celui exposé à l'air. Le soir, à quatre heures, le thermomètre de la face regardant le levant marquait  $50^{\circ}$  dans la terre et  $26^{\circ}$  à l'air, celui de la face tournée au couchant  $27^{\circ}$  dans l'air et  $46^{\circ}$  dans la terre. La transition de la chaleur de la terre avait été, pour le premier, de  $10^{\circ}$ , et pour l'autre, de  $51$ ; aussi les habitants de la partie de la vallée exposée au levant se portent-ils bien, tandis que les fièvres, les goîtres, les scrofules attaquent ceux de la face exposée au couchant.

Les effets d'une telle position ne peuvent pas s'apprécier sur les plantes de la même manière que sur les

hommes ; on sait qu'il y a peu d'analogie entre la santé des unes et des autres, et que les lieux où la végétation est la plus vigoureuse sont souvent ceux où l'espèce humaine éprouve les plus terribles infirmités. C'est que les plantes se trouvent bien d'un air humide et chargé de miasmes, mais chaud, tandis que la santé de l'homme exige un air pur et sec. Il suit de là que dans les pays de hautes montagnes, à pentes rapides, la face tournée vers le couchant, plus longtemps saturée de l'humidité nocturne et matinale, plongée ensuite dans la vapeur qui ne se dissipe que tard, porte de préférence les grands végétaux, les prairies, les récoltes vertes, tandis que les arbres à fruit, les vignes, les céréales même, réussissent mieux à l'exposition du levant.

Dans les climats méridionaux et quand les pentes ne s'élèvent pas à une grande hauteur, il en est autrement. La face regardant le couchant est plus chaude, comme le démontre le tableau ci-dessus ; elle devient et reste brûlante pendant l'après-midi ; à l'exposition du levant, les plantes jouissent d'un climat plus égal et plus favorable.

Dans les pays froids, dans les parties élevées de la Suisse et en Écosse, on a remarqué que les terrains inclinés vers le nord, quand la pente n'est pas trop abrupte, sont les plus productifs. On explique cette anomalie par la fréquence des dégels qui ont lieu sur les versants méridionaux. Dans ces pays, les plantes sont couvertes presque chaque matin de givre, et un brusque dégel à l'apparition du soleil est bien plus défavorable aux plantes que la prolongation de la gelée elle-même (1).

Mais, de toutes les expositions, la plus avantageuse est celle du midi. En hiver, elle jouit toute la journée d'un soleil direct ; en été, au lever du soleil, les rayons ne lui arrivent pas immédiatement ; ils la frappent obliquement pendant longtemps et l'abandonnent de bonne heure le soir ; la chaleur reçue s'accroît et diminue dans une progression régulière, au lieu de lui venir et de la quitter brusquement, comme cela arrive aux deux expositions du levant et du couchant.

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. 1, p. 551.

SECTION II. — *Influence de l'inclinaison du sol sur la culture et la stabilité des terres cultivées.*

On se fait en général une fausse idée de l'inclinaison des pentes. Peu de personnes s'imaginent ne pouvoir monter une hauteur inclinée de 45 degrés. Bouguer et Saussure ont constaté qu'une pente de 51° est à peu près la plus rapide qu'un homme puisse monter sur un sol dur et uni; ce n'est qu'en formant des marches dans le talus que l'on parvient à en monter ou à en descendre de plus escarpées. M. de Humboldt a constaté que celles de 57° sont inaccessibles si le sol est un roc ou un gazon trop serré pour qu'on puisse y faire des gradins avec les pieds. Si les moutons pâturent ces pentes, c'est en les parcourant obliquement et en les entaillant peu à peu en escaliers.

M. Elie de Beaumont nous a rendu le service de réunir tous les détails sur les inclinaisons des pentes dans le quatrième volume de ses Mémoires de géologie. Le terrain cultivé le plus incliné qu'il ait vu était un champ de sarrasin, dans le Tyrol, qui faisait un angle de 53 degrés avec l'horizon; il a observé dans la Tarentaise une pente couverte de sapins qui avait 45 degrés d'inclinaison. Mais on jugera combien de telles pentes s'éloignent de celles qui peuvent être cultivées, quand on saura qu'une pente de 15 degrés est à peu près la limite de l'inclinaison que les voitures ne montent qu'avec la plus grande peine, et que le maximum de pentes toléré aujourd'hui en France pour les grandes routes est de 2° 51' ou 0<sup>m</sup>,05 de hauteur verticale pour 1 mètre de longueur.

Le travail à la charrue, en montant et en descendant, s'arrête sur une pente plus rapide que 5 à 6 degrés, 0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,11 par mètre; au delà on ne laboure plus qu'en travers, à moins que l'on ne se résigne à ne cultiver qu'en descendant; on perd ainsi à peu près la moitié du temps destiné aux labours, ce qui oblige au reste à faire plus tard des transports de terre de bas en haut; au delà de 0<sup>m</sup>,11 à 0<sup>m</sup>,12 on ne laboure plus du tout, mais on cultive et on fait des terrasses horizontales partout où l'industrie est un peu développée.

Une pente modérée est une circonstance très-heureuse pour un terrain ; elle permet aux eaux pluviales de s'écouler facilement. Si la pente était trop forte, leur cours deviendrait trop rapide et ravinerait le terrain, surtout dans le cas où il recevrait les eaux supérieures. Nous pensons que l'inclinaison d'une terre ne peut passer  $2^{\circ} 55'$  ou  $0^{\text{m}}.05$  par mètre, pente maximum assignée aux routes nationales, sans perdre de sa valeur, soit par les efforts qu'exige le labourage, soit par les travaux qu'exige la direction des écoulements, soit enfin, quand la pente est plus forte, par la dépense de construction et d'entretien des terrasses.

## CHAPITRE II.

### Des abris.

Nous entendons par abri un obstacle qui s'élève au-dessus de l'horizon dans une certaine direction. L'abri placé au midi intercepte les rayons solaires qui parviendraient au terrain, en raison directe de son élévation et en raison inverse de son éloignement ; l'abri placé dans la direction du vent régnant en détourne aussi le cours dans les mêmes proportions que son élévation et son éloignement, et, de plus, en raison de l'angle sous lequel le vent arrive à la surface de la terre.

Il faut un obstacle bien élevé et bien rapproché au midi pour que la droite menée au sommet fasse avec le terrain un angle plus grand que la hauteur du soleil. Ordinairement ce sont des haies, des murs, des maisons, qui produisent cet effet sur une petite partie du champ. Les abris au levant et au couchant peuvent porter longtemps leur ombre sur le terrain, quoique moins élevés, parce que, dans ces régions du ciel, la hauteur du soleil est moindre.

Sous le rapport des vents, les abris ont une grande utilité, parce que les courants atmosphériques parallèles à l'horizon ne font un angle peu ouvert qu'au pied des montagnes, et qu'une élévation de quelques décimètres protège toujours un assez grand espace de terrain. L'abri

est surtout important quand il est placé dans la direction du vent le plus froid, qui, en hiver, amène un courant glacial et accroit la rigueur de la saison. Le vent qui passe par-dessus la crête de l'abri ne se mêle pas immédiatement avec l'air échauffé par le soleil qui est à son pied; ce mélange ne se fait que lentement. Ainsi, dans les plaines d'Orange, le vent du nord, qui franchit les montagnes du Dauphiné, vient fouetter les terres sous un angle de 15° environ, d'où il suit qu'une hauteur de 200 mètres préserve un espace de 2,160 mètres, lisière toujours consacrée aux récoltes les plus précieuses et qui craignent le plus le froid. Sous l'influence d'un pareil abri, la température moyenne de l'année s'élève de plus de 1°. C'est ainsi que les orangers viennent en pleine terre à Ollioules et à Hyères, tandis qu'ils ne résistent pas aux hivers de Marseille; c'est ainsi que la température des bords des lacs de Côme et de Guarda permet de cultiver l'olivier, qui n'ose se montrer dans les plaines de la Lombardie.

Une simple haie de 2 mètres d'élévation protège, dans notre vallée du Rhône, une distance de 22 mètres. C'est à des abris pareils que l'on cultive les pois, les melons, les artichauts, que la violence des vents ne permet pas de cultiver à découvert. Dans les plaines ouvertes de la Provence, on obtient des haies encore plus élevées en plantant des cyprès et des lauriers.

En Italie, les plantations au midi préservent aussi de l'influence du mauvais air les maisons qu'elles abritent.

Mais il ne faut pas se dissimuler qu'en maintenant à leur pied une humidité qui n'est pas enlevée par les vents, les abris deviennent la cause de rosées qui, au printemps, dégènerent en gelées blanches.

## CHAPITRE IV.

### Observations générales sur les propriétés physiques des terres.

En terminant ce que nous avons à dire sur les propriétés physiques des terres et sur les modifications qu'elles

subissent, nous devons résumer en peu de mots ce qu'elles présentent d'important pour l'agriculture. Parmi ces propriétés, il en est de premier ordre qui supposent les autres et dispensent de les rechercher, savoir : la fraîcheur du sol, sa ténacité, sa faculté de s'échauffer ; au moyen de ces qualités, souvent réunies aux données chimiques que nous avons indiquées comme essentielles, on approche autant qu'il est possible aujourd'hui de la solution du problème fondamental de l'agrologie. En effet, la fraîcheur moyenne de la terre nous indique si les plantes y trouvent l'humidité convenable nécessaire à leur consommation ; par la faculté d'échauffement, nous jugeons si la végétation a un degré d'activité en rapport avec l'humidité ; par la ténacité, nous connaissons enfin les difficultés de la culture. La recherche de ces propriétés n'a que le défaut de ne pouvoir être faite dans le laboratoire. La ténacité seule peut y être déterminée.

Quant à l'échauffement, il exige une observation assez longue et qui peut cependant être abrégée par des procédés que nous décrirons dans la météorologie ; la fraîcheur nécessite des expériences qui embrassent au moins le cours d'une année. C'est que ces deux propriétés sont de véritables synthèses qui embrassent un grand nombre de circonstances que l'on combinerait imparfaitement, en supposant qu'elles fussent toutes bien connues. Nous les avons étudiées en détail, et cela était nécessaire pour nous rendre bien compte des causes qui produisaient l'effet total ; mais dans la pratique leur combinaison deviendrait impuissante pour remonter à l'effet.

Ainsi, supposons que nous connaissions bien l'hygroscopicité d'un terrain : comment remonter à sa fraîcheur qui est la propriété qui importe surtout au cultivateur ? N'avons-nous pas vu qu'un terrain peu hygroscopique, dont le sol aura peu d'épaisseur, qui aura un sous-sol imperméable, une inclinaison nulle, et qui constituera le fond d'un bassin, sera humide quoiqu'il retienne peu d'eau ? Quant à la propriété de l'échauffement, le terrain aura beau être fortement coloré, s'il est incliné au nord, si un abri s'interpose entre lui et le soleil, s'il est habituellement humide, il sera froid nonobstant sa faculté



énergique d'admettre la chaleur lumineuse. La connaissance de tous ces détails donnera bien des indices plus ou moins utiles, mais qui ne peuvent conduire à une certitude. Et voilà justement contre quels abus se sont élevés les agronomes distingués qui, jugeant de l'agrologie par l'imperfection des moyens de recherches qu'elle avait employés jusqu'ici, niaient le pouvoir de la science et lui préféraient la routine des paysans. Mais à l'avenir, cessant de s'isoler, les savants et les praticiens sentiront la nécessité de s'éclairer mutuellement. La longue querelle qui régnait entre eux est prête à s'éteindre, à l'aspect des services que tous les arts reçoivent de cette union que l'agriculture doit chercher à cimenter à son tour.

# QUATRIÈME PARTIE.

DE LA FORMATION DES TERRAINS AGRICOLES.  
GÉOLOGIE AGRICOLE.

---

## INTRODUCTION.

Quand on considère l'étendue des matériaux terreux qui couvrent le squelette du globe, on se demande d'abord quelle est leur origine, et l'on cherche autour de soi s'ils ne sont pas seulement les débris des roches qu'ils recouvrent, usés par le frottement, ou décomposés par le temps et par les agents physiques et chimiques. Mais on ne tarde pas à reconnaître que ce cas, qui paraît le plus simple, est loin d'être général, et qu'il n'est même qu'une exception relativement à l'étendue des terrains qui n'ont aucun rapport avec les roches qui leur servent de base. On est donc conduit naturellement à rechercher la cause qui a amené ces vastes amas de débris, et qui les a pulvérisés de manière à rendre la végétation possible ; car les roches nues, à leur état solide, n'auraient pu recevoir qu'une végétation chétive, et le globe, privé de grands végétaux, eût été privé aussi des animaux qui l'habitent et de l'homme qui marche à leur tête.

Il ne faut pas croire que l'étude que nous nous proposons de faire aujourd'hui soit purement curieuse et qu'elle n'ait pas aussi son degré d'utilité ; nous verrons qu'elle se lie à un grand nombre de considérations de pratique, et que d'ailleurs, en nous donnant une idée générale de la disposition des terrains agricoles à la surface de la terre, elle nous apprend, jusqu'à un certain point, les analogies qui existent entre les différentes contrées, soit dans les produits, soit dans les méthodes de culture ;

elle vient au-devant de l'analyse et y supplée souvent; elle indique les amendements qui seraient utiles à ces pays, enfin elle lie l'agriculture à une des branches les plus brillantes de l'histoire naturelle.

Les derniers progrès de la géologie ont dirigé un grand nombre de bons esprits vers l'étude de la formation des couches terreuses. C'est un complément qui manque encore à cette science; jusqu'à présent, ceux qui s'en étaient occupés n'avaient vu dans ces détritits superficiels qu'un *magma* informe et indigne de les occuper. Dans leur belle description géologique de la France, MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy ont senti cette lacune et ont souvent cherché à la combler; mais une recherche de cette nature s'éloignait du but qu'ils s'étaient proposé, celui de reconnaître les terrains solides qui forment l'écorce du globe, et ce n'est qu'accidentellement, comme pour témoigner de l'importance qu'ils attachaient à ce sujet, qui n'était pas le leur, qu'ils ont parlé des formations terreuses. Le succès de leur travail a inspiré le désir d'en faire un semblable et qui fût consacré uniquement à la couche superficielle et meuble de la terre. M. de Caumont en a fait la proposition formelle au conseil général d'agriculture; elle a été accueillie avec applaudissements, et il faut espérer qu'un jour elle portera ses fruits, et que le gouvernement provoquera et encouragera la reconnaissance de nos terres arables et fera exécuter une carte agricole de la France, complément indispensable de la carte géologique, et qui assurera à notre agriculture les mêmes avantages que la carte géologique présente à la métallurgie et à plusieurs autres arts.

Mais déjà cette reconnaissance a été poussée, sur une grande partie de la France, par un homme qui a rendu de nombreux services à l'agriculture, par M. Puvis, correspondant de l'Institut. Dès 1813, dans un Mémoire sur les sols calcaires et les sols siliceux, il se préoccupait non-seulement de leurs qualités, mais de leur position relative dans les bassins de la Saône et de l'Ain. Cette idée ne l'abandonna pas quand il fit son *Essai sur la marne*, et alors, cherchant les terrains où l'usage de la

marne était répandu, il décrivit les terrains siliceux de la Bourgogne et de la vallée du Rhône; enfin il parcourut le Gâtinais, la Sologne et le Berry, et y revit les mêmes variétés de terrains et les mêmes formations; il publia alors son intéressant travail sur l'agriculture de ces pays. Les ouvrages de cet auteur sont en général remarquables par leur direction géologique, et si nous possédions sur le reste de la France et de l'Europe des travaux semblables aux siens, les grands linéaments, la grande triangulation de la carte que nous désirons seraient tout tracés. C'est un sujet d'étude proposé à l'émulation de la jeunesse studieuse qui cherche un but utile et sérieux pour ses travaux, et nous avons la ferme espérance qu'il ne sera pas longtemps dédaigné.

Si nous jetons un coup d'œil général sur la distribution des terrains agricoles dans notre Europe occidentale, nous reconnaitrons un fait important : au sud de la barrière que le plateau central de la France élève entre le nord et le midi, les terres sont généralement calcaires et contiennent presque toujours de la chaux; elles ne deviennent purement siliceuses que par l'évidente superposition de couches transportées, montrant encore par leurs cailloux roulés la preuve de l'événement qui les a entraînées plus récemment que le fond du terrain. Au nord et à l'ouest de cette barrière, les terres sont siliceuses ou glaiseuses; cette disposition n'a d'exception que dans des bassins fermés qui ont été mis à l'abri de la débâcle ou dans les terres d'alluvion provenant de dépôts de montagnes voisines et d'une nature différente, dépôts dont il est toujours facile alors d'indiquer l'origine.

Ce plateau a donc bien réellement servi de barrière aux matières siliceuses qui venaient du nord et qui ont pu pénétrer plus loin vers le midi, jusqu'aux Pyrénées, par l'absence de cette barrière vers cette partie de la France. Au nord, tous les terrains participent plus ou moins de cette nature, et si la glaise ne se présente pas à la surface, c'est qu'elle a été recouverte ou enlevée par des courants partis de montagnes calcaires plus rapprochées. Une immense nappe de débris glaiseux (argilo-siliceux) a été étendue sur l'Allemagne, la Flandre, nos provinces sep-

tentrionales et occidentales. Au midi, au contraire, les dépôts siliceux n'ont pénétré que par certaines ouvertures (la vallée du Rhône par exemple), et tout le reste de la surface du pays doit sa formation aux matières calcaires transportées des chaînes des Alpes.

Mais dans cette même partie méridionale, et à d'assez grandes hauteurs, on retrouve cette même couche siliceuse qui semble avoir été soulevée avec la montagne elle-même, soulèvement qui aurait précédé la formation des vallées, comblées ensuite par les détritits des chaînes calcaires qui forment un massif si étendu au pied des Alpes, du côté de la France.

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, et en désirant vivement que de nouvelles recherches viennent confirmer ou modifier ces vues, nous devons reporter aujourd'hui nos regards de cet ensemble aux détails dont il se compose; nous devons étudier séparément les diverses formations de nos terres arables et chercher leur construction géologique et agricole.

## CHAPITRE PREMIER.

### Des différentes formations des terres arables.

#### SECTION I. — *Terrains formés en place.*

Les terrains formés en place par la décomposition des roches sur lesquelles ils sont placés n'ont jamais une grande profondeur, si la surface des roches est horizontale et s'ils n'ont pas reçu des dépôts entraînés par les eaux supérieures. On reconnaît dans ces terrains tous les éléments de la roche fondamentale qui, le plus souvent, a conservé ses formes cristallines; souvent même la texture de la roche n'a pas complètement disparu, et l'on en trouve des fragments entiers. En regardant ces terrains au microscope, il semble que l'on soit au milieu d'un amas de roches fracassées dont on distingue l'espèce et l'origine. Mais on se tromperait beaucoup si on voulait déduire de l'analyse des roches celle des terrains eux-

mêmes. L'acte de la décomposition, quand il n'a pas eu lieu par une force purement mécanique, s'exécute au moyen de réactions chimiques qui, mettant à nu les alcalis et les rendant solubles, facilite leur enlèvement par les eaux pluviales. Les terrains décomposés sont donc bien moins riches en alcalis que les roches elles-mêmes, surtout quand il s'est écoulé un long temps depuis la décomposition.

Les roches sont attaquées mécaniquement : 1° par la gravité qui fait tomber les parties séparées et peu adhérentes, ou par le frottement qu'exercent sur elles d'autres matières dures entraînées par les eaux ; 2° par l'imbibition de leurs molécules qui, ayant des facultés hygroscopiques différentes, prennent des volumes différents, d'où il résulte des déchirements qui du dedans se manifestent au dehors ; 3° par l'effet des gelées sur les roches poreuses ou fendillées, l'eau qui passe à l'état de glace occupant plus d'espace et faisant l'effet d'un coin placé dans les interstices de la roche pour en séparer les parties ; 4° par l'effet des racines qui pénètrent dans les fentes et les vides des roches.

Les roches sont décomposées chimiquement : 1° par l'oxygène qui agit sur les parties oxydables qu'elles contiennent ; 2° par l'acide carbonique mêlé à l'eau, qui dissout les carbonates terreux et attaque aussi, selon toutes les apparences, les silicates alcalins ; 3° par l'eau elle-même qui entraîne en dissolution les sels alcalins, le gypse et la silice à certain état. Elles sont décomposées physiquement par la réaction électrique des différents corps rapprochés et ayant des tensions électriques contraires. Mais ces causes n'agissent pas avec une égale activité sur tous les genres de roches.

1° Le quartz pur, le pétrosilex, le porphyre quartzifère ne se décomposent que mécaniquement. Ces roches fournissent peu de terre et une terre siliceuse peu fertile ; ce n'est que par des chocs violents et des frottements répétés qu'elles sont devenues pulvérulentes. Après la lévigation qui en sépare la poussière apportée par les vents, l'inspection microscopique ne fait reconnaître dans les terres qui en proviennent que des fragments anguleux et assez

peu volumineux, et ne pouvant constituer qu'un sol agraire peu consistant et peu hygroscopique. Il arrive cependant qu'une certaine quantité d'argile s'y trouve mêlée, et elle peut être due aux eaux qui l'y ont déposée.

2° Les gneiss se décomposent peu et donnent presque toujours un sol complètement stérile (1).

5° Les granits sont sujets à se décomposer quand ils sont exposés à l'action de l'atmosphère, surtout dans certaines circonstances et dans le voisinage des lieux qui ont été le siège d'une action volcanique; car on a remarqué que les granits de l'Auvergne se décomposent facilement, tandis que ceux des Alpes sont à peine altérés. C'est par la décomposition du feldspath qu'a lieu la désagrégation de la roche; le feldspath perd à la fois de la potasse et de la silice; enfin le fer du mica passe à son maximum d'oxydation; le granit alors devient friable à sa surface, tandis qu'il reste entier et solide dans les parties qui sont les plus profondes.

M. Fournet (2) se rend compte de ces effets par un dimorphisme qui a changé la texture cristalline; les eaux, chargées d'acide carbonique (ce qui, au reste, se présente plus fréquemment dans les terrains volcaniques), mettent en liberté la potasse des silicates et entraînent aussi la silice qui se trouve alors dans un état gélatineux. M. Becquerel a observé que les granits extérieurs de la cathédrale de Limoges étaient altérés jusqu'à la profondeur de huit millimètres, tandis qu'ils étaient intacts à l'intérieur de l'édifice et que la surface extérieure des masses de granits était friable jusqu'à 1<sup>m</sup>,60 de profondeur (3).

« Le feldspath du granit, dit M. Dufrénoy (4), produit, en se décomposant, une terre argileuse, et suivant la proportion de cette terre et des graviers quartzeux, le sol, presque toujours de qualité inférieure, est cependant susceptible de quelque produit.

« Dans la Corrèze et dans les Cévennes, l'abondance du quartz communique une grande stérilité au pays. Le

(1) Dufrénoy, *Carte de France*, p. 411.

(2) *Annales de chimie*, mars 1854, p. 225.

(3) *Traité d'électricité*, t. V, p. 207.

(4) *Description de la carte de France*, t. I, p. 411.

roc dur ne fournit point de terre argileuse; il ressort presque partout, à travers une mince couche de sable impropre à la végétation. Là, tout est solitude; on fait souvent plusieurs kilomètres sans trouver une habitation, et l'on ne rencontre que de loin en loin des châtaigniers improductifs.

« Dans quelques cantons privilégiés, comme au nord de Pompadour, le granit presque entièrement feldspathique donne une couche de terre végétale de plus de 0<sup>m</sup>,53 d'épaisseur, d'une admirable fertilité; aussi la végétation y déploie toute sa splendeur; les châtaigniers et les chênes y acquièrent des dimensions généralement inconnues à ce pays, et les magnifiques prairies de Pompadour nourrissent les plus beaux bœufs du Limousin.

« La terre formée par la destruction du granit, en général très-légère, est connue sous le nom de terre de bruyère. On ne peut la fertiliser qu'en lui donnant beaucoup d'engrais; il faut même le renouveler toutes les fois qu'on la destine à produire des récoltes. On ne cultive les mêmes terres que tous les dix ans, après avoir essayé de les féconder en faisant brûler les fougères, les ajoncs épineux et les genêts qui y croissent rapidement. Légère et friable, le froid soulève cette terre et déracine les plantes que l'on y sème; la fertilité des terres feldspathiques est en rapport avec la ténuité de leurs éléments, pourvu toutefois qu'elles renferment assez de gros gravier pour peser sur les racines des plantes et les retenir dans la terre quand le vent les agite et que la gelée les soulève. Si tous les éléments sont trop divisés, ils ne fournissent que des terres presque stériles.

« Le seigle, le blé sarrasin, les pois, les pommes de terre, sont les seules plantes utiles à l'homme qui puissent y réussir dans l'état actuel de la culture. On y voit cependant, çà et là, quelques champs de blé et d'avoine; mais la paille est grêle et les épis clair-semés ne portent que des graines rares et fort petites.

« Les chênes et les hêtres y deviennent vigoureux; le châtaignier y prospère presque partout, mais principalement sur les pentes des coteaux, car les sommets sont en général nus et stériles. Le châtaignier, véritable arbre à



pain de cette partie de la France, fournit la principale nourriture du pauvre, sert en partie à celle des bestiaux et donne le revenu le plus solide, parce que, même sans culture, les produits en sont quelquefois très-abondants.

« Le sol granitique présente fréquemment des marécages ordinairement improductifs et qu'il serait presque toujours facile de rendre à la culture; mais l'art des dessèchements comme celui des irrigations est peu connu dans ces contrées. Souvent même on ne sait pas donner aux terres labourables la pente nécessaire pour l'écoulement des eaux. Quelques-uns de ces marécages pourraient donner lieu à des exploitations intéressantes de tourbes; mais l'abondance des châtaigneraies vient encore fournir à un des plus pressants besoins de l'homme dans ces contrées souvent froides et humides.

« Les vallons de ces contrées, recouverts des parties les plus ténues des terres formées sur les montagnes environnantes et des matières végétales et animales qui s'y trouvent décomposées, sont généralement fertiles. Le chanvre y réussit, le seigle y produit d'abondantes récoltes lorsqu'il n'est pas atteint par le brouillard.

« Les prairies y donnent un foin abondant et de qualité supérieure.

« Dans quelques points privilégiés, il existe des dépôts modernes qui modifient le sol et lui donnent souvent une grande fertilité : telles sont les vallées de la Loire, de la Dordogne et de l'Allier. Cette dernière surtout, dont le sol est formé de calcaires d'eau douce mélangés de débris de roches volcaniques, est d'une richesse extraordinaire dans la partie de son cours comprise entre Brossac et Moulins, et qu'on désigne sous le nom de Limagne. Elle produit les plus beaux blés de France; les arbres fruitiers y déploient une fertilité vraiment prodigieuse, et la vigne elle-même, presque inconnue dans le centre de la France, y donne d'abondantes récoltes. »

Nous n'avons pas voulu retrancher un mot de cette intéressante monographie des terrains granitiques. Si les autres terrains avaient été décrits avec le même talent et le même détail, nous n'aurions eu qu'à copier, pour compléter la description géologique agraire. Nous devons

cependant faire observer que l'on se tromperait si l'on attachait à l'expression de *terre de bruyères* l'idée d'un terrain formé exclusivement de débris granitiques ; elle a une valeur plus générale et plus spéciale à la fois ; tout terrain siliceux sur lequel croît la bruyère en abondance, et qui a été mélangé au terreau formé par les débris de cette plante, est pour nous, comme nous l'avons dit, la *terre de bruyère*.

Nous ne pensons pas non plus que la stérilité des terrains granitiques dont les éléments sont trop ténus tiennent à ce que ces terrains ne pèsent pas assez sur les racines des plantes, mais bien à leur grande hygroscopicité et à leur tendance à se soulever par les gelées quand ils sont imbibés d'eau.

4° Les schistes argileux se décomposent par l'effet de leur hygroscopicité ; la qualité de la terre qu'ils forment dépend de la composition plus ou moins quartzreuse ou plus ou moins argileuse de la roche. Tantôt ils se résolvent en terres argileuses, tantôt en terres sablonneuses ; quand on les soumet à la lévigation, le premier lot présente des graviers de quartz ; dans le troisième, il n'y a que de l'argile fine ; quelquefois les couches de ce terrain sont assez profondes, leur décomposition pénétrant facilement au-dessous de la surface.

5° Les ardoises, rangées aussi parmi les schistes argileux, présentent des caractères particuliers qui annoncent qu'elles ont été formées dans des circonstances différentes, ou qu'elles ont éprouvé des modifications depuis leur formation, probablement par l'action du feu, car on sait que leur argile a perdu la faculté de se délayer dans l'eau et de former une pâte liante. M. d'Omalius d'Halloy fait observer (1) qu'à la surface des plateaux l'ardoise devient blanchâtre, tendre, friable, douce au toucher, d'un aspect stéatiteux, et que la terre qui s'en forme est légère, onctueuse et ne fait pas pâte avec l'eau. Quant aux ardoises qui se décomposent sans avoir éprouvé longtemps les impressions atmosphériques, elles produisent une terre bleuâtre, poreuse, légère, où l'on distingue

(1) *Journal des mines*, 1800, t. XXIV, p. 254.

encore les feuilletés de schiste, et le premier lot fournit de nombreux débris de ces feuilletés.

6° Les schistes micacés se détruisent aussi facilement à leur surface, soit par la suroxydation du fer, soit par l'hygroscopicité du silicate d'alumine, soit par l'eau qui parvient à s'interposer entre les feuilletés et qui les sépare lorsqu'elle se gèle. Les débris de mica sont doux au toucher et constituent un excellent sol, d'une fraîcheur convenable; mais quand le quartz est abondant, le terrain peut aisément devenir trop sec et trop poreux. Le fond des vallons bordés par des montagnes de schiste micacé possède ordinairement d'excellentes terres composées des débris onctueux du mica qui ont été séparés du quartz par les eaux; sur les parties supérieures des pentes, au contraire, le quartz est souvent resté à nu et forme un terrain siliceux. On trouve aussi des alluvions de schiste micacé faites par des courants rapides et où il ne reste presque que du quartz. Après la lévigation, le premier lot présente du quartz et des fragments de mica, le troisième de l'argile fine.

7° Les trachytes, les basaltes, sont d'une dureté qui les rend difficiles à altérer par une action mécanique; mais il suffit d'avoir parcouru les pays à volcans anciens pour avoir vu des basaltes profondément altérés et quelques-uns entièrement changés en une masse argileuse, et d'autres où cette modification est commencée à la surface. Faujas en cite de nombreux exemples que nous avons pu vérifier (1). Ce genre de décomposition a lieu sans qu'on puisse indiquer l'agent qui l'a produit. On trouve aussi, dans les volcans modernes, des trachytes qui ont été attaqués par les émanations acides qui en sortent. Quoi qu'il en soit, les rivières qui coulent des pays volcaniques entraînent un sédiment noirâtre et rougeâtre qui appartient évidemment à ce genre de roches.

8° Les roches calcaires pures, primitives, jurassiennes ou néocomiennes, résistent aux agents mécaniques en raison de leur plus ou moins de dureté; mais elles sont attaquées par les eaux pluviales et terrestres plus ou

(1) *Minéralogie des volcans*, p. 582 et suiv.

moins chargées d'acide carbonique et nitrique. On trouve à leur surface une couche terreuse peu épaisse, qui contient toujours des bicarbonates et souvent des nitrates, et qui nourrit quelques plantes labiées, le thym, le serpolet, la lavande. Si la roche présente des fissures qui se sont remplies de matières terreuses, on y trouve des romarins, des genévriers et même de grands arbres, comme des pins, des micocouliers. Vue au microscope, cette terre formée en place offre dans tous ses lots la même composition ; dans le 1<sup>er</sup> lot, des grains de sable calcaire ; dans le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup>, une poussière fine qui tend à se réunir, à se pelotonner, et dont on a beaucoup de peine à distinguer de fines particules.

9° Les calcaires plus ou moins sablonneux et argileux sont plus facilement attaqués par les agents extérieurs. On trouve alors des graviers de quartz dans le 1<sup>er</sup> lot, et le 5<sup>e</sup> se présente après la dessiccation sous forme d'une plaque consistante, composée en grande partie d'argile. Les couches terreuses provenant de ces roches sont plus profondes, mais dépassent rarement 0<sup>m</sup>,06 à 0<sup>m</sup>,08 dans les lieux plats ; les moindres dépressions de terrain offrent déjà des couches cultivables. C'est ainsi que se sont formés quelques-uns des *causses* des Cévennes et de l'Aveyron, qui sont de très-bonnes terres à froment.

10° Les grès purement siliceux sont durs et ne se désagrègent pas plus facilement que le quartz ; mais les grès verts qui contiennent de la chlorite, de l'argile et du fer oxydé tombent facilement en poussière et forment des couches assez fertiles pour les cultures printanières ou arbustives, et pour toutes les cultures dans les lieux où l'on peut arroser. Sur les plateaux, cependant, la terre manque de profondeur.

11° Le gypse se décompose facilement par l'action de l'eau et par les agents mécaniques ; il forme des terres froides et humides en hiver, pulvérulentes et sèches en été.

12° Il en est de même de la craie, dont la surface se détrempe et se pulvérise en formant un sol sec et chaud, ressemblant à de la bouillie après les pluies, mais très-

facile à travailler, ce qui compense, jusqu'à un certain point, ses défauts.

## SECTION II. — *Terrains diluviens.*

On n'a pu jusqu'ici faire que des conjectures sur l'éruption qui a recouvert l'écorce solide de la terre de cette masse de débris pulvérulents qui composent la plus grande partie de nos terres arables, et que l'on trouve à la fois dans les plaines et sur de hautes montagnes. C'est une cause finale admirable que celle qui a préparé le siège d'une opulente végétation et a devancé le cours des siècles qui auraient été nécessaires pour que l'efflorescence et la décomposition mécanique des roches solides fût devenue capable de produire nos grands végétaux. Une violente action a dû avoir lieu pour pulvériser ainsi et répartir ensuite sur le squelette du globe cette chair, ainsi que l'appelle Prony (1), qui devait le revêtir.

Dans son ouvrage remarquable sur le Gâtinais (2), M. Pavis a décrit une partie de ce grand dépôt argilo-siliceux qui constitue le diluvium. Il l'a observé en France; il aurait pu le faire aussi bien dans toute l'Europe, dont il forme pour ainsi dire le sol. Cet auteur lui donne pour caractères l'absence ou une très-petite proportion de calcaire, un sous-sol entièrement dépourvu de terreau, une couche de marne à une plus grande profondeur, circonstance d'autant plus heureuse que la marne est l'amendement le plus puissant pour ces terres.

Il semblerait ainsi qu'une première éruption aurait balayé les terrains calcaires et marneux supérieurs, et qu'ensuite une nouvelle débâcle aurait recouvert ces débris par ceux de terrains plus anciens et où manquent les principes calcaires.

Nous avons indiqué, dans l'introduction de cette partie de notre ouvrage, la distribution du diluvium sur la surface d'une portion de l'Europe et de la France; nous n'y reviendrons pas, mais nous ferons observer que sa composition n'est pas partout identique. La proportion d'ar-

(1) Marais pontins.

(2) *De l'agriculture du Gâtinais*. Paris, 1833.

gile et de silice varie beaucoup et fait varier aussi les propriétés des terrains. Il paraît que, suivant que le courant était rapide ou lent, il laissait déposer en plus ou moins grande quantité l'un ou l'autre de ces éléments.

On trouve souvent, à d'assez grandes hauteurs, un diluvium qui paraît d'une autre nature que celui-ci, et qui est composé d'une marne ocreuse; ce terrain est souvent très-fertile. Seraient-ce les couches marneuses du diluvium qui, à cause de la hauteur des pentes, n'auraient pu être recouvertes par les couches argilo-siliceuses transportées par un courant moins élevé?

Dans l'axe et à l'embouchure de la vallée du Rhône, qui va du nord au midi, le diluvium est caractérisé par une énorme quantité de cailloux roulés que l'on trouve parfois dans des localités assez élevées (160 mètres au-dessus du Rhône, sur le plateau de Villeneuve-d'Avignon). Il repose aussi sur un poudingue et sur un lit de marne. C'est ce diluvium qui constitue en partie les terrains appelés *craux* et dont celui d'Arles est le plus célèbre (1). Dans le midi, là où la couche de terre est peu épaisse, ce terrain ne sert qu'au pâturage; mais là où elle est profonde, il y a d'excellents vignobles (Saint-Gilles) et des plantations de mûriers; enfin, quand les cailloux sont peu nombreux, on trouve de beaux terrains à sainfoin.

L'examen de ce dépôt méridional semble prouver qu'il a eu lieu sous les eaux de la mer, qui en a lissé et poli les galets, et que le grand courant avait lieu dans la direction du nord au sud, entraînant les gros débris dans l'axe de sa direction et déposant les sables et les argiles dans les anses qui se trouvaient dans la partie latérale de son cours et où se formaient des remous.

Aussi les particules qui le composent varient beaucoup de forme et de grosseur, selon les lieux où on les observe. Tantôt l'argile y domine avec un sable d'une extrême ténuité (ce sont des bolbènes, terres blanches); d'autres fois, c'est le sable gris ou ocreux, à particules plus grossières, qui l'emporte. En général, le gypse y manque

(1) Selon Camden (*Britannia*, cap. de *primis incolis*), *crau* vient de *craig*, *crug* ou *carreg*, qui signifie en celtique une pierre ou un rocher. Le mot grès viendrait-il de la même racine?

encore plus que le carbonate de chaux ; et, en effet, le gypse en solution ne pouvait se déposer par le repos et ne s'est manifesté que par l'évaporation ; aussi toutes ces terres sont-elles très-sensibles à l'action du plâtre. Ce caractère géologique des terres se lie ainsi à un fait agricole important.

Il ne faut pas confondre ce diluvium avec d'autres diluviums partiels et tout à fait locaux, provenant des vallées qui s'ouvrent sur les plaines, et qui, probablement, par la rupture des digues de leurs lacs, sont venus les recouvrir de couches reconnaissables aux minéraux qui les forment et se placer aussi quelquefois sur les anciens diluviums. C'est ainsi que la Durance a fait une irruption sur le diluvium de la Crau, et que l'Ouvèze et l'Eygues ont fait auprès d'Orange le grand dépôt qui porte le nom de Plan-de-Dieu, qui s'arrête à sa rencontre avec l'ancien diluvium, près le bois de Pécoulette.

### SECTION III. — *Terrains d'alluvion.*

Les terrains déposés par les cours d'eau actuels, formés d'éléments divers, suivant les vallées parcourues par les rivières qui les ont transportés, sont composés de matières plus ou moins volumineuses, depuis le caillou jusqu'à la plus fine argile, en proportion avec la pente plus ou moins torrentueuse, plus ou moins tranquille que la rivière conserve dans cette partie de son cours. Là où la rivière court avec rapidité et où, par conséquent, elle a beaucoup de force d'impulsion, elle ne dépose que des pierres et des sables. Mais quand elle a perdu de sa pente et de sa force, elle laisse déposer d'abord des sables et ensuite un mélange de sable fin, d'argile et de carbonate de chaux ; enfin il ne reste presque plus que ces deux dernières matières pour ses dépôts tranquilles et qui sont aussi les plus compactes. Ainsi, par une loi remarquable, les sols hygroscopiques sont accordés de préférence aux pays qui ont le climat le plus chaud.

Les alluvions n'ayant lieu qu'à l'époque des crues, chaque crue n'apporte qu'une faible couche de dépôt qui diffère du dépôt précédent selon que tel ou tel affluent

de la rivière, apportant de préférence telle ou telle nature de terre, a dominé dans la crue. Il en résulte que le terrain d'alluvion est formé de couches minces successives et différant les unes des autres, soit par leur épaisseur, soit par leur nature; de plus, comme les ruisseaux en coulant sur les gazons, les terres cultivées et dans les bois, entraînent toujours du terreau, chacune de ces couches est pourvue de cette substance. Ainsi, ce qui caractérise les alluvions, outre leur position qui manifeste clairement leur origine, c'est leur séparation en couches d'épaisseur inégale, de composition différente et toutes pourvues de terreau, et leur ténacité d'autant plus grande qu'elles sont plus éloignées du lieu de départ de l'alluvion ou de l'axe de son courant.

Cette répartition des particules selon la force du courant résulte, comme nous l'avons dit, de la vitesse nécessaire pour les entraîner et les tenir en suspension. Nous avons vu dans la lévigation qu'avec le mouvement que nous pouvons apprécier à  $0^m,773$  par seconde (1) (vitesse de la Seine entre Surènes et Neuilly, la rivière étant à  $1^m,26$  au-dessus de l'étiage) (2), l'eau laisse déposer le gravier et le gros sable, mais tient encore en suspension l'argile et les matières fixes. Dubuat prétend qu'à cette vitesse un courant peut entraîner des galets de  $0^m,027$  de diamètre et des pierres grosses comme des œufs de poule; mais il suffit de voir l'effet produit sur le cours de la Seine pour juger de l'exagération de cette donnée. L'eau ne soutient plus alors même le gros sable; ce n'est donc que quand les rivières débordent sur la surface du sol avec une vitesse de  $1^m,30$  à 7 mètres (le Rhône dans ses crues) qu'elles peuvent le couvrir de cailloux et de gros sable. Mais comme dans leurs débordements les courants perdent de leur vitesse en s'étendant sur les plaines, les rivières déposent d'abord à leur bord immédiat des graviers et des sables; lorsqu'elles deviennent moins rapides, du sable fin; et enfin, là où le courant s'arrête, de l'argile. C'est par le même mécanisme que le

(1) Dans la lévigation, l'eau fait, en 26 secondes, cent fois le tour d'un verre de 201 millimètres de circonférence.

(2) Gauthey, *Construction des ports*, p. 177 et 178.



long de leur cours elles ont déposé les graviers à la partie supérieure et l'argile à leur embouchure.

M. Gorsse, ingénieur des ponts et chaussées, estime qu'à l'étiage le Rhône charrie 1<sup>r</sup> mètre de limon sur 7.000 mètres cubes de fluide, 1 mètre sur 250 pendant les grandes crues, et 1 mètre sur 2.000 en moyenne (1). M. Plagniol, professeur de physique et de chimie à Nîmes, ayant analysé ce limon, a trouvé que, dans les basses eaux, il était composé de 0,25 carbonate de chaux et 0,75 argile avec sable très-fin; dans les eaux moyennes, 0,5516 carbonate de chaux, 0,10 sable micacé, 0,5484 argile; et, dans la crue extraordinaire de novembre 1825, de 0,5974 carbonate de chaux, 0,2426 sable micacé, 0,56 argile (2). Mais les observations suivies de la commission hydrométrique de Lyon, dirigées par M. Lortet, faites jour par jour, nous montrent pour le Rhône, en 1844, un maximum de 493 grammes de dépôt par mètre cube d'eau, un minimum de 7 grammes, une moyenne de 158<sup>g</sup>,8; et pour la Saône un maximum de 100<sup>g</sup>,2, un minimum de 8<sup>g</sup>,4, et une moyenne de 40 grammes par mètre cube; ou, pour le Rhône, 1 mètre cube de limon pour 1.000 mètres d'eau en moyenne; et, pour la Saône, de 1 mètre pour 4.000 mètres cubes d'eau environ. D'après M. Fonvielle, les eaux de la Seine, à Paris, contiennent 20<sup>g</sup>,0042 de limon desséché par mètre cube d'eau. Ce sont ces matériaux qui sont apportés par les alluvions et qui constituent les terrains de ce genre, abondants en sable là où les courants sont très-forts, et ayant une forte proportion d'argile là où les courants sont modérés.

Il résulterait d'expériences faites à Bonn, par M. Hevaz, que le Rhin étant très-bas au mois d'avril, l'eau ayant une couleur jaunâtre, la proportion de la matière solide sèche à l'eau serait seulement de  $\frac{1}{20734}$ , et qu'en novembre, après plusieurs jours de grandes pluies, les eaux étant jaune foncé, cette proportion serait de  $\frac{1}{12500}$ .

(1) Mémoire de M. Poulle, sur la Camargue. Les expériences avaient été faites à Arles.

(2) Mémoire de M. de Rivière sur la Camargue; *Nouvelles annales d'agriculture*, t. XXXIV, p. 78.

en poids. Cette énorme différence des matières transportées par le Rhin et le Rhône provient-elle de ce qu'après avoir déposé les parties terreuses dans le lac de Constance, le premier fleuve ne reçoit plus de courant venant de hautes montagnes déboisées ?

De semblables recherches, faites sur les différentes rivières, auraient un grand degré d'utilité en montrant ce que l'on peut espérer des retenues de leurs eaux pour combler les terrains bas et les améliorer.

Il y a aussi des alluvions formées par des rivières au cours tranquille, et qui, à l'œil, paraissent claires. Elles déposent à la longue une argile d'une ténacité extrême qui forme des terres très-difficiles à cultiver.

Les terres les plus fertiles que l'on connaisse sont des terres d'alluvion. La basse vallée du Nil en est toute formée ; celle du Gange, celle du Pô, celles du Rhône, du Rhin, de la Garonne, offrent des exemples remarquables des sols les plus riches du monde qui appartiennent à cette formation.

Comment se fait-il que, par une erreur que l'on ne peut trop déplorer, les efforts des riverains aient souvent tendu à diguer ces rivières bienfaisantes, de manière à prévenir tout débordement de leurs eaux sur les terres ? Ne devait-on pas se borner à prévenir leur abord direct qui, par la vitesse du courant, leur amène des sables et des graviers, et ne devait-on pas continuer à les recevoir à reculons, en laissant leurs digues ouvertes à la partie la plus basse ? C'est ainsi que l'on a agi dans la plaine qui borde le Rhône d'Orange à Donzère, et cette plaine est restée fertile. Partout où l'on a fermé tout accès à l'eau, l'appauvrissement n'a pas tardé à se faire sentir. En effet, plus de nouveau principe fertilisant, plus de nouveau terreau amené par les crues annuelles, et dès lors nécessité de consacrer à la culture des quantités toujours croissantes d'engrais, qui remplacent l'engrais déposé autrefois par les eaux.

Le véritable motif d'une conduite si imprudente n'est pas difficile à trouver ; il y a quelquefois des crues à la fin du printemps et en été qui enlèvent une récolte au moment de la moisson. La perte est patente, facile à calcu-

ler, et on ne la met pas en balance avec un avenir obscur, incertain. On veut s'y dérober sans calculer les pertes annuelles que l'on se prépare, soit par la diminution de fertilité, soit par l'entretien toujours plus coûteux des digues qui doivent être d'autant plus fortes et plus élevées que l'on resserre les eaux dans un canal plus étroit, soit par les ruptures de digues alors beaucoup plus fréquentes, et qui dans les années extraordinaires, comme celles de 1841 à 1845, ravagent tout le pays ; soit enfin par l'exhaussement progressif du lit du fleuve qui passe au-dessus des campagnes à un niveau élevé, entretenant les terres au-dessous de lui dans un état humide et marécageux, et menaçant toujours de se frayer un nouveau lit, à moins d'un entretien coûteux et incessant, comme on le voit dans la partie inférieure du cours du Pô et de l'Adige.

#### SECTION IV. — *Terrains d'atterrissement.*

C'est sous le nom de terrains d'atterrissement que l'on désigne les terrains formés sur la côte de la mer par les courants marins et par les flots. Sur les côtes, la mer ne cesse d'attaquer et de battre en brèche certaines parties saillantes, dont elle transporte les débris dans les anses enfoncées où son mouvement s'est ralenti ; les courants littoraux s'emparent aussi des matières transportées par les fleuves à leur embouchure ; il se forme ainsi graduellement des plages que le flot finit par ne plus pouvoir recouvrir, si ce n'est dans les plus hautes marées ou dans les tempêtes, et qu'alors on ne peut soustraire à l'inondation que par le moyen de travaux d'art. C'est ainsi que les Belges et les Hollandais ont conquis sur la mer de vastes étendues de terrain.

Sur les côtes de la Méditerranée, où les marées sont peu sensibles, les atterrissements sont nécessairement plus mêlés de sable, parce que n'ayant lieu que par l'effet des vents et des courants, et non par l'apport journalier des marées, les flots qui les apportent soulèvent toujours par leur violence une plus grande quantité de particules pesantes. Voici de quelle manière se forment les atter-

rissements dans cette mer. Dans les golfes et les lieux où le courant littoral diminue l'action directe des flots venant du large, il se forme peu à peu des bancs qui finissent par enfermer dans leur digue et séparer de la haute mer une certaine étendue d'eau qui devient un étang. Si celui-ci reçoit les affluents ou les alluvions de l'intérieur des terres, il se comble peu à peu, passe à l'état de marais, et finalement à celui de *maremme*. C'est purement une alluvion favorisée par l'atterrissement. Mais longtemps abreuvées par les eaux de la mer qui franchissent souvent la digue, les terres se pénètrent de sel. Si les eaux de l'intérieur n'arrivent pas dans l'étang ou n'y apportent pas de dépôts suffisants, il reste alors dans l'état où il se trouvait quand le dépouillement complet des montagnes a fait cesser le travail de l'alluvion des rivières. C'est ainsi que les marais Pontins sont restés dans cet état de demi comblement; c'est ainsi que dans l'île de Camargue, à l'embouchure du Rhône, une première partie qui borde le fleuve est comblée, une partie intermédiaire reste à l'état de marais depuis que l'île, entourée de digues, ne permet plus aux eaux du Rhône de l'atterrir, et enfin une troisième partie, la plus voisine de la mer, le Valcarès, est restée un étang. On dit qu'il se forme actuellement au large une nouvelle barre qui deviendra bientôt une digue et formera un étang au sud du Valcarès.

Quant aux maremmes ou parties comblées des anciens étangs, ce sont des terrains malsains à cause du voisinage de ces flaques d'eau isolées qui se remplissent et se dessèchent alternativement; mais il n'est pas sûr qu'après leur dessèchement ils cessent tout à fait d'être malsains. Il se fait dans ces terrains de lentes décompositions de matières organiques que retient le sol et qui s'en exhalent quand la sécheresse succède à la saison des pluies. Il faut probablement longtemps pour que la surface de ces émanations soit complètement tarie. La culture de la surface et peut-être son écobuage, souvent renouvelé, sont les meilleurs moyens pour accélérer le moment où elles cessent de nuire.

La fertilité des polders, des lais et relais de la mer et

de toutes ces terres nouvellement apportées par les eaux, prouve combien ce remaniement est favorable à la végétation quand la surabondance du sel n'y met pas obstacle.

#### SECTION V. — *Terrains paludiens.*

Les marais intérieurs ne reçoivent pas ordinairement leurs eaux de rivières limoneuses qui y apporteraient un tribut abondant de terres ; ils sont alimentés ou par des eaux pluviales qui coulent sur les déclivités de leur bassin, ou par des sources qui jaillissent près de leur bord ou au centre même de leur étendue. Ce sont des eaux peu rapides, qui ne se chargent que du limon le plus ténu, et qui même quelquefois paraissent entièrement limpides. Aussi le sol des marais est-il formé alors de particules très-fines analogues au terrain des environs quand ce sont des eaux pluviales qui l'entretiennent, ou au sous-sol qui porte les terres arables si ce sont des sources, et quelquefois enfin seulement de tourbe provenant des plantes qui croissent dans les eaux claires. Mais, dans tous les cas, la tourbe est mêlée, en particules plus ou moins discernables, aux terres des marais. Lorsque l'on en fait l'analyse par les acides, les débris charbonneux se retrouvent en grande quantité avec la silice, même quand ils n'étaient pas visibles à l'œil.

Dans la lévigation, le premier lot renferme des débris de coquilles terrestres ou fluviatiles, du terreau carbonisé dans lequel on distingue quelquefois la forme des plantes ; on trouve du terreau non décomposé à la surface de l'eau qui a servi à la lévigation. Le sous-sol est nécessairement un terrain qui retient l'eau et ne peut être traversé par les racines des plantes. La valeur du terrain est donc en raison de la profondeur de la couche perméable.

Parmi ces natures diverses de sols, variables autant que les circonstances de leur formation, on distingue surtout les terrains paludiens formés par les dépôts provenant de la couche marneuse, si étendue sous nos terres arables et d'où elle a été amenée à jour par les sources.

Cette nature de sol, si longtemps dédaignée, a pris une grande importance depuis qu'elle est devenue le siège de la riche culture de garance que l'on fait dans le département de Vaucluse. Ces terrains sont très-productifs au moyen de fréquents engrais quand leur couche est profonde et quand le sous-sol est frais sans retenir des eaux stagnantes ; car, dans ce dernier cas, le marais souterrain devient une cause d'infertilité et d'insalubrité.

#### SECTION VI. — *Dunes.*

Les dunes sont formées de sables mobiles transportés par les vents ; leur présence est un véritable danger pour l'agriculture : c'est le typhon des anciens, qui des déserts de la Libye ne cesse de menacer la fertile Égypte. En effet, quand elles ne rencontrent pas d'obstacles, l'action du vent ne cesse de leur faire gagner du terrain aux dépens des terres labourables. Les sables mobiles du Sahara sont composés de grains de quartz translucide qui ont, en terme moyen,  $\frac{7}{10}$  de millimètre de diamètre, sans mélange d'aucune autre substance (1). Quand rien ne les arrête, ils s'avancent de 3 à 4 mètres par an. Les sables qui composent les dunes de Bordeaux sont aussi quartzeux ; ils règnent sur une longueur de 240 kilomètres sur une largeur moyenne de 5 kilomètres. Cette mer de sable, à laquelle rien ne résiste, s'avance invariablement de l'ouest à l'est dans la direction des vents dominants, avec une vitesse moyenne de 24 mètres par an, couvrant les terres, les villages, les bois, comblant les rivières et les forçant à s'étendre en étangs et en marais à la surface du sol. En Hollande, on plante les dunes d'*arundo arenaria* pour les recouvrir et dérober le sable à l'action du vent. En Guienne, Brémoutier imagina de fixer les dunes par de grandes plantations de pins qu'il parvint à faire croître par d'ingénieuses précautions. Cette opération se continue annuellement. Les arbres, une fois enracinés et préservés par leurs voisins du ravage que fait dans leur feuillage et leurs jeunes branches

(1) Costaz, *Mémoire sur l'Égypte*, t. II, p. 264.

le sable siliceux poussé par la violence du vent, réussissent bien, grâce à la fraîcheur constante de l'intérieur de ces dunes, entretenue par l'humidité des vents de mer (1).

Aussi M. de Candolle (2) s'étonne-t-il que l'on n'ait pas songé plus souvent à utiliser le sol des dunes; il parle du hameau de la Panne, entre Dunkerque et Furnes, dont les habitants s'étaient formé au milieu des dunes un petit territoire où le seigle, la pomme de terre, la carotte, venaient à merveille; mais surtout il cite un exemple remarquable de ce que peut l'industrie dans des terrains de ce genre ordinairement si dédaignés. « Qu'on me permette, dit-il, d'entrer dans quelques détails sur un établissement formé en 1798. Le premier soin d'Heitfeld (c'est le nom de l'industriel cultivateur) a été de bâtir sa chaumière auprès d'une source d'eau douce; cette chaumière est très-basse et l'entrée en est au sud-ouest, afin d'être à l'abri des vents du nord-ouest, fréquents sur cette côte. En creusant pour avoir de l'eau, il a trouvé un banc de tourbe qu'il exploite et dont il se sert pour brûler... Dès qu'Heitfeld a eu bâti sa chaumière, il s'est occupé à protéger sa future possession des vents du nord-est. Dans ce but, d'après la méthode reçue, il a d'abord placé sur les hauteurs qui l'environne l'*arundo arenaria*. Ce graminé se transplante sans difficulté lorsqu'on l'arrache avec de longues racines. Mais pour se préparer de l'ouvrage pour l'avenir, les planteurs hollandais qui sont chargés d'en garnir les dunes avancées le coupent avec des racines très-courtes, de manière qu'il périt la première ou la seconde année et ne pousse pas de nouvelles racines. Ce sont cependant les racines qui, par leurs entrelacements, retiennent le sable mobile. Heitfeld ne plante plus d'*arundo* et préfère employer des arbres pour arrêter le vent. Le peuplier blanc et le peuplier d'Italie réussissent bien dans ce terrain dont le fond est humide. Il a établi des haies assez épaisses pour ré-

(1) Voir les Mémoires de Brémontier et le Rapport de Chassiron dans le tome IX des *Mémoires de la Société d'agriculture de la Seine*, p. 414.

(2) *Mémoire sur la fertilisation des dunes; Mémoires de la Société d'agriculture de la Seine*, t. V, p. 440 et 445.

sister aux efforts du vent ; c'est derrière cet abri que cet industrieux paysan a commencé à cultiver. L'humidité dont le sol des dunes est imprégné le dispense d'arroser pendant l'été. Faute de secours pécuniaires, il n'a jamais mis d'engrais, et malgré cela l'avoine a réussi dans ce sable comme dans un terrain ordinaire ; le blé sarrasin s'est élevé à un mètre ; le seigle et le trèfle réussissaient très-bien, mais ils ont gelé cet hiver ; la spergule vient à merveille ; le chanvre atteint 13 décimètres de hauteur ; le lin s'est élevé à 12 décimètres et a fourni la graine la plus grosse et la plus nourrie que j'aie encore vue ; le colza d'été et la moutarde y ont aussi prospéré ; les diverses variétés de lentilles, de fèves, de pois, de haricots, y ont parfaitement réussi ; mais la culture qui y est la plus avantageuse est celle des racines tubéreuses et charnues. Je l'avais soupçonné en voyant la grosseur que la racine de la moindre plante sauvage acquiert dans les dunes... L'agriculture a confirmé ces indications de la botanique ; les pommes de terre, les raves, les carottes, les scorsonères, la betterave, ont prouvé, par leur prospérité et par leur saveur, qu'elles ne se refusaient point à croître dans les dunes. Outre tous ces essais, j'ai vu chez Heitfeld des oignons, des laitues, des épinards, de l'oseille, du persil et du céleri naissant et bien portant. Le maïs qu'il a semé cette année ne paraît pas réussir aussi bien.

« Tel était l'état de la plantation de Heitfeld en prairial an VII (mai 1799). L'hiver cruel qu'il avait eu à supporter a augmenté les difficultés de son entreprise, mais aussi a rendu ses résultats plus certains ; car toute plante qui n'a pas gelé pendant l'hiver de l'an VII peut certainement supporter ce climat. Le sol des dunes gèle très-profondément, mais se dégèle avec la même promptitude, » à cause de la porosité des sols sablonneux.

Les terrains des dunes ne sont donc pas complètement improductifs quand ils sont bordés par les eaux de l'Océan occidental et humectés par ses vents d'ouest. Sous d'autres conditions, les dunes ne peuvent pas être utilisées par des cultures annuelles ; mais si elles ne sont pas battues par des vents violents, on les voit se couvrir



d'arbres tels que les pins, les genévriers, etc. En Languedoc, la clématite y abonde et les habitants la récoltent pour en faire un bon fourrage sec. Les dunes ne repoussent donc pas toute végétation, et présentent à côté de leurs immenses inconvénients un certain degré d'utilité.

Les vents, au reste, ne se bornent pas à former des dunes avec les particulés de sable transportées; elles ajoutent encore aux couches terreuses par un effet lent, mais continu, et qui, dans la direction des terrains mobiles, peut être assez appréciable. M. Rozet rapporte (1) avoir vu un vent de sud-ouest très-violent élever des volcans du Puy-de-Dôme de gros nuages de poussière noire qui, apportés en un instant à Clermont et sur la Limagne, y déposèrent sur les terrasses et sur les pavés une couche de 1 à 2 millimètres d'épaisseur de *lapilli* et de cendres volcaniques. Il regarde comme très-probable que le sol de la Limagne a été ainsi formé, car de pareils transports de matières volcaniques sont très-fréquents dans ces contrées. Dans quelque mesure que l'on adopte cette opinion, il n'en paraît pas moins certain que ces vents doivent contribuer puissamment à modifier la nature du sol.

#### SECTION VII. — *Terrains volcaniques.*

Si les laves scoriacées, les basaltes, les trachytes, sont d'une décomposition difficile et ne fournissent pas de nombreux contingents aux terres arables, en revanche les vaques, les argilolites, les produits boueux des volcans, se réduisent facilement en terres propres à la culture; ce sont eux qui forment les sols argileux dans les terrains volcaniques, et qui, par leur mélange avec les produits plus siliceux, composent les meilleures terres qui s'y rencontrent. Mais on trouve aussi des sols composés seulement de fins débris de ponce que l'on a appelés tufs ponceux. Ils sont de couleur rougeâtre ou grisâtre; ils ont un éclat soyeux et contiennent des parcelles de fer oxydulé. Quand les fragments de ponce sont fort

(1) *Mémoire sur les volcans d'Auvergne*, p. 13.

atténués, ils donnent à la terre l'apparence et quelques-unes des qualités des terres argileuses. Ces tufs ponceux composent une grande partie du sol de la riche campagne de Naples.

Ce que l'on appelle *lapilli* et *cendres volcaniques* ne sont que deux degrés différents d'atténuation des laves compactes lancées par les volcans. Les *lapilli* sont de petits fragments de lave de 1 à plusieurs millimètres de diamètre ; les cendres volcaniques ne sont que ces mêmes fragments réduits à de plus petites dimensions ; ils constituent des terrains secs et inconsistants, et il est à peine croyable que la végétation puisse y exister. Cependant c'est sur des terrains pareils que viennent les vignes qui produisent le *lacryma Christi* au pied du Vésuve. M. Webb remarque que les pommes de terre qu'on cultive à Ténériffe, dans des amas de ponce entièrement dépourvus de terreau, acquièrent en peu de temps un développement extraordinaire (1), et nous avons vu ce même sol mis en culture entre Nicolosi et l'Etna. Ce sont des *lapilli* pyroxéniques, constituant un terrain sec et filtrant, d'une grande profondeur, où la vigne, le figuier, l'amandier, ont assez bien réussi, et où la *genista juncea* devient un véritable arbre (2). Quand on met en culture les laves récentes, il s'en élève, surtout en hiver et dans les temps pluvieux, une odeur désagréable, annonçant des réactions chimiques et qui, attaquant les organes respiratoires des ouvriers, leur cause une véritable orthopnée (3).

La fertilité de ces terrains qui viennent d'être soumis à une chaleur incandescente, et privés par conséquent de toute substance organique, s'explique par la présence de la potasse et de la soude dans toutes les laves et par celle de sels ammoniacaux que l'on trouve auprès des volcans et dans les pseudo-volcans (chlorhydrate et sulfate d'ammoniaque). Sans être obligé de tirer les substances né-

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. LII, p. 539.

(2) *Coup d'œil sur l'agriculture de Sicile ; Journal d'Agriculture pratique*, t. III, p. 455.

(3) Mémoire de Galvagni dans les *Actes de l'Académie gioenia de Catane*.

cessaires à leur nutrition de la décomposition des corps organisés ou de l'avare distribution qu'en fait l'atmosphère, les plantes trouvent donc immédiatement dans les terrains volcaniques deux des éléments les plus importants et les plus rares, les alcalis fixes et l'ammoniaque. Ce fait explique l'opulente végétation de ces terrains, surtout quand il s'y joint l'humidité procurée par l'irrigation.

## CHAPITRE II.

### Dispositions des couches des terrains agricoles.

Les terrains meubles qui couvrent la surface de la terre et qui sont le domaine de l'agriculture sont formés de plusieurs couches superposées les unes aux autres, mais que nous devons ranger sous deux divisions principales, les couches perméables à l'eau, les couches imperméables. Nécessairement, pour qu'il puisse y avoir culture, les couches supérieures sont plus ou moins perméables ; car une argile pure ou une roche aride ne seraient pas susceptibles de nourrir des végétaux. C'est à partir de la couche imperméable et en remontant vers le sol que se trouvent les terres qui peuvent être pénétrées par les racines et dont nous aurons à nous occuper.

Nous appellerons le *sol* la couche supérieure du terrain jusqu'à la profondeur où elle conserve la même nature minérale. Le sol se divisera ainsi : 1° le *sol actif* est mêlé de terreau, reçoit les impressions de l'atmosphère et les sels solubles, donne lieu aux phénomènes de la végétation, et est atteint par les labours ; 2° au-dessous de cette première couche et quoique conservant la même composition minérale, si le sol est profond, nous appellerons *sol inerte* la seconde couche qui n'est pas entamée par les cultures.

Au-dessous du sol, au moment où une nouvelle couche de composition minérale différente se présente, nous avons le *sous-sol* qui peut être formé lui-même de plusieurs couches variables aussi dans leur composition

jusqu'à ce qu'on atteigne dans la profondeur la couche imperméable.

Si le sol est placé immédiatement sur la couche imperméable, il n'y a pas de sous-sol. La profondeur du terrain est la distance qui existe entre la surface et la couche imperméable; par exemple, les terres peuvent être composées d'une des manières suivantes :

	mètres.	
Terre calcaire silicaté. . . . .	1	}
Terre siliceuse. . . . .	2	
Argile. . . . .	—	
		0m,67 sol inerte.
		sous-sol.
		couche imperméable.
Profondeur. . . . .	5	

OU

Terre siliceuse. . . . .	0m,50	sol actif.
Roche de grès . . . . .	—	couche imperméable.
Profondeur. . . . .	0m,50	

OU ENCORE

Terre argilo-siliceuse. . . . .	2	sol actif.
Terre argilo-calcaire. . . . .	1	sous-sol.
Roche calcaire. . . . .	—	couche imperméable.
Profondeur. . . . .	3	

### SECTION I. — *Du sol actif.*

La profondeur du sol actif dépend entièrement, d'après la définition que nous en avons donnée, de celle des labours. En effet, leur effet étant de presser la terre piétinée par les chevaux et corroyée par le sep, et de la rendre ainsi très-compacte, il se forme artificiellement à cette profondeur un sous-sol presque imperméable qui s'imprègne difficilement d'eau et qui n'est jamais en contact avec l'atmosphère. Il dépend donc du cultivateur d'avoir un sol actif, profond ou mince. Dans un sol profond, les racines s'enfoncent sans peine et vont chercher l'humidité et les suc nourriciers dans un plus grand cube de terre. Aussi, tous les cultivateurs sont d'accord, maintenant, sur les avantages d'un sol actif profond, et dans des contrées entières on l'entretient en cet état par des

minages périodiques très-coûteux et que l'on ne croit pas acheter trop chèrement.

Souvent et surtout dans les terres d'alluvion, le sol actif se trouvant épuisé de certains principes, on renouvelle sa fertilité en le mêlant au sol inerte qui les possède et qu'on lui substitue. C'est ainsi que nous voyons des terres cultivées en garance améliorées par le défoncement profond nécessaire pour extraire la racine de cette plante ; c'est qu'alors le sol inerte est d'une excellente nature et que, n'ayant jamais été épuisé par l'action de la végétation, il a conservé en dépôt les substances nutritives que les eaux avaient entraînées. Mais si le sol est devenu actif seulement par le mélange des engrais, et que le sol inerte ait été rendu presque imperméable par le tassement, et qu'il ne contienne aucun principe fertilisant, il résulte de la substitution de ce dernier au sol actif une série de mauvaises récoltes jusqu'à ce qu'on l'ait de nouveau fertilisé par les engrais.

## SECTION II. — *Du sol inerte.*

L'existence du sol inerte au-dessous du sol actif n'est pas toujours avantageuse. Quand le sol actif a des qualités excessives, soit en ténacité, ou en légèreté, ou en sécheresse, ou en humidité, il est bien préférable d'arriver immédiatement à un sous-sol d'une qualité opposée et que l'on puisse mélanger avec le sol par le moyen des labours profonds. Mais dans les sols de bonne qualité, et surtout dans les alluvions, un sol d'une bonne profondeur est chose très-désirable. Quand le sol inerte repose sur la couche imperméable ou sur une couche filtrante abreuvée d'eau, il ne peut pas dépasser un mètre de profondeur sans inconvénient, parce que, dans cette dimension, il transmet encore l'humidité du fond à la surface, s'il est composé de substances hygroscopiques. Dans le cas où la couche d'eau est très-profonde ou bien dans celui où le sous-sol est d'une mauvaise qualité, la grande épaisseur du sol inerte est un avantage, puisqu'on peut toujours, par le moyen des labours profonds, en faire un utile réci-

vient d'humidité en permettant aux racines d'aller chercher celle-ci profondément.

### SECTION III. — *Du sous-sol.*

La nature du sous-sol acquiert beaucoup d'importance quand il est situé à une petite profondeur et peut être atteint par les labours. Alors on doit chercher : 1° s'il est suffisamment filtrant ; 2° s'il est d'une nature meilleure ou pire que le sol, et s'il peut ou non lui servir d'amendement ; 3° si sa couche supérieure est d'une grande ou d'une petite épaisseur, et, dans ce dernier cas, quelle est la nature de la couche immédiatement inférieure.

1. *Sous-sol filtrant.* Cette nature de sous-sol est très-avantageuse pour les terres fortes et pour celles qui sont situées sous un climat pluvieux ou qui peuvent être arrosées. Un sous-sol bien perméable à l'eau l'est aussi aux racines, et les arbres y prennent un développement admirable. C'est sur un sous-sol formé de terres graveleuses que viennent les magnifiques noyers et châtaigniers des vallées, de même que l'opulente végétation de mûriers de quelques parties des Cévennes. Les luzernes et le sain-foin y donnent de belles récoltes, parce que ces plantes cherchent surtout leur nourriture dans la profondeur de la terre. Mais aussi un tel sous-sol peut rendre le sol trop aride pour les plantes annuelles dans les climats méridionaux.

2. *Sous-sol peu filtrant.* Si ce sous-sol est trop près de la surface de la terre, il retarde l'écoulement de l'eau en hiver, il se charge d'extrait de terreau, absorbe l'oxygène et en prive les racines des plantes qui s'y macèrent et souffrent ou meurent. L'inconvénient diminue avec la profondeur de ce sous-sol, parce qu'alors le sol cesse d'être complètement imbibé. Les terrains argilo-calcaires pesant 16, tandis que l'eau pèse 10, et recevant 0<sup>m</sup>,50 d'eau dans leur complète imbibition, une pluie d'un centimètre n'imbibera complètement que 12<sup>mill.</sup>,5 de terre; mais quand les pluies sont fréquentes et abondantes, et que la terre n'a pas de pente, ce n'est pas trop de 0<sup>m</sup>,50 de profondeur pour que les plantes restent toujours dans

un état moyen d'humidité pendant la saison des pluies.

5. La nature du sous-sol contribue à augmenter la valeur de la terre quand elle est meilleure que celle du sol lui-même. Ainsi il arrive dans les alluvions que d'excellents limons ont été enterrés sous des couches de graviers qui constituent le sol. On peut utiliser ceux-ci par des plantations d'arbres si la couche inférieure est assez peu profonde pour qu'ils puissent l'atteindre en quelques années ; ces arbres, qui languissaient d'abord tant que leurs racines étaient encore dans la couche de gravier, se raniment en atteignant le riche sous-sol et prennent un beau développement. C'est sur ce principe que nous avons pu rendre à la production une partie du domaine de Bordellet, au confluent de l'Ardèche et du Rhône, qui avait été couverte de sable et de gravier par l'inondation de 1827, et qui maintenant est une véritable forêt de mûriers plantés sur un mètre d'épaisseur de ce nouveau sol aride.

4. Si le sous-sol est situé près de la surface et qu'il n'ait pas une grande épaisseur, il est essentiel de connaître la nature de la couche immédiatement inférieure et de calculer si, en brisant le sous-sol et le mêlant avec le sol, on parviendra à se procurer un nouveau sous-sol de meilleure qualité. Ainsi, quelquefois, sous les sols de sable et de gravier, se trouve une couche peu épaisse de sable ou de cailloux agglutinés par un ciment calcaire ou ferrugineux ; c'est ce qui arrive, par exemple, dans les Landes. En rompant ce sous sol, si cela est économiquement possible, on se procurera un nouveau sous-sol plus profond, plus perméable, plus frais. Il m'a été rapporté que des plantations qui ne pouvaient réussir, à cause de la petite épaisseur du sol, avaient eu un grand succès, et avaient produit de très-beaux chênes dans ces mêmes landes, quand on avait percé le poudingue inférieur avec une aiguille de mineur pour introduire leur pivot sous la couche peu épaisse du sous-sol. Quel travail faudrait-il, dans quelques situations favorables de la contrée, pour miner et rompre cette couche et avoir un sous-sol excellent pénétrant jusqu'au réservoir des eaux inférieures ?

D'autres fois c'est une couche d'argile imperméable qui forme le sous-sol, et quand elle est fort mince, elle peut

aussi être rompue, et avec les mêmes avantages que dans le cas précédent. Dans la plaine centrale de Vaucluse, un sous-sol d'argile de quelques centimètres d'épaisseur suffisait pour retenir les eaux à la surface en hiver, pour ôter aux plantes en été le bénéfice de l'humidité souterraine, pour gêner le développement des racines, pour constituer enfin un terrain détestable et maudit; le brisement de cette couche, opéré pour cultiver la garance, a décuplé la valeur des terres en mettant le sol en communication avec le réservoir permanent des eaux.

Il se présente aussi quelquefois des phénomènes qui sont inexplicables si l'on n'examine pas la nature et la constitution du sous-sol. Ainsi, en Camargue, on remarque des places où le sel remonte à la surface par la capillarité, à côté de places où il ne surabonde jamais. C'est que le sous-sol imperméable qui empêche la communication entre le sol et les terrains imprégnés de sels inférieurs au sous-sol vient à manquer, et qu'il se trouve là remplacé par une veine de terre filtrante et capillaire.

Ces exemples, que nous pourrions multiplier, prouvent la grande importance que l'on doit attacher à étudier et à bien connaître la stratification du terrain que l'on cultive. Ordinairement on acquiert cette connaissance en observant la succession des couches lorsqu'on creuse des puits qui se poussent jusqu'au réservoir des eaux. Quand nos paysans veulent cultiver ou acheter un sol qu'ils ne connaissent pas, ils ne manquent jamais de l'ouvrir profondément avec la bêche; mais il est plus commode et plus expéditif de se servir d'une petite sonde dont on peut pousser le travail à plusieurs mètres en quelques heures.

#### SECTION IV. — *De la couche imperméable et du réservoir des eaux.*

Le réservoir inférieur des eaux n'est pas partout à 550 mètres de profondeur comme à Grenelle; il arrive au contraire souvent qu'il n'est pas assez éloigné de la surface pour que les longues racines ne puissent y aller puiser l'eau nécessaire à une belle végétation, ou que par



l'effet de la capillarité, s'il n'y a pas de couches intermédiaires interposées, son humidité n'entretienne la fraîcheur du sol; quelquefois même il se trouve trop près de cette surface et l'entretient dans un état constant d'humidité très-nuisible aux plantes.

Les racines qui se dirigent horizontalement sous la surface du sol, quand le sous-sol est sec et imperméable ou quand il ne porte qu'une eau désoxygénée, plongent verticalement, au contraire, quand le sous-sol est filtrant et qu'au-dessous de lui passe un lit de sable ou de gravier, une eau courante et aérée. C'est la condition de la vallée du Nil où les dépôts limoneux du fleuve sont superposés à un sable filtrant et abreuvé d'eau (1). Nous avons vu sur les bords éboulés du Rhône et de l'Ardèche des mûriers, des luzernes et des blés étendre leurs racines à 5 mètres de profondeur, pour atteindre le réservoir inférieur de l'eau filtrant à travers les graviers; sur les bords de la Sorgue, le sous-sol argileux ayant été défoncé, comme nous l'avons expliqué précédemment, le sol a été mis en communication avec des masses tourbeuses constamment lavées par la filtration de la rivière, et par le moyen desquelles l'ascension de l'humidité entretient la fraîcheur du sol. A Nîmes, le sous-sol de la plaine de Vistre est un poudingue au-dessous duquel est le réservoir des eaux courantes; en le perçant en plusieurs points, les eaux sont montées au-dessus des poudingues, là où leur niveau le permettait, et ont été mises en communication avec le sol.

Quand les eaux du réservoir, au lieu d'être courantes, sont stagnantes comme dans les terres concaves, il y a non une rivière, mais un marais intérieur; les eaux sont désoxygénées, et il est important que leur réservoir ne soit pas trop près de la surface; mais à une certaine profondeur, à un mètre, par exemple, elles n'auront plus d'effet que par leur ascension capillaire, pendant laquelle elles se mettent en communication avec l'air et reprennent l'oxygène qu'elles ont perdu.

Mais il arrive trop souvent que ces réservoirs stagnants

(1) Girard, *Observations*, p. 289, dans la grande description de l'Égypte.

ne sont entretenus que par les eaux pluviales. et que, dans la saison chaude, il se dessèchent complètement après s'être remplis outre mesure pendant l'hiver. Ce genre de réservoir intérieur est donc plutôt fâcheux qu'utile.

Quand le réservoir intérieur des eaux n'est pas à plus de 4 mètres de profondeur, on peut toujours se procurer avec facilité, par le moyen de la machine à vapeur, l'eau nécessaire à l'irrigation pour une somme moindre que celle que l'on paye aux canaux d'irrigation existants dans le midi, en supposant la houille au prix qu'elle a le long des lignes navigables et en employant une force *minimum* de cinq chevaux vapeur ; on pourrait atteindre à une plus grande profondeur avec le même déboursé, relativement à l'étendue du terrain, si l'on employait des machines plus fortes. Nous apprécierons mieux encore l'utilité d'un réservoir d'eau placé à cette profondeur, sous une couche imperméable, en traitant de la valeur des terres sèches comparée à celle des terres arrosées.

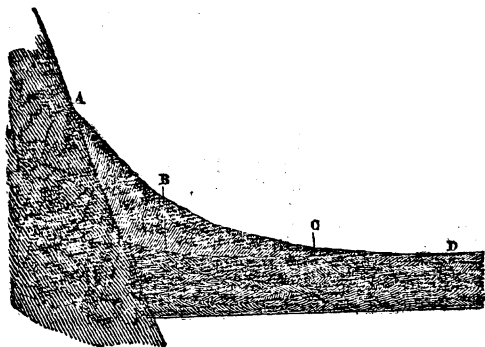
Quand le réservoir inférieur des eaux se trouve à une profondeur telle qu'il ne peut être utilisé ni par la capillarité naturelle du sol, ni par les machines, ou est soumis à la rigueur de toutes les variations des saisons, il faut obéir à la loi météorologique, heureux quand elle n'est pas sujette à de grandes variations annuelles dans la distribution des pluies. On doit donc chercher à constater l'existence, la situation et la profondeur du réservoir des eaux et la constance ou l'inconstance de son niveau, soit pour se rassurer par la certitude que l'hygroscopicité des terres suffira pour entretenir la fraîcheur du sol, soit pour s'approprier par les moyens mécaniques les eaux d'un réservoir trop profond, soit enfin pour diriger la culture et le choix des assolements, selon les circonstances où l'on se trouve, et se résigner aux alternatives des saisons.

#### SECTION V. — *Défaut de parallélisme (non-concordance) des couches des terrains.*

On serait loin de connaître complètement la stratifica-

tion d'un terrain un peu vaste, si l'on se bornait à l'observer sur un seul point; le résultat ne serait exact que dans le cas où le sous-sol et la couche imperméable seraient parallèles; mais il en est très-souvent autrement. Ainsi il arrive, surtout dans les diluviums, que le sol a été déposé sur une surface déjà ondulée et formée, par exemple, d'une partie concave sur laquelle des argiles auront été déposées horizontalement, puis sur des roches inclinées qui forment le bord du bassin. Si le sol a une pente qui se rattache à la roche, il se trouvera qu'au point A (*fig. 2*) il aura un sous-sol rocheux qui ira tou-

Fig. 2.

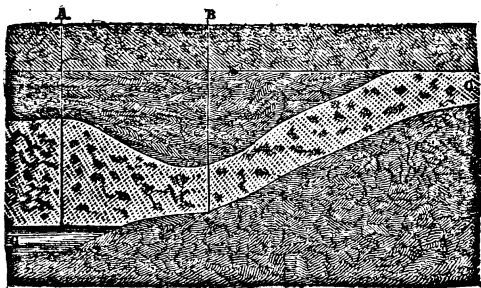


jours en s'approfondissant en s'approchant de B; qu'en B il aura un sous-sol argileux qui ira en diminuant de profondeur vers C, et qu'enfin en D le sol changera de nature, que ce ne sera plus le diluvium, mais l'argile qui le constituera.

Dans les terrains d'alluvion, on trouve les mêmes variations qui se manifestent aussi par l'absence et la présence successives du réservoir d'eau; car les eaux courantes enfassent quelquefois certaines couches aux places où elles trouvent des obstacles et n'en laissent pas trace là où elles ont toute leur impétuosité. Ainsi, dans l'exemple ci-dessous, le niveau de l'eau étant G (*fig. 3*), le sol aura de A en C un sous-sol argileux; mais en A on trou-

vera le niveau de l'eau après avoir percé une mince couche d'argile ; en B on percera une forte couche d'argile, mais

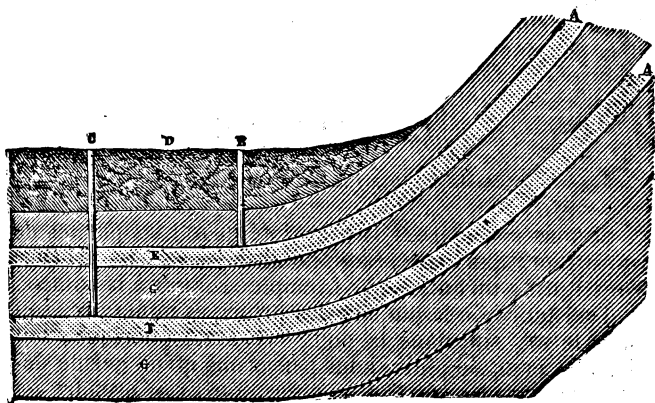
Fig. 5.



on arrivera au gravier qui se trouve au-dessus du niveau de l'eau et par conséquent à sec ; le réservoir de l'eau n'existe plus pour le sol ; en C, l'argile manque et le sous-sol est du gravier. Rien n'est plus variable que la stratification des alluvions. C'est encore au défaut de concordance dans la stratification des couches de terrains que l'on doit la possibilité d'atteindre quelquefois à de si grandes profondeurs, au-dessous d'un sol à peine incliné, des amas d'eau considérables qui peuvent remonter à la surface et produire ce que l'on appelle les puits artésiens. En effet, on sait que diverses formations à couches perméables ou imperméables ont été soulevées de leur position horizontale, inclinées à l'horizon de manière à former les montagnes ; ces couches se rattachent au noyau de la montagne, à différentes hauteurs, et les eaux qui coulent sur les pentes s'infiltreront nécessairement dans les couches perméables, les suivent, et, contenues par les couches imperméables supérieures et inférieures, forment sous les plaines des réservoirs d'eau comprimée par la pression qu'exerce la hauteur de l'eau depuis son point de départ. Si l'on vient donc à percer la couche imperméable supérieure, l'eau jaillit dans le trou de sonde pour se mettre de niveau avec le point le plus élevé de sa charge, et souvent assez haut pour venir arroser la

plaine située au-dessous. S'il existe plusieurs étages de couches perméables venant se rattacher à la montagne à différentes hauteurs, il y aura plusieurs réservoirs d'eau inférieurs, que l'on trouvera successivement en approfondissant le trou de sonde. La profondeur à laquelle on rencontrera l'eau variera à la fois selon l'éloignement des montagnes qui lui servent de point de départ et selon l'épaisseur des bans imperméables qui la recouvrent. La *fig. 4* montre la constitution de pareils terrains. E est

*Fig. 4.*



une couche perméable, premier réservoir d'eau; F une couche perméable, second réservoir d'eau; G, G, des couches imperméables; B, C, des trous de sonde.

L'eau pénètre dans les couches perméables en A et A'; elle descend avec ces couches au-dessous du sol de la plaine; si l'on creuse en B ou en C, l'on trouvera l'eau plus profondément, soit que l'on veuille atteindre le premier ou le deuxième réservoir, et si les couches continuent à plonger sous le terrain, elles peuvent descendre à une profondeur si grande que les efforts humains ne pourraient l'atteindre (1).

(1) Voir Garnier, *l'Art du fontainier sondeur*, et toute la théorie des

Ce qui se passe en grand pour les dépôts susceptibles de former des puits artésiens se passe en petit pour les sources, et il suffit d'une lacune dans la couche imperméable qui leur sert de toit, il suffit d'un percement qui y aura été fait pour qu'une terre soit habituellement humide. Elkington reçut une gratification du parlement anglais pour avoir appliqué cette théorie à l'art des dessèchements et avoir compris qu'il s'agissait d'atteindre l'eau dans la couche filtrante, vers la partie la plus haute du terrain, et de la conduire dans des fossés hors du champ, pour le dessécher complètement, ce que l'on ne faisait qu'imparfaitement en cherchant à réunir les eaux déjà parvenues à sa partie la plus basse.

### CHAPITRE III.

#### De la végétation naturelle du sol.

Si nous considérons la propriété qu'ont les plantes de substituer, dans un grand nombre de cas, un principe constitutif à un autre, par exemple la soude à la potasse, et l'existence de la plupart des principes minéraux, soit dans le sol, soit dans la poussière atmosphérique, soit dans les eaux de pluie, nous penserons qu'un germe déposé dans un terrain quelconque pourra y prendre un certain développement et y exister plus ou moins longtemps, quoiqu'il n'y trouve pas tous les éléments nécessaires à sa vie complète et facile. On a été même plus loin, et l'on est parvenu à faire végéter des plantes sur du quartz pilé, dans du charbon; mais alors les seuls éléments puisés dans l'atmosphère concouraient à leur nutrition, et leur développement était incomplet et peu considérable. Il semblerait donc, d'après ce raisonnement, que les plantes devraient être indifférentes aux terrains sur lesquels elles vivent, et qu'ainsi la végétation d'un sol ne serait qu'un indice trompeur, si l'on voulait

puits artésiens, exposée clairement dans une note de M. Héricart de Thury insérée dans les *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1828, t. I, p. 6.

juger d'après elle de sa nature et de ses propriétés.

A l'appui de cette conclusion, on rapporte les faits qui se passent dans les jardins de botanique, où toutes les plantes sont également admises dans le même sol ; mais il faut observer qu'au milieu des éléments si divers qui composent ce sol, il n'est pas étonnant qu'elles trouvent ceux qui conviennent à leur nature. Il ne faut pas oublier non plus que les jardiniers savent varier les terres selon les différentes plantes, et qu'il y en a des séries entières qui ne prospèrent que quand on leur fournit de la terre de bruyère.

Ce qui prouverait davantage, c'est que les botanistes trouvent à peu près les mêmes plantes sur les montagnes calcaires et sur les montagnes schisteuses et granitiques. De Candolle dit qu'il ne saurait citer un seul végétal qu'on puisse affirmer n'avoir été trouvé que dans des terrains calcaires et dans des terrains granitiques ; mais il ajoute qu'on trouve plus habituellement, sur les terrains calcaires, le buis, la *potentilla rupestris* et *caulescens*, le *polypodium calcareum*, la *gentiana cruciata*, l'*asclepias vincetoxicum*, le *cyclamen europæum*, le *trifolium montanum*, l'*adonis vernalis* ; plusieurs espèces d'orchis, des buplèvres, des lichens, etc. ; et, sur les terres plus ou moins siliceuses, les châtaigniers, le *digitalis purpurea*, *sedum villosum*, *pteris crispa*, *polystachium orcopteris*, *saxifraga stellaris*, *achillea moschata*, *carex pyrenæica* (1). M. Théod. deSaussure indique le *chrysanthemum alpinum* comme se trouvant uniquement sur les terrains granitiques.

Cependant de Candolle admet des exceptions à l'énumération que nous venons de transcrire. Ainsi, il a trouvé le buis en abondance dans un terrain schisteux, à Gèdres (Hautes-Pyrénées), dans les terrains granitiques du Morbihan, dans les terrains volcaniques des environs de Colblentz ; le châtaignier se trouve entre Nîmes et Alais, dans un terrain calcaire où il est mélangé à l'olivier.

Et, en effet, les influences météoriques, l'abondance des pluies, l'évaporation, les abris, l'épaisseur du sol, la

(1) *Physiologie végétale*, p. 1239.

situation du réservoir des eaux, sont, en général, des causes bien plus influentes sur la végétation que la présence ou l'absence de telle espèce minérale qui peut souvent être suppléée. C'est ainsi que M. T. de Saussure (1) trouvait, dans l'analyse des cendres de pin, que les pins de Breven, crus sur un terrain granitique, renfermaient 13,43 de silice et 6,77 de magnésie, tandis que ceux du Reculey, venus sur un sol calcaire, ne renfermaient ni l'une ni l'autre de ces substances, et que tous les autres principes y étaient dans des proportions très-différentes.

Il est probable qu'il suffit, pour la végétation, que la plante trouve dans le sol des bases quelconques propres à saturer les acides qui s'y forment. Quelques recherches de M. Macaire ont déjà montré qu'en calculant l'oxygène des bases diverses trouvées dans les végétaux qui avaient crû dans des terres d'espèces différentes, on leur trouvait la même capacité de saturation (2).

M. de Caumont a observé, en Normandie, que telle plante qui croit spontanément sur les granits et sur les terrains primordiaux, ne se rencontre plus du tout dans les plaines de calcaire secondaire; mais M. Payen a trouvé en Bretagne que le calcaire n'avait de plantes particulières à sa surface que parce qu'il s'échauffe plus facilement que les schistes environnants; car il en a d'autant plus qu'il est plus friable, et toutes celles qu'il y a rencontrées spécialement se retrouvent dans les schistes, surtout au midi de la province et sur les côtes (3).

Cependant, il ne faut pas avoir beaucoup voyagé pour se rappeler que les différents terrains présentent un ensemble particulier de végétation qui constitue leur physiologie végétale et qui, dans nos souvenirs, se lie indissolublement avec les lieux que nous avons visités. D'où vient donc ce fait général en opposition avec les faits particuliers que nous venons de citer? C'est que les botanistes, en cherchant leurs plantes, ne s'enquièreut que de leur présence ou de leur absence, et que l'œil apprécie aussi leur nombre relatif, leur groupement, leur déve-

(1) *Journal de physique*, 1800, t. II, p. 40, note.

(2) *Bibliothèque universelle de Genève*, nouvelle série, t. LI, p. 283.

(3) *Compte rendu de l'Académie des sciences*, 30 août 1841, p. 185.



loppement. C'est cette intuition qu'il faudrait réduire en chiffres pour apprécier réellement l'influence des terrains ; il faudrait prendre quelques mètres carrés du sol et compter le nombre de plantes de chaque espèce qui s'y trouvent, les peser même, et comparer ce résultat à celui que l'on aurait obtenu ailleurs et sur des terres différentes. C'est ainsi que, souvent, nous avons fait l'analyse botanique des prairies pour apprécier leur qualité.

Dirigées de la sorte, nos recherches nous apprendraient qu'en général la statistique des plantes indique plutôt la disposition relative des couches de terre et leur état d'atténuation que leur composition minérale; qu'ainsi le *tussilago farfara*, le *cichorium intybus*, l'*inula dysenterica* annoncent plutôt un sous-sol imperméable et humide qu'une véritable argile, et que la nombreuse série des plantes des sables croît sur les sables calcaires comme sur les sables siliceux.

Il ne faut cependant pas méconnaître que beaucoup de plantes sont loin d'être indifférentes à la composition minérale du sol, que l'abondance des sainfoins, des trèfles, des mélampyres, des coquelicots, de l'onomis, indique un sol calcaire, tandis que la petite matricaire, l'oseille, la bruyère, l'ajonc, la fougère annoncent généralement un sol qui en est dépourvu ; et quel est l'agriculteur, ayant devant les yeux les miracles de la marne, de la chaux et du plâtre, qui pourrait nier les effets d'une substance ajoutée aux terrains où elle manque ?

Après l'existence ou la fréquence des plantes sur tel ou tel sol, vient une autre question, celle des qualités spéciales que les sols communiquent aux plantes qui y croissent. M. de Caumont affirme que les acheteurs ne craignent pas de payer 3 fr. de plus le double décalitre de blé d'une localité, parce qu'une augmentation dans le poids viendrait correspondre à cette augmentation de prix. Le fait de cette augmentation de poids et de prix est vrai, quoique renfermé dans des limites plus étroites que celles que cet auteur indique ; mais il tient bien moins, pour les pays dont nous avons connaissance, à la constitution géologique du sol qu'à une meilleure exposition et à une plus grande sécheresse du terrain. En général, les grains

venus sur des pentes exposées au midi, dans des sols graveleux et secs, compensent, jusqu'à un certain point, par leur densité, la faiblesse des récoltes qu'ils y donnent.

Le même auteur a constaté aussi, dit-il, d'une manière non moins certaine des différences dans la saveur, les qualités relatives de l'alcool. Le cidre récolté dans les plaines calcaires devient de bonne heure acide ; les pommes sont moins sucrées que celles qui croissent sur le sol argileux (1). M. de Caumont a pu arriver à dresser ainsi une carte à la fois agronomique et géologique, où sont indiquées les distinctions du sol de Normandie, par rapport aux quantités et à la qualité des cidres que le pommier y donne relativement, et à la manière plus ou moins heureuse dont il y pousse et s'y plait.

Dans le congrès de Lyon (2), M. l'abbé Croizet rapportait avoir observé à cet égard, en Auvergne, que les vins récoltés sur les sols granitiques sont un peu plus alcooliques que ceux récoltés sur les sols volcaniques. D'autres membres de ce congrès appuyaient cette observation en déclarant, l'un, que les terrains calcaires produisaient un vin plus léger et moins alcoolique que les terrains primitifs ; un autre, qu'en Savoie les vins les plus alcooliques et qui se payent le plus cher sont ceux des terrains granitiques ; viennent ensuite les vins des sols calcaires ; puis, enfin, ceux qui sont fournis par les vignobles plantés dans les alluvions essentiellement argileuses.

Toutes ces observations ne sont vraies que relativement. Il serait facile de citer une foule d'observations contraires. Les vins les plus alcooliques de la côte du Rhône, ceux de Roquemaure et de Tavel viennent sur des terrains entièrement calcaires. Tous les vins à eau-de-vie de Languedoc croissent sur des terrains pareils. Les vins les plus spiritueux de la Sicile, ceux de Syracuse, proviennent aussi de terrains calcaires ; ceux de Madère et de Ténériffe, de terrains volcaniques. On ne doit voir dans toutes ces nuances que des phénomènes d'exposition et d'hygroscopicité, et non des phénomènes

(1) Lettre sur les cartes agronomiques, *Mémoires de la Société d'agriculture de la Seine-Inférieure*, 1845, p. 598.

(2) Tome 1, p. 45.

tenant à la nature géologique du terrain, jusqu'à ce que l'on ait donné des preuves plus fortes et plus dégagées des circonstances accessoires.

M. Liebig assure (1) connaître des cas où la simple transplantation a suffi pour qu'un arbre qui produisait des amandes amères n'ait plus produit que des amandes douces. Il y aurait eu ici destruction d'un principe d'une grande importance, l'amygdaline. Il ne dit pas que le contraire ait été observé. Habitant d'un pays à amandiers, nous n'avons jamais entendu parler de la transformation dont parle M. Liebig; toujours la greffe nous a donné des amandiers à fruits doux ou à fruits amers, sans que la nature du sol ait influé d'une manière quelconque.

On ne peut cependant nier l'influence des sols, surtout l'influence de leur composition minérale, bien plus que celle de leur âge géologique. Les observations que nous venons de citer devront être recueillies avec soin, mais seulement comme des éléments, et non comme la solution d'un problème. Elles sont une précieuse indication qui nous prouve qu'il y a quelque chose à chercher. Le blé et le vin, par la grande extension de leur culture, nous semblent en effet les meilleurs sujets à observer. Si l'on parvenait à prouver, par exemple, que sur les terrains de telle ou telle formation, de telle ou telle composition minérale, les céréales ont constamment plus de gluten, plus de fécule, plus de poids; que sur d'autres terrains, les raisins ont plus de parties sucrées ou plus de bouquet; si les observations étaient nombreuses et faites sous des climats différents, on aurait éclairci une matière qui, quant à présent, nous paraît loin de présenter ce degré de certitude qu'on voudrait lui attribuer. Néanmoins les cartes agronomiques que demande M. de Caumont auront un degré d'utilité que l'on ne peut méconnaître, puisqu'elles offriront au moins un point de comparaison aux observations futures.

Quant à présent, la science est moins avancée, et elle n'admet que des conclusions plus modestes. Il faut en re-

(1) *Lettres sur la chimie*, p. 169.

venir à ce point, que si toutes les plantes peuvent végéter misérablement sur du quartz pilé, elles ne prennent tout leur développement que là où elles trouvent toutes les conditions de leur existence complète ; que quelques germes peuvent bien s'égarer et croître loin de la station qui leur convient, mais qu'ils y restent comme des exilés et qu'ils n'y multiplient pas ; que la végétation d'un terrain prise en grand a une véritable signification, et que, quand elle sera étudiée de cette manière, elle conduira à un résultat tout autre que celui auquel nous conduisent les catalogues botaniques dressés par la méthode actuelle. C'est encore une étude à laquelle nous convions les jeunes botanistes qui veulent apporter un utile tribut à la science agricole.

# CINQUIÈME PARTIE.

## CLASSIFICATION DES TERRAINS AGRICOLES.

---

### INTRODUCTION.

En tout temps, les agriculteurs ont senti le besoin d'une nomenclature pour nommer et désigner les terres qu'ils cultivent, et celles dont ils veulent rendre compte de vive voix ou par écrit. Partout on a créé une telle nomenclature, mais elle n'a pu être basée dans chaque lieu que sur le petit nombre d'objets de comparaison qui se présentaient à l'observation. Ainsi dans certains pays, on a admis des terres rouges et blanches; ailleurs, des terres fortes et légères. La pratique a fait ses classifications sur un caractère unique qui renfermait pour elle tous les autres caractères des natures de sol que l'on considérait; mais l'idée complexe que représentait chacun de ces mots n'était pas la même à quelques kilomètres plus loin: ici, les terres rouges étaient aussi des terres légères; ailleurs, des terres fortes. L'utilité de ces nomenclatures ne pouvait donc s'étendre plus loin que le champ de l'observation.

Quand on a voulu étudier scientifiquement l'agriculture, quand on a voulu comparer les cultures et les résultats de deux pays éloignés, des aperçus aussi superficiels n'ont plus suffi. Les descriptions, les préceptes devenaient vagues et inexplicables sans une langue qui traduisit les perceptions des sens, qui retraçât à tous les yeux les mêmes images; sans elle, chacun se trouve réduit à son expérience individuelle, et les Arthur Young, les Scherzer, les Bürger, les Lullin de Châteauvieux ne transmettent

plus qu'incomplètement à notre esprit le résultat de leurs courses intermédiaires.

Au milieu du mouvement scientifique moderne, qui s'est étendu à l'agriculture, il était impossible que la nécessité ne produisit pas quelque chose de pareil à ce qui s'est passé dans toutes les sciences naturelles, et qu'une pareille langue ne se formât pas spontanément ; mais le travail individuel se fait trop sentir dans la nomenclature adoptée. Faute de s'être entendus et d'avoir fixé, par de bonnes définitions, la valeur des mots, tous les écrivains sont loin d'attacher le même sens aux mêmes termes. La classification entière est à refondre, et il faut le faire en ne perdant pas de vue les propriétés agricoles des terres, et sans se laisser dominer par des notions scientifiques d'un autre ordre. Nous allons l'essayer dans cette cinquième partie ; mais nous commencerons par jeter un coup d'œil rapide sur les divers systèmes de classification, et, après avoir reconnu leur insuffisance, nous essayerons d'établir les principes qui doivent dominer un pareil travail, et d'en faire nous-même l'application.

## CHAPITRE PREMIER.

### Examen des divers systèmes de classification.

Les classifications proposées jusqu'ici pour les terrains agricoles ont pour base, ou la composition minérale, ou les propriétés physiques, ou le genre de culture auquel ils sont propres, ou enfin un mélange plus ou moins judicieux de ces différents éléments. Il serait trop long et assez inutile de recueillir, dans tous les traités d'agriculture, les classifications diverses que les auteurs ont cru devoir proposer. Nous nous bornerons à choisir quelques exemples dans chacune des divisions que nous venons d'indiquer ; ce que nous en dirons pourra s'appliquer aux classifications faites sur les mêmes principes.

**SECTION I. — *Classifications fondées sur la composition minérale du sol.***

Parmi les anciens, Varron est le premier qui ait proposé un système de classification fondé sur la composition minérale du sol. Il divise les terres : 1° en crayeuses ; 2° sablonneuses ; 3° argileuses ; 4° graveleuses ; 5° ocreuses ; 6° charbonneuses. Il admet ensuite les combinaisons deux à deux de ces différentes terres, et les divise en trois degrés, en disant qu'elles sont fortement, médiocrement, faiblement crayeuses, sablonneuses, argileuses, etc. (1). Rien de plus vaste que ce cadre : il possède, en vertu de l'association de mots qu'il autorise, une élasticité qui se prête à la formation de tous les groupes imaginables ; mais qui ne voit qu'il n'est qu'une véritable abstraction fondée sur des principes étrangers à l'agriculture, un travail de cabinet, un de ces systèmes que l'on construit aisément à l'aide d'un caractère donné et de quelques accolades ?

Si nous l'examinons en détail, nous remarquons d'abord que ses trois premières classes sont en effet très-naturelles, qu'elles indiquent des natures déterminées, connues, et qui annoncent le tact de l'auteur ; mais les trois dernières ne sont plus de même ordre ; du gravier dans une terre n'est qu'une circonstance accessoire : le principal, c'est la nature de la terre qu'accompagne le gravier. Dire d'une terre qu'elle est graveleuse, sans ajouter qu'elle est argileuse, crayeuse, ou sablonneuse, ce n'est pas en donner une idée suffisante. Il en est de même de la terre ocreuse et de la terre charbonneuse. Varron n'a donc réellement admis que trois classes primordiales, qui peuvent se trouver plus ou moins affectées, comme épithète, par le titre des trois dernières. Mais il y a plus, les terres peuvent n'être décidément d'aucune des trois classes du premier ordre, même modifiées par les épithètes du second ordre ; elles peuvent être un mélange des trois premières classes prises deux à deux

(1) Varron, cap. ix.

et trois à trois, et tel qu'il soit impossible de leur assigner une place fixe dans le tableau. Suffira-t-il alors de dire qu'elles sont fortement, médiocrement peu sablonneuses, crayeuses ou argileuses, sans exprimer la qualité mixte du composé? Ainsi, on peut, sans injustice, regarder cette classification comme insuffisante pour rendre compte de toutes les modifications que nous présente la nature.

Pendant longtemps nos modernes ont moins bien fait; ainsi, Monnet (1) proposait de diviser les terres agricoles: 1° en argiles; 2° marnes; 3° terres tufacées; 4° terres bolaires, 5° terres à porcelaine; sans parler de l'incomplet d'une telle nomenclature, qui ne renferme ni les terres sablonneuses, ni les glaises, ni les craies, et qui propose des variétés d'argile sous plusieurs divisions, nous ne trouvons ici de nouveau que la classe de la marne qui est distinguée des véritables argiles.

Chaptal (2), venu plus tard, divisait les terres: 1° en glaise; 2° calcaire; 3° marne; 4° sables; il négligeait les terres tourbeuses qui occupent d'assez vastes étendues; mais, quoique très-rationnelle, sa division était encore toute minéralogique, et ne reposait sur aucune considération agricole. Thaër l'adopta dans son grand ouvrage (3).

Pontier (4) adoptait les trois classes de Varron, et les associant entre elles deux à deux et trois à trois selon la prédominance des éléments qui les constituaient, il formait le tableau suivant:

I. Classe argileuse.	}	1. Argilo-calcaire.
		2. Argilo-siliceuse.
		3. Argilo-calcaire-siliceuse.
II. Classe calcaire.	}	4. Calcaire-argileuse.
		5. Calcaire-siliceuse.
		6. Calcaire-argilo-siliceuse.
III. Classe siliceuse.	}	7. Silico-argileuse.
		8. Silico-calcaire.
		9. Silico-calcaire-argileuse.

Nous ferons observer que l'auteur ne dit pas ce qu'il

(1) *Journal de physique*, 1774, t. II, p. 180.

(2) *Chimie agricole*, t. I, p. 115.

(3) *Principes d'agriculture*, § 550.

(4) *Mémoire sur la connaissance des terres agricoles*. Aix, 1826.



entend par la prédominance d'une de ces terres. Est-ce un plus grand poids, un plus grand volume de cet élément? Mais une terre peut passer pour argileuse et peut être très-forte, quoiqu'elle contienne moins d'argile que de calcaire. D'ailleurs, combien n'aurait-il pas été difficile d'appliquer exactement ces dénominations, sans une analyse assez avancée des terrains! On passe dans ce système par des nuances si fines, que la détermination serait sans cesse sujette à contestation.

M. Oscar Leclerc (1) a complété ce cadre, mais en même temps il l'a compliqué par de nouvelles considérations. Voici le système de classification qu'il propose.

I. Terre argileuse.	{	Argilo-ferrugineuse. Argilo-calcaire. Argilo-sablonneuse. Argilo-ferrugino-calcaire. Argilo-ferrugino-siliceuse. Argilo-ferrugino-calcaire. Argilo-sablo-calcaire.
II. Terre sableuse.	{	Sablo-argileuse. Quartzeuse et graveleuse. Granitique. Volcanique. Sablo-argilo-ferrugineuse. Sable de bruyère. Sable pur.
III. Terre calcaire.	{	Sables calcaires. Sables crayeux. Sables tulleux. Terres marneuses.
IV. Terre magnésienne.		
V. Terre tourbeuse.	{	Tourbeuse. Uligineuse. Marécageuse.

La première classe n'est que la reproduction du système de Pontier, et mérite les mêmes reproches. La seconde confond les notions minéralogiques et les notions géologiques; plusieurs de ses genres ont une double et une triple place dans le cadre. Ainsi, les sables granitiques peuvent être rangés par les uns dans les terres sableuses-argileuses, ou dans les quartzeuses-graveleuses; les terres argilo-ferrugino-siliceuses sont bien près des

(1) *Maison rustique du XIX<sup>e</sup> siècle*, t. I, p. 24.

sablo-argilo ferrugineuses et des argilo-ferrugino siliceuses. La magnésie ne se trouve jamais constituer un terrain assez étendu pour pouvoir être élevée au rang de classe; enfin, les terrains tourbeux, par opposition aux terrains tourbeux uligineux et marécageux, ne font que reproduire plusieurs fois la même espèce de terrain avec des caractères tout différents.

M. Devèze de Chabriol (1) avait classé les terrains en : 1° granitiques; 2° schisteux; 3° d'alluvion sableuse, argileuse, calcaire; 4° volcaniques; 5° tourbeux. Il avait fait ses observations dans un pays où les terrains formés en place étaient nombreux; aussi, pour lui, étaient-ils la règle, et les terrains transportés l'exception. Ceux-ci qui, chez lui, formaient seulement la troisième classe, composent réellement la plus grande masse des terrains agricoles.

Quoique le système de classification de Hundeshagen, que l'on vient de nous faire connaître, paraisse fondé sur l'appréciation forestière des terrains, il n'est au fond qu'un système géologique de classification. Nous le rapportons ici dans les termes mêmes dont s'est servi M. Molle (2).

1<sup>re</sup> CLASSE. — Roches formant des sols très-riches.

1° Toutes les formations calcaires en général. Parmi elles le *tuf calcaire*, par sa facile décomposition, forme d'ordinaire les plus fertiles.

2° Les différentes couches secondaires de gypse et de marne de diverses natures.

3° Les formations volcaniques (laves); celle du basalte, du trappe et des brèches trappéennes.

4° L'euphotide, le chlorite ou grès flexible, la serpentine, le schiste magnésien et le schiste argileux lorsqu'il contient également de la magnésie.

5° La marne colithique, lorsqu'elle a plus de 10 p. 100 de chaux.

6° Les gisements quartzo-calcaires de quelques couches

(1) *Mémoires de la société centrale d'agriculture*, 1819, p. 260.

(2) *Journal d'agriculture pratique*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 372.

de grès, lorsqu'ils forment un sol calcaire ferrugineux.

7° Les porphyres.

Les sols de cette première division peuvent, suivant Hundeshagen, faire croître, même sans mélange d'humus et d'engrais, les essences de bois les plus exigeantes, ou du moins les empêcher de dépérir. Les essences qui se contentent d'un sol moins bon, comme le bouleau, les pins sylvestre et maritime, s'y rencontrent rarement, et la surface n'est jamais couverte de fougères, de bruyères et de genêts, mais présente une végétation vigoureuse de bonnes plantes qui exigent et révèlent un sol fécond.

II<sup>e</sup> CLASSE. — Roches formant des sols de fécondité moyenne.

1° Le schiste argileux, abondant en quartz et pauvre en chaux, en magnésie et en oxyde de fer.

2° Le granit et le gneiss.

3° Le schiste siliceux.

4° Le tuf quartzeux et ordinaire.

5° Le schiste micacé.

6° Le grès primitif.

7° Les meilleures variétés (les plus riches en argile) du grès bigarré et du grès oolithique.

Les essences qui exigent un bon sol ne viennent déjà plus aussi bien dans les terres de cette nature, à moins qu'elles ne contiennent des détritiques organiques en suffisante quantité; lorsque ces détritiques manquent, elles dépérissent bientôt. Les autres essences plus sobres s'y développent fréquemment, de même que les arbrisseaux tels que le genêt, la bruyère, la myrtille.

III<sup>e</sup> CLASSE. — Roches formant des sols pauvres.

1° Les grès bigarrés en général.

2° Les grès de nouvelle formation reposant sur la chaux coquillière, les grès de *Keuper* et du *Lias*.

3° Les brèches.

4° Les molasses et en général les grès de la plus nouvelle formation.

La croissance des arbres sur les terrains de cette nature est encore plus dépendante de la portion de matière organique (humus) qui entre dans leur composition. Les

essences qui exigent beaucoup de fécondité, comme le hêtre commun, le charme, le tilleul, le sapin, le pin du Nord, etc., ne s'y conservent que par des soins et un traitement convenables. Le frêne, l'aune, l'érable, etc., n'y viennent plus originaires, et le gazon et les herbes n'y croissent que dans les places riches en humus; en revanche, les fougères, les genêts, les bruyères s'y rencontrent en grande quantité, quoique ne montrant plus la même vigueur de végétation qu'elles ont dans les sols précédents. Situés à des expositions sèches et chaudes, ces terrains risquent de devenir tout à fait stériles.

IV<sup>e</sup> CLASSE. — Roches formant des sols très-maigres.

Cette dernière division comprend les terrains formés de cailloux roulés, de galets et de sable mouvant.

Ce sont des terrains de transport qui possèdent tous les défauts de la classe précédente, mais à un degré beaucoup plus fort. La surface en est tellement aride que les bois les plus sobres n'y viennent que très-mal, et, lorsque la situation n'est pas naturellement fraîche, n'y viennent pas du tout.

On voit que Hundeshagen ne considère presque ici que les terrains formés en place, et qu'il semble jeter un regard de mépris sur les terrains de transport, relégués par lui dans sa classe des sols très-maigres, et qui, cependant, fournissent les terres les plus fertiles du monde. D'ailleurs, ses déductions pourraient être contestées, car, en plaçant chacun de ses terrains dans des circonstances physiques différentes, il sera facile de faire de chacun d'eux un terrain supérieur ou un terrain inférieur aux autres. De pareils travaux peuvent bien servir de renseignements sur les dispositions relatives des terrains; mais, pris d'une manière absolue, comme les présente l'auteur, ils ne sont propres qu'à égarer les esprits qui n'ont pas été prémunis contre ces erreurs par les leçons de l'expérience.

## SECTION II. — *Classifications fondées sur les propriétés physiques du sol.*

Pendant que les savants étaient occupés, dès les temps les plus anciens, à classer les sols d'après leurs principes composants, le vulgaire s'en tenait toujours à leurs propriétés physiques. Varron fut l'expression de la première tendance, Columelle le fut de la seconde. Il distinguait les terres de la manière suivante : 1<sup>o</sup> grasses, 2<sup>o</sup> maigres, 3<sup>o</sup> meubles, 4<sup>o</sup> fortes, 5<sup>o</sup> humides, 6<sup>o</sup> sèches, et il en formaît huit classes principales :

- 1<sup>o</sup> Grasse, meuble, humide. (Quand elle était médiocrement humide, c'était la terre qu'il appelait *pulla*, la terre par excellence.
- 2<sup>o</sup> Grasse, forte, humide.
- 3<sup>o</sup> Grasse, meuble, sèche.
- 4<sup>o</sup> Grasse, forte, sèche.
- 5<sup>o</sup> Maigre, forte, humide.
- 6<sup>o</sup> Maigre, forte, sèche.
- 7<sup>o</sup> Maigre, meuble, sèche.
- 8<sup>o</sup> Maigre, meuble, humide.

On n'a rien fait de mieux ni de plus complet, depuis cet auteur, pour classer les terres selon leurs propriétés physiques, isolées de toute autre considération. Ceux qui ont voulu retoucher à cette classification, qui reproduit si bien le langage populaire, n'ont fait que la mutiler.

Elle pouvait suffire dans ce sens à l'agriculture quand elle ne connaissait pas les propriétés attachées à la composition minérale des terrains, les propriétés des terres calcaires, par exemple, en opposition avec celles des terrains qui ne possèdent pas l'élément calcaire. Les progrès de la science et ceux de l'observation agricole elle-même exigent que l'on fasse entrer de nouvelles considérations dans la formation d'une nomenclature.

## SECTION III. — *Classifications fondées sur les genres de culture convenables aux terres.*

La plus ancienne classification de ce genre est celle de Caton, car elle est entièrement relative aux cultures déjà établies sur le sol. Selon lui, on distingue les terres : 1<sup>o</sup> en

vignes, 2° jardins, 5° saussaies, 4° olivettes, 5° prairies, 6° terres à blé, 7° bois, 8° vergers, 9° chènevières. C'est la division d'un cadastre, mais nullement celle qui est propre à donner une idée de la nature des terres, car l'erreur du cultivateur qui planterait une vigne sur une terre de jardin la classerait parmi les terres fort différentes des autres vignobles.

Mais les Allemands, qui ont aussi adopté une classification tirée des cultures, ne sont pas tombés dans cet empirisme. Ainsi Thaër divise les terres : 1° en terres à froment, 2° terres à orge, 3° terres à seigle, 4° terres à avoine ; mais en même temps il joint à ces dénominations des analyses chimiques qui, dans son esprit, se lient intimement aux propriétés agricoles qu'il leur attribue. Les analyses de Thaër ne sont que de simples lévigationes précédées de l'action d'un acide pour enlever la chaux, et c'est d'après le résultat d'une telle opération qu'il a présenté un tableau de la valeur relative des terrains, et leur a assigné la culture qui leur convenait (1), sans songer que le troisième lot de la lévigation peut, au lieu d'argile, ne contenir que de la silice très-divisée. Au reste, Burger (2) a déjà fait justice de cette prétention en nous donnant l'analyse suivante de deux terrains selon la forme adoptée par Thaër :

Parties constituantes.	Terre A.	Terre B.
Parties solubles dans l'eau froide . . .	0,001	0,000
Parties combustibles . . . . .	0,066	0,069
Parties terreuses impalpables (lot n° 3).	0,173	0,192
Sable fin (lot n° 2).	0,071	0,216
Gros sable mêlé de gravier (lot n° 1).	0,681	0,525

A l'examen de ce tableau, on trouve les lots numéros 2 et 3 de la terre A égaux à 249, et ceux de la terre B à 408 ; qui ne croirait que la terre B est plus tenace, moins légère ? et cependant c'est le contraire qui est vrai : A forme des mottes dures, B se pulvérise facilement. Nous avons déjà montré plus haut et par expérience qu'il en devait être ainsi toutes les fois que le troisième lot n'était pas formé uniquement d'argile dans

(1) *Principes d'agriculture*, § 554.

(2) *Cours d'économie rurale*, traduit par Noirot. Dijon, 1836, p. 25 et 24.

deux terres que l'on compare. Selon Thaër, A serait classé comme un bon terrain à avoine, B comme une terre à orge de deuxième classe, et cependant A est une terre extrêmement fertile, qui convient au maïs et au froment, et B est d'une maigreur et d'une aridité presque absolues. Ce seul exemple prouve le danger des classifications par culture, quand elles sont basées sur un seul caractère et non sur un ensemble de caractères qui se rapportent aux besoins des plantes. Ainsi, l'on pourrait sans danger définir une terre à froment celle qui, n'étant pas trop humide lors de la semaille, conserve 0<sup>m</sup>,12 de son poids d'eau à 53 centimètres de profondeur jusqu'à la maturité du froment, et terre à seigle celle qui ne conserve cette humidité que jusqu'à la maturité du seigle. Hors de ces caractères synthétiques, qui sont le résultat et la combinaison d'une foule de données diverses, on n'agit plus avec sûreté.

La classification de Kreissig est aussi fondée sur les cultures qui conviennent aux terres. Cet auteur a cherché à se garantir de la faute que Thaër avait commise en donnant un ensemble de caractères pour signaler ses classes, au lieu d'un seul caractère tiré de la lévigation. Il divise les terres en terres à céréales d'hiver et terres à céréales de printemps. Les terres à céréales d'hiver sont celles qui ne sont pas trop humides dans cette saison ; les terres à céréales de printemps sont celles qui se dessèchent de bonne heure au printemps et peuvent être ensemencées après être restées tout l'hiver dans l'humidité. Ces considérations annoncent que le système a été fait pour un pays où l'on se préoccupe peu de la sécheresse précoce de l'été ; il n'a donc pas le degré de généralité que l'on peut désirer sous le point de vue scientifique.

Les terres à céréales d'hiver sont divisées en trois classes, auxquelles Kreissig assigne les caractères suivants :

1<sup>o</sup> Terres à froment, celles où l'argile prédomine, qui se crevassent par la sécheresse et se divisent en grosses mottes difficiles à rompre ;

2<sup>o</sup> Terres à seigle, peu argileuses, qui ne se crevassent pas et dont les mottes se divisent facilement ;

5<sup>e</sup> Terres à céréales de printemps.

Ces ordres sont divisés en classes; mais ici les caractères cessent d'être précis; ils sont fort multipliés, tiennent à des modifications ambiguës et qui, n'étant pas complètes, laissent le plus grand nombre des terrains en dehors du cadre.

On peut en outre objecter que, borné au point de vue de la culture des céréales, considéré seulement dans les circonstances qui conviennent à l'Allemagne, ce cadre manque d'universalité, et que son utilité se borne, comme l'a voulu son auteur, à servir de base aux opérations cadastrales de son pays.

Plus récemment encore, M. Moll, professeur au Conservatoire des arts et métiers, nous a donné (1) un système de classification et d'appréciation des terrains, basé sur leur aptitude à produire des fourrages, genre de produit très-propre à indiquer les propriétés agricoles des sols. Il admet neuf classes de terrains, selon la réussite constante de certains fourrages les plus généralement cultivés : la luzerne, le trèfle rouge, le sainfoin et le trèfle blanc.

I<sup>re</sup> CLASSE. — Terre à luzerne de première classe.

(a) Sol d'alluvion, profond, argilo-calcaire, riche en terreau.

(b) Terre franche, moins argileuse que la précédente, profonde, riche, mais sujette au déchaussement. Le colza, le blé, les fèves, la luzerne y viennent parfaitement. La luzerne produit 10,000 kilog. de foin par hectare.

II<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à trèfle de première classe.

Argilo-calcaire, suffisante quantité à terreau à sous-sol un peu humide. La luzerne y dure peu. Le trèfle produit 7,500 kilog. par hectare.

III<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à luzerne de seconde classe.

Terrain léger, profond, à sous-sol sec. Le trèfle et le

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 374.



blé y souffrent dans les années sèches. La luzerne produit 6.000 kilog. de foin par hectare.

IV<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à sainfoin de première classe.

Terrain calcaire léger, à sous-sol moins compacte. Le seigle, l'orge, les pommes de terre, toute récolte printanière, y réussissent bien ; le blé y donne passablement de grain, peu de paille. Le sainfoin produit 5 000 kilog. de foin par hectare.

V<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à trèfle de seconde classe.

Argile compacte, peu de terreau, sous-sol imperméable; convient encore au trèfle, au blé, et surtout à l'avoine. Récolte assez considérable, frais de culture élevés. Le trèfle produit 5,000 kilog. de foin par hectare.

VI<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à luzerne de troisième classe.

Terrain sablonneux, sous-sol de sable et de cailloux. Les récoltes-racines, la navette, le seigle, le sarrasin y donnent des récoltes avec de fortes fumures. Le blé n'y réussit que dans les années humides. La luzerne y vient peu; elle produit 5,000 kilog. de foin par hectare.

VII<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à trèfle blanc de première classe.

(a) Sol argileux, maigre, sous-sol imperméable.

(b) Terrain quartzeux, sous-sol imperméable. Ce terrain ne convient qu'au trèfle blanc et à l'avoine; le blé n'y donne de bonnes récoltes qu'à l'aide de fortes fumures et du marnage ou du chaulage. Ce terrain nourrit une vache un quart par hectare.

VIII<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à sainfoin de seconde classe:

(a) Sable calcaire, sous-sol rocheux.

(b) Marne sablonneuse, brillante.

(c) Terre pierreuse, reposant sur de la rocaille.

(d) Sol crayeux, sous-sol de craie pure. Le sainfoin produit 2,000 kilog. de foin par hectare.

IX<sup>e</sup> CLASSE. — Terre à trèfle blanc de seconde classe.

Sol sablonneux, pauvre; sous-sol de même nature.

Terres ordinaires des landes *noires*. Ce terrain nourrit quatre moutons par hectare.

Cette classification nous semble de beaucoup préférable aux classifications précédentes, et si l'auteur était parvenu à donner des caractères univoques auxquels on pût reconnaître d'avance la classe d'un terrain donné, nous n'hésiterions pas à dire qu'elle nous paraîtrait éminemment agricole. Mais les caractères choisis par l'auteur et tirés de la nature du sol sont loin d'être sûrs. Accordons de l'humidité à ses terres à luzerne de troisième classe, placées si bas dans son échelle, et nous les amènerons facilement à entrer dans la première; elles seraient d'ailleurs évidemment supérieures aux terres de la troisième. Or, si nous faisons abstraction des caractères minéralogiques, que reste-t-il? L'indication de la nature des récoltes, c'est-à-dire que l'auteur définit une terre à luzerne de première classe celle où la luzerne vient parfaitement, et ainsi de suite. Nous ne doutons pas qu'en faisant cette classification il n'ait eu en vue des faits de pratique; nous croyons seulement qu'il a trop voulu les généraliser. Nous verrons plus loin que M. Moll a très-bien su apprécier la valeur des terrains qu'il décrivait, et la critique que nous hasardons ici ne doit être considérée que comme une preuve de l'estime sincère que nous avons pour ses talents et ses solides connaissances économiques.

On ne peut trop louer ces tentatives vraiment agricoles; leurs auteurs se sont séparés, en grande partie, de l'école purement minéralogique; ils ont cherché à faire une classification en rapport avec les besoins de l'agriculture. La spécialité de leurs sols allemands ou les étroites limites d'un assolement exclusivement composé de céréales et de fourrages ne leur a pas permis de s'apercevoir des cas nombreux où d'autres terrains et d'autres genres de culture exigeaient un plus large développement de leurs cadres.

#### SECTION IV. — *Classifications mixtes.*

Après avoir constaté si souvent l'impuissance d'un

principe unique pour présider à la classification des terrains, il était naturel d'essayer de réunir plusieurs principes différents. Mais peut-être que, pour réussir dans cette entreprise, il aurait fallu que l'analyse des terres fût plus avancée qu'elle ne l'était quand la Société économique de Berne proposait la classification suivante (1).

I. Terres fortes.	{	Argile.
		Marne.
		Terre de marais.
II. Terre légère.	{	Mélangées.
		Sables.

Ici les principales divisions étaient tirées de la ténuité des terres et les divisions secondaires de la nature minérale. Mais d'abord les terres de marais sont bien éloignées d'être toutes des terres fortes ; celles qui sont fortement calcaires, comme les terres du Trentin (Vaucluse), ont à peine quelque ténacité. Malgré ce défaut, on voit combien le bon sens pratique des membres de la Société économique se rapproche de la bonne route.

Plus tard, Arthur Young s'en écartait visiblement quand il donnait, dans son *Guide du fermier* (2), le plan de classification suivante :

I. Terres compactes.	{	Motteuses.
		Friables.
		Loam compacte.
II. Sols graveleux.	{	Sains et chauds.
		Humides et froides.
III. Sols sablonneux.	{	Légers.
		Compactes.
IV. Crayeux.		
V. Marécageux.		

Ici les éléments physiques se trouvent mêlés aux éléments minéralogiques, mais sans ordre, sans logique, puisqu'on admet des terres compactes friables, des terres crayeuses qui ne pourraient être graveleuses, des sols sableux compactes qui ne seraient pas placés parmi les terres compactes.

L'examen rapide que nous venons de faire des divers systèmes de classification de terres proposés jusqu'ici doit

(1) *Oeuvres d'Arthur Young*, t. X, p. 15.

(2) T. XI, p. 2 de la traduction de ses œuvres.

nous faire sentir que ce qui leur manque, c'est d'avoir été précédés d'un examen sérieux des principes sur lesquels doit être basée une telle classification ; nous allons nous efforcer de les établir.

## CHAPITRE II.

### Principes de la classification des terres.

Si nous étudions les corps pour les connaître en eux-mêmes et sans but prochain d'application, c'est dans leur être intime, dans les rapports de leurs parties, dans leur ressemblance et leur dissemblance que nous trouvons les moyens de les grouper entre eux, sans aucun égard aux circonstances étrangères à leur existence propre ; c'est ainsi que Jussieu a établi ses familles de plantes, Cuvier celles des animaux ; chacun de leurs groupes réunit les êtres qui se ressemblent le plus entre eux, sous tous les rapports de leur organisation, sans aucun mélange de l'idée étrangère de leur utilité : c'est de l'histoire naturelle pure.

Mais si nous changeons de point de vue, si ce n'est pas l'être et le corps en lui-même que nous voulons étudier, mais seulement telle ou telle de leurs propriétés, dès lors la classification cesse d'être une *méthode naturelle* et devient une *méthode usuelle*. Ainsi, quand nous voulons étudier les plantes sous le point de vue agricole, la considération des familles ne pourrait que nous égarer, nous ne trouverons aucun principe agricole commun à une famille entière. Celle des graminées, par exemple, nous présente le blé, le seigle, l'orge, le riz, la canne à sucre, le fromental, le ray-grass, qui exigent des soins et servent à des usages différents. D'ailleurs, le nombre des familles cultivées est peu considérable, et en suivant l'ordre des familles dans un cours d'agriculture, on n'aurait plus que des lambeaux de ces familles, qui, séparées de leur ensemble, ne formeraient plus qu'un chaos, quand on aurait fait disparaître les chaînons intermédiaires qui établissent l'ordre de leur enchaînement. Que ferions-nous

done dans ce cas? Nous rapprocherions entre elles les plantes dont le genre de culture a le plus d'analogie, et nous aurions, par exemple : 1° les arbres forestiers; 2° les arbres et arbustes récoltés annuellement (mûriers, vignes, arbres à fruit); 3° les plantes à grains féculents (blé, avoine, sarrasin); 4° les plantes à graines huileuses (colza, pavot); 5° les plantes fourragères (luzerne, ivraie vivace, spergule); 6° les plantes textiles (chanvre, lin); 7° les plantes à tige tinctoriale (indigo, gaude, pastel); 8° les plantes oléacées (épinards, chicorée); 9° les racines (pommes de terre, betteraves, carottes, garance, etc.). Nous formerions ainsi des classes dans lesquelles les affinités des plantes sont brisées, mais qui nous offrent un autre genre d'affinité, celui qui résulte de leur mode de culture, qui est devenu l'objet principal de nos études. Ce sont des classes naturelles sous le rapport agricole, tandis qu'elles cessent de l'être sous celui de la botanique.

C'est ce qui a été fait aussi pour les matières médicales, alimentaires, etc. La chimie elle-même a classé les êtres naturels dans un autre ordre que la minéralogie. Ainsi non-seulement les sciences d'application (sciences technologiques), mais les sciences pures elles-mêmes, modifient leurs classifications selon l'objet qu'elles se proposent, en les faisant dériver de celles des propriétés des corps qui importent à leur objet.

En agrologie, ce ne sont déjà plus des substances simples, des corps dans leur état individuel, comme une plante, un cristal, que nous avons à examiner; ce sont des mélanges de plusieurs substances dont on ne forme des individus que par abstraction, ainsi que cela a lieu pour les roches, et formées comme celles-ci de la réunion de plusieurs minéraux simples. Mais cette opération intellectuelle, qui saisit la réunion habituelle de plusieurs substances pour en former un être collectif, est bien plus naturelle dans la pratique que celle qui ne considérerait dans un granit que les trois minéraux qui le composent, sans avoir égard à leur mode d'agrégation, ou mieux encore à celle qui décomposerait ces minéraux en leurs derniers éléments chimiques, rayant ainsi le granit

des nomenclatures, pour ne plus y placer que l'oxygène, le silicium, l'aluminium, le potassium, le magnésium et le fer.

Il en est ainsi des terres, soit qu'elles ne présentent qu'une seule espèce minérale, la silice, par exemple ; soit, comme cela arrive le plus souvent, qu'elles en présentent plusieurs, et qu'on les trouve associées à des débris végétaux et animaux. Nous pouvons considérer abstractivement chacun de ces mélanges comme une roche pulvérisée, et agir sur lui comme l'on a agi sur les roches pour en former un ensemble systématique.

Après avoir montré que la raison et l'usage nous autorisent à proposer une classification des terres sous le point de vue spécial de l'agriculture, nous devons examiner : 1<sup>o</sup> quels sont les caractères que l'agriculture doit rechercher dans les terres ; 2<sup>o</sup> la valeur relative de chacun d'eux ; 3<sup>o</sup> leur application à la classification.

### SECTION I<sup>re</sup>. — *Caractères des terres relativement à l'agriculture.*

Quand un agriculteur s'attache à l'étude d'une terre, il lui est fort indifférent qu'elle soit composée d'alumine, de silice, ou que ces substances soient à l'état de quartz ou de feldspath, ou que, dans leur agrégation, elles soient les débris d'un granit, qu'elles appartiennent aux terrains primitifs ou d'alluvion ; ce qu'il demande, c'est de savoir quel genre de plante la terre qu'il observe portera avec le plus d'avantage, la force qu'exigera sa mise en culture, les amendements qu'elle réclame pour acquérir son maximum d'effet ; voilà les vrais caractères agricoles, ceux qui s'adaptent au plan de l'agrologie, ceux qui portent la lumière dans ses recherches.

Or, ce que nous avons dit en parlant de la composition des sols nous prouve que certains éléments sont en rapport avec les propriétés recherchées par les agriculteurs. Ainsi, les terrains qui contiennent en certaine proportion les carbonates de chaux et de magnésie sont éminemment propres à la culture du froment ; si l'on y ajoute du

gypse, les légumineuses y prospèrent aussi; les glaises qui abondent en silice sont le sol spécial des forêts.

Les propriétés physiques des terres les rendent aussi plus ou moins convenables à certains végétaux; les terres constamment fraîches portent de belles prairies; les terres sèches en été sont propres au froment ou au seigle, selon l'époque de leur dessiccation; les terres humides en hiver veulent des récoltes de printemps, si à cette époque elles ont perdu une partie de leur humidité; les terres sèches à la surface et à sous-sol frais s'utilisent pour les arbres et les arbustes; les terres inondées produisent de précieuses récoltes de roseaux servant aux litières.

Sous le point de vue de la facilité et de la difficulté des travaux, les terres siliceuses et sablonneuses s'ouvrent sans effort, ainsi que celles de nature organique; les terres argileuses, les glaises et les terres mélangées offrent des degrés assez différents à cet égard, selon la quantité d'argile propre à faire pâte qu'elles renferment.

Sous le rapport des engrais et des amendements, les terres sablonneuses et calcaires, plus perméables à l'air, décomposent plus facilement les engrais et demandent des fumures fréquentes, tandis que les terres argileuses retiennent le fumier, ne le cèdent qu'après s'en être saturées, et peuvent ainsi être fumées à de longs intervalles et avec plus d'abondance; les terres riches en principes organiques exigent l'emploi de la chaux: celles où cette substance manque s'améliorent par son addition, etc.

Ainsi, nous retrouvons tous les caractères minéralogiques et physiques des terres en certains rapports avec les caractères agricoles. Il y a des groupes entiers de terres dont les caractères naturels répondent à un caractère agricole. Voyons maintenant quelle est leur importance et leur généralité.

## SECTION II. — *Valeur des caractères.*

Pour apprécier la valeur relative des caractères agricoles, il faut rechercher quels sont les plus indispensables, ceux qui, s'ils n'existaient pas, apporteraient le

plus de perturbation dans l'agriculture. Le degré de cette nécessité indiquera leur subordination.

La physiologie végétale nous a appris que les semences peuvent germer, les tiges et les feuilles s'accroître par le seul secours de l'eau et de l'air atmosphérique. Cette végétation est sans doute imparfaite; elle absorbe le carbone de l'air, elle puise de l'oxygène et de l'hydrogène dans l'eau; mais elle ne peut augmenter la dose d'azote et de sels alcalins et terreux que ses semences renfermaient déjà. Cependant c'est une végétation, et, sans eau, la terre la plus fertile ne développerait pas le germe. On peut donc affirmer qu'un degré convenable d'humidité dans le terrain est le premier de tous les caractères agricoles.

Mais nous ne pouvons concevoir l'action de l'eau dans la culture sans l'intermédiaire de la terre: c'est elle qui a conservé et cédé à l'eau les éléments qui doivent composer la plante et permettent sa reproduction; ces éléments sont disposés de manière à favoriser l'accroissement de certaines plantes de préférence à d'autres. Or, cette appropriation des terres aux diverses cultures nous semble, après leur humidité, le caractère qui a le plus de valeur. En effet, c'est par cette considération que commence toute tentative d'exploitation agricole. Ce n'est qu'après avoir destiné telle ou telle terre aux cultures qui lui sont appropriées, que l'on pense aux travaux et aux amendements qui lui sont nécessaires; ces travaux, ces amendements seraient sans but, si l'on ignorait à quelles plantes ils doivent servir. La force nécessaire pour exécuter les travaux a aussi une grande importance; si l'appropriation du sol décide le côté physiologique d'une culture, le travail qu'elle exige s'adresse à son côté économique; il modifie le plan d'assolement, que l'on arrêterait trop légèrement sur la première considération isolée; il a une influence décisive sur le choix des moyens à employer pour vaincre la résistance, sur le nombre, le genre de forces à appliquer aux machines, sur les machines ou les outils que l'on doit choisir.

Enfin, quant aux engrais nécessaires aux plantes sur un sol donné, ils sont sans doute le signe et le couronne-



ment d'une bonne agriculture, mais leur usage est loin d'être général ; le plus grand nombre des terres se cultive presque sans leur secours ; on ne pourrait donc considérer l'usage intelligent des engrais, qui malheureusement n'est encore qu'une exception, comme un caractère aussi général que les précédents.

### SECTION III. — *Subordination des caractères.*

En cherchant le caractère qui doit être pris pour dominer la classification des terres, qui doit en faire la division primordiale, nous remarquons que leur humidité, qui est le premier caractère physiologique, n'est pas complètement dépendante de la nature et de la composition des terrains. C'est une propriété trop souvent variable, qui s'applique, selon le cas, aux mêmes natures du sol ; elle est essentiellement locale, s'étend à tous les genres de terrains quand elle provient d'une qualité excessive du climat ; d'autres fois elle tiendra à sa disposition topographique, et elle embrassera toute une section de territoire, quelle que soit la nature des terres. Ainsi, en Arabie, on n'aura que des terres sèches qui seront argileuses, sablonneuses, calcaires ; en Irlande, on n'aura que des terres humides, argileuses, sablonneuses, calcaires ; ailleurs, une partie du territoire située sur un plateau sera sèche, tandis que les pentes et les vallées formées des mêmes terrains seront humides. Il y a plus, un canal d'arrosage, un fossé de dessèchement changeront complètement l'état du sol sous le rapport de l'humidité, sans affecter nullement la nature des terres, et sans rien avoir de permanent, car la clôture du canal, le comblement du fossé modifieront sur-le-champ la qualité de la terre. Ainsi l'humidité du sol, qui est la propriété physique la plus importante, celle dont le cultivateur doit surtout se préoccuper, n'est pas propre à régir une classification, et ne ferait que la rendre confuse. Elle marche en première ligne dans l'*appréciation* des terrains, elle doit être écartée dans leur classification.

Il n'en est pas de même de l'appropriation des terres aux différentes cultures. Celle-ci présente ce premier

avantage, qu'elle s'allie à la classification la plus naturelle du sol; sous le rapport minéralogique, elle rompt le moins d'affinités, et par conséquent rend plus satisfaisante et plus facile la détermination des terrains. Ainsi, en supposant l'existence de la quantité d'humidité nécessaire, toutes les terres calcaires sont propres au froment et aux légumineuses. On n'obtient d'une manière complète ces mêmes récoltes sur les glaises (terres argilo-siliceuses) qu'en leur fournissant, par le moyen de la marne ou de la chaux, l'élément calcaire qui leur manque; ces terres ont besoin d'engrais ou d'un long repos pour pouvoir rester soumises à la culture. Les sables permettent aux racines de s'étendre pour aller chercher leur nourriture au loin; ils sont secs de bonne heure au printemps, et, par conséquent, s'échauffent plus facilement en cette saison que les autres natures de terre; ils sont donc propres aux récoltes de printemps. Les terreaux ont pour caractère général de se tuméfier à l'humidité, de s'affaisser par la sécheresse, d'exiger l'ombre en été pour être maintenus dans un état moyen d'humidité, et alors d'être propres à un grand nombre de cultures, avec l'aide de la chaux. Voilà donc les coupes minérales qui se trouvent coïncider parfaitement avec un grand nombre de propriétés agricoles.

Il est remarquable que, pour les engrais et les amendements, ces mêmes groupes restent aussi presque dans leur entier. Ainsi l'azote, qui généralement est en trop petite quantité ou manque dans les terres, nécessite, pour toutes, l'emploi d'engrais animaux, si l'on veut en obtenir de pleines récoltes; mais les engrais sont suppléés en partie par les nitrifications dans les groupes calcaires qui présentent aux influences atmosphériques une base salifiable, ou par les oxydes de fer, les terreaux et les argiles, qui condensent dans leurs pores l'ammoniaque de l'atmosphère; les amendements calcaires sont propres aux glaises, aux terres siliceuses et aux terreaux; le gypse convient aux mêmes terrains, et quelquefois aussi aux terres calcaires qui ne l'ont jamais contenu ou qui en ont été dépossédées par la succession des temps; les phosphates manquent rarement aux terrains calcaires, aussi

les os en poudre y font-ils moins d'effet que sur les terrains glaiseux et siliceux ; sous le rapport des amendements, il n'y aurait donc, dans l'identité des coupes minérales et des coupes agricoles, qu'une exception, celle qui exigerait l'emploi du gypse pour quelques terrains calcaires.

Il n'en est pas de même de la ténacité des terres ; son application à la classification romprait les groupes naturels ; car toutes les espèces minéralogiques sont susceptibles d'un degré plus ou moins grand de ténacité. Si les sables à gros grains n'offrent aucune résistance, la silice elle-même, quand elle est très-atténuée, se réunit en masse et présente quelque ténacité ; et quant aux terres mélangées, qui sont les plus nombreuses, les glaises très-abondantes en silice sont peu tenaces, celles chez lesquelles l'argile domine le sont beaucoup ; les calcaires purs ou seulement siliceux sont peu consistants, mais leurs mélanges avec l'argile produisent des sols très-tenaces. Ainsi, tous nos groupes formés par l'accord d'un caractère minéralogique et de deux caractères agronomiques (l'appropriation des plantes et les amendements) cessent d'être d'accord avec les caractères économiques tirés de la ténacité des terrains.

Il ne s'agit donc plus que de décider lequel des deux premiers ou du dernier devra prédominer. Mais d'abord, quant à l'importance agricole de ces caractères, il est facile de juger qu'une plus ou moins grande facilité de travail, séparée de la faculté de produire les plantes les plus utiles, est une qualité tout à fait négative, et qu'entre deux terres d'une égale ténacité, on choisira toujours la plus fertile ; que la marne grasse et difficile à travailler sera préférée au sable aride et sans cohésion ; et qu'enfin, dans l'examen d'un domaine, c'est l'aspect des plantes que l'on interroge, avant de calculer la force qu'elles ont coûté ; que si ce n'est dans certains sols exceptionnels, une bonne récolte sur un sol tenace compense toujours, et au delà, la dépense qu'elle occasionne, comparée à une mauvaise obtenue avec un travail moindre sur un sol favorable.

La ténacité des terrains nous semble donc moins im-

portante à considérer que leur appropriation aux récoltes; elle ne devra servir que comme caractère du second ordre, pour différencier les genres dans chaque division de la classification.

### CHAPITRE III.

#### Classification primordiale des terrains.

D'après ce que nous avons dit précédemment, il ne nous sera pas difficile maintenant de choisir les caractères qui devront former la première division de notre tableau. Une propriété très-remarquable nous présente d'abord deux coupes primordiales. Les terres calcaires, par l'action qu'elles exercent sur les engrais atmosphériques et artificiels, les mettent rapidement en état de servir d'aliment aux plantes et sont la matière la plus précieuse pour une culture riche où les rentrées doivent suivre de près les avances. Il faut aux terres qui ne renferment pas de chaux des avances considérables d'engrais qui y reste à l'état latent, ou la longue permanence des pâturages, qui ne sont eux-mêmes qu'une manière de fournir des engrais, et enfin des chaulages et des marnages qui leur donnent le principe qui leur manque pour pouvoir continuer à être cultivées avec fruit. De plus, la végétation des deux groupes est complètement différente, et, outre les plantes adventices caractéristiques pour l'un et pour l'autre, on remarque, pour les plantes cultivées, que le froment double de produit dans les terrains non calcaires, même les mieux fumés, quand on y ajoute la chaux, et que le produit des fourrages légumineux y augmente dans la même proportion. Ainsi ces deux coupes sont parfaitement naturelles et agricoles à la fois.

Si c'est l'élément organique, le terreau, qui domine, il constitue une nature de terrain qui, quelles que soient les substances minérales qui lui sont associées, a des propriétés particulières: celle de changer de volume par les variations hygroscopiques, celle de se dessécher promptement, et par sa couleur sombre de s'échauffer beaucoup,

celle enfin d'offrir un mauvais appui aux plantes. Nous avons donc cru devoir en faire une troisième division de notre tableau.

Dans les deux premières divisions, ce qui nous importe surtout, c'est la proportion des différents éléments minéraux qui entrent dans la composition des terres et qui indique à quel point elles participent aux propriétés agricoles que nous recherchons. Ainsi, dans la première division, les trois principaux éléments, la silice, la chaux, l'argile, sont-ils dans une espèce d'équilibre, nous aurons les *limons* (1), parmi lesquels se trouvent les meilleurs sols connus; la silice est-elle en quantité moindre du dixième, nous avons les terres argilo-calcaires; l'argile est-elle moindre du dixième, la chaux forme-t-elle la plus grande partie des principes constitués; nous avons les *craies*; et si c'est le sable siliceux ou calcaire qui domine, nous avons les *sables*.

Dans la division des terres non calcaires, si la silice prédomine, nous avons les terrains *siliceux*; si c'est l'argile, ce sont les *glaises*.

Enfin, dans le terreau, nous trouvons le terreau *doux* n'ayant pas de réaction acide, le terreau *ferrugineux* ou terre de bruyère, et le terreau *acide*.

Les qualités exceptionnelles du terrain, comme d'être salifère, ocreux, caillouteux et graveleux, forment des espèces particulières qu'il est bien difficile de faire entrer dans une classification qui ne doit renfermer que les grandes généralités.

Les sections de chaque division seront déterminées par leur ténacité et leur hygroscopicité, d'autant plus facilement, que leur lévigation et leur lotissement nous fournissent, comme nous l'avons vu, des données très-approximatives pour ces propriétés.

Le tableau synoptique qui va suivre est la réalisation de la théorie que nous venons d'exposer. Nous avons eu le soin d'adopter les noms les plus usités, ceux qui sont déjà dans la bouche et les écrits des agriculteurs; pour les appliquer à nos ordres de terrains agricoles; mais

(1) C'est par ce mot que nous remplacerons celui de *loam* que nous avons adopté dans notre première édition.

nous les avons définis et caractérisés par des signalements univoques, faciles à vérifier, et nous espérons qu'après un petit nombre d'essais il sera presque inutile de recourir aux expériences indiquées, et que dans la plupart des cas le coup d'œil les remplacera en grande partie.

Terrains renfermant l'élément calcaire.....	} limous.....	} inconsistants.	} meubles.	} tenaces.			
					} argilo-calcaires ..	} argileux.	} calcaires.
					} sables .....	} meubles.	} inconsistants.
Terrains ne renfermant pas l'élément calcaire .	} siliceux.....	} inconsistants.	} frais.	} micacés.			
					} glaiseux .....	} meubles .....	} volcaniques.
Argiles.							
Terreaux.....	} doux.	} terre de bruyère.	} terre de bois.	} tourbe.			
					} acides .....		

NOTA. La vérification des caractères des terres peut être pratiquée à l'aide du petit nombre de réactifs et d'instruments suivants :

- 1<sup>o</sup> Un trébuchet;
- 2<sup>o</sup> Un crible de fer-blanc percé de trous de 0<sup>m</sup>,0005 de diamètre ;
- 3<sup>o</sup> De l'acide nitrique;
- 4<sup>o</sup> Du nitrate d'argent ;
- 5<sup>o</sup> Du carbonate de potasse;
- 6<sup>o</sup> Du papier de tournesol.

### SECTION I<sup>re</sup>. — *Terres calcaires ou magnésiennes.*

CARACTÈRES. L'acide produit avec ces terres une effervescence plus ou moins vive. Si l'on verse dans la solution de l'eau saturée de carbonate de potasse, il se forme un précipité de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie.

## § I. — Les limons.

**CARACTÈRES.** Après l'action de l'acide nitrique, le résidu présente de l'argile et de la silice libre, qui, séparées par la lévigation, donnent au moins chacune un dixième du poids de la terre.

**OBSERVATIONS.** Dans notre première édition, nous avons donné le nom anglais de *loams* aux terres de cette section qui comprennent une partie de celles que, dans cette langue, on désigne par ce nom. Nous croyons devoir y substituer le mot français de *limon*. Celui-ci n'a pas une signification assez précise, comme mot usuel de la langue française, pour nous empêcher de lui donner un sens défini et précis, comme terme de science. D'ailleurs, le plus grand nombre des terres auxquelles nous les appliquons sont de véritables *limons*, dans le sens vulgaire du mot, c'est-à-dire des terres de dépôt et d'alluvion. Ainsi, toute terre qui, contenant de la chaux et de la magnésie, ou de l'une et de l'autre en quantité appréciable, aura en outre au moins 0,10 de silice et 0,10 d'argile, sera un limon.

Ainsi l'on pourra avoir un limon composé comme il suit :

Terreau. . . . .	4
Carbonate de chaux. . . . .	45,5
Argile. . . . .	52,5
Silice libre. . . . .	20
	100

C'est une excellente terre d'alluvion formée par le Rhône, à Gabet, près Orange, facile à travailler, produisant de beaux blés, de beaux légumes et de beaux mûriers. On pourra aussi avoir un limon composé ainsi qu'il suit :

Terreau. . . . .	4
Carbonate de chaux. . . . .	2
Argile. . . . .	58
Silice libre. . . . .	36
	100

Thaër qualifie cette terre de riche terre argileuse. La présence de la chaux, quoique en petite quantité, la modifie au point de la retirer de la classe des glaises, où elle

serait d'une moins grande valeur, car cet auteur l'estime à 77, tandis qu'une terre semblable à laquelle manquait le chaux n'était plus portée par lui qu'à 65 de valeur relative.

H. Davy cite comme des sols riches ceux de la vallée de l'Avon, de la vallée de Tiviot, qui sont des limons de différentes proportions.

	Vallée de l'Avon.	Vallée de Tiviot.
Alumine. . . . .	35	42
Silice. . . . .	41	42
Carbonate de chaux.	14	4
Oxyde de fer . . . .	3	4
Matière organique. .	7	8
	100	100

Les limons se couvrent naturellement d'herbes ; les bonnes graminées, le petit trèfle dominant parmi les plantes adventices ; ils sont la base de la culture la plus riche ; ils allient le mieux une ténacité modérée et une suffisante disposition à retenir une humidité convenable : ils n'exigent pas des marnages et des chaulages coûteux pour être portés à leur maximum de produit ; d'un autre côté, ils ont assez de liant pour que les racines trouvent un ferme appui, et pour que l'air échauffé ou refroidi ne pénètre point sans intermédiaire jusqu'aux racines des plantes, comme cela a lieu dans les craies et dans les sables.

1. *Limon inconsistant.* Lorsque l'argile est en trop petite quantité, et que la chaux et la silice dominent, on a des terres légères qui se remuent à la pelle, et dont la culture coûte peu de travail ; mais leur ténacité n'est jamais nulle, comme dans les terrains sablonneux et siliceux, car un dixième d'argile suffit pour leur donner un liant suffisant.

2. *Limon meuble.* Quand les proportions des différents éléments sont mieux équilibrées, le limon a une ténacité moyenne comprise entre 800 et 1,500 grammes, et alors il n'est pas seulement une bonne terre à blé, mais les fourrages légumineux y prennent tout leur développement ; la terre s'émiette facilement : on peut la travailler pendant la sécheresse, sans crainte de former des mottes difficiles à briser, ce qui favorise beaucoup les secondes semailles.



Nigra fere, et presso pinguis sub vomere terra,  
Et cui putre solum (namque hoc imitatur arando)  
Optima frumentis.

VIRGIL., *Georg.*, I. II.

Ce genre de terrain offre en Russie, par son étendue et son uniformité, un exemple très-remarquable. M. de Meyendorff l'a signalé le premier à l'attention publique en 1841 (1); puis M. Murchisson l'a fait connaître plus en détail à la Société géologique de Londres (2). Une terre noire, fertile, qu'à la première vue on pourrait croire formée d'un terreau végétal, occupe une étendue immense de pays (80,000,000 d'hectares), limitée par une ligne courbe tirée du 54° de latitude au sud de Lichwin au 57° sur la rive gauche du Volga. Cette même formation apparaît près de Kasan et sur le flanc asiatique de l'Oural à Crasnoï-Glasnova, s'étendant beaucoup en Sibérie, où ses limites septentrionales ne sont pas encore définies. On la rencontre à tous les niveaux jusqu'à une hauteur de 122 mètres.

Ce genre de terrain prend en Russie le nom de *tschernoyzem*. « C'est le champ et le potager de la Russie, dit M. Meyendorff, région agricole qui nourrit au delà de 20.000.000 d'habitants, et qui déverse annuellement sur l'étranger et sur les autres parties de l'empire au delà de 20.000.000 d'hectolitres de céréales. »

M. Philips, chimiste au muséum de géologie britannique, et M. Payen, ayant fait l'analyse de cette terre, elle s'est trouvée composée ainsi qu'il suit :

ANALYSE DE M. PHILIPS.		ANALYSE DE M. PAYEN.	
Silice. . . . .	69,8	Silice. . . . .	71,56
Alumine . . . . .	15,5	Alumine . . . . .	11,40
Oxyde de fer. . . . .	7,0	Oxyde de fer. . . . .	5,62
Carbonate de chaux. . . . .	1,6	Chaux. . . . .	0,80
Terre végétale . . . . .	6,4	Magnésie. . . . .	1,22
Acide humide. . . . .	} <i>traces.</i>	Chlorures alcalins. . . . .	1,21
-- sulfurique. . . . .		Acide phosphorique. . . . .	<i>traces.</i>
Chlore. . . . .	} <i>traces.</i>	Matière organique(3). . . . .	6,95
Perte . . . . .		1,7	Perte. . . . .
	100,0		100,00

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XII, p. 1223.

(2) *Annales des sciences géologiques*, mai 1842, p. 457.

(3) Contenant 2,45 p. 100 d'azote, soit 0,17 p. 100 de la terre. C'est une terre très-riche.

C'est donc un *limon meuble*, d'après la théorie; et, en effet, M. Murchisson nous apprend qu'étant humide, cette terre présente une masse tenace; mais que, quand elle est sèche, elle se réduit en poudre impalpable, qui s'élève dans l'air par la simple pression des pas des chevaux au-dessus des gazons. Elle se compose de particules très-fines de couleur noire et mélangées de grains de sable. Partout où se présente le tchernoyzem, le sol est riant, couvert de champs de blé et de prairies, et n'exige généralement qu'une année de jachère pour recouvrer ses qualités productives premières.

Cette vaste formation, dont on ne connaît pas l'origine, n'est pas l'analogue des diluviums de l'Allemagne et des autres pays, ni même des terrains de transport superficiels, car elle recouvre ces derniers en certains endroits; elle ne contient aucun testacé fluviatile ni terrestre; elle ne présente non plus aucun débris des troncs, des branches ou des fibres des végétaux, même dans les points où ce dépôt acquiert 5 et 7 mètres d'épaisseur. M. Murchisson, en ayant égard à ces circonstances et à sa position particulière jusque sur le sommet et les flancs des coteaux, à ses caractères uniformes sur de grandes étendues, croit lui reconnaître des signes non équivoques d'une accumulation sous-marine, déposée tranquillement loin des courants et des autres agents perturbateurs, et conséquemment au delà du cercle d'opération de la grande formation de transport du nord de la Russie. Il pense que sa couche, uniformément noire, est due à la décomposition de la matière végétale qui se trouvait mêlée au limon et au sable fin.

Après le grand diluvium argilo-siliceux et les steppes salins, c'est sans contredit une des formations les plus étendues où l'on remarque l'uniformité de nature du sol.

3. *Limon tenace*. Quand l'argile est prédominante, le limon peut avoir une assez grande ténacité. Ce genre de limon est réputé la terre à froment par excellence, parce qu'il conserve mieux son humidité au retour des chaleurs; et parce qu'il tient en réserve, dans le tissu de son argile, des sels ammoniacaux que le blé semble plus propre que toute autre plante à lui enlever.

L'exemple le plus remarquable du limon tenace est, sans contredit, le limon du Nil, analysé récemment par M. Lassaigne, sur un échantillon qui nous avait été communiqué par M. Elie de Beaumont.

Ce limon a la couleur d'un jaune brunâtre. Il happe fortement à la langue; son toucher est doux et un peu savonneux. Desséché à 100 degrés, il perd 8 p. 100 de son poids; sa pesanteur spécifique est de 2,85. Sa ténacité n'a pas été éprouvée à cause de la petitesse de l'échantillon; mais elle doit être au moins de 5<sup>k</sup>,0. Sa composition est la suivante :

		M. Regnault avait obtenu en 1812.	
Silice. . . . .	42,50	Silice. . . . .	4
Alumine. . . . .	24,25	Argile. . . . .	48
Peroxyde de fer . . . .	15,65	Oxyde de fer. . . . .	6
Carbonate de chaux. . .	5,85	Carbonate de chaux. . .	18
Carbonate de magnésie. .	1,20	Carbonate de magnésie. .	4
Magnésie. . . . .	1,05	Terreau. . . . .	9
Matières organiques azotées, solubles dans l'ammoniaque . . . . .	1,80	Eau. . . . .	11
Eau . . . . .	2,070		<hr/> 100
	<hr/> 109,00		

Les résultats de cette analyse, comparés à ceux obtenus par M. Regnault en 1812, démontrent que le limon du Nil, recueilli en différents lieux, est susceptible de présenter des variations dans sa composition. Le nôtre pourrait être regardé comme un véritable silicaté d'alumine formé de deux atomes d'acide silicique et d'un atome d'alumine, tandis que celui de M. Regnault paraît être de l'alumine hydratée mêlée à de la craie magnésienne et un peu de silicate.

La fertilité du sol est évidemment due au terreau azoté qu'il renferme en proportion assez considérable.

#### § II. — Terres argilo-calcaires.

**CARACTÈRES.** Après l'action de l'acide qui enlève du poids de la terre plus d'un dixième de chaux, il reste de l'argile dont la lévigation ne sépare pas un dixième de sable siliceux libre.

**OBSERVATIONS.** Des terrains considérables, formés des débris de calcaires argileux, se trouvent dans des forma-

tions géologiques différentes, dans les bassins dominés par le calcaire jurassique, la craie. les formations d'eau douce, ou dans les alluvions des rivières qui en découlent. Le fond de la vallée du Rhône, bordée de chaînes calcaires, en est rempli. Ce sont des terres assez fortes, mais fertiles en blé, et propres aux prairies artificielles. Les prairies naturelles y donnent d'excellents foin, et deviennent d'autant meilleures qu'elles sont plus vieilles, ce qui n'a pas lieu dans d'autres terrains, où il faut les défricher de temps en temps. L'action des fumiers, plus lente que dans les craies, y est plus active que dans les glaises; en général, ce sont des terres tenaces, formant, quand on les travaille par la sécheresse, de grosses mottes qui se brisent par la gelée. Le tussilage, la lupuline, la ronce, le chardon hémorroïdal (*serratula arvensis*) sont les plantes qui annoncent ces terrains.

Quoique ces terres soient, comme la marne, un composé d'argile et de chaux, nous n'avons pas cru devoir leur conserver ce nom: Le mélange qui constitue la marne est un corps *sui generis*, où les molécules diverses sont croisées et juxtaposées d'une manière intime, qui provoque sa pulvérisation à la moindre humidité. Rien de pareil dans beaucoup de terrains argilo-calcaires; les mottes persistent à l'humidité et sans se déliter. La marne n'est qu'un cas particulier, un genre, si l'on veut, de ces terres.

A. — *Terres argilo-calcaires argileuses.*

CARACTÈRES. Terres ayant au moins 0,50 d'argile.

Ce genre de terrain n'offre jamais une terre meuble. Il se rapproche des limons tenaces, dont il diffère par une moins grande quantité de silice libre; il en a toutes les propriétés, tout en étant plus difficile à travailler et en exigeant plus de soin pour l'écoulement des eaux.

B. — *Terres argilo-calcaires calcaires.*

CARACTÈRES. Ayant au moins 0,50 de carbonate de chaux ou de magnésie, et au moins 0,10 d'argile.

1. *Tenaces.* Ce genre se rapproche du précédent, et fait, comme lui, de bonnes terres à blé.

2. *Meubles*. La quantité de calcaire augmentant, la terre devient plus friable, et la ténacité ne dépasse pas 2 kilog.

5. *Inconsistantes*. La ténacité diminue encore avec l'accroissement de la quantité de chaux; elle ne dépasse pas 1<sup>k</sup>,5. L'argile y est en faible quantité. Ces terres sont généralement des terrains paludiens, formés au fond des étangs. Elles sont blanches, ce qui les rend difficiles à échauffer; mais leur légèreté et leur porosité ne permettent pas aux engrais de s'y conserver longtemps. Les récoltes-racines y prospèrent. Les meilleures terres à garance de Vaucluse appartiennent à ce genre ou au genre suivant, qui n'en diffère que par la disparition presque complète de l'argile.

### § III. — Les craies.

**CARACTÈRES.** Ayant au moins 60 de carbonate de chaux, et au plus 10 d'argile.

**OBSERVATIONS.** Les terrains auxquels nous donnons le nom de *craies* en agriculture ne répondent pas exactement à ceux que l'on désigne par ce nom en géologie. Pour nous, nos craies ne sont caractérisées que par l'abondance de l'élément calcaire, associé avec un peu d'argile, et en quantité plus ou moins grande de sable siliceux ou de petites coquilles microscopiques, qui la rendent rude au toucher et la font craquer sous la dent, ce que le blanc de Troyes, qui n'est autre chose que la craie dépouillée des particules étrangères à son élément calcaire, ne fait pas.

La couleur blanche des craies rend ces terrains froids et tardifs; leur peu de liant permet aux vents de les déplacer et de découvrir les racines des plantes; aux gelées de les soulever; enfin, les engrais s'y décomposent avec rapidité. L'aridité des terrains crayeux est absolue dans les pays chauds et secs; la végétation disparaît en été, et les plantes vivaces ne peuvent y vivre; aussi, dans ce cas, les plaines crayeuses sont-elles absolument nues, si ce n'est au printemps et à la fin de l'automne. Dans les pays à pluies fréquentes, les craies présentent des gazons d'herbes fines, délicates, et qui fournissent une alimen-

tation supérieure au bétail et donnent à sa viande des qualités très-estimées. Tels sont les herbages de South-Dowers et des côtes de Sussex en Angleterre. Voici l'analyse de deux terrains crayeux, la première faite par Schweitzer, et l'autre par Barruel :

CÔTES D'ANGLETERRE.	BRIMONT, PRÈS REIMS (1).
Carbonate de chaux. . . . .	Carbonate de chaux. . . . .
— de magnésie. . . . .	Phosphate de chaux. . . . .
Phosphate de chaux. . . . .	Hydrate de peroxyde de
Protoxyde de fer. . . . .	fer. . . . .
— de magnésie. . . . .	Alumine. . . . .
Alumine. . . . .	Sable siliceux. . . . .
Silice. . . . .	
<u>100,00</u>	<u>100,0</u>

La craie, fortement tassée par le temps, a une certaine ténacité ; mais quand, à force de labours superficiels, on est parvenu à créer une certaine profondeur de sol meuble, elle se laboure avec la plus grande facilité, ce qui rend le travail des terrains crayeux très-économique.

L'absence de la végétation, ou au moins sa rareté, est cause que les terrains crayeux manquent généralement de terreau, et par conséquent de toute source d'alimentation de carbone pour leurs racines. Quand, à la suite de fumures abondantes et répétées, on est parvenu à créer dans ces terres un excédant de débris végétaux, on dit en Champagne que les terres sont *rateintes*. Les autres parties de l'engrais, et surtout l'azote, disparaissent dès la première année ; mais le carbone reste et, déjà disposé par la fermentation à passer dans la végétation, devient un élément des plus précieux et qui constitue, pour les plantes, la base de leur premier développement. Ce n'est que quand les terres possèdent cette avance, que l'on peut commencer à se promettre des succès marqués de l'emploi des engrais subséquents.

Alors l'expérience indique que le froment, par exemple, peut, avec une fumure de 45,000 kilog. de fumier, douer ces pauvres terres d'une récolte de 53 hectolitres par

(1) Mémoire de M. de Brimont dans les *Mémoires de l'Académie de Reims*, t. I, p. 148.

hectare (1). Cette dose d'engrais représente une récolte de 47 hectolitres; le blé s'est donc emparé d'un peu plus des deux tiers des portions azotées de l'engrais, l'autre tiers s'évapore en partie; mais il reste en terre la partie charbonneuse, qui vient s'ajouter à celle qui existait auparavant et augmenter la richesse du sol. Dans les terrains argileux, une partie de cette ammoniacque perdue se serait conservée dans les pores de l'argile, mais aussi une moindre partie aurait été absorbée dès la première année par la végétation.

La luzerne, le sainfoin sont les fourrages par excellence des terrains crayeux; ils sont moins exposés que le trèfle à être déchaussés par les gelées, à cause de la longueur de leurs racines. Mais la luzerne ne donne pas de bonne coupes d'été, à cause de la sécheresse des craies. Le froment est le grain qu'on y préfère.

Les arbres qui croissent mieux sur les craies sont le saule marceau, le mahaleb, le merisier, l'aubépine, le rosier et le buis; mais ils restent toujours grêles; le peuplier de Virginie y croit mieux que ses congénères. On y a planté des pins sylvestres, qui y vivent difficilement d'abord. Il ne faut pas songer à les y semer, à cause du déchaussement produit par les gelées.

1. *Fraîches*. Nous appelons craies fraîches celles qui ont un sol profond en communication avec le réservoir d'eau, et qui conservent 0,10 de leur poids d'humidité, en été, à 0<sup>m</sup>,50 de profondeur.

2. *Sèches*. Si le sous-sol imperméable est rapproché de la surface, les craies seront sèches, et alors elles ont tous les inconvénients de leur nature, sans autre compensation que la facilité du travail.

#### § IV. — Les sables calcaires (terrains sablonneux).

**CARACTÈRES.** Le sol contient 0,50 de sable siliceux et calcaire qui ne passe pas par un crible dont les trous ont un demi-millimètre de diamètre.

**OBSERVATIONS.** Ces terrains se trouvent au bas des mon-

(1) *Mémoires de l'Académie de Reims*, t. I, p. 166. Mémoires de MM. Laurent et Paillet.

tagnes de grès vert, et le long des rivières qui en découlent. Moins difficiles à traiter que les terres crayeuses, parce que la pluie ne les réduit jamais en bouillie, que les plantes ne déchaussent pas en hiver et qu'on peut y entrer par tous les temps, ce sont de très-bons terrains pour les arbres et les légumes, pourvu qu'ils aient de la profondeur. Ils sont ordinairement colorés et sont aussi moins froids que les craies. Les sables des dunes de la Méditerranée, qui sont souvent de cette nature, se couvrent de pins d'Alep, de genévriers de Phénicie et de *clematis flammula*, que les habitants récoltent pour fourrage sec, quoique cette plante soit vésicante étant fraîche (1).

1. *Meubles*. Quand la craie fine et l'argile se trouvent dans ces terrains en certaine quantité, ils prennent une consistance convenable et qui les rend propres à la culture des froments et des autres plantes qui mûrissent au commencement de l'été.

2. *Inconsistantes*. Si le sable est prédominant, le terrain n'est plus propre qu'au seigle, parce qu'alors il se dessèche de bonne heure; mais les vignes et les mûriers y prospèrent, pourvu qu'il ait de la profondeur.

## SECTION II. — *Terres non calcaires*.

CARACTÈRES. Terres ne faisant pas effervescence avec les acides; leur solution par l'acide ne donne aucun précipité par le carbonate de potasse.

### § 1er. — Terres siliceuses.

CARACTÈRES. La lévigation fournit au moins 0,55 de silice libre.

OBSERVATIONS. On trouve ces terres dans diverses situations géologiques. Elles ont été formées en place des détritits de roches qui ne contiennent pas de carbonates insolubles, ou qui en ont été dépouillés par l'action du lavage par les eaux de pluie chargées d'acide carbonique, comme on le voit à la Grande-Chartreuse. On les ren-

(1) *Mémoires de la société d'agriculture de Paris*, 1787, hiver, p. xxviii.



contre sur les grèves de la mer, les bords des rivières, à la surface des terrains glaiseux où le principe siliceux a dominé. Enfin, transportées par les vents, elles forment des dunes sur les bords de la mer et des rivières. La facilité de travailler ces terres, en réduisant les frais, en rend souvent la culture possible dans les climats pluvieux.

1. *Sèches.* Quand les terres siliceuses sont dans un climat sec, et qu'elles ne peuvent être arrosées, elles sont peu riches. Lé chiendent y pullule, mais les pins sylvestres, maritimes, le laricio, le cèdre y prennent un grand développement dans des terres qui portent à peine du seigle, pourvu qu'elles aient une certaine profondeur. On y voit aussi de beaux bois de bouleaux et de chênes. Si elles ont un sous-sol glaiseux qui retienne l'eau, la lande, la bruyère, les genêts sont les plantes les plus communes.

Quand ces terres possèdent une certaine quantité d'argile, elles deviennent très-propres à la vigne. C'est dans des terres de schiste micacé avec prédominance de quartz que viennent les vins de Lamalgue, près de Toulon. Ces terrains contiennent de la potasse et de la soude, mais manquent de principes charbonneux; aussi les amende-t-on avec les sarments de la vigne elle-même.

2. *Fraîches.* Quand les terrains siliceux sont naturellement frais ou peuvent être arrosés, ils sont propres à toutes les cultures, au moyen des engrais et des amendements. L'expérience que l'on fait en ce moment à La Teste prouve tout le parti que l'on peut tirer de ces terrains par le moyen de l'eau. Dans les climats humides, la spergule est le fourrage qui s'accommode le mieux avec les terrains siliceux. M. Oscar Leclerc a observé sur la Loire, aux environs de Chalonnès, un sable siliceux très-fin et presque pur, et qui est d'une grande fertilité, grâce au climat et à la fraîcheur du sous-sol (1).

Dans les pays les plus chauds eux-mêmes, près des grands fleuves ou des grands amas d'eau qui entretiennent la fraîcheur dans l'intérieur du sol, les terres siliceuses passent pour très-fertiles; telles sont les terres du Séné-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. V, p. 756.

gal, analysées par Laugier, et qui ont de 72 à 91 p. 100 de silice ; tel est le terrain de Ceylan, décrit comme il suit par Campbell (1) :

« Le sol du jardin des cannelliers, dans le voisinage de Colombo, où croît naturellement le cannellier, est un exemple remarquable de terre à silex. La surface de la terre est blanche comme la neige ; c'est du sable de quartz tout pur. A quelques pieds de profondeur, le sable est de couleur grise. Un échantillon soigneusement séché et analysé donne pour résultat :

Silice. . . . .	98,5
Matière végétale .	1,0
Eau . . . . .	0,5
	<hr/>
	100,0

« Il peut sembler surprenant que le cannellier réussisse dans un sol aussi pauvre, mieux qu'ailleurs, mais plusieurs circonstances peuvent expliquer le fait. Le jardin avoisine une plaine au niveau du lac de Colombo ; sa situation abritée, le climat fort humide, les pluies qui y sont fréquentes, la température élevée et rarement égale ; telles sont les principales causes auxquelles on peut attribuer la riche végétation de ce précieux arbuste dans un sol qui paraît si ingrat. »

§ II. — Glaises (varènes, puisayes. bolbènes, terres blanches).

**CARACTÈRES.** Donnant par la lévigation au moins 0,45 d'argile et 0,10 de silice libre.

**OBSERVATIONS.** Les glaises sont un mélange d'argile avec une quantité plus ou moins grande de silice libre, mais qui ne peut dépasser 0,55 ; sans quoi l'on arrive aux terrains que nous avons désignés sous le nom de *siliceux*. Elles composent le sol d'une grande partie de l'Europe, couverte par le *diluvium*.

Les qualités des glaises varient selon la proportion des deux éléments qu'elles contiennent. Jusqu'à un certain degré, celles qui contiennent le plus d'argile sont les plus estimées, pourvu que l'on ait assez de pente pour se pro-

(1) Excursion à Ceylan.

curer l'écoulement des eaux pluviales, parce que, conservant mieux leur fraîcheur, le froment y vient bien, et que les trèfles y donnent une seconde coupe; elles conservent aussi mieux le fumier. La grosseur des particules de sable est aussi à considérer. S'il est fin et abondant, on a des terres très-compactes quand elles sont tassées par les pluies; si, au contraire, la silice est en gros grains et abondante, la terre devient plus sèche, perd de sa consistance, et reprend les qualités des terres siliceuses.

Après les pluies, les glaises, en se séchant, prennent à leur surface une consistance qui, sans ressembler à la croûte superficielle des craies, oppose les mêmes obstacles à la sortie des germes. On ne peut bien les cultiver ni dans l'arrière-saison ni au printemps, car, quand elles sont fraîches, elles se pétrissent, et forment des mottes difficiles à briser; pour les labourer avec avantage, il faut qu'on puisse compter sur une série de beaux jours, car elles se tassent par la pluie, et deviennent très-compactes; et après les labours il ne faut pas trop herser et émietter la terre: il vaut mieux que la surface reste un peu inégale, car dès que les particules sont en contact, elles tendent à se lier et à faire corps de nouveau.

Les glaises abondantes en sable sont généralement pauvres en principes nutritifs; elles deviennent meilleures en prenant de l'argile, sans cependant pouvoir se passer d'engrais. Les glaises abondantes en peroxyde de fer tendent toujours à s'agglomérer en masses et deviennent très-denses si elles ne sont pas incessamment cultivées.

1. *Inconsistantes*. Quand les glaises renferment beaucoup de silice, elles ont peu de ténacité, surtout si la silice est en gros grains; elles sont sèches en été, et se réduisent en bouillie en temps de pluie. En été, leur sol est peu adhérent et se pulvérise. Ce sont ces terres que les paysans appellent *vaines* et *creuses*, dans lesquelles toutes les cultures trouvent des inconvénients. Remettre de pareilles terres en bois nous semble le parti le plus avantageux.

2. *Meubles*. Celles-ci ont une ténacité de 0,5 à 1 kilog.; elles offrent plusieurs variétés, dont quelques-unes constituent des sols excellents.

**A. Meubles micacées.** Ces terres, formées de débris de schistes micacés, quand elles ne sont pas très-abondantes en quartz, sont douces, liantes, retiennent bien l'humidité et s'égouttent convenablement. Quand le quartz domine, elles sont maigres, légères, et rentrent alors dans la classe des terres siliceuses. Les arbres et surtout les châtaigniers viennent admirablement dans ces terres.

**B. Meubles schisteuses,** formées de débris de schistes argileux et d'ardoises. Quand le quartz y est très-abondant, ou les débris d'ardoises non décomposés, ce terrain devient inconsistant; mais si la silice à gros grains ou les débris d'ardoise ne dominent pas, il est frais, perméable aux racines, et ayant en partie les avantages de l'argile sans en avoir la ténacité. Sa couleur noire le rend plus facile à échauffer et à sécher que les autres glaises.

**C. Meubles volcaniques.** Ce terrain, composé de débris de basalte, de vaques et de lapilles, est perméable, et cependant retient suffisamment l'humidité. Sa couleur est grisâtre, rougeâtre, ou noirâtre; généralement, il renferme beaucoup de potasse et de soude qui doivent être la source de sa grande fertilité. Les campagnes de Naples en sont un témoignage. La Limagne d'Auvergne est mélangée de beaucoup de débris volcaniques, et peut être rangée en partie dans ce genre.

**D. Meubles sablonneuses.** Ce genre de glaise présente à la lévigation cette particularité, que chaque lot contient une assez grande quantité de sable, de plus en plus fin, de sorte que le troisième lot lui-même a quelquefois de la peine à faire corps.

**3. Tenaces.** La ténacité surpasse 1 kilogr.

Quand ces terres sont mouillées, elles forment une pâte grasse où la charrue ne peut marcher; lorsqu'elles sont sèches, elles sont très-dures et résistent au labour. La gelée les ameublir. Lors des semailles de printemps, il faut se défier de l'apparence de sécheresse de la surface, et si le fond est encore humide, il vaut mieux faire les semailles de cette saison sur un hersage que sur le labour, qui pétrirait ensemble la terre sèche et la terre humide et formerait un ciment dont les germes des plantes ne pourraient se dégager. Ces terres se fendent

profondément en été et retiennent l'eau en hiver. Elles sont aussi d'une culture difficile, et quand elles n'ont pas une pente suffisante, il faut les disposer en billons ou en ados. En général, ce sont des terres à blé et à trèfle; la luzerne et le sainfoin n'y prospèrent pas; les fèves y viennent particulièrement bien. On a remarqué que les blés durs y venaient mieux que les tendres. Quand ces terres sont ocreuses, fortement colorées, on y plante la vigne dans le midi; le vin en est gros, épais et peu spiritueux.

### § III. — Argiles.

**CARACTÈRES.** Plus de 85 d'argile, et de la silice libre.

Ce sont des terres d'une ténacité si grande qu'elles sont tout à fait impropres à la culture et ne peuvent servir qu'à faire des briques et de la poterie. Dans une terre qui a 15 kilogr. de ténacité, les frais de culture excéderaient la valeur de tous les produits, si toutefois on pouvait espérer que les germes pussent s'y développer.

### SECTION III. — *Terres à bases organiques (terreau, humus).*

**CARACTÈRES.** Terres qui, étant préalablement desséchées, perdent un peu plus d'un cinquième de leur poids par la combustion.

#### § I. — Terreaux doux.

**CARACTÈRES.** L'eau dans laquelle ces terreaux ont été mis en digestion ou dans laquelle ils ont bouilli ne rougit pas le papier de tournesol.

*Terre de jardin (marais).* Ces terrains se forment des débris de végétaux au fond des étangs et des marais et sur un sol calcaire. Ils sont généralement accompagnés de débris de coquilles d'eau douce.

C'est dans ces terrains que les maraichers se plaisent à placer leur culture; mais l'engrais animal en abondance ou la chaux y sont nécessaires pour neutraliser l'acide carbonique superflu qui nuit à la végétation.

## § II. — Terreaux acides.

**CARACTÈRES.** L'eau dans laquelle les terres ont été mises en digestion ou dans laquelle elles ont bouilli, rougit le papier de tournesol.

1. *Terre de bois.* Les défrichements récents de bois présentent une couche de feuillages peu consommés, et contenant du tanin qui donne à la terre pendant longtemps des qualités acides. Une dissolution de gélatine détermine un précipité blanchâtre dans l'eau qui a bouilli ou infusé sur cette terre. La présence du tanin et la production d'une quantité surabondante de gaz acide carbonique nuisent à la végétation de la plupart des plantes. On combat ces vices par le chaulage, le marnage, les fumiers, les cendres, l'écobuage. On a remarqué que le colza réussit bien sur ces terres nouvellement défrichées et brave des influences qui nuisent aux autres plantes.

2. *Terre de bruyère.* Ce terreau se forme, dans les terrains secs, du détrit des bruyères, des genêts, des fougères, et sur les Alpes, des rhododendrum, vaccinium et d'autres plantes qui contiennent beaucoup de tanin et de fer. A la loupe, on y reconnaît des débris entiers de plantes dicotylédones. C'est par la présence d'une quantité plus considérable de fer et par sa nature siliceuse qu'il diffère de la terre des bois, provenant du détrit d'autres espèces de végétaux et ayant pour base toute espèce de terrain. Un grand nombre de végétaux dont les débris concourent à sa formation se plaisent dans ce terrain, et les jardins de botanique l'exportent quelquefois de fort loin pour la culture de ces plantes.

M. Berthier a analysé des terres de bruyère employées à Paris, et il a trouvé :

	1 <sup>er</sup> échantillon.	2 <sup>e</sup> échantillon.
Racines moyennes et petites.	2,5	2,5
Radicules et terreau. . . . .	7,8	2,8
Terreau. . . . .	4,5	8,0
Sable quartzeux et argile. . . . .	85,4	86,7

Cette terre se prend en masse brune fendillée par la dessiccation. L'ammoniaque en dissout une assez grande partie; la potasse plus encore; enfin, si on la traite par

l'ammoniaque après l'avoir lavée avec l'acide chlorhydrique, il s'en dissout autant que dans la potasse (1).

Quand on veut utiliser les champs qui en sont formés par la culture des végétaux étrangers au sol de bruyère, on peut y cultiver des arbres et des vignes, et même du seigle et des racines, au moyen de la chaux ou de l'éco-buage; mais il faut toujours avoir soin d'y ajouter du fumier animal, car la base terreuse de ce sol étant la silice, il est généralement maigre.

5. *Terre tourbeuse*, formée dans les terrains marécageux ou inondés, non calcaires, des débris de plantes monocotylédones ou agames, dont on reconnaît les débris à la loupe. Dans la décomposition des végétaux, les principes acides, ne trouvant pas de base à laquelle ils puissent s'unir, restent libres; on y trouve donc de l'acide acétique, de l'acide phosphorique, et plus tard du tanin.

Les analyses des tourbes prouvent qu'elles contiennent de 85 à 95 parties de matières organiques contre 17 à 7 parties de matières minérales diverses. Les terrains tourbeux sont de couleur brune, spongieux et élastiques.

La tourbe employée comme combustible est aussi exploitée en grand dans les marais et étangs desséchés.

Les tourbes ont deux grands inconvénients. 1<sup>o</sup> Leur imbibition en hiver qui tient les végétaux dans un véritable état de macération, si on ne divise pas le terrain par des fossés profonds et rapprochés. Alors la nature des plantes qui croissent spontanément sur la tourbe s'améliore avec l'emploi de la chaux ou de la marne et des engrais, qui neutralisent les acides libres de la tourbe. On peut y cultiver de l'orge et de l'avoine qui y viennent mieux que le froment, celui-ci exigeant un terrain plus ferme; les trèfles y réussissent aussi. 2<sup>o</sup> Mais pour que ces cultures y aient tout leur succès, il faut remédier aussi à la dessiccation excessive de la tourbe pendant l'été. Cette dessiccation est favorisée par la nature du sol, par sa coloration et sa grande porosité. Alors la couche du

(1) Berthier, *Mémoires*, p. 450.

sol où végètent les plantes manque bientôt de l'humidité nécessaire, et quelquefois jusqu'à plus de 18 à 20 centimètres de profondeur la sécheresse est presque absolue. Mais le remède est le plus souvent à côté du mal; les fossés d'écoulement produisent des roseaux, des typhas, et il suffit d'en recouvrir la terre pour la dérober aux effets du soleil et y maintenir l'humidité nécessaire. C'est ainsi que dans les marais de Donges (Loire-Inférieure), on est parvenu à se procurer les belles récoltes de seigle et de chanvre dans des tourbes que l'on croyait stériles.

L'aune, le bouleau, les pins, les saules et un petit nombre d'autres espèces d'arbres viennent dans les tourbes bien desséchées.

## CHAPITRE IV.

### Des caractères spécifiques.

Il faudrait plutôt appeler caractères *individuels* que caractères *spécifiques* ceux qui ne s'appliquent qu'à un terrain donné, qui n'a d'analogue complet nulle part. Après être parvenu, au moyen de la classification que nous venons d'indiquer, à rapprocher ce terrain, autant qu'il est possible, des sols qui lui ressemblent le plus, il ne nous reste plus qu'à donner le signalement particulier qui établit son individualité. On conçoit toute l'importance de ces caractères, qui vont achever de peindre le terrain dont nous voulons raisonner, en le séparant de ceux de la même division, de la même section, du même genre.

Certaines modifications peuvent affecter tous les genres de terre qui n'ont pas été pris pour base de la classification générale, quelle que soit d'ailleurs leur importance agricole. Nous allons les indiquer et les analyser successivement.

### SECTION I<sup>re</sup>. — *Fraîcheur de la terre.*

Nous avons déjà fait ressortir l'intérêt agricole que



présente cette propriété. elle ne devra donc jamais être négligée quand on décrira un terrain. On indiquera : 1° si la terre est fraîche en été et fraîche en hiver; 2° ou fraîche en été, humide en hiver; 3° ou sèche en été, humide en hiver; 4° ou sèche en été et sèche en hiver. Toutes ces modifications peuvent être saisies à la simple inspection avec un peu d'habitude; mais pour l'acquérir, il sera utile de réitérer l'expérience qui sert d'épreuve à ce jugement empirique, et qui est basée sur les principes suivants :

1° Nous appelons terre fraîche, en été, celle qui, au milieu de cette saison, du 10 au 20 août, huit jours au moins après une pluie, possède encore 0,10 de son poids d'humidité à 55 centimètres de profondeur;

2° Nous appelons terre humide, en toute saison, celle qui trois jours après la pluie conserve plus de 0,25 d'eau.

3° Les terres qui, huit jours après la pluie, contiennent moins de 0,10 d'eau, sont des terres sèches.

## SECTION II. — *Terres caillouteuses, graveleuses, etc.*

Nous appelons terres rocheuses celles à la surface et dans le sein desquelles on trouve des roches ayant plus de 20 centimètres de diamètre; 2° terres caillouteuses celles qui portent des fragments de pierre de 1 à 20 centimètres de diamètre; 3° terres graveleuses celles qui sont remplies de particules de 2 à 10 millimètres de diamètre; 4° terres sablonneuses celles dont les particules les plus grosses ont un demi-millimètre à 2 millimètres de diamètre.

En décrivant une terre, on indique autant que possible la proportion des différentes parties qui se trouvent dans cette terre, et de cette manière, par exemple : terre ayant 0,25 de roches, pour indiquer que le quart de sa surface est couvert de roches; terre 0,75 caillouteuse, pour indiquer que sur un poids donné de terre, les trois quarts se trouvent être de cailloux; terre 0,50 graveleuse, pour indiquer enfin que la moitié du poids de la terre est formée de menus graviers. Nous avons indiqué plus haut,

en parlant de la lévigation, de quelle manière on sépare ces différentes parties.

Les roches, en occupant une partie de la surface, ne se bornent pas à réduire l'étendue cultivable du sol, elles mettent encore obstacle aux labours par l'irrégularité de leur dissémination; quelquefois, cachées en terre, elles brisent la charrue qui les rencontre. Quand on peut vendre les débris de ces roches comme matériaux à bâtir, ou qu'on peut en profiter soi-même pour enclore le terrain, c'est une bonne opération que d'en débarrasser le champ.

Les terres caillouteuses sont très-chaudes en été, et les arbres et arbustes qui s'enracinent profondément peuvent seuls y venir avec profit, outre que les cailloux couvrent une partie du sol et le rendent inutile. Quand Arthur Young blâmait les propriétaires du Languedoc qui faisaient épierrier, il n'avait pas l'expérience des effets du soleil de ce climat, et sa pensée le rappelait au souvenir des champs d'Angleterre que ces cailloux auraient si bien réchauffés. Les terres graveleuses sont encore plus sèches que le sable, et quand les graviers sont abondants, ce sont encore des terres à plantes frutescentes.

Nam jejuna quidem clivosi glareæ ruris  
Vix humiles apibus casias roremque ministrat.

Georg., II.

### SECTION III. — *Terres ocreuses, ferrugineuses.*

Les terres renferment presque toutes une plus ou moins forte dose d'oxydes de fer. Quelquefois ces oxydes sont à l'état de protoxyde noir, plus souvent à celui de peroxyde rouge, brun, jaune. Le caractère de ces terres est de tacher par le contact. Leur couleur foncée les rend plus chaudes que ne le comporterait leur nature, et les récoltes y sont plus précoces que dans les autres fonds. Ainsi l'on indiquera soigneusement la nuance de coloration; on dira : une terre ferrugineuse, rouge, brune, jaune, noire. L'analyse fera connaître la proportion du fer qu'elles contiennent.

SECTION IV. — *Terres salifères.*

Les terres salifères occupent de si vastes étendues de terrain, non-seulement sur les côtes, mais dans l'intérieur des continents, où elles constituent les steppes de l'Asie, que nous avons cru d'abord devoir en faire une division de la classification générale. Cependant, en y réfléchissant, nous avons vu que cette qualité pouvait affecter tous les genres de terrains, et qu'ainsi, pour subdiviser les terres salifères, nous serions conduit à reproduire toutes les sections des autres divisions; nous aurions donc eu des terres salifères calcaires, argilo-calcaires, glaiseuses, etc., faisant descendre ainsi au rang de simple épithète les mots qui avaient servi auparavant à caractériser des ordres de notre classification. De plus, la même considération qui nous avait porté à créer un ordre de terres salifères nous conduisait à tenir compte des autres circonstances accessoires et à former aussi un ordre de terres graveleuses, par exemple. Le sel que renferment les terres n'a donc plus été pour nous qu'un caractère spécifique, et c'est ainsi que nous le considérons en ce moment.

En mettant une pincée de terre sur la langue, le goût avertit, avant toute analyse, de la présence du sel qui peut y exister. C'est ordinairement le sel marin, plus rarement le sulfate de soude, de magnésie ou de fer, ou le nitrate de chaux et de potasse. On connaît la saveur du sel marin; celle du sulfate de fer est styptique, celle du sulfate de soude est d'abord fraîche et puis amère; le sulfate de magnésie est amer; la saveur fraîche et ensuite d'une amertume particulière des nitrates de chaux et de potasse est aussi remarquable.

Les terres qui contiennent une quantité de sulfate de fer appréciable aux sens sont complètement infertiles.

Quant aux terres qui contiennent du sel marin, un simple essai vient aider le jugement du goût; leur solution dans l'eau donne un précipité blanc avec le nitrate d'argent. On peut s'assurer de la proportion de ce sel en faisant évaporer l'eau dans laquelle on a mis à digérer

une petite quantité de terre. Quand la dose de ce sel dépasse 0,02, elles sont impropres à la culture, et ne portent plus que les plantes qui sont spéciales à ces terrains : les salicornes, l'atriplex maritime, le tamarisc. les soudes, l'inula crithmoïdes, etc. Ces plantes cessent elles-mêmes d'y croître si la dose s'en élève à 0,05.

Ces chiffres sont ceux obtenus par M. Plagniol, chimiste habile, inspecteur de l'académie de Nîmes. Julia Fontenelle portait à 0,04 et à 0,06 la quantité de sel marin que peuvent contenir les terres salées propres à la culture aux environs de Narbonne. « Au-dessus de ce point, dit-il, elles ne sont propres qu'à la culture de la soude. » Les soudes cessent de croître quand la dose de sel dépasse 0,12 ou 0,14; il regardait le sable calcaire comme un excellent amendement pour dessaler les terres, le sel marin se décomposant en partie pour former du carbonate de soude (1).

Quand les terrains salins sont sablonneux et profonds, ils ne tardent pas à se dessaler par l'action des eaux pluviales; d'ailleurs, ayant peu de capillarité, ils ne ramènent pas à la surface le sel qui est dans les couches inférieures. Ces terrains sont alors assez fertiles dans les contrées humides, d'autant plus qu'ils sont généralement mêlés à des débris calcaires et animaux. On s'en sert comme engrais pour les terres fortes des environs.

Les terrains salins tenaces sont mous, glissants, noirs quand ils sont humides, durs quand ils sont secs, et alors le sel se montre en efflorescence à leur surface. On les reconnaît de loin à une humidité superficielle qu'ils conservent par l'effet de la déliquescence du sel marin, qui attire sans cesse l'humidité de l'atmosphère et celle du sol.

Cultivés à l'état humide, ces terrains salins se corroient et forment des mottes très-difficiles à briser; on ne peut les cultiver que pendant la sécheresse, et la présence du sel ajoute beaucoup alors à la dureté du terrain. Aussi sont-ils coûteux à travailler. Les récoltes y sont chanceuses dans tous les pays où l'atmosphère, habituellement

(1) *Annales de l'agriculture*. 1832, t. X, p. 48.

sèche, n'entretient pas une certaine fraîcheur dans le sol; car si le printemps est sec, le collet des plantes se trouve tellement serré par le durcissement de la terre qu'elles souffrent et qu'elles ne profitent pas; mais aussi, quand les années sont favorables, on y obtient de superbes récoltes de blé. On a trouvé le moyen d'y maintenir artificiellement l'humidité nécessaire en couvrant de roseaux les semis de blé. Cette pratique, généralement adoptée dans les terres salifères du midi de la France, a rendu très-précieuse la récolte des roseaux (*arundo phragmites*, *typha*, *sparganium*, etc.). Les pâturages des terrains salins sont estimés et très-favorables aux moutons; les prairies y sont excellentes quand on peut les arroser avec de l'eau douce, à condition de n'y pas faire entrer l'eau quand elles sont sèches, pendant les grandes chaleurs; mais on peut les arroser aussi en été, quand on y entretient constamment la fraîcheur. Comme, en général, le sous-sol est plus salé que la surface, les arbres y viennent mal, à moins qu'ils ne soient placés dans le voisinage de courants d'eau douce. Le sel de l'intérieur est sujet à remonter à la surface à la suite des grandes pluies, ce qui empêche que, par l'effet du temps et des météores, le sol finisse par s'adoucir complètement.

## CHAPITRE V.

### Description d'un terrain.

La description d'un terrain est le tableau fidèle de toutes les propriétés générales et de toutes les circonstances particulières qui lui assignent un rang dans la classification et qui le distinguent des sols qui lui ressemblent le plus. Elle doit en donner une idée distincte, et pour ainsi dire le placer sous les yeux du lecteur. Voici l'ordre dans lequel nous croyons qu'elle doit être faite :

- 1<sup>o</sup> La situation topographique du terrain ;
- 2<sup>o</sup> Son altitude, ou son élévation au-dessus de la mer ;
- 3<sup>o</sup> La place que le terrain occupe dans la classification ;

- 4° Sa place géologique, le genre de formation des terrains agricoles dont il dépend ;  
 5° Sa pesanteur spécifique ;  
 6° Sa ténacité ;  
 7° Son hygroscopicité ;  
 8° Sa fraîcheur ;  
 9° Sa couleur à l'état sec ou humide ;  
 10° Son lotissement ;  
 11° Son analyse complète ou abrégée ;  
 12° L'épaisseur du sol ; la nature du sous-sol ; la profondeur du réservoir d'eau intérieur ;  
 13° L'inclinaison de la surface ;  
 14° Son exposition ;  
 15° Ses abris, leur direction, leur hauteur ;  
 16° Circonstances accidentelles prévues : inondations, gelées blanches, etc. ;  
 17° Plantes adventices les plus communes ;  
 18° Etat de la végétation des arbres et des plantes cultivées ;  
 19° Les notes historiques que l'on aura pu se procurer, le prix de fermage, l'assolement, l'état des communications et des débouchés, l'impôt, les charges.

#### EXEMPLE D'UNE DESCRIPTION COMPLÈTE :

- 1° Terre dite du Bordelet, commune de Saint-Just, département de l'Ardèche : échantillon pris au sud des bâtiments ;  
 2° Quarante-huit mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée ;  
 3° Limon meuble ;  
 4° Alluvion de l'Ardèche ;  
 5° Pesanteur spécifique, 2,25 ;  
 6° Ténacité, 0k.750 ;  
 7° Hygroscopicité, 40,5 ;  
 8° Frais en hiver, frais en été ;  
 9° Légèrement rougeâtre ;  
 10° Lotissement ;

#### EXAMEN MICROSCOPIQUE.

Lot n° 1.	45,7	Quartz, feldspath, mica en lames, comme s'il provenait d'un granit décomposé ; gresques, olivines et autres minéraux volcaniques, petits fragments de carbonate de chaux.
Lot n° 2.	27,1	Mêmes débris, ceux de mica proportionnellement plus nombreux.
Lot n° 3.	27,2	Mêmes débris réunis en plaque après la dessiccation par un ciment argileux.

---

100,0

11° Analyse :

Azote, 0,0005.

## PARTIE SOLUBLE.

Sulfate de magnésie . . . . .	0,4	} 2,0
Carbonate de chaux . . . . .	0,6	
Carbonate de magnésie . . . . .	0,2	
Nitrate de potasse . . . . .	0,5	
Matières organiques . . . . .	0,3	

## PARTIE INSOLUBLE.

Silice . . . . .	65,0	} 98,0
Alumine . . . . .	8,0	
Oxyde de fer . . . . .	4,0	
Carbonate de chaux . . . . .	12,0	
Carbonate de magnésie . . . . .	2,0	
Terreau . . . . .	7,0	
	100,0	

12° Les sols actif et passif peuvent se confondre à cause de la nature sablonneuse de la terre qui ne se tasse pas sous le poids des chevaux. Le sous-sol est à 5 mètres de profondeur, formé par une couche de cailloux roulés. Dans ce lit de cailloux coule une eau qui filtre de l'Ardèche et du Rhône;

13° La surface est sensiblement plane, mais réellement inclinée de quelques degrés du nord au midi;

14° L'exposition est au sud;

15° Il y a au nord un abri formé par une chaîne de hauteurs qui s'élèvent jusqu'à une centaine de mètres au-dessus de la plaine, vers Saint-Marcel-d'Ardèche;

16° Les accidents que l'on peut redouter proviennent tous des crues de l'Ardèche qui descend avec impétuosité des montagnes du Vivarais et qui, en 1827, ont emporté le pont et couvert une partie des terres de sable et de graviers. Mais, dans ses crues habituelles, cette rivière apporte un limon excellent qui fertilise tous les terrains où il se dépose;

17° Les plantes adventices les plus communes sont : les adonis, fumaria, saponaria, panicum, paspalum et le chiendent ;

18° La végétation des arbres et des vignes est magnifique et citée par tous ceux qui la voient ; la luzerne y vient sans fumier ; le maïs, le millet, le blé, les pommes de terre, les betteraves y croissent bien et donnent de bonnes récoltes ;

19° Le prix de fermage actuel est de 550 fr. l'hectare ; le débouché des denrées est le Pont-Saint-Esprit, Bagnols et Bourg-Saint-Audéol ; on peut les transporter aussi aisément à Avignon par le Rhône.

## AUTRE EXEMPLE :

1° Terre située à Orange (Vaucluse), quartier du Prébois, section de Couavedel ; domaine appelé la Tour du Prévôt ; échantillon pris au nord des bâtiments ;

2° Soixante mètres d'élévation au-dessus de la mer ;

3° Argilo-calcaire calcaire ;

4° Paludienne ;

5° Pesanteur spécifique, 2,5 ;

- 6° Ténacité, 2<sub>k</sub>,40 ;  
 7° Hygroscopicité, 49,5 ;  
 8° Sèche en été, humide en hiver ; possibilité d'arroser une partie du domaine ;  
 9° Couleur : grisâtre étant sèche, noirâtre étant humide ;  
 10° Lotissement :

Lot n° 1. . . . .	6
Lot n° 2. . . . .	52
Lot n° 3. . . . .	42
	<hr/>
	100

## 11° Analyse abrégée :

Silice . . . . .	25
Alumine. . . . .	21
Fer . . . . .	3
Carbonate de chaux. . . . .	49
Sulfate de chaux. . . . .	4
	<hr/>
	100

12° Sol actif, 0<sup>m</sup>,13 à 0<sup>m</sup>,16 ; sol passif, 0<sup>m</sup>,16 à 0<sup>m</sup>,48 ; sous-sol, argile compacte ; profondeur des eaux, 120 mètres ; des sources traversent la masse d'argile et viennent se rendre à la rivière sur plusieurs points de ses bords ; les puits qui atteignent ces sources sont peu profonds, de même que ceux où filtrent les eaux de la rivière à travers le sol ;

13° Surface inclinée de peu de degrés du nord-est au sud-ouest ;

14° Exposée à l'est ;

15° Un léger coteau à l'est, mais le terrain est exposé en plein aux vents du nord qui y soufflent avec violence ;

16° Les gelées pulvérisent la surface du sol, qui alors est emporté par les grands vents ; les plantes se déchaussent ; la terre manque souvent de profondeur, et les blés pourrissent en hiver : une culture profonde, comme celle qu'on donne pour la garance, fait disparaître cet inconvénient ;

17° Plantes adventices : ammi glaucifolium, adonis æstivalis, juniperus phœnicæa ;

18° Arbres venant mal, excepté les ormeaux, les saules et les peupliers blancs, dans les parties voisines des arrosages ; récoltes chanceuses, belles prairies arrosées ;

19° Prix de ferme, 64 fr. l'hectare ; débouchés : marchés d'Orange, route départementale d'Orange à Carpentras.

Ces exemples, en indiquant la marche que l'on doit suivre pour décrire les terres agricoles, montrent comment on peut les individualiser et en donner une idée nette à celui qui en lit les descriptions. On supprimerait même une partie de ces données faute de temps pour les recueillir, on ne donnerait qu'une analyse incomplète, on se bornerait à un simple lotissement, qu'encore ce qui resterait d'une description faite sur ce modèle aurait une tout autre importance que les termes vagues par les-



quels nos auteurs agricoles désignent les terres dont ils nous signalent la culture. Le nom systématique de la terre, pourvu qu'il fût bien établi d'après les principes que nous avons indiqués, serait seul plus positif. Désormais nous pourrions comparer facilement et sûrement tous les terrains ; une nomenclature saine et précise fera pénétrer dans la pratique l'habitude de les juger et d'apprécier leurs besoins. Les récits de voyages agricoles ne sont plus d'éternelles énigmes ; ils dépouilleront leur étrangeté, leur merveilleux quand la nature du sol que l'on aura parcouru sera bien connue, et on y démêlera de plus en plus, au milieu de si grandes diversités apparentes, l'uniformité réelle qui résulte de la nécessité d'obéir partout aux lois du sol, du climat et des débouchés.

# SIXIÈME PARTIE.

TENTATIVES FAITES POUR APPRÉCIER LA VALEUR DES TERRAINS.

---

## INTRODUCTION.

Les hommes ont dû chercher de bonne heure les moyens de connaître la valeur relative des terrains ; mais cette connaissance n'est devenue un véritable besoin que quand les terres, se subdivisant, sont devenues un objet de commerce. Jusque-là, les vastes domaines des seigneurs ne pouvaient les intéresser que sous le rapport de leurs produits, et ces produits, quand l'espace ne manque pas, se mesurent plus encore sur la population et sur son industrie que sur la valeur intrinsèque du fonds. Mais quand cette population s'est pressée sur le sol, quand la civilisation a permis et facilité le mouvement des hommes d'un lieu à un autre, quand chaque pièce de terre a acquis son prix réel, quand les capitaux éloignés ont cherché des placements territoriaux, quand les propriétaires ont voulu proportionner la rente aux produits, et les gouvernements l'impôt à ces mêmes produits, alors le propriétaire, le fermier, l'État ont été intéressés à trouver un juste mode d'appréciation des terres. La méthode historique dont nous parlerons plus loin, et qui consiste dans la discussion des faits accomplis et l'évaluation des récoltes précédentes pour en tirer une moyenne des produits, doit avoir été employée la première comme la plus simple, et on l'emploie encore aujourd'hui avec les mêmes avantages partout où l'agriculture est stationnaire, car partout où elle avance, les progrès de quelques terres influent sur toutes les autres en élevant leur prix ; cepen-

dant on connaissait aussi divers procédés empiriques pour juger de la bonté d'une terre.

Nous avons déjà dit que pour connaître si une terre était propre au blé ou seulement à la vigne, si elle était grasse ou légère, Virgile conseillait de faire creuser une fosse profonde, d'y remettre ensuite toute la terre qu'on en aurait tirée; si cette terre ne suffisait pas pour combler le fossé, c'était un signe qu'elle était légère et seulement propre à la vigne; que si au contraire il restait de la terre après avoir comblé le fossé, le champ était fort, gras, les mottes grosses, difficiles à rompre, et la terre était une terre à blé. Nous avons expliqué ce qu'il fallait entendre par cette expérience.

Le même poète enseigne à se défier des terres amères (qui communiquent une saveur amère aux eaux qui les traversent).

La tradition des terres amères subsiste encore parmi nos paysans du midi; pour eux, certaines terres appauvries, qui ne répondent plus aux soins du cultivateur, sont des terres amères, sans cependant qu'ils aient jamais essayé de les déguster. Cependant nous avons trouvé enfin des terres vraiment amères; elles contenaient du sulfate de magnésie, qui par la chaleur s'effleurissait même à leur surface, et la végétation ne paraissait pas là où ce sel était surabondant. On voit de vastes espaces de terrains de ce genre dans les alluvions de la Durance. Y a-t-il donc assez de sols pareils dans les terrains volcaniques de l'Italie, pour qu'ils soient un objet de remarque?

La végétation naturelle du sol paraissait à Olivier de Serre le véritable *criterium* des bons terrains. « Si vous ne pouvez savoir ce que rapporte une terre, année commune, regardez les arbres de toutes sortes, sauvages et cultivés; leur grandeur, leur petitesse, leur beauté, leur laideur, leur abondance, leur rareté vous serviront à juger solidement de la fertilité ou de la stérilité de la terre, sur tous lesquels les poiriers, les pommiers, les pruniers sauvages assurent le terroir être propre pour tous les blés; sous cette particularité que la terre à froment est propres aux poiriers, et celle à seigle où le pommier est abondant. Demeurent les pruniers de facile venue pres-

que en tous bons lieux, soit argileux et sablonneux ; servent aussi à telle adresse les chardons qui marquent le terrain propre aux poiriers, et la fougère aux pommiers. Ces plantes-là supportent, les premières l'argile, les secondes le sablon, selon les diverses natures des blés. Les bons et menus herbages croissant naturellement ès champs, vous aideront beaucoup à ceci ; car jamais bonnes et franches herbes ne viennent abondamment aux terres de peu de valeur (1). »

Enfin, ce père de notre agriculture complète en deux distiques ses conseils agrologiques :

Tu n'emploieras ton labour  
En terre de bonne senteur.  
En terroir pendant  
Ne mets ton argent.

Il y a quelques observations à faire sur ces signes diagnostiques donnés par Olivier de Serre ; il est certain qu'au moins dans notre midi, où il écrivait, le poirier réussit mieux dans les terres argilo-calcaires et le pommier dans les glaises ; que les chardons sont plus abondants dans les premières, et qu'on n'y voit pas de fougères, tandis qu'elles abondent dans les secondes ; il a donc raison de dire que les poiriers sauvages et les chardons sont des indices des terres à froment ; les pommiers et la fougère, des terres à seigle. Cette règle est-elle assez générale pour être admise partout, et en Normandie, par exemple, les pommiers ne réussissent-ils pas sur les terres calcaires ?

Des terres de très-chétive qualité, à cause de leur peu de profondeur et de leur sécheresse, les plaines caillouteuses de la Crau par exemple, portent d'excellentes herbes pour les bestiaux ; le petit trèfle, la fétuque ovine croissent au milieu des cailloux ; il est vrai qu'elles n'y croissent pas abondamment, mais cette terre est excellente partout où elle a de la profondeur et où on peut l'arroser. Le fait ne contredirait donc pas le principe ; les glaises froides, dépouillées de calcaire, ne présentent que

(1) Olivier de Serre, liv. I, chap. I.

les oseilles, les oxalides, la matricaire et d'autres plantes peu agréables aux bestiaux ; la règle se trouverait encore exacte sous ce rapport.

Les terrains secs, caillouteux et peu profonds abondent en thym, serpolet, lavande, romarin et autres herbes odoriférantes ; Olivier de Serre ne veut pas qu'on y perde son travail.

Enfin les terrains qui ont trop de pente sont difficiles à travailler, les terres y sont entraînées par les pluies ; il faut les abandonner à la production du bois, ou faire des travaux constants pour les maintenir en terrasses. Il a donc encore raison en thèse générale de ne pas en conseiller l'achat.

Au reste, les herbes qui croissent naturellement sur un terrain peuvent réellement aider à juger de sa qualité. On raconte qu'un aveugle, voulant acheter un champ, monta sur son âne-et s'y fit conduire par son fils ; ses voisins se riaient de lui, ne comprenant pas comment un homme privé de la vue pourrait juger de la qualité d'un champ. Mais lui, y étant arrivé, dit à son fils : « Attache-l'âne aux hièbles (*sambucus ebulus*) qui sont au bord des fossés.—Mon père, répond celui-ci, il n'y a pas d'hièbles ici.—Cela étant, dit le vieillard, retournons chez nous ; je n'achèterai pas la terre. » Ce conte est fondé sur la prédilection de l'hièble pour les terres fraîches et grasses.

Nous sommes tous portés à juger de la valeur des terres par leur végétation, et il ne manque à ce procédé, fondé sur la véritable nature des choses, que d'avoir été réduit en principes par l'observation et l'analyse. En attendant que les botanistes aient fait cette étude et en aient communiqué les résultats, nous dirons qu'il ne faut pas toujours juger d'un terrain par le mauvais état des récoltes annuelles qui peuvent avoir éprouvé des saisons contraires, mais qu'une belle récolte de blé, haute et très bien grainée, par exemple, annonce un bon sol ; que la grosseur du chaume, le nombre des tiges qui sortent d'une même racine, est aussi un excellent signe quand on examine le terrain après la récolte, comme il faut alors se défier des chaumes minces et des tiges isolées sur chaque

racine. Mais il faut se garder de négliger l'examen des plantes pérennes. Ainsi l'on conclura qu'un terrain est bon et profond si les rameaux des arbres sont allongés, les feuilles écartées, les branches rapprochée de l'horizontale; si les cercles qui séparent les couches concentriques du bois sont écartés; si l'écorce des jeunes arbres est unie, peu gercée, sans mousses et lichens.

Quand la terre est gazonnée, on remarquera si le gazon est composé de dactyle pelotonné, de pâturin trivial, de fétuque, de fléole et de vulpin des prés; si les bords des champs montrent le chardon lancéolé, le mille feuille, la bardane, l'ortie, l'hièble, la saponaire; ces plantes aiment tous les terrains gras.

Si, au contraire, les arbres présentent un aspect rabougri, que les pousses annuelles soient courtes, ainsi que les espaces interfoliaires, que les couches de bois soient pressées, que l'écorce des jeunes arbres soit gercée, couverte de mousse et de lichen; si la végétation du gazon est composée de nard resserré, d'agrostis vulgaire, d'erio-phorums, de caille-lait, d'airas, d'arénares, d'oseilles, de joncs, d'euphrases; que les bords des champs présentent la bruyère, le genêt, le cnique des marais, on pourra juger que les terres sont de qualité inférieure.

Un grand nombre d'auteurs ont cherché ensuite à donner un caractère général auquel on pût reconnaître les bonnes terres. M. Symonds (1) regardait comme une preuve de leur excellence quand elles se pulvérisent après une longue pluie; nous en avons dit assez pour montrer que ce signe peut être équivoque. Comme, après chaque découverte, des imitateurs essayent de s'en emparer par quelque bout, M. Ross cherche à appliquer les recherches d'Erhenberg sur les craies, et prétend que les terres fertiles renferment des milliards d'animaux infusoires. Sans doute, elles renferment un grand nombre d'animaux vivants et de dépouilles d'animaux, mais quant à des infusoires, nous avons soumis au microscope des terres d'une grande fertilité, et soit que nous observions mal, soit que l'observation de M. Ross ne soit qu'un cas particulier

1) *Annales d'agriculture* d'Arthur Young, t. XV, p. 117, de ses OEuvres.

dont il a fait une règle générale, nous n'avons rien vu de ce qu'il annonce, quoique nous ayons suivi la méthode indiquée par M. Erhenberg.

Enfin plusieurs autres agriculteurs ont voulu nous donner des formules de composition normale des terrains; ainsi Giobert indiquait, dans les environs de Turin, un sol qui contiendrait :

Pour un terrain fertile,		Pour un terrain stérile.	
Silice. . . . .	48 à 80	Silice. . . . .	42 à 88
Argile . . . . .	7 à 22	Argile . . . . .	20 à 50
Chaux . . . . .	6 à 11	Chaux . . . . .	4 à 20

Ces terrains, dont les limites sont d'ailleurs si mal définies, peuvent être bons ou mauvais, selon le sous-sol et l'humidité.

Pour montrer le peu de cas qu'il faut faire de pareilles formules isolées de ces circonstances, nous opposerons à celles de Giobert celle que donne M. Vilmorin; elle est intitulée *composition de la terre franche de Clamart*. L'auteur ajoute que non-seulement cette terre est très-fertile sur le lieu, mais qu'elle est encore la seule estimée et employée par les plus habiles jardiniers de Paris comme base de leurs compositions :

Argile sableuse. . . . .	57,0
Argile fine . . . . .	55,0
Sable siliceux en gros grains. . . . .	7,4
Carbonate de chaux en fragments. . . . .	1,0
Carbonate de chaux en poussière. . . . .	0,6
Débris ligneux. . . . .	0,5
Terreau . . . . .	0,5

---

100,0

Malheureusement, nous n'avons ici qu'une analyse incomplète et une lévigation de cette terre; mais telle qu'elle est, elle nous suffit pour voir qu'avec 1,6 de carbonate de chaux, dont 1 en gros grains, Giobert l'aurait rangée parmi ses plus inférieures. Maintenant (1845), on ne se sert plus de la terre franche de Clamart, mais de celle de Massy, que M. Neumann, chef des cultures au Jardin du Roi, regarde comme au moins égale à celle de Clamart. Son lotissement est le suivant :

Gravier . . . . .	9,5
1 <sup>er</sup> lot. . . . .	46,6
2 <sup>e</sup> lot. . . . .	58,6
3 <sup>e</sup> lot. . . . .	5,5
	<hr/>
	100,0

Sa ténacité est de 2<sup>k</sup>,8; le poids d'un mètre cube 1,044 kilogr. Son analyse nous a donné :

Silice. . . . .	53,0
Alumine. . . . .	17,0
Quartz . . . . .	24,8
Sulfate de chaux. . . . .	10,0
Carbonate de chaux. . . . .	2,2
Fer . . . . .	8,4
Acide phosphorique. . . . .	0,2
Matières organiques. . . . .	5,0
Perte. . . . .	0,8
	<hr/>
	100,8

Ainsi, nous trouvons ici une argile mêlée de gypse, ayant peu de carbonate de chaux, assez de quartz, et rien de ce qui constitue, d'après Giobert, une bonne terre. On voit cependant qu'elle peut prendre assez de consistance et que, par la variété de ses éléments, elle peut convenir à beaucoup de plantes.

M. Girardin, dans ses leçons de chimie agricole (1), nous fait connaître des expériences plus récentes de M. Drapier sur des mélanges de sable, d'argile et de calcaire, pris dans le plus grand état de pureté; elles donnent ce résultat : que ce qui est le plus favorable aux plantes, c'est un mélange par parties égales de ces trois substances; mais, faites trop en petit, ces expériences présentent des faits que la pratique en grand rend inadmissibles. Par exemple, le défaut de réussite du mélange de parties égales de sable et d'argile ne s'explique que par la privation absolue de toute substance organique dans la terre; car il y a un grand nombre d'excellents terrains qui ne contiennent pas de calcaire. D'ailleurs, qui ne connaît la difficulté d'opérer un mélange intime de substances pures? Nous n'attachons donc pas un grand prix à ces expériences; mais celles qui suivent, faites

(1) *Du sol arable*, p. 37.



aussi par M. Drapier, nous paraissent en avoir davantage. Elles étaient faites, non plus sur quelques kilogrammes de terre et quelques graines de semences, mais sur un demi-hectare de terrain et 25 kilogr. de froment, de seigle et d'avoine par chaque demi-hectare.

PREMIÈRE TERRE.

Composition : sable, 60 ; argile, 25 ; calcaire, 15.

		Froment.	Seigle.	Avoine.
Récolte . . .	Grains . . .	54 <sup>kil.</sup>	172 <sup>kil.</sup>	57
	Paille . . .	258	342	165

DEUXIÈME TERRE.

Composition : sable, 15 ; argile, 20 ; calcaire, 65.

Récolte . . .	Grains . . .	47	104	55
	Paille . . .	27	782	167

TROISIÈME TERRE.

Composition : sable, 52 ; argile, 10 ; calcaire, 58.

Récolte . . .	Grains . . .	52	201	57
	Paille . . .	262	1,420	142

QUATRIÈME TERRE.

Composition : sable, 20 ; argile, 65 ; calcaire, 15.

Récolte . . .	Grains . . .	108	162	125
	Paille . . .	446	1,502	580

CINQUIÈME TERRE.

Composition : sable, 45 ; argile, 35 ; calcaire, 30.

Récolte . . .	Grains . . .	290	458	246
	Paille . . .	1,080	1,280	810

Ces expériences confirmeraient donc le principe que le meilleur des sols serait un *limon* composé de doses à peu près égales des trois parties constituantes principales des sols. Quoique nous n'élevions aucun doute sur ces résultats attestés par une autorité aussi grave que celle de M. Girardin, nous ne pouvons nous empêcher de manifester quelque étonnement sur les anomalies que présentent les récoltes de paille et surtout de paille de seigle. Le rapport ordinaire de la paille de seigle au grain est de 100 : 31 (Bürger), et il serait ici de 100 : 12 pour la

première terre, et de 100 : 36 dans la cinquième seulement. Nous avouons aussi que nous ne saurions reconnaître une aussi grande différence dans les récoltes, sans soupçonner que plusieurs de ces terres se trouvaient dans un état de fertilité bien plus grand que les autres. M. Girardin pourra éclaircir ces doutes, si, quand on répétera ces expériences, il veut bien faire l'analyse de l'azote de chacune de ces terres.

D'autres travaux ont encore été produits ; ils ont attaqué la question par plusieurs faces, et méritent que nous nous y arrêtions. Pour juger de la fertilité des terres, on pouvait considérer : 1° la nature des productions ; 2° le produit des cultures ; 3° la terre en elle-même, sa composition et ses propriétés physiques. Ici ce ne sont plus des considérations vagues, comme celles que nous venons d'exposer brièvement pour arriver à des détails plus sérieux ; ceux-ci méritent de nous arrêter quelque temps.

## CHAPITRE PREMIER.

### Caractères de la valeur des terres tirés de la nature de certains produits.

La valeur des terres assignée d'après leurs produits n'est autre chose que le procédé historique que nous décrirons plus tard ; mais quelques agronomes ont cru trouver dans certains de ces produits une base suffisante et plus facile à déterminer, et ils ont cru pouvoir négliger les autres. Borgstède, le premier, a cherché cette base dans la production du fumier, ou, pour mieux dire, dans celle de la paille de litière combinée avec le produit du foin et la durée du pâturage. C'est de ces trois données qu'il tire son principal caractère (1), dont il forme les classes suivantes :

- A. Il y a des fourrages en quantité suffisante, en sorte que chaque vache a au moins 8 quintaux de foin ;
- B. Il y a des fourrages en surabondance ;
- C. Il n'y a pas la quantité suffisante de fourrages.

(1) *Grundsætzen ueber die general Verpachtungen der Domanien.* Berlin, 1785.

Sous le rapport du pâturage , il a les subdivisions suivantes :

- a.* Le bétail va au pâturage de la mi-mai à la mi-novembre ;
- b.* Le bétail va au pâturage de la fin de mars à la mi-décembre ;
- c.* Le bétail recoit toute sa nourriture à l'étable ;
- d.* 10 bêtes à laine qu'on ne fait pas parquer ;
- e.* 10 bêtes à laine qu'on fait parquer pendant 5 mois, et qui pendant sept autres mois passent la nuit à la bergerie.

Sous le rapport de la litière :

- a'* On a de la paille en surabondance : 1,465 à 1,781 kil. par hectare ;
- b'* On a de 1,558 à 1,465 kil. de paille par hectare ;
- c'* On a moins de 1,558 kil. de paille par hectare, et par conséquent on manque de paille de litière ;
- d'* On peut suppléer à la paille par d'autres substances ;
- e'* On peut acheter de la paille à bon compte.

En combinant ces trois ordres de considérations, on arrive à la table suivante, où le chiffre en litres exprime la quantité de semence de blé à mettre dans l'espace de terrain que l'on peut fumer avec les ressources de la ferme, c'est-à-dire le fumier d'une vache ou de dix bêtes à laine. Mais il faut remarquer que l'auteur admet des qualités différentes d'engrais, pour ce qu'il appelle terrain froid ou chaud ; nous pensons que le premier terrain est une glaise et que le second est siliceux ou calcaire.

	A. FOURRAGES en quantité suffisante.		B. FOURRAGES en quantité surabondante.		C. FOURRAGES en quantité insuffisante.		
	Terre froide.	Terre chaude.	Terre froide.	Terre chaude.	Terre froide.	Terre chaude.	
	LITRES.	LITRES.	LITRES.	LITRES.	LITRES.	LITRES.	
a' Paille surabondante . . . . .	61,57	68,41	73,41	82,09	48,56	54,73	a. Le bétail entre au pâturage à la mi-mai et en sort à la mi-novembre.
b' De 1,338 à 1,465 kil. de paille . . . . .	39,24	54,73	61,57	68,41	45,49	51,30	
c' Moins de 1,338 kil. de paille . . . . .	34,47	41,04	43,09	47,88	34,20	37,62	
d' Paille suppléée par d'autres substances.	37,86	44,46	48,30	54,73	41,04	47,88	
e' Paille achetée . . . . .	49,25	54,73	61,57	68,41	44,46	51,30	
a' Paille surabondante . . . . .	49,24	54,73	54,73	61,57	47,88	51,30	b. Le bétail entre au pâturage à la fin de mars et ne rentre qu'à la mi-décemb.
b' De 1,338 à 1,465 kil. de paille . . . . .	34,47	41,04	41,04	47,88	52,49	37,63	
c' Moins de 1,338 kil. de paille . . . . .	27,36	34,20	30,78	37,62	23,94	30,78	
d' Paille suppléée par d'autres substances.	37,86	44,46	49,25	54,73	41,04	47,88	
e' Paille achetée . . . . .	49,24	54,73	61,57	68,41	44,46	51,30	
a' Paille surabondante . . . . .	73,88	82,69	82,69	95,77	68,41	71,83	e. Le bétail nourri à l'étable toute l'année.
b' De 1,338 à 1,465 kil. de paille . . . . .	65,99	71,83	71,83	68,41	61,57	65,99	
c' Moins de 1,338 kil. de paille . . . . .	49,25	54,73	54,73	61,57	41,04	47,88	
d' Paille suppléée par d'autres substances.	61,57	68,41	68,41	71,83	61,57	65,99	
e' Paille achetée . . . . .	61,57	68,41	68,41	71,83	61,57	65,99	
a' Paille surabondante . . . . .	32,49	41,04	39,34	47,90	25,99	34,20	d. 10 moutons qu'on ne fait pas paquer.
b' De 1,338 à 1,465 kil. de paille . . . . .	25,99	32,83	32,59	38,31	24,30	27,36	
c' Moins de 1,338 kil. de paille . . . . .	19,50	24,62	22,58	28,73	17,79	20,52	
d' Paille suppléée par d'autres substances.	18,45	26,68	25,99	34,13	19,15	25,31	
e' Paille achetée . . . . .	25,99	32,83	32,49	38,31	24,30	37,36	
a' Paille surabondante . . . . .	19,06	23,94	23,19	31,15	15,22	19,94	e. 10 moutons qu'on fait paquer pendant 5 mois.
b' De 1,338 à 1,465 kil. de paille . . . . .	15,22	19,15	18,95	22,34	14,23	16,01	
c' Moins de 1,338 kil. de paille . . . . .	11,44	14,43	13,24	16,76	10,36	12,04	
d' Paille suppléée par d'autres substances.	12,40	15,62	15,22	18,15	11,22	13,03	
e' Paille achetée . . . . .	15,22	19,15	18,95	22,34	14,30	16,01	

Nota. On compte que 10 bêtes à laine ou porcs peuvent fumer l'espace où l'on répand 27,56 litres de semences; cet engrais est regardé comme suffisant par l'auteur, quand il revient tous les trois ans.

Ce travail mérite une grande attention, car il est fait par un homme expérimenté et représente bien les rapports qu'ont entre elles les différentes situations de tous ces genres d'exploitation agricole, fort usités en Allemagne. On désirerait sans doute qu'il fût plus généralement applicable. La situation pour laquelle il est fait une situation pauvre, et que le pays où elle existait a sans doute dépassée depuis les écrits de Borgstède. En effet, le maximum de produits en paille de 1,781 kilogr. par hectare ne représente guère qu'une récolte de blé de 11 hectolitres, et il la considère comme fournissant une quantité surabondante de litière; ce qui ne serait pas vrai pour des terrains où l'on récolterait parallèlement 5 à 6,000 kilogr. de trèfle et 12 à 15,000 kilogr. de luzerne par hectare. Il faudrait donc agrandir le cadre de ce tableau et le rectifier au moyen d'observations faites dans d'autres climats. C'est une heureuse idée que celle de prendre les engrais produits pour mesure de la valeur relative des domaines, mais c'est à la condition de comparer des terrains de nature identique. Il y a tels sols du midi de la France, de l'Italie et de la Sicile, qui ne fournissent pas un atome de fourrage, ne nourrissent pas une tête de bétail, et qui, par la force du climat et des principes nutritifs qu'ils renferment, donnent des récoltes supérieures à celles des meilleurs terrains compris dans ce tableau.

Il est évident que l'auteur a considéré le nombre de vaches, bien ou mal entretenues, comme constant; sans quoi la quantité de fourrage, insuffisante pour un certain nombre, deviendrait suffisante et surabondante pour un nombre moindre. On peut aussi affirmer qu'il n'apprécie pas à sa juste valeur l'industrie des bêtes à laine. Enfin, on voit que ce système suppose que le produit des terres est proportionné aux quantités d'engrais dont on dispose. En admettant que cela fût complètement vrai, et en se bornant à comparer des terrains de même nature et dans une même position, encore faudrait-il tenir compte et déduire de chaque terme les frais de culture. Supposez, pour le moment (et cette hypothèse devrait être remplacée par la réalité dans la pratique), que ces frais soient

représentés par le produit donné par une terre où l'on appliquerait seulement à l'espace propre à être ensemencé de 10<sup>lit.</sup> 56 le fumier d'une tête de bétail existant dans la ferme, c'est le moindre terme de ces tables. Ainsi, à 10,56 le produit net serait nul; à 95,77, terme le plus élevé, la valeur relative de la terre serait représentée par  $95,77 - 10,56 = 85,41$ ; ce serait, d'après l'auteur, une terre chaude, ayant surabondamment de fourrage et de paille, et où le bétail serait nourri à l'étable; elle serait de 71,75 pour une pareille situation, où le bétail resterait six mois au pâturage; de 51,21 pour celle où il y resterait huit mois et demi; de 57,54 là où l'on aurait des moutons qu'on ne ferait pas parquer; de 20,79 si les moutons parquaient six mois de l'année. Voilà dans quel esprit ces tables sont applicables.

M. Royer, professeur d'économie rurale, a pris le même point de départ, l'abondance du fourrage et par conséquent de l'engrais, mais il n'avait pas cru d'abord pouvoir s'en servir pour faire une appréciation rigoureuse; il s'était borné à assigner des rangs aux terres et à en former différentes catégories, sous forme d'échelle ascendante, ne prétendant pas assigner la valeur relative des différents degrés.

Sans entrer dans les considérations de la nature des terres, qu'elles soient siliceuses, calcaires, glaiseuses, l'auteur de ce système les classe selon six périodes de fécondité de la manière suivante: 1<sup>o</sup> période forestière; 2<sup>o</sup> pacagère; 3<sup>o</sup> fourragère; 4<sup>o</sup> céréale; 5<sup>o</sup> commerciale; 6<sup>o</sup> jardinière. Il est bien évident qu'il y a des terres qui, par leur fertilité intrinsèque, ne se trouvent jamais dans les périodes inférieures, mais qui sont dès leur défrichement dans la période céréale ou commerciale, comme au contraire il en est d'autres qu'il ne faut jamais faire sortir de la période forestière, et d'autres, comme les steppes, les gariques, les terres salées ou manquant de fond, qui seront dans une période pacagère inférieure à la période forestière et d'une moins grande valeur, et y resteront toujours; ce serait une période à ajouter à celle de M. Royer. Examinons maintenant les définitions de celles qu'il a indiquées.

1<sup>o</sup> La période forestière est celle où les terres manquent de principe végétatifs et en portent qu'un pâturage à peu près nul. Il ne faudrait pas juger cependant de cette faculté productive par une seule saison de l'année; ainsi on trouverait dans les pays méridionaux d'excellentes terres qui paraissent absolument sèches en été. C'est donc sur l'état d'enherbement du sol, dans la saison humide, qu'il faut seulement les juger.

Selon l'auteur, les terres qui sont dans la période forestière ne payent que le quart, ou au plus la moitié du travail qui leur serait consacré; pour les faire passer à un état meilleur, il faudrait employer des masses d'engrais qui surpasseraient de beaucoup la valeur des terres; aussi le moyen d'exploitation le plus sûr est encore de les semer ou planter en bois, laissant aux siècles à venir et à la nature le soin de les porter à la période suivante.

2<sup>o</sup> La période pacagère est caractérisée par la pousse chétive des luzernes, trèfles, sainfoins qui n'y deviennent pas susceptibles d'être fauchés, et forment à les consacrer au pâturage. Dans cette période, le prix de ferme dépasse 10 fr. par hectare, et les terres, donnant une production annuelle, possèdent en elles-mêmes les moyens de production d'engrais et d'avancement. Il n'est pas rare qu'un marnage ou du chaulage fassent passer immédiatement à la période suivante les glaises tenaces de cette période, en favorisant le développement des légumineuses. Cette espèce de puissance cachée des glaises, si facile à mettre en action, tandis que les terres calcaires manifestent spontanément toute leur fertilité, justifie l'auteur qui met les premières, parvenues à l'état pacager, au-dessus des calcaires qui se trouvent dans la même période.

3<sup>o</sup> La période fourragère est indiquée par la réussite à peu près complète de l'un de ces trois fourrages, luzerne, sainfoin, trèfle, dont on obtient le produit de 1,500 à 2,000 kilog. par hectare. Ce faible produit indique l'inégalité de richesse des terres dont certaines portions ne peuvent encore se faucher, et la nécessité de consacrer la plus grande partie du terrain à la production exclusive du fourrage, à l'effet de multiplier les engrais nécessaires pour arriver à un plus haut degré de fertilité.

4° La période céréale arrive quand le produit moyen des fourrages étant de 3,000 à 5,000 kilog. par hectare, la production céréale peut marcher de pair avec celle des fourrages et lui fournir la paille pour les litières. Alors s'introduit la nourriture à l'étable.

5° La période commerciale commence quand les engrais sont surabondants. Les céréales exposées à verser par trop de richesse ne sont plus le produit le plus avantageux de la ferme, si on ne les intercale pas avec des récoltes épuisantes, comme les plantes oléagineuses, textiles, tinctoriales, etc.

6° Enfin la période jardinière ne diffère de la précédente qu'en ce qu'une nombreuse population permet de substituer la bêche à la charrue, et que la possibilité d'acheter des engrais dispense de les créer sur le domaine. Telle est la classification naturelle que nous présente M. Royer (1). Elle annonce l'habitude de bien voir et de réfléchir, celle de classer les faits synthétiquement, et elle peut être d'un grand usage quand on voudra considérer les terres d'une manière générale.

L'auteur n'avait pas osé d'abord assigner la valeur du produit net de chacune de ces périodes; aujourd'hui, devenu plus hardi par les progrès de ses expériences, il nous donne un tableau où il cherche à apprécier la valeur des terres qui se trouvent aux divers degrés de son échelle (2). Mais arrivé à ce point, il a senti qu'il avait un pas de plus à faire et que la nature du sol amenait de graves variations dans cette valeur. Il admet donc trois grandes divisions: les terres calcaires, les terres siliceuses, les terres argileuses, qui répondent aux grandes divisions de notre classification. Prenant pour base de la valeur proportionnelle des terres celle des terres siliceuses dans la période fourragère et celle des terres argileuses dans la période pacagère qu'il suppose l'une et l'autre égales à 1, il assigne, pour les autres circon-

(1) Dans un excellent mémoire intitulé : *De l'acquisition, de la propriété et de l'évaluation du sol*; dans *l'Agriculture de l'Ouest*, de M. Riéffel, p. 465 et suivantes.

(2) *Agriculture de l'Ouest*, de Riéffel, t. II, p. 321 et suiv.



stances des terrains, les valeurs relatives suivantes pour leur prix de location.

PÉRIODES.	Terres calcaires.	Terres siliceuses.	Terres argileuses.
1 <sup>o</sup> Forestière. . . . .	0,1	0,25	0,5
2 <sup>o</sup> Pacagère . . . . .	0,25	0,5	1,0
3 <sup>o</sup> Fourragère. . . . .	0,5	1,0	2,0
4 <sup>o</sup> Céréale . . . . .	8,0	5,0	10,0
5 <sup>o</sup> Commerciale. . . . .	12,0	12,0	15,0
6 <sup>o</sup> Jardinière. . . . .	15,0	20,0	25,0

M. Royer fixe la valeur de son unité à 10 francs qui est le loyer au-dessous duquel il croit que l'on ne peut faire valoir les terres avec profit; ainsi, selon lui, les terres calcaires ne commenceraient à être profitables que dans leur transition de la période fourragère à la période céréale, les terres siliceuses dans la période pacagère, enfin les terres argileuses déjà dans la période pacagère. Les terres calcaires l'emportent sur les siliceuses dans la période céréale, mais elles leur sont égales dans la période commerciale, et les terres argileuses sont toujours supérieures aux autres.

Nous ne pensons pas que l'on puisse ainsi donner une évaluation générale d'une classe entière de terres; leurs caractères physiques entrent pour une trop grande part dans cette estimation pour qu'on puisse en faire abstraction; nous croyons donc que les chiffres de M. Royer doivent s'appliquer principalement aux terres sèches des pays à grandes cultures de la région des céréales, et que, hors de là, ils présentent de graves erreurs.

L'auteur essaye dans son tableau de comparer la valeur du fonds de terre à la rente, mais nous ne pouvons comprendre comment il a pu admettre qu'il y avait en France des fonds de terre qui se payaient 100, 80, 60 fois la rente (période forestière), qu'il y en avait d'autres qui ne se payaient que 12 à 15 fois la rente (période céréale, commerciale et jardinière). Ces écarts n'existent pas entre les fonds de terre les mieux placés sous le rapport du voisinage, de la population et des capitaux, et ceux qui le sont le plus mal. Il existe une différence de 2 à 3 pour 100 dans la rente que rapporte le prix d'achat; mais on

ne trouve nulle part des terrains à acheter pour 12 à 15 fois la rente.

Il ressort de ces tableaux une vérité importante, c'est que la valeur locative d'une même nature de terre peut devenir 50, 100, 150 fois plus forte en passant d'une période à une autre. Ajoutons que c'est surtout par des irrigations que l'on produit cette transformation, séduisant appât pour les améliorateurs.

Nous avons vu que la base dont part M. Royer est la production des fourrages; s'il avait vécu dans les contrées méridionales, il aurait pu ajouter quelques traits à son tableau. Ainsi après les terres qui produisent de beau sainfain et au-dessus d'elles, il aurait trouvé celles qui produisent de belles luzernes, et ce sont deux degrés différents de fertilité; il aurait trouvé enfin des alluvions qui portent ces luzernes sans engrais. Nous aurions encore un reproche à faire à cette classification. Préoccupé de la grande culture des céréales et des fourrages, M. Royer a complètement oublié la possibilité de tirer des terres de ses trois premières divisions un autre parti que celui que l'on en tire dans le nord. La vigne, l'olivier, le mûrier élèvent quelquefois le produit de ces terres négligées au niveau de celui des meilleures terres. L'exposition et la profondeur du sol jouent ici un rôle qui ne peut être passé sous silence. Il y a donc un nouveau perfectionnement à faire à ce tableau, c'est d'y introduire la considération des arbres et arbustes qui résument les qualités du sol, du sous-sol et celles du climat.

## CHAPITRE II.

### Caractères de la valeur des terres tirés des produits annuels. Système de Thaër.

Le régénérateur de la science agricole, Thaër, ne fut pas plutôt lancé dans l'exploitation rurale, qu'il sentit le besoin de se rendre compte du rapport qui existait entre les produits des terres et les moyens de reproduc-

tion. Sans méconnaître les effets des agents atmosphériques, en les admettant positivement, au contraire, comme nous le verrons plus loin, il comprit que dans une culture active, les moyens réparateurs fournis par les engrais étaient d'une bien autre importance que les principes nutritifs inhérents au sol, que la nature dispense d'une main avare, parce qu'elle n'a pour but que le maintien des espèces, et non le luxe de leur végétation. En cherchant donc la proportion selon laquelle une dose d'engrais augmente le produit d'une plante, il arriva en même temps, et par le même moyen, à trouver des caractères pour estimer la valeur des terrains. Mais en prenant ses premières données dans des analyses chimiques imparfaites, il aurait pu être entraîné dans de graves erreurs, si son tact agricole n'y avait suppléé, et s'il n'avait abandonné à temps ces vues *à priori*, pour en revenir aux résultats de la pratique.

Voici les données dont il est parlé. Einhoff a trouvé que dans diverses espèces de grains la quantité de principes nourriciers (selon lui le gluten, l'amidon, le mucilage sucré) étaient dans la proportion suivante :

Dans le blé-froment. . . . .	0,78
le seigle. . . . .	0,70
l'orge. . . . .	0,65 ou 0,70 selon la bonté.
l'avoine . . . . .	0,58
les lentilles. . . . .	0,74
les pois . . . . .	0,755
les haricots. . . . .	0,85
les fèves de marais. . . . .	0,685
les féveroles . . . . .	0,75

Ainsi, un hectolitre de

Blé pesant. 78 (1) kil. contiendrait	60,84	de sucres nourriciers.
Seigle. . . . . 75	—	51,10
Orge. . . . . 65	—	59,65
Avoine . . . . . 41	—	25,78
Pois . . . . . 84,8	—	64,02
Féveroles . . . . . 87,5	—	65,75

(1) Selon Thaër, l'hectolitre de blé pèserait 78<sup>k</sup>,15, puisqu'il contient 0,1 mètre cube, et que le scheffel, qui ne contient que 0,058 mètre cube, pèse 43<sup>k</sup>,56. Nous avons conservé les poids donnés par Thaër aux différents grains, quoiqu'ils diffèrent de ceux qu'ils ont en France.

Thaër, partant de ces données et les modifiant, dit-il, d'après *quelques* différences dans la nature des sucres, dans la quantité de paille, et d'après des *expériences*, en conclut que les céréales ont la faculté d'épuiser le sol dans les rapports suivants :

Blé-froment. . . . .	15
Seigle. . . . .	10
Orge . . . . .	7
Avoine. . . . .	5

De manière que, quant à l'épuisement qu'ils occasionnent, 6 hectolitres de seigle sont égaux à :

4,61 de froment;
8,58 d'orge;
12,00 d'avoine.

Maintenant, si l'on suppose qu'un hectolitre de seigle appauvrit le sol de 9°, 15,

Chaque hectolitre de froment appauvrit de	11,89
— d'orge	6,40
— d'avoine	4,37

Après la récolte, les champs ne restent pas dépourvus de tout principe nutritif, puisque l'on peut immédiatement en tirer une récolte nouvelle. Les plantes ne s'emparent donc que d'une partie de la fertilité de la terre, proportionnée à leur vigueur et à l'activité du sol. Thaër admet, d'après ses expériences, que :

Le froment appauvrit le sol de.	0,40	de sa fertilité.
Le seigle — —	0,50	—
L'orge — —	0,25	—
L'avoine — —	0,25	—

Ajoutons encore que Thaër admet, comme résultat de ses expériences, que la jachère restitue à la terre une certaine dose de fertilité proportionnelle à sa fertilité déjà acquise, et qu'ainsi :

10 degrés de fertilité reçoivent de la jachère.	4 degrés.
20 — — — —	6 »
30 — — — —	8 »
40 — — — —	10 »
50 — — — —	11 »
60 — — — —	12 »
70 — — — —	15 »
80 — — — —	14 »
90 — — — —	15 »

Maintenant, il nous sera facile de juger ce système et d'en faire voir les erreurs. D'après lui, toute terre peut être réduite par une courte série de récoltes à une valeur presque nulle. Ainsi, une terre partant d'un produit de 20 hectolitres ne porte plus que 5 hectolitres un tiers à sa troisième récolte de blé, ce qui est contraire à toute expérience dans nos régions du midi, où l'on sème trois fois du blé après la luzerne, sans que le produit tombe au-dessous de 12 à 14 hectolitres. Selon ce système, la valeur d'une terre consisterait uniquement dans cette fertilité acquise, et rien ne pourrait être plus avantageux que de l'enlever d'un seul coup et par une seule culture. Supposons que ce cas extrême pût se réaliser ; un sol qui porterait 20 hectolitres de blé, et qui aurait 595° de fertilité, aurait donc seulement une valeur totale de 50 hectolitres de blé, déduction faite des frais de culture. Nous trouverons aussi à critiquer son échelle croissante de la fertilité reçue par le sol au moyen de la jachère. Nous avons déjà parlé des terres calcaires du midi qui, au moyen d'une année de jachère alternant avec une année de blé, produisent indéfiniment et sans engrais 8 hectolitres. Selon Thaër, les 8 hectolitres supposent un épuisement de 95°,11, avec un résidu de 257° de fertilité, en totalité 352°,11 ; or, l'échelle croissante de Thaër ne s'étend pas au delà de 90°, et il est difficile d'imaginer comment il l'a conclue de l'expérience, car il ne doit jamais avoir eu à traiter des terrains aussi pauvres, et surtout des terrains ne possédant que 10°. Si, en suivant la même loi de progression, nous voulions pousser les nombres de la deuxième colonne jusqu'au chiffre correspondant à 552°, nous arriverions beaucoup plus bas que 95°. Aussi, tout en convenant que le bon état du terrain doit contribuer pour beaucoup à la fertilité que procure la jachère, parce qu'elle met en contact avec l'air un plus grand nombre de débris organiques à proportion que le terrain en est plus saturé, nous admettrons aussi que cette loi se modifie d'après la nature de terrains, et que l'on ne peut la poser d'une manière aussi absolue.

Mais si, sous les rapports théoriques, le système exposé par Thaër nous paraît manquer de vérité, voyons jusqu'à

quel point il peut nous indiquer la valeur relative des terrains.

Prenons le sol qui produit 20 hectolitres avec 595° de fertilité; sa culture est payée avec 5 hectolitres, plus un hectolitre de semence; reste 14 hectolitres de produit net; un sol produisant 10 hectolitres ne représente pas la moitié de la valeur de celui-ci, car il ne rend que 4 hectolitres nets; or, ce sol aura pour formule 297°, moitié de 595, et cependant la valeur relative est de 14 à 4. Il est donc bien évident que si l'on voulait se servir des formules de Thaër pour l'évaluation des terrains, il faudrait ne les prendre que pour ce qu'il les a faites, c'est-à-dire comme un moyen d'indiquer le produit brut, et c'est sous cette réserve seulement qu'on pourrait, en les supposant rectifiées, les appliquer à un objet auquel l'auteur ne pensait pas en les rédigeant, car son but unique était de chercher à représenter l'épuisement du terrain, de manière à faire juger des effets des assolements. Mais nous avons dû y chercher à notre tour les éléments qu'il y avait mis et qui étaient aussi ceux de la question qui nous occupe. M. Varembej a développé ce système sans en changer les bases dans ses lettres sur l'euphorimétrie.

### CHAPITRE III.

Continuation du même sujet. Système de M. de Woght.

M. de Woght, célèbre philanthrope allemand, en se livrant à l'agriculture, chercha à appliquer la méthode de Thaër, mais il ne tarda pas à reconnaître qu'elle ne tenait pas compte de l'état et de la nature du sol, que les engrais n'agissaient pas de la même manière dans tous les terrains et après toutes les cultures; il adopta alors un procédé empirique, inventé par Wulfen, qui consiste à regarder cette propriété complexe à laquelle il donne le nom de *fécondité*, et qui est la source des produits, comme étant le résultat de deux facteurs, l'un la *puis-*

sance du sol ou la faculté actuelle qu'il a de mettre en action les principes nutritifs (1); l'autre la *richesse*, ou l'ensemble des principes nutritifs, naturels ou artificiels, contenus dans le sol.

Attribuons une fécondité de 600 degrés à un champ d'un hectare, qui sans addition de fumier produirait 1,614 kilogrammes de blé (20.18 hectolitres, en supposant 80 kilogrammes à l'hectolitre); il s'agit de trouver les deux facteurs, *richesse* et *puissance*, qui ont produit 600 par leur multiplication. Nous avons l'équation  $600 = R \times P$ .

M. de Woght a ajouté 76,7 mètres cubes ou environ 6,000 kilogrammes de fumier au terrain, il a obtenu 1,957 kilogrammes de blé; il en conclut que cette quantité d'engrais a augmenté la fécondité d'une quantité correspondante, c'est-à-dire de 120 degrés, et que la nouvelle fécondité est de 720 degrés; mais la richesse a été augmentée d'une nouvelle quantité que nous appellerons  $r$ , la puissance restant la même, c'est-à-dire que l'on a  $720 = (R + r) \times P$ .

L'erreur de M. de Woght est d'avoir cru le problème résolu avec ces deux équations, en donnant arbitrairement une valeur à la puissance. Elles sont indéterminées puisqu'il n'y a que deux équations pour trois inconnues, et c'est ce que nous lui avons objecté autrefois; mais en examinant de près ses autres travaux, on suit de l'œil le tâtonnement qui l'a conduit à son résultat. Il a sans doute augmenté et diminué successivement le chiffre de la puissance et celui de la richesse, jusqu'à ce qu'il ait trouvé le produit d'accord avec les résultats pratiques; il s'est arrêté à fixer à 8 degrés le chiffre de la puissance

(1) Dans une notice sur les échelles statiques d'agriculture, insérée dans les *Annales d'agriculture*, 2<sup>e</sup> série, t. XXX (et imprimée avec beaucoup de fautes), nous avons traduit le mot *kraft* de M. de Woght par le mot français *activité*; dans une lettre que le célèbre auteur écrit à M. Briau, et qui est insérée dans la 5<sup>e</sup> livraison des *Annales de Grignon*, p. 159, il donne la préférence au mot *puissance* adopté par M. de Dombasle sur le mot *activité*, que nous avons proposé, et celui de *force* que présentait M. Briau. Sans rentrer dans la discussion métaphysique et assez obscure de l'auteur, nous cédon's à ses vœux, car il nous paraît fort indifférent d'adopter l'un ou l'autre de ces termes, dès le moment qu'ils sont définis. La livraison citée des *Annales de Grignon* contient la meilleure exposition du système de M. de Woght.

de son sol, et dès lors il a obtenu les résultats  $R = 75$  pour 1,614 kilogrammes de blé, et  $r = 15$  degrés ( $r$  richesse ajoutée pour 6.000 kilogrammes de fumier).

Il n'a pas tardé à voir que la puissance augmentait ou diminuait selon les saisons et les circonstances météorologiques. Ainsi un champ, qui avait 90 degrés de richesse, lui produisait quelquefois 2,150 kilogrammes de blé, ce qui supposait 792 degrés de fécondité et 8.8 degrés de puissance, au lieu de 8. C'était donc alors 0.8 de puissance qui étaient ajoutés par l'influence de l'année. M. Bella fils (1) a fait voir aussi que l'on ne pouvait pas regarder la puissance comme une quantité invariable, puisqu'elle était modifiée elle-même par les effets des engrais sur le sol, qui changeaient sa ténacité, sa porosité et son hygroscopicité.

De plus, les différentes cultures faisaient aussi descendre ou monter les chiffres de la puissance. Ainsi la présence prolongée du blé en terre la prive, pendant ce temps, des influences atmosphériques; elle se durcit et perd 0,10 de puissance, et seulement 0.05 dans les étés humides, ou si du trèfle était semé sur le blé. Les pommes de terre, en épuisant la richesse, augmentaient la puissance de 0.01 à 0.02, à cause des sarclages et de l'humidité entretenue sur le sol par les feuilles de cette plante. Le trèfle augmentait la puissance et la richesse; le marnage augmentait la puissance de 3 degrés dans la 1<sup>re</sup> année, de 4 dans la 2<sup>e</sup>, de 3 dans la 3<sup>e</sup>; au bout de quinze ans, la terre revenait à sa puissance première. Au reste, ces derniers chiffres devaient être relatifs à la qualité de la marne employée, et l'auteur du système avait tort d'attribuer à la seule puissance une bonification qui tournait aussi au profit de la fertilité.

La richesse diminuait ainsi selon les récoltes :

	Degrés.
Pour 100 kil. de blé. . . . .	2,46
— pommes de terre. . . . .	0,24
— colza. . . . .	3,30
— seigle. . . . .	2,21
— orge. . . . .	2,21
— avoine. . . . .	2,46

(1) *Annales de Grignon*, année 1845, p. 147.



Ces produits consommaient la fécondité ainsi qu'il suit :

	Degrés.
Pour 100 kil. de blé . . . . .	19,68
— pommes de terre.	1,68
— colza. . . . .	26,40
— seigle. . . . .	17,62
— orge. . . . .	17,68
— avoine. . . . .	19,68

Ils indiquaient dans la terre la fécondité suivante :

	Degrés.
Pour 100 kil. de blé par hectare .	44,2
— pommes de terre.	4 à 5
— colza. . . . .	41,2
— seigle. . . . .	44,2
— orge. . . . .	44,2
— avoine . . . . .	49,0

Au moyen de ces trois tableaux, on peut appliquer le système de M. de Woght à toutes les situations où l'on cultive les plantes qui ont été le sujet de ses expériences. Ainsi, nous savons qu'une terre a rapporté 18 hectolitres de blé par hectare (1,440 kilogrammes), qu'elle a reçu une fumure de 4,000 kilogrammes ; une autre terre de même qualité, mais fumée depuis longtemps, a produit 12 hectolitres 8 (1,025 kilogrammes de blé). La fécondité après la fumure est de 604,8 degrés ; la fécondité naturelle de 544 degrés ; le fumier l'a donc augmentée de 60°.

La *richesse* est donnée par les proportions :

$$4440 - 1023 = 417 : 60 :: 604 : x = 86,9 \text{ dans le 1er cas.}$$

$$417 : 60 :: 544 : x = 78,2 \text{ dans le 2e cas.}$$

La *puissance* par la division :

$$\frac{604}{86,9} = 6,9 \text{ dans le 1er cas.}$$

$$\frac{544}{78,2} = 6,9 \text{ dans le 2e cas.}$$

On voit donc qu'il s'agit, pour pouvoir se servir de cette méthode, d'avoir les résultats de deux expériences, l'une qui donne la fécondité naturelle du terrain, l'autre l'effet du fumier sur le terrain, afin de pouvoir déterminer la puissance. Ces expériences doivent être faites sur la même espèce de terrain et après les mêmes cultures. Alors on aura une base d'évaluation, la fertilité à

un prix relatif à la valeur de l'engrais dans le pays ; mais en achetant une terre, c'est la puissance, qualité inhérente à la terre, qu'il faut surtout payer. Ainsi, dans les cas que nous avons cités, la première terre, plus la valeur de 4,000 kilogrammes de fumier, vaudrait exactement la seconde.

Mais l'usage de ce système est loin d'être aussi sûr et aussi exact qu'il le paraîtrait par cet exemple. Dans une année sèche, par exemple, le fumier ne déploiera pas toute sa fertilité, et alors on risque d'avoir des chiffres très-différents pour exprimer la puissance dans la terre fumée et dans la terre non fumée ; tout l'avantage sera alors pour cette dernière qui paraîtra avoir une puissance plus considérable que l'autre. Tout cet appareil d'hypothèses, auxquelles il faudrait retoucher sans cesse, comme l'a fait l'auteur pendant toute sa vie, pour les ramener dans la voie de la vérité, ne pourrait qu'égarer ceux qui y mettraient trop de confiance. J'admets cependant que la fécondité pourrait être évaluée au moyen de ces formules, avec une certitude au moins égale à celle des formules de Thaër ; mais quand on voudra les décomposer en leurs éléments, on éprouvera toujours une difficulté réelle qui naîtra de l'indétermination des bases du calcul, et de ce que, pour les adapter à un sol quelconque, il faut se résoudre à passer par les tâtonnements qui ont rempli la fin de la carrière de M. de Woght.

Au reste, le but de cet estimable auteur, pas plus que celui de Thaër, n'a jamais été de faire servir ses échelles statiques à la détermination de la valeur des terrains ; il les destinait aussi à apprécier les assolements et les effets des différentes cultures sur le sol ; mais il en a tiré des conclusions pratiques intéressantes qui pour nous, au moins, ont besoin d'autres preuves que celles tirées de ses calculs. Cependant il est évident que si les éléments de puissance et de fertilité ou richesse se fondaient sur des données positives, on aurait résolu le problème de l'agronomie, résultat immense qu'il ne nous est pas encore donné d'atteindre par des moyens aussi simples.

## CHAPITRE IV.

**Caractères tirés de la composition de la terre.**

**Système de Thaër.**

Nous ne nous arrêterons pas à une foule de tentatives superficielles que l'on a faites pour essayer de lier la valeur relative des terres à leurs caractères minéralogiques et physiques. A quoi bon rappeler ces essais malheureux, fruit d'une demi-science, et qui n'ont pu résister aux moindres épreuves? C'est en Italie, surtout, qu'ont abondé les travaux de cette espèce. Plus l'art des experts du cadastre y était avancé, plus la pratique y avait développé ce tact admirable qui leur fait juger si vite et si bien le produit brut et le produit net d'une terre; plus cette profession a été répandue par l'introduction déjà ancienne de cadastres territoriaux exacts dans la haute Italie, plus aussi il s'est trouvé de ces experts qui ont cru pouvoir formuler les inspirations de leur tact intime, réduire leur art en science, et qui malheureusement l'ont fait sans avoir les connaissances qui leur eussent été nécessaires pour y parvenir. Nous nous bornerons donc à décrire deux de ces tentatives faites en Allemagne, l'une par Thaër et l'autre par Kreyssig.

Après avoir fait l'examen et l'analyse d'un grand nombre de sols, Thaër crut pouvoir les classer et les estimer, comme on va le voir dans le tableau suivant. La dernière colonne suppose que le terrain de première classe a une valeur de 100, et les autres terrains sont estimés en nombres proportionnels.

DÉNOMINATION méthodique des terres.	DÉNOMINATION DE THAER.	DÉNOMINATION USUELLE.	PROPORTION DES ÉLÉMENTS.				VALEUR relative.
			Argile.	Sable.	Chaux.	Terreau.	
1. Argilo-calcaire argi- leux.	Argile fortement impré- gnée de terreau.	Riche terre à froment.	74	40	4,5	11,5	100
2. <i>Idem.</i>	Terre très-tenace impré- gnée de terreau.	<i>Idem.</i>	81	6	4	9	98
3. <i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	79	40	4	7	95
4. Limon.	Riche terre marneuse.	<i>Idem.</i>	40	22	36	4	90
5. Terreau.	Terrain léger imprégné de terreau.	Terrain de prairies.	14	49	40	27	79
6. Terrain siliceux.	<i>Idem.</i>	Riche terre à orge.	20	67	3	10	78
7. Limon.	Riche terrain argileux.	Bon terrain à froment.	58	36	2	4	77
8. <i>Idem.</i>	Terrain marneux.	Terrain à froment.	56	30	42	2	73
9. Glaise.	Terrain argileux.	<i>Idem.</i>	60	38	»	2	75
10. <i>Idem.</i>	Terrain glaiseux.	<i>Idem.</i>	48	50	»	2	63
11. <i>Idem.</i>	Glaise.	<i>Idem.</i>	68	50	»	2	60
12. Terrain siliceux.	Terrain glaiseux.	Terre à orge de 1 <sup>re</sup> classe.	38	60	»	2	60
13. <i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Terre à orge de 2 <sup>e</sup> classe.	53	65	»	2	50
14. <i>Idem.</i>	Glaise sablonneuse.	<i>Idem.</i>	28	70	»	2	40
15. <i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Terrain à avoine.	23,5	75	»	1,5	30
16. <i>Idem.</i>	Sable argileux.	<i>Idem.</i>	18,5	80	»	1,5	20
17. <i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Terre à seigle.	14	85	»	1	15
18. <i>Idem.</i>	Terrain sablonneux.	<i>Idem.</i>	9	90	»	1	10
19. <i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Terre à seigle tous les 6 ans.	4	95,25	»	0,75	5
20. <i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Terre à seigle tous les 9 ans.	2	97,5	»	0,5	2

L'esprit qui préside à cette table est de regarder l'union de l'argile et du terreau comme donnant à une terre le prix le plus élevé, et le manque d'une de ces substances comme réduisant cette valeur. Dans les terres argilo-calcaires, chacune des unités de l'argile paraît entrer dans les calculs pour environ 0,78 et le terreau pour 3,7; ainsi nous avons, pour la première terre,  $74 \times 0,78 + 11,5 \times 3,7 = 100,27$ ; pour la deuxième,  $81 \times 0,78 + 9 \times 3,7 = 96,48$ , ce qui ne s'éloigne pas du rapport admis par l'auteur; mais le même calcul donne pour la troisième 87,52, et l'on ne s'explique pas la raison qui a porté Thaër à l'élever presque à l'égal de la précédente.

Dans les limons, on ne reconnaît plus de loi; le n° 4, qui a 40 d'argile et 4 d'humus, est taxé beaucoup plus haut que le n° 7 qui a 58 d'argile et également 4 d'humus; et qu'on ne dise pas que c'est le calcaire qui établit cette différence, car le n° 8, qui a 12 de calcaire tandis que le n° 7 n'en a que 2, descend au-dessous de lui, mais d'une si petite différence, qu'elle n'est pas expliquée par la réduction de moitié du terreau. Il semble évident que l'auteur a peu observé les terres calcaires.

Dans les glaises, l'argile acquiert une valeur plus grande que dans les terres argilo-calcaires et dans les loams; elle varie de 1,25 à 1,50; mais l'auteur a eu tort de ne pas expliquer la cause qui fait descendre le taux de la terre n° 11 qui possède une plus grande quantité d'argile que les précédentes.

Le même avantage reste à l'argile dans les terrains siliceux; sa valeur est de 1,50 tant que la quantité de terreau reste la même, mais si elle vient à descendre, et se réduit à presque rien, la valeur de l'argile n'est plus que de 1,0.

Ainsi, en résumé, Thaër estime avant toutes choses les terres argileuses riches en terreau, ensuite les limons riches en argile; enfin, les glaises et les silices n'ont de prix à ses yeux qu'en raison de l'argile qu'elles contiennent. Cette préférence pour les terres argileuses, ce second rang assigné aux terres calcarifères par les agronomes du Nord, tient sans doute à des effets de climat; la nitrification s'y fait moins bien, la chaux n'y a pas cette

propriété fécondante qui la fait estimer dans le midi, les cultures industrielles moins fréquentes n'y font pas apprécier les avantages d'une prompte décomposition du fumier. Bürger a raison de refuser sa confiance au système d'appréciation de Thaër (1), système basé sur des analyses imparfaites, où l'on s'est borné à séparer la prétendue argile de la silice par la lévigation. Nous avons déjà fait voir que l'argile était loin de pouvoir être obtenue par ce procédé, que ce n'était pas d'ailleurs une substance identique à elle-même, que sa composition variait infiniment, et que, selon ces variations, elle donnait aux terrains des propriétés différentes. Bürger cite deux terres dont la ténacité était en raison inverse de l'argile qu'elles contenaient, et dont celle qui en avait le moins se rapprochait par conséquent davantage des terres à froment de Thaër. Mais de quelle argile s'agissait-il? Était-ce seulement le résidu de la lévigation, le troisième lot? Mais qui assure qu'il n'était pas composé presque entièrement de fine silice, dans la terre la moins tenace? C'était par la recherche seule de l'alumine qu'on pouvait prononcer avec certitude sur l'état de ces terrains. Nous pensons donc qu'on ne peut avoir qu'une confiance conditionnelle aux évaluations de Thaër en ce que d'abord elles sont faites pour le climat de l'Allemagne et pour le genre de culture usité dans ces terres, dont la principale base était les céréales, et ensuite à cause de l'incertitude attachée à son mode d'analyse.

## CHAPITRE V.

### Méthode historique.

Ce que nous appelons la méthode historique dans l'évaluation des terrains consiste à se servir de tous les renseignements que l'on a pu recueillir sur les produits bruts, sur les frais et sur les produits nets; à composer un produit moyen à l'aide des résultats d'une série d'an-

(1) *Traité d'économie rurale*, § 11.

nées la plus longue que l'on puisse se procurer, et à obtenir ainsi non plus la valeur relative, mais la valeur positive du sol que l'on veut connaître. Nous avons déjà exposé cette méthode dans le *Guide des propriétaires de biens ruraux affermés*, et nous ne pouvons mieux faire que de reprendre ici cette exposition.

### SECTION I<sup>re</sup>. — *Estimation en bloc.*

L'estimation en bloc a lieu, ou par la comparaison de la cote d'imposition du domaine à celles des terres voisines, ou par celle du montant de leurs baux.

Dans les pays où le cadastre a été fait passablement, on peut se servir de la première méthode, mais cependant toujours avec quelque défiance. Dans ceux, au contraire, où il n'y a pas de cadastre, ou bien où le cadastre a été fait avec négligence, on ne peut nullement compter sur cette base; car fort souvent c'est au moyen du bail que les anciennes matrices de rôle ont été faites, et les circonstances de culture ayant tout à fait changé les proportions des valeurs des terres entre elles, les mêmes rapports n'existent plus.

Nous citerons un fait. Avant le cadastre, nous avons une terre qui était cotisée 200 francs et une autre 48 francs; la seconde, qui était autrefois humide et de peu de valeur, ayant été convertie en prairie depuis cinquante ans, la cotisation était restée immobile. A la confection du cadastre, la première de ces terres est restée à 200 fr.; la seconde est montée à 210 fr., et sans qu'il y ait dans ce changement une injustice criante. Quelques années encore, et ces défauts des anciennes matrices deviendront sensibles pour le cadastre, et il faudra aussi se défier de ses indications. En attendant, on peut s'en servir comme d'un auxiliaire; mais c'est un allié d'une fidélité douteuse.

Voici la manière d'opérer au moyen de la cote des impositions: on s'informe des terres affermées aux conditions les plus équitables, et qui sont de la nature la plus analogue à celles que l'on veut louer; du revenu réel qu'elles donnent et de leur revenu estimatif dans le

cadastre : on établit ainsi le rapport entre le revenu de la matrice de rôle et le revenu réel; on multiplie le revenu présumé du domaine que l'on veut évaluer par ce rapport, et l'on a le revenu réel qu'il doit donner.

Ainsi prenons pour point de comparaison trois domaines :

	Revenu de la matrice de rôle.	Revenu réel.
1 <sup>o</sup> . . . . .	2,000	2,600
2 <sup>o</sup> . . . . .	1,750	2,400
3 <sup>o</sup> . . . . .	1,420	2,000
Totaux. . . .	5,170	7,000

Le rapport entre le revenu cadastral et le revenu réel étant de 5,170 : 7,000, nous multiplions par 7,000 le revenu cadastral du produit à évaluer, qui est de 3,100, et nous divisons le produit par 5,170 : nous trouvons 4,197 fr. 29 c. pour le revenu réel cherché.

Si l'on en obtenait davantage, on pourrait l'attribuer ou au mauvais choix que l'on aurait fait des points de comparaison, ou à une erreur du fermier, erreur qui finit toujours par tomber au préjudice du propriétaire, si elle est trop considérable, ou à une augmentation dans la concurrence, qui réduit la portion que le fermier s'attribue sur les récoltes de la ferme pour payement de son travail.

Outre ce premier moyen d'estimation, on doit aussi employer l'estimation en bloc, en comparant les baux à ferme des terres de la nature la plus analogue possible à celles dont on cherche le prix; on évalue alors le prix de location de l'hectare de terre, et l'on multiplie ce prix par le nombre d'hectares de terre de pareille qualité que l'on possède. Ainsi

	hectares.		
1 <sup>o</sup> Un domaine de. . . .	100	donne une rente de	5,000 fr.
2 <sup>o</sup> Un de. . . . .	75	—	4,000
3 <sup>o</sup> Un de. . . . .	50	—	2,700
Totaux. . . . .	225	—	11,700

Ce qui donne 52 fr. par hectare moyen. Le domaine à



évaluer étant de 85 hectares, le prix proportionnel de sa rente doit être de 4.420 fr.

Mais ces estimations en bloc ne peuvent guère se faire que dans les pays où les terres ont une grande uniformité : si la nature du sol varie beaucoup, ou que les genres de cultures soient très-différents et exigent des terrains qui aient des qualités spéciales pour chacune d'elles, on ne pourrait se prévaloir de ce genre d'estimation qu'en risquant de commettre de très-grandes erreurs. Il vaut mieux alors recourir à l'estimation parcellaire, dont nous parlerons plus loin.

Mais quand l'estimation en bloc est possible, c'est celle ou l'on se rencontre le plus souvent avec les fermiers, parce que généralement ils ne font pas autrement leurs comptes.

Dans les cas où les terres ont le plus d'uniformité, il y a cependant quelques circonstances qui peuvent élever ou abaisser l'appréciation qui résulte de la comparaison dont nous venons de donner des exemples. Ainsi : récolte-t-on des fourrages au delà des besoins, ou est-on réduit à en acheter? Les transports au marché sont-ils plus aisés ou plus difficiles que ceux des terres prises pour point de comparaison? — Quand le fourrage manque à un fermier, tandis qu'il suffit dans les autres fermes, il faut retrancher du prix de location la valeur du fourrage supplémentaire, plus les frais de transport. Quand les prairies, au contraire, surabondent, il faut faire entrer en considération la valeur des fourrages qui peuvent être vendus ou consommés en sus de la consommation des fermes de comparaison.

Le mauvais état des communications ou l'éloignement des marchés est une circonstance qui peut diminuer beaucoup la valeur d'une terre, comme une situation contraire peut aussi l'augmenter. Dans son *Guide des Fermiers*, Arthur Young calculait que quand le marché était éloigné de 50 kilomètres, il en coûtait au fermier 24 fr. pour porter 29 hectolitres de blé au marché, en comprenant un retour de charbon à porter en déduction, ce qui n'a pas lieu chez nous; c'est à peu près 80 centimes par hectolitre. Il voulait, avec raison, qu'une partie

de ces frais fût portée en déduction du prix de ferme.

En France, on peut dire qu'en général un pareil transport, qui exige deux journées de charroi, coûterait 50 fr., ou 1 fr. 10 c. par hectolitre, soit en loyer ou usé des harnais et chariots, soit en conducteurs et faux frais.

Supposons donc que les autres fermiers, qui servent de point de comparaison, pussent faire ce trajet en une seule journée, la moitié du prix de ce transport devrait être déduite de l'évaluation première; et si l'on avait à vendre 500 hectolitres de blé sur une pareille ferme, ce serait une somme de 225 fr. qu'il faudrait rabattre du prix de ferme.

Si l'éloignement du marché est si préjudiciable aux intérêts du propriétaire, d'un autre côté son voisinage augmente le fermage dans une proportion plus forte que l'on ne saurait le croire, quand on est fort rapproché d'une ville considérable. C'est qu'alors le fermier peut se livrer à des cultures jardinières qui rapportent un grand profit, et dont on aurait tort de rapprocher le produit des terres à blé. On doit donc se garder de prendre un pareil domaine pour régulateur, si l'on ne possède que des terres à blé; de même que si l'on possède une propriété de cette nature, on ne doit pas l'évaluer d'après le prix de domaines plus éloignés.

On voit donc que, quoi qu'on fasse, il règne toujours quelque vague dans une estimation fondée sur ces genres de comparaison, parce qu'il est impossible de trouver des objets semblables à comparer; sa justesse dépend beaucoup du jugement et de l'expérience de celui qui l'opère; rien ne supplée, à cet égard, à l'habitude de voir les champs et d'en faire souvent l'objet de ses conversations avec ses fermiers, ses voisins, ses ouvriers. Si tout se cache quand il s'agit d'un marché, tout se dit dans l'épanchement d'un entretien que l'on croit désintéressé, et l'on en retire des lumières précieuses quand on sait les mettre à profit.

## SECTION II. — *Estimation parcellaire.*

L'estimation parcellaire, ou celle qui consiste à estimer

séparément les différentes portions de terre d'un domaine, est utile surtout quand les cultures et les produits en sont variés. Dans ce cas, une estimation en bloc ne pourrait être qu'erronée.

Un fermier se tire beaucoup mieux d'une estimation parcellaire dans le canton qu'il est accoutumé à cultiver, que le propriétaire lui-même; mais l'éloigne-t-on de son sol d'habitude, il y sera tout aussi novice. Il parait, par la lecture des auteurs agronomiques anglais, que l'esprit de détail et d'exactitude de cette nation se retrouve dans l'estimation des terres comme ailleurs. Un fermier anglais, en parlant d'une pièce de terre, dira : C'est une terre de 25 schellings de rente; c'est une terre de 2 livres de rente, etc. Cette habitude lui permet de former avec exactitude des estimations parcellaires, et c'est ce genre d'estimation que conseille Arthur Young dans son *Guide du Fermier*. Mais cette exacte appréciation tient beaucoup à l'habitude qu'ont ces fermiers d'écrire leurs comptes dans un meilleur système que l'informe brouillard de ceux qui écrivent quelque chose chez nous, et aussi de ce que, contrairement à l'opinion générale, les fermiers y changent beaucoup plus souvent que chez nous. Les baux à longs termes y sont rares, les baux à volonté très-communs, et le changement de fermier à la fin d'un bail presque habituel. Aussi ces fermiers parviennent-ils à connaître leur marchandise beaucoup mieux que les nôtres, qui, dans la plupart des provinces, sont presque inamovibles, quoique vivant et travaillant sur la foi incertaine d'une tacite réconduction.

On conçoit donc que dans les pays où l'on n'a pas la coutume d'affermir des terres en détail, où les changements de fermiers sont rares et où l'on ne tient pas des notes exactes du produit de chaque terre en particulier, il est très-difficile d'acquérir l'habileté nécessaire à une estimation parcellaire. Les notes qui seraient indispensables pour y parvenir ne peuvent même pas être tenues régulièrement par un propriétaire qui ne réside pas sur sa ferme ou qui n'y fait pas des visites très-fréquentes. Ainsi, par exemple, une telle estimation exige que pendant de longues années on ait connu la valeur des ré-

coltes de chaque nature de terrain, ce qui suppose que l'on a vu ces différentes récoltes sur les champs ; que l'on sache quelle est la quantité moyenne de gerbes, de raisins, de fourrages produite par chacun d'eux. Quand on a longtemps suivi ces détails, on finit par se former une certaine habitude de juger le produit d'une terre, en voyant le blé en herbe, le chaume, la force des souches d'une vigne, etc., mais seulement dans le canton où l'on a observé. C'est ainsi que, dans les Cévennes, on juge, au milieu de l'hiver, la quantité précise de feuilles que produira un mûrier.

Si à cette première notion on joint celle des frais de travail pour chaque étendue de terre donnée, on pourra estimer, avec beaucoup de certitude, le véritable produit net des parcelles ; mais, sans ces connaissances indispensables, nous ne conseillons à personne de s'y hasarder : car ce genre d'estimation, qui est le plus exact de tous quand on sait le faire, risque de devenir le plus fautif quand on n'a pas les connaissances exigées pour s'y livrer.

Dans les pays où l'on loue beaucoup de terres à petites parties, comme dans le midi, on connaît aussi fort bien la valeur de chaque mesure de terrain ; les paysans ne s'y trompent pas et la voix publique en instruit le propriétaire ; mais s'il parlait de ces données, il risquerait encore beaucoup de se tromper quand il voudrait estimer un corps de domaine. En voici les raisons : dans les pays où l'amodiation parcellaire est introduite, tous les champs qui en sont susceptibles ont fini par être soumis à cette pratique, qui est sans contredit la plus avantageuse de toutes ; ces champs sont ceux qui sont à la proximité des villes ou des noyaux de population. Or, si le domaine que l'on veut estimer n'est pas dans cette position et qu'il ne soit pas réellement susceptible de l'amodiation parcellaire, c'est à tort qu'on croirait pouvoir en retirer le même prix. Une diminution d'un quart n'est quelquefois pas suffisante pour exprimer la différence qui existe entre ces deux positions de terres de même nature.

La culture à la bêche et l'emploi du temps perdu des ouvriers font cette énorme différence. Ce n'est donc

qu'avec la plus grande précaution que l'on emploiera les données fournies par ce genre d'exploitation.

Tout en souhaitant donc aux propriétaires qui liront ceci l'instruction nécessaire pour pouvoir pratiquer l'estimation parcellaire, nous les engageons à s'en abstenir s'ils ne possèdent pas parfaitement tous les éléments que nous avons exigés pour ce genre d'estimation.

### SECTION III. — *Estimation détaillée par les récoltes et les frais.*

L'estimation par le produit des récoltes est la plus sûre et même la plus facile quand on a su se préparer d'avance les matériaux nécessaires. Muni de ces données, possédant le tableau des récoltes successives, on pourra en déduire le produit de la ferme de la manière dont nous l'indiquerons dans les différents articles qui vont suivre.

#### § 1er. — Évaluation des récoltes par les semences.

Quand la masse des terrains d'une ferme consiste en terres en blé, on peut arriver à des résultats assez positifs par la connaissance de la quantité de grains semée sur la ferme. M. de Morel de Vindé, qui attachait beaucoup de valeur à cette méthode, l'a recommandée dans son *Mémoire sur les troupeaux de progression*.

La quantité de grains semée dans une terre n'est pas une quantité fixe que l'on puisse juger en connaissant seulement la contenance du terrain ; elle varie, et quelquefois beaucoup, d'un pays à l'autre : c'est donc la connaissance positive du grain semé dans le pays par hectare, et mieux encore celle de la quantité de grain semé habituellement sur la ferme elle-même qu'il faut connaître. Or, il n'est pas difficile d'y parvenir, parce que cette quantité variant peu d'une année à l'autre, les valets de ferme, les voisins en sont instruits, si l'on ne le sait pas déjà soi-même, et que le fermier lui-même ne peut guère refuser de donner une réponse exacte à cette question.

La récolte produite par chaque mesure de semence est une chose plus vague, on vous dira bien dans le pays que

le grain multiplie cinq fois, six fois, sept fois en terre; mais nous avons toujours éprouvé, en voulant vérifier ces données, qu'elles manquaient généralement d'exactitude. Ainsi, dans un pays où le grain a la réputation de reproduire huit fois la semence en terme moyen, nous avons trouvé, par une observation de douze années, qu'il ne le multipliait que six fois trois quarts. On voit donc que les indications des fermiers eux-mêmes, tenant à des souvenirs confus, sont moins des données exactes que des aperçus vagues, dans lesquels la pente qu'a la nature humaine à se flatter et à exagérer les qualités de ce qu'elle possède entre toujours pour beaucoup. Cependant, en accordant quelque chose à cette cause, on ne doit pas dédaigner absolument ce moyen d'estimation. M. de Morel de Vindé, dont le nom fait autorité en agriculture, assure s'en être toujours bien trouvé, et il est certain que toutes les recherches auxquelles nous sommes obligés de nous livrer quand nous manquons de base fixe ont toujours leur part d'incertitude, et qu'il suffit que nous soyons prévenus que les erreurs ont des limites qui ne sont pas trop éloignées.

Nous verrons plus tard l'usage que nous devons faire de cette appréciation.

§ II — Estimation des récoltes moyennes par les produits d'une ou de plusieurs récoltes de la ferme.

Nous continuerons à être ici dans le vague, et nous y resterons tant que nous n'aurons pas un état exact, et tenu pendant plusieurs années, du produit des récoltes diverses. Cependant, comme il importe de s'aider de toutes les lumières, quelque faibles qu'elles soient, quand des renseignements positifs viennent à nous manquer, nous ne négligerons pas ici d'indiquer le moyen d'évaluer approximativement les récoltes moyennes quand cet état circonstancié vient à nous manquer.

Ayant examiné un grand nombre de résultats de produits, nous avons vu qu'en général si l'on appelle 1 le produit d'une année moyenne, les récoltes les plus fortes d'une terre étaient 1,5, et les plus faibles 0,66. Or, si les fermiers ne gardent guère le souvenir des récoltes

annuelles moyennes, ils se rappellent parfaitement les termes extrêmes, et il n'est pas très-difficile de savoir d'eux ou des gens du pays le maximum ou le minimum des récoltes d'une ferme.

Supposons que le minimum soit de 80 hectolitres, la récolte moyenne s'obtiendra par la proportion

$$60 : 100 :: 80 : x = 121 \text{ hectolitres.}$$

D'un autre côté, sachant que la récolte maximum a été de 180 hectolitres, nous avons

$$150 : 100 :: 180 : x = 120.$$

La récolte moyenne serait donc de 120 à 121 hectolitres.

Le plus souvent on ne tombe pas aussi exactement sur le même résultat en partant du maximum et du minimum, c'est que les récoltes désignées alors comme telles ne sont pas un minimum et un maximum absolus ; mais il suffit que les deux termes se rapprochent pour que, prenant un terme moyen, on ne s'éloigne guère de la vérité.

On sent toute l'imperfection de ce moyen ; nous ne le donnons que pour ce qu'il vaut. Nous nous en sommes servi souvent avec succès ; mais il peut se présenter des cas où il soit très-fautif : ce n'est donc que comme auxiliaire, comme moyen de vérification, plutôt que pour parvenir à un résultat définitif, que nous le conseillons ici.

§ III. — Estimation des récoltes moyennes par des résultats positifs de plusieurs années.

Nous arrivons à des résultats beaucoup plus sûrs quand nous avons des notes exactes sur un assez grand nombre de récoltes. Ils deviendront d'autant plus certains que le nombre de ces récoltes sera plus grand, et quand on en réunira douze ou quinze, on pourra espérer de n'avoir que des changements insensibles à leur faire subir, tant que la culture ne changera pas notablement.

En général, on prendra dans ces notes un nombre d'années qui soit multiple de la durée de l'assolement, puisque, à la fin de chacune de ses rotations, toutes les terres de la ferme, quelle que soit leur qualité, ont

fourni toutes les natures de produits ; si les terres étaient d'une nature fort égale, on pourrait, sans inconvénient, s'écarter de cette règle. Ainsi l'assolement étant de trois ans, on prendra six, neuf, douze et quinze années.

Si l'on n'avait qu'une seule rotation à soumettre au calcul, on risquerait de commettre des erreurs considérables, à moins que l'assolement ne fût très-long. En effet, on voit souvent trois bonnes ou trois mauvaises récoltes de suite ; il ne faudrait pas manquer alors de s'informer soigneusement de l'opinion que l'on a des produits de ces récoltes dans le pays, et de vérifier le résultat moyen que l'on aurait obtenu par les deux méthodes indiquées ci-dessus.

Le domaine présente souvent plusieurs natures de récoltes ; mais il en est, dans le nombre, dont il est facile de connaître le produit. Ainsi l'on saura toujours le produit d'une récolte d'huile au moulin à huile, d'une récolte de vin par une visite dans le cellier et le nombre des tonneaux et des foudres pleins.

Pour les produits des bestiaux, il y a ordinairement des formules toutes faites dans chaque pays, et il est facile de les appliquer ; mais ces produits sont si variables, que nous ne pouvons donner ici aucune règle à cet égard.

Au reste, ce qui facilitera les recherches que l'on aura à faire, c'est qu'il ne s'agit ici que de produits bruts. Ainsi, quand on saura le nombre de veaux, la quantité de fromages, de beurre, on aura toutes les données nécessaires pour une exploitation de vaches ; pour les bœufs à l'engrais, il suffira de savoir le poids moyen auquel on les achète et celui auquel on les porte dans le pays. Cette approximation est suffisante pour le but qu'on se propose.

#### § IV. — Du loyer des bâtiments.

Il se présente ici un problème qu'il est important de résoudre. Doit-on faire entrer dans les produits du domaine la valeur locative des bâtiments, et sur quel pied doit-on la compter ? Il suffit de considérer qu'en faisant un tout autre emploi de son temps, le fermier devrait se



pourvoir d'un logement pour lui et sa famille ; que, d'ailleurs, ce logement est le fruit d'un travail avancé par le propriétaire, et l'on ne mettra plus en doute que cette jouissance ne doive être portée en recette. Mais le fermier ne peut être soumis qu'à un loyer en rapport avec sa position sociale, et ne doit entrer pour rien dans les dépenses de luxe qu'on aurait pu être tenté de faire pour embellir ces constructions.

La valeur réelle des bâtiments n'est donc pas la base dont nous devons partir ; mais celle-ci n'est autre que la proportion ordinaire qui existe entre la richesse et le loyer. Cette proportion variera selon les pays, les climats, les habitudes, et elle ne sera certainement pas la même à Naples qu'en Angleterre. C'est donc un calcul différent à faire pour chaque localité.

Dans le midi de la France, le prix du loyer d'une famille, qui ne s'élève pas jusqu'à l'opulence, est en général le douzième de son revenu. Ainsi le fermier qui dispose d'un capital de 6,000 fr., qui doit lui rapporter 10 p. 100 (taux moyen actuel des entreprises industrielles), payera un loyer de 50 fr. environ. Cette rente et ce loyer sont ceux des familles d'ouvriers qui ne disposent que de leur travail.

Le fermier qui, outre son travail et celui de sa famille, peut encore disposer de quatre bêtes de travail et d'un valet, se trouve avoir un capital d'au moins 12,000 fr., ce qui porte sa rente à 1,200 fr. et son loyer à 100 fr. : or, une ferme suffisante pour lui coûtera, dans le pays, au moins 6,000 fr. de construction et un entretien annuel de 20 fr. ; ainsi, la rente réduite à 100 fr. ne représente pas tout à fait 2 p. 100 de la valeur de cette construction. D'où l'on voit que les bâtiments de ferme sont une charge pour le propriétaire qui, au reste, ne porte que la peine commune à tous ceux qui font bâtir dans une situation qui, faute de concurrence, n'est pas favorable aux loyers.

#### SECTION IV. — *Continuation de l'estimation par les produits et les frais.*

La portion attribuée à l'ouvrier pour paiement de son

travail n'est pas une aliquote fixe du produit. Elle est proportionnée à la concurrence des locataires de fermes, et n'a souvent qu'un rapport éloigné avec la valeur plus ou moins grande du sol et la quantité plus grande ou plus petite de denrées que l'ouvrier peut en obtenir par son travail.

Le minimum en est la subsistance de l'ouvrier et de sa famille, et ce minimum n'est pas susceptible de grandes variations dans un même pays, quoiqu'il soit fort différent d'un pays à l'autre, selon le genre de nourriture et le climat ; mais le maximum n'a d'autre borne que le produit total du sol, qu'il est bien près d'atteindre quelquefois. Ainsi l'Américain, qui donne 50 fr. de la propriété de 10 acres de terre sur le Missouri, ne paye en réalité que 3 fr. du fermage d'une terre qui rapporte le triple de sa subsistance. Quand la concurrence sera aussi étendue dans ce pays que sur les bords de la Seine ou de la Tamise, au lieu de recevoir trois fois sa subsistance de son travail annuel, il lui restera à peine de quoi vivre, lui et la famille qui l'aidera dans son travail.

Dans les pays où il n'y a pas de capitaux nombreux en proportion de l'étendue des fermes, on voit donc les produits des fermiers s'élever, tandis qu'ils sont nuls et se réduisent au strict nécessaire dans les pays bien peuplés, et où les fermes n'ont d'étendue que celles des forces d'un ouvrier et de sa famille. C'est la circonstance sociale qui porte au maximum le taux du fermage, parce que c'est celle aussi où la concurrence est la plus grande.

Mais cette concurrence ne peut se mesurer par elle-même ; elle n'a d'autre expression numérique que le taux des profits : ainsi, nous ferions une entreprise inutile si nous cherchions le taux des profits en voulant évaluer la concurrence ; il faut chercher à la connaître directement.

Nous appellerons profit de l'ouvrier ce qui reste à sa famille au delà de sa subsistance, après payement de la rente du propriétaire. On sent que ce profit est parfaitement distinct de ce que l'on nomme profit du fonds, qui est le revenu qu'en tire le propriétaire.

Ce profit n'est pas égal pour toutes les classes d'ou-

vriers. Ainsi, dans un pays à grandes fermes, les fermiers sont les seuls ouvriers qui aient le capital nécessaire à leur exploitation : il y a un taux de profit pour ceux-ci, mais il n'est pas nécessairement le même que celui des prolétaires qu'ils emploient. Il peut être plus grand si les ouvriers sont nombreux ; il peut être plus petit s'ils sont insuffisants. Ainsi, dans les pays malsains de la côte de la Méditerranée, le profit de l'ouvrier est proportionnellement plus considérable que celui du fermier, tandis que, dans la Picardie et la Brie, le profit du fermier est beaucoup plus considérable que celui de l'ouvrier.

Pour trouver le profit de la classe des fermiers que nous devons employer, c'est donc ce profit lui-même qu'il faut observer ; il a ses limites dans la nature des choses, et en connaissant celui de plusieurs fermiers, on ne manquera guère de connaître celui de tous.

La dépense du fermier se distribue en plusieurs parties : 1° le paiement du travail fait, soit par les hommes, soit par les animaux ; 2° l'intérêt du capital d'exploitation ; 3° les profits qu'il fait dans la ferme ; 4° le fermage du propriétaire. C'est pour arriver à cette dernière valeur que nous voulons connaître les trois autres éléments, c'est-à-dire que nous avons cette équation : le produit brut = le travail + le profit du fermier + le fermage du propriétaire. Ici nous connaissons le produit brut par les investigations auxquelles nous nous sommes livré dans le chapitre précédent ; il nous reste à chercher les autres éléments, c'est ce que nous allons tâcher de faire.

#### § 1<sup>er</sup>. — De la valeur du travail fait sur une ferme.

La masse de travail au moyen de laquelle une terre est mise en état de production n'apparaît pas toute sous la même forme ; il y a du travail actuel et du travail accumulé : le premier seul retient le nom de travail ou de capital circulant ; les auteurs agronomiques donnent au second le nom de capital de cheptel. Que celui-ci ne soit en dernier résultat, aux yeux de l'économiste, que du travail accumulé, c'est ce dont il sera facile de se convaincre au moyen de quelques observations.

Le capital de cheptel du fermier consiste en outils et

en bestiaux : il est assez évident que les outils ne sont que le produit du travail des ouvriers qui les ont confectionnés, mis en réserve par le fermier. Quant aux bestiaux, ils ne sont également que la représentation des fourrages qu'ils ont consommés, et sans lesquels ils n'auraient pu vivre; la valeur du germe animé de l'animal n'est elle-même qu'une partie de la valeur de la nourriture de la mère, et peut-être cette valeur est-elle négative pour le fermier, qui perd une partie du travail ou du produit de la mère pendant qu'elle porte son fœtus. Ainsi le capital de cheptel tout entier n'est que du travail appliqué à l'exploitation de la ferme.

On sent donc qu'il n'y a qu'une nuance légère entre le capital circulant et le capital de cheptel : l'un paye un travail actuel, qui doit être renouvelé chaque année, ou du moins chaque fois que l'on prépare de nouveau le champ qui doit porter une plante; l'autre paye un travail fait, dont la durée doit être de plusieurs années: mais que de nuances insensibles entre l'un et l'autre! Pour semer une luzerne, il faut accumuler un travail dont les résultats doivent s'étendre à cinq ou six années; si nous plantons une vigne, l'effet de ce travail durera cinquante, cent ans. Le premier travail est-il compris dans le capital circulant, le dernier dans le capital de cheptel ou dans celui du fonds? Le bœuf acheté pour l'engrais est revendu au bout de quelques mois, une vache n'est vendue qu'après quelques années. On voit donc que cette classification des capitaux est purement artificielle, et qu'il est difficile de tracer une ligne bien tranchée entre eux. D'ailleurs, quant à leurs effets économiques sur l'estimation du bail, une loi générale les régit : c'est que les fermiers, pour pouvoir continuer à perpétuité l'exploitation du sol, doivent se trouver, à l'expiration du bail, quant à leurs capitaux, dans la même position, au moins, où ils étaient à son origine. Ainsi les produits du sol doivent entretenir le capital en état de service, et le reproduire à mesure qu'il éprouve une déperdition; ce qui exige nécessairement, pour le capital de cheptel, un renouvellement annuel, que l'on ne peut pas fixer au-dessous d'un douzième de sa valeur.

La quantité de travail employée sur une terre est en rapport avec le genre d'exploitation auquel elle est soumise ; ainsi, une faible étendue de jardin occupe un homme toute l'année ; dans le système avec jachère, il cultive commodément 10 hect. à l'aide de deux bêtes de travail seulement. Pour nous faire une idée nette de ce que les différentes positions agricoles exigent d'avances en main-d'œuvre, il nous semble donc que le meilleur moyen sera d'établir cette proportion dans plusieurs classes d'exploitation, qui comprennent les principales situations agricoles que l'on rencontre sur notre continent ; il sera facile ensuite au propriétaire de se classer dans une de ces positions ou entre les limites qui les séparent. Nous aurons ainsi fait tout ce qu'il est possible de désirer dans les bornes que nous nous sommes prescrites.

Nous allons donc examiner la valeur du capital circulant (travail annuel) et du capital de cheptel (travail accumulé) du fermier : 1° dans les pays où la terre est employée à des cultures sarclées de végétaux de commerce (plantes tinctoriales, oléagineuses, maraichères, etc.) ; 2° dans ceux où les prairies artificielles occupent au moins un quart de la ferme, tandis que les récoltes sarclées de commerce n'y occupent qu'un espace insignifiant, et où, si l'on fait des récoltes sarclées, ce sont encore des récoltes de plantes propres à être consommées dans la ferme (assolements avec fourrages et racines) ; 3° dans ceux où l'on a conservé le système de la jachère, et où les prairies artificielles, quand il en existe, n'occupent qu'une partie peu considérable du terrain de la ferme ; 4° dans ceux des fermes à pâturages où les terrains cultivés ne sont qu'un accessoire de la ferme.

A. — *Cultures sarclées de végétaux de commerce.*

La Flandre est certainement le pays de la France et peut-être de l'Europe où la culture des plantes sarclées a été poussée le plus loin. Un tiers de l'étendue des fermes est consacré, dans les environs de Lille, aux cultures du lin, du colza, du tabac. Le capital du fermier, qui doit, aux prix actuels, représenter ce travail disponible sur la ferme, y est de 256 fr. 60 c. par hectare, sans y com-

prendre la partie qui sert à payer le fermage (1). Cette somme est répartie de la manière suivante :

Travaux annuels. . . . .	112 fr. 40 c.
Achats d'engrais. . . . .	124 50
Cheptel, 240 fr. par hectare, qui demandent un entretien annuel d'un douzième au moins. . . . .	20 »
	<hr/>
	256 60

A l'autre extrémité de la France, dans le midi, on trouve aussi des exemples frappants de culture des végétaux de commerce : le département de Vaucluse, dans sa partie cultivée spécialement pour la garance ; le département des Bouches-du-Rhône, dans toute la contrée qui reçoit les arrosages de la Durance. Les environs de Marseille et de Nîmes offrent, à cet égard, des positions agricoles très-riches et très-curieuses à étudier.

Dans l'assolement de garance, luzerne et blé, qui est le plus perfectionné de tous ceux où l'on intercale cette racine tinctoriale, et quand la culture a toute son activité, les capitaux du fermier sont distribués ainsi qu'il suit (2) :

Travaux et récoltes. . . . .	458 fr.
Fumier . . . . .	155
Cheptel, 200 fr., dont le douzième. . . . .	17
	<hr/>
Par hectare, annuellement. . . . .	510

Un cultivateur, M. Quenin, a donné une description très-intéressante de la culture de Château-Renard (Bouches-du-Rhône) (3) : les détails en sont d'une parfaite exactitude. La multiplicité et la perfection des cultures introduites dans cette commune industrielle doivent frapper d'étonnement toute personne versée dans l'agriculture : c'est la Flandre transportée en Provence, au moyen des arrosements qui corrigent les défauts du ciel d'airain du climat.

(1) Ces données sont tirées de l'ouvrage de M. l'ingénieur Cordier sur l'agriculture de la Flandre française et l'économie rurale, 1 vol. in-8° avec atlas.

(2) *Guide du propriétaire de biens soumis au métayage*, par M. de Gasparin; *Culture de la garance*, p. 189 et suiv.

(3) *Mémoire de la Société royale et centrale d'agriculture*, t. XVI, p. 199.

Nous voyons dans le mémoire de M. Quenin que le capital du fermier est réparti ainsi qu'il suit :

Travail . . . . .	206 fr.
Engrais . . . . .	61
Cheptel, 200 fr., dont le douzième. . . . .	17
	<hr/>
	284

On observera, dans ce compte, que le travail y devient l'article principal, tandis que la valeur de l'engrais l'égale ou le surpasse dans les deux autres ; mais c'est un avantage de la localité, qui est rapprochée d'Arles, où les fumiers ont moins de valeur : d'ailleurs, le transport des produits du jardinage dans les marchés des environs entre pour une très-grande partie dans les frais de travail.

En Alsace, les cultures jardinières sont aussi soignées qu'en Flandre ; et cependant la scène semble changer complètement quant à la distribution des capitaux. Dans ce pays il existe de vastes communaux où chaque propriétaire peut conduire ses vaches toute l'année. Ces terrains sont leur fabrique d'engrais. Les cultivateurs sont en plus grand nombre, et les grandes fermes sont peu productives. La raison en est que la petite ferme entretient, proportion gardée, une plus grande quantité de bétail que la grande. Tout ce bétail est faible, maigre et de peu de produit ; mais il fournit complètement aux besoins d'engrais de ces petits propriétaires et fermiers. Ce qui est surtout remarquable dans ce système, c'est que les bêtes de travail y sont plus nombreuses que le bétail de rente, parce qu'une vache nourrie sur le terrain communal rend très-peu de lait et donne par conséquent peu de profit ; les chevaux étant nécessaires, et leur faible nourriture ne leur donnant pas beaucoup de force, il faut suppléer à la qualité par le nombre : c'est le secret de ce grand nombre de juments de l'Alsace.

Il faut considérer maintenant que cet état de choses tient à l'existence de pâturages et de prairies dans la proportion d'un hectare sur deux hectares un tiers de terre labourable. Ces pâturages ne sont pas du tout des terres de qualité inférieure ; très-souvent, au contraire, ils sont les meilleurs fonds du territoire : d'où il suit que le pro-

priétaire, en louant un hectare de terre, y joint 45 ares de pâturages : c'est là le capital qui fournit le fumier ; il est ici avancé par la communauté. Voilà ce qui ne permet pas de comparer cette économie à celles dont nous venons de parler. On peut voir, au reste, des détails sur cette culture dans l'ouvrage de Schwerz *sur l'Agriculture de l'Alsace*.

B. — *Assolements avec prairies artificielles.*

Cette agriculture perfectionnée est celle qu'adopte tout fermier qui, voulant sortir de l'aveugle routine, se trouve dans une position où les achats d'engrais à des prix convenables ne sont pas possibles. C'est à ce système que conduit aussi la préférence accordée dans un pays à la nourriture animale sur l'alimentation végétale. Enfin, l'éloignement des villes où se fait la consommation des légumes, celle des manufactures et du commerce, qui facilite la vente des produits tinctoriaux et industriels, la difficulté des transports, nécessitent aussi son adoption, qui permet d'envoyer au loin, à peu de frais, les bestiaux qui en sont le principal produit. On trouve donc une multitude de circonstances favorables à ce genre d'exploitation, fondé sur la multiplication et l'élevé des animaux : c'est lui, en effet, qui domine en Angleterre et qui s'étend rapidement en Allemagne. Il s'est introduit aussi en France, mais il n'y a fait encore que des progrès trop bornés. Les auteurs agronomiques lui ont consacré de nombreux développements. C'est à son exposition que sont principalement destinés les ouvrages d'Arthur Young, de Thaër, de Pictet, de Crud, de Morel de Vindé, d'Yvart, de Bose, etc. C'est lui, enfin, dont on cherche à étendre une des formes en France sous le nom d'assolement quadriennal, et que la ferme expérimentale de M. de Dombasle a eu pour but d'acclimater dans les département du nord-est.

C'est en me servant des données de ces différents auteurs que je crois pouvoir établir de la sorte la répartition des capitaux annuels du fermier dans ce genre d'exploitation :



Travaux. . . . .	100 fr.
Cheptel, 500 fr., dont le douzième. . . . .	25

Par an, pour un hectare. . . . . 125

non compris une année de fermage.

C. — Cultures avec jachères.

La pénurie de capitaux, l'ignorance, des moyens défectueux de communication, retiennent encore une partie de l'Europe dans cette déplorable routine. Ici, le cheptel ne consiste proprement qu'en bêtes de travail et en instruments d'agriculture; on y joint un petit nombre de bêtes de rente, destinées à augmenter la faible quantité de fumier que produit ce système, et cet engrais ne profite en général qu'à quelques terres voisines de la ferme et privilégiées par leur qualité.

Dans le nord de la France (je prends les environs de Provins pour exemple), sur une exploitation de 216 hectares, plus 10 hectares de prairies, partie nécessaire de ces exploitations, le cheptel est composé comme il suit :

450 moutons à 8 fr. . . . .	3,600 fr.
10 chevaux à 350 fr. . . . .	3,500
Charrettes et instruments aratoires. . . . .	2,000
Instruments divers et meubles. . . . .	2,000
15 vaches et 1 taureau. . . . .	2,400
	<hr/>
	13,500

qui donnent, par hectare de terre labourable, 62 francs. Mais ce calcul, fait ici sur des terres de première qualité, se réduit à 45 ou 50 francs sur les terres moyennes. Nous avons, dans ces exploitations, la répartition suivante de capitaux :

Travaux et semence. . . . .	65 fr.
Cheptel, 60 fr., dont le douzième. . . . .	5

---

70

Dans le sud-est de la France, le capital de culture se trouve élevé par l'effet de la concurrence des cultures industrielles qui occupent beaucoup de bras et renchérissent le prix du travail; le nombre des charrettes et charriots se trouve augmenté, afin que le fermier profite de

la saison de l'hiver pour faire des charrois sur la route, menant ainsi de front deux genres d'industrie ; mais la quantité de bétail de rente se trouve réduite. Ayant sous les yeux l'inventaire d'un fermier de 40 hectares de terre, je trouve que son cheptel est ainsi qu'il suit :

7 mules. . . . .	1,806 fr.
160 brebis . . . . .	1,280
Basse-cour. . . . .	85
Charrettes ou instruments divers. . . . .	5,189
	<hr/>
	6,560

ou, par hectare, 159 fr.

Son capital se trouve réparti ainsi qu'il suit :

Travaux et semence. . . . .	80 fr. c.
Cheptel, 159 fr., dont le douzième. . . . .	13 25
	<hr/>
	93 25

#### D. — Fermes en pâturages.

Ici il n'y a pas un chiffre fixe de capital ; il dépend beaucoup de la nature et de la richesse des pâturages, qui permettent d'y nourrir un nombre plus ou moins grand de bestiaux. Le genre de ces bestiaux décide aussi des soins qu'ils doivent recevoir, et qui varient beaucoup selon les pays. Ainsi, en Suisse, on trouve un vacher pour dix à douze vaches, tandis qu'en Auvergne, où l'on ne s'occupe guère des vaches que pour les traire, un homme peut en soigner un plus grand nombre. Ce mode de calcul ne sera jamais embarrassant pour le propriétaire, parce que rien n'est plus invariable et mieux connu que ce qui se passe à cet égard dans chaque pays ; mais ce n'est plus par hectare, c'est par tête d'animal qu'il faut faire ici le compte des travaux.

M. de Fellenberg les estime en Suisse, comme il suit, par vache :

Travaux, soins du vacher, travail du fromager. . . . .	57 fr. 50	} 72 fr. 50 c.
Fauchage, fanage et charroi de 50 quintaux métriques de foin. . . . .	55 "	
Cheptel, 240 fr., dont le douzième. . . . .	20	
	<hr/>	
	92	50

C'est le maximum des soins que l'on puisse donner à cet animal, et le plus haut prix moyen qu'il puisse avoir (1). Si l'on se figure que le produit brut d'une vache d'Auvergne n'est pas de plus de 72 fr. (2), on jugera quelle peut être la part de travail qui lui est consacrée.

Le capital affecté aux moutons varie de la même manière, depuis le misérable troupeau qui vit des herbes de la jachère, jusqu'au mérinos traité avec opulence dans l'étable. Il serait trop long d'insister ici sur toutes ces variations, et probablement nous n'indiquerions que très-insuffisamment les différentes situations agricoles, en y consacrant un grand nombre de pages. Nous ne pouvons donc que renvoyer aux ouvrages qui en traitent spécialement, et principalement à ceux qui se sont occupés de la partie économique de cette éducation (5)?

#### E. -- Conséquences.

Dans les paragraphes qui précèdent, nous avons tâché d'indiquer des termes-limites des frais de travail de chaque genre d'exploitation; nous les avons indiqués en argent, et nous sentons ici qu'en adoptant cette mesure commune, nous n'avons peut-être montré que d'une manière imparfaite la quantité absolue de travail exigée par chacune d'elles; nous n'avons pas cru cependant devoir prendre une autre marche, et nous pensons nous être plus rapproché de la vérité qu'en choisissant tout autre procédé.

En effet, supposons que nous eussions adopté, pour mesure commune, des journées de travail, croit-on donc que cette expression soit toujours un terme identique? Voudrait-on, par exemple, mettre en comparaison la valeur du travail d'un Français et celle d'un Indien? Nous aurions donc pris un terme de comparaison très-inexact, et jusqu'à ce que l'on ait estimé au juste la force déployée par les ouvriers de chaque pays, on doit éviter de s'en

(1) Rapport de M. Crud, p. 81.

(2) Yvart, *Excursions agronomiques en Auvergne*, p. 78.

(5) Voir les *Mémoires sur l'éducation des mérinos, comparée à celle des autres bêtes à laine*, par M. de Gasparin.

servir. Nous n'en sommes qu'aux plus simples éléments de cette connaissance, et ce que nous en savons tendrait à nous faire présumer que la quantité absolue de force déployée par les ouvriers est en raison de la valeur réelle de leur subsistance. Or, la valeur vénale mesure assez bien cette valeur réelle dans le cas d'un commerce libre : d'où il suit qu'en partant de cette valeur vénale nous avons pris encore pour base de calcul le terme le plus près de la vérité.

Mais dans l'usage que l'on pourra faire de ces données, il ne faut jamais perdre de vue que l'on trouve rarement, dans l'application, des cas aussi simples que ceux que nous avons pris pour modèles ; que presque toujours plusieurs genres de culture se trouvent combinés ensemble, et que, pour opérer les déductions convenables, il faut d'abord faire l'analyse exacte du domaine que l'on veut juger, pour appliquer à chacune de ses parties les éléments que nous venons de trouver.

Enfin, nous avons considéré chaque système dans un état moyen, et on doit éviter d'en rien conclure de trop absolu pour ces pays, où l'agriculture n'est pratiquée qu'avec beaucoup de négligence : on pourrait quelquefois s'y tromper d'un quart et même de la moitié. L'habitude de voir rectifiera, à cet égard, comme en tant d'autres choses, les données absolues que la théorie est forcée d'admettre, parce qu'elle n'est jamais dans les sciences d'application que la peinture d'un état moyen qui n'existe nulle part, mais autour duquel oscillent, à de plus ou moins grandes distances, toutes les situations réelles.

#### § II. — De l'intérêt du capital d'exploitation.

Toute entreprise de culture suppose l'avance d'un capital. Le simple cultivateur qui, armé de sa bêche, entreprend de mettre sa terre en valeur, doit posséder au moins sa subsistance assurée pendant le temps de ce travail, qui ne lui rapportera un produit qu'après un certain laps de temps. Le fermier doit avoir en avance la somme nécessaire pour payer sa subsistance, celle de sa famille, de ses ouvriers, et les avances du fermage, jusqu'à la vente de la prochaine récolte. Cette somme serait

susceptible de lui rapporter un intérêt dans tout autre emploi, et c'est avec juste raison qu'il doit ne pas en être privé quand il l'avance sur des travaux agricoles qu'il n'entreprendrait pas s'il n'y trouvait un avantage au moins égal à celui de tous les autres emplois qu'il pourrait faire de son capital.

Le fermier peut prétendre à cet intérêt ou cette rente de son capital, parce qu'il ne fait en cela que ce que fait aussi le paysan qui cultive son champ, et qui préférerait offrir son travail pour cultiver celui des autres, s'il ne trouvait pas un avantage quelconque à user ainsi des avances qu'il a faites, et qui le mettent en état d'attendre jusqu'à la récolte suivante la rentrée de son salaire, grossi d'un certain intérêt qu'il voit en perspective.

Dans tout ce que les auteurs d'économie et d'agriculture ont écrit sur ce sujet, même dans l'ouvrage de Thaër, on a confondu ici, sous le titre de rente ou d'intérêt, deux éléments extrêmement distincts. Le premier est la prime d'assurance pour le paiement du capital au terme fixé; le second est l'intérêt lui-même, qui représente seulement le dédommagement que l'on offre au prêteur pour la non-jouissance de ce capital. Dans les placements très-solides, faits à court terme, et où, par conséquent, les chances de non-solvabilité sont presque nulles, la prime d'assurance peut être regardée comme très-petite et même inappréciable. Le taux de l'intérêt donne alors réellement la véritable mesure de ce dédommagement. Il varie beaucoup selon les époques et les emplois plus ou moins profitables que les emprunteurs peuvent faire des fonds; mais il est toujours facile d'en connaître le taux dans chaque pays en particulier.

Quant à la prime d'assurance, ce n'est autre chose, dans notre cas, qu'une certaine somme que le fermier doit économiser chaque année sur les produits, pour pourvoir aux remplacements des pertes de son capital circulant et de cheptel, de manière à ce qu'à la fin du bail il ait la certitude de se retrouver dans la position où il était en commençant. Sa fixation dépend donc d'une juste estimation des risques que peuvent courir ces capitaux. Essayons de nous en former quelque idée.

Le capital destiné aux travaux est perdu pour le fermier quand il ne recueille pas, outre le prix de son fermage, un produit égal à ses frais. Après la récolte, la terre se trouve dans l'état où elle était avant les cultures, et tout est à refaire; il faut un nouveau capital pareil pour préparer la terre à une autre récolte.

Mais si, au lieu d'une simple culture annuelle de blé avec jachère, nous parlions d'une culture plus soignée, de celle avec fourrages, par exemple, nous verrions que les risques diminuent, parce que la culture qui a été perdue pour les grains peut profiter aux fourrages semés avec eux. S'il était question de la culture soignée des plantes de commerce, nous trouverions que, le travail n'étant que la plus petite partie des frais et les engrais restant dans le sol, la perte n'est jamais totale. On voit combien les circonstances diverses mettent de différence dans les risques que court le capital de culture. Les chances fatales se réunissent en plus grand nombre sur la culture la plus pauvre, tandis que la plus riche en est presque à l'abri. Nous ne pouvons donc pas attribuer une même prime d'assurance à ces différents capitaux, quoique réunis sous une même dénomination.

Mais ce n'est pas tout encore, et en prenant pour exemple les fermes de la culture avec jachère, on verra que, selon les climats, les chances sont très-différentes. Dans tel pays, une récolte moyenne est presque assurée; dans tel autre, on est fréquemment exposé à une perte totale de récolte. Ceci est alors une question de localité, et comme l'attention n'a pas encore été appelée sur cette matière importante, il n'existe aucun travail qui puisse l'éclaircir dans les différents pays.

Il n'est guère possible d'avoir des données exactes sur les risques que courent les récoltes d'un pays, sans posséder des relevés de l'état annuel des récoltes depuis une longue suite d'années. On voit souvent des séries assez prolongées de bonnes ou de mauvaises récoltes, et l'on ne peut se faire une idée des chances moyennes qu'en réunissant au moins les détails des récoltes de vingt années. Quand on peut avoir des renseignements positifs, il faut regarder comme une perte totale des frais de cul-

ture toutes les récoltes qui ne s'élèvent pas à quatre hectolitres de blé par hectare dans les bonnes terres, à trois dans les moyennes, et à deux dans les mauvaises. Cette quantité ne représente en général que la rente, dans l'état actuel des choses en France. C'est d'après ce procédé que nous avons trouvé que, dans le sud-est de la France, la perte du capital de culture avait lieu en moyenne tous les six à sept ans, et que, par conséquent, la prime d'assurance des fonds devait se porter dans ce pays à 16 p. 100 des frais pour les terres cultivées avec jachère. Je ne doute pas que dans le nord et l'ouest moins exposés à ces sécheresses redoutables du sud-est, cette déduction ne doive être beaucoup moindre ; en Allemagne, Thaër ne l'estime qu'à 8 p. 100, puisqu'il porte à 12 l'intérêt total du capital circulant, auquel il réunit la prime d'assurance.

Le capital employé en achats d'engrais est beaucoup moins exposé que celui des labours, soit qu'on l'emploie en cultures variées qui se succèdent rapidement, et dont la seconde culture profite de l'excédant d'engrais non consommé par la première, soit qu'on le destine à des cultures d'une longue durée, à la garance ou à la luzerne, qui, ayant plusieurs années de végétation, font, dans une année favorable, des progrès qui dédommagent des pertes de l'année précédente ; on peut dire que l'argent employé en engrais est de tous les capitaux le moins compromis.

Cependant on peut encore estimer les risques qu'il peut courir dans un assolement donné. Pour que le capital entier destiné aux engrais fût perdu, il faudrait supposer que, pendant la durée de l'activité de l'engrais, toutes les récoltes que l'on aurait tentées sur le sol qui l'a reçu auraient manqué. Cette durée est en rapport avec la perméabilité du sol, qui permet aux eaux pluviales de l'entraîner dans les couches inférieures, à mesure que ses parties deviennent solubles, et cette même disposition du sol favorise sa décomposition. Le temps nécessaire pour cet effet est très-bien connu des cultivateurs dans chaque pays. Supposons donc qu'au bout de quatre ans, tous les effets du fumier aient disparu, il y aurait une

dépense d'un quart environ chaque année; mais la chance de non-réussite des deux récoltes de blé que l'on fait en quatre ans est très-petite, et au plus d'un vingt-quatrième dans les pays qui ont un non-succès tous les six à sept ans : ainsi, dans les cas les plus défavorables, on ne pourrait pas accorder une assurance de plus de 4 p. 100 à ce capital.

La partie du cheptel destinée à acheter du bétail de rente peut être employée de plusieurs manières, ou à l'achat de vaches et de brebis, ou à l'achat de bœufs et moutons à l'engrais. Les premières fournissent chaque année leur propre remplacement, les seconds doivent représenter dans leur prix de vente la valeur de l'achat et celle des denrées qu'ils consomment. Dans l'un et l'autre cas, on doit imputer au capital les chances de mortalité qui menacent chaque espèce de ces animaux : elles varient selon les pays. Quand une contrée est affligée du mal de sang (gastro-entérite charbonneuse), on voit périr quelquefois des troupeaux entiers en une année, et alors on peut regarder la spéculation comme très-mauvaise. Dans les situations saines, on laisse peu mourir de vaches et de brebis dans une ferme, on les vend et on les remplace quand elles avancent en âge. Mais il y a une dégradation annuelle dans leur prix, que l'on peut estimer à un douzième tout au plus : c'est donc 8 p. 100 d'assurance à passer à ce capital. Quant aux bêtes à l'engrais, comme on choisit des bêtes en santé, que leur régime est très-bon, et que d'ailleurs elles passent peu de temps sur la ferme, on ne peut guère en estimer l'assurance qu'à un vingt-cinquième ou 4 p. 100.

Quant aux bêtes de travail, les lois de mortalité varient aussi selon leur âge et leur espèce; mais en général l'expérience nous apprend qu'il suffit de les renouveler par douzième, et que ce que l'on retire des vieux animaux couvre la perte de ceux qui meurent avant cette époque.

On ne peut faire aucune exception pour les juments poulinières, en raison des élèves qu'elles peuvent produire, parce que l'on tire moins de travail de ces animaux pendant l'allaitement, et que cette perte compense et au



delà le bénéfice que l'on pourrait faire sur les poulains. Et quant aux veaux, il est bien prouvé que le lait qu'ils ont consommé est plus que l'équivalent de leur valeur à l'époque du sevrage.

L'entretien des charrues et harnais se porte de 20 à 25 fr. par bête d'attelage, plus ou moins, selon que le terrain est plus ou moins caillouteux. Les cailloux parsemés dans le sol usent avec rapidité le fer des socs. La fréquence des charrois rend aussi le renouvellement des chariots plus onéreux; mais si l'on ne fait que ceux qui sont nécessaires à une ferme, on peut en porter la dépense à un huitième des frais d'établissement, ou à environ 15 fr. par tête d'attelage. Ainsi, en comptant en bloc 8 p. 100 d'assurance pour le capital de cheptel, nous sommes évidemment au-dessus de la proportion requise; et quand on voudra atteindre à plus d'exactitude, on distinguera dans le cheptel ces différents emplois, et l'on attribuera à chacun d'eux le taux d'assurance convenable.

Ce que nous venons de dire prouve à l'évidence que les déductions à faire pour assurance du capital sont d'autant plus fortes que la culture sera plus mauvaise. En effet, dans une bonne culture, le capital est employé principalement en engrais, dont l'assurance est de 4 p. 100, ou en cheptel, où elle est de 8 p. 100; dans les terres avec jachère, il est employé en bêtes de travail, dont l'intérêt est à 8 p. 100, en instruments, où il est de 12 p. 100, et en travaux annuels, qui coûtent jusqu'à 16 p. 100 d'assurance.

Tels sont les tristes effets de la pauvreté volontaire à laquelle se condamnent tant de terrains susceptibles d'acquiescer une plus grande valeur.

### § III. — Profit du fermier.

Le profit du fermier est partout un secret, peut-être aussi pour lui-même; car il est bien peu d'hommes de cette classe qui sachent, au moyen d'une bonne comptabilité, se rendre un compte exact des résultats de leur culture.

Ce que quelques uns appellent profit n'est pas autre chose que le salaire de leur propre travail et celui de

leur famille; ce que d'autres entendent par ce nom, c'est le bénéfice des bonnes années, que l'on n'a pas balancé avec les pertes des mauvaises. Dans la plupart de nos provinces, le profit réel, celui qui reste après le paiement du fermage, des travaux, et le solde de l'intérêt du capital, est presque nul; je n'en veux pour preuve que l'état stationnaire de la plupart des familles de nos fermiers. Mais dans d'autres pays, il peut être porté en ligne de compte, et c'est principalement dans ceux à grandes fermes, où la concurrence des fermiers étant moindre, il n'y a pas autant de chaleur dans les enchères, et où les agriculteurs, recevant une éducation plus soignée, parce qu'ils sont possesseurs de capitaux plus forts qu'ailleurs, savent mieux calculer leur position.

Nous avons eu l'occasion de faire le compte d'un fermier qui prospérait, et son profit moyen n'était pas au delà du dixième de son capital. Je n'oserai pas dire qu'en comprenant dans ce calcul les mauvaises années qui viennent de passer, il lui restât beaucoup des bénéfices des quinze années précédentes; mais certainement, en tout comptant, il n'a pas doublé son capital en vingt ans.

Les exemples que l'on citerait et qui paraîtraient contraires à notre opinion ne seraient guère pris que sur des domaines loués depuis longues années, à un bas prix, et par des propriétaires négligents, qui n'ont pas suivi les variations du cours des fermages, et jamais, nous osons l'assurer, sur des fermes exposées à la concurrence.

Nous savons qu'avec de l'activité, un bon système de culture, un long bail, un domaine très-étendu, il est possible de porter le profit plus haut; mais ce n'est pas le cas qui se présente généralement, et ici il faut parler des réalités. Nous pensons donc que l'on sera beaucoup au-dessus de la vérité dans les pays que nous connaissons, en portant les profits aux taux ci-après.

	Du capital total de l'exploitation.
Pour les domaines de 100 hectares et au-dessus. . . . .	10 p. 100
de 50 à 100. . . . .	8
de 25 à 50. . . . .	6
de 10 à 25. . . . .	5
de 4 à 10. . . . .	5

Ces chiffres sont les valeurs d'une de ces inconnues que l'on ne peut déterminer que par une espèce d'empirisme et de tâtonnement.

Au reste, pour ne pas s'en tenir à ce que nous avons pu observer dans un pays où les fermages sont assez élevés et les grandes fermes rares, il est nécessaire de répéter ces sortes d'observations, et de s'informer, par exemple, de la situation ancienne et des progrès de la richesse de plusieurs familles de fermiers des environs. On pourra mieux juger ainsi de leurs profits quand on connaîtra les accroissements de leur fortune et le temps qu'ils ont mis à les réaliser, et que l'on aura retranché de ces accroissements les intérêts annuels des capitaux. Toutes ces opérations sont délicates, et le hasard seul, ou la bonne foi de quelques fermiers, peut en apprendre quelquefois à cet égard plus que des recherches pénibles et toujours un peu douteuses.

#### SECTION V. — *Évaluation du fermage.*

Tous les éléments nécessaires pour résoudre la question que nous nous étions proposée étant maintenant rassemblés, il ne s'agit plus que de montrer la manière de les mettre en œuvre, et c'est ce que nous allons faire, en employant les différentes méthodes indiquées.

##### § I<sup>er</sup>. — Fermes à cultures industrielles.

Nous avons vu que, dans ce genre de ferme, la variété des produits ne nous permet pas d'adopter la marche d'une évaluation détaillée. En effet, quand même nous parviendrions à obtenir le total des produits bruts, il serait très-difficile d'apprécier leur valeur moyenne pour les réduire à la mesure commune du numéraire : cette méthode donnerait lieu à de graves erreurs. C'est donc par le montant des impositions et par la comparaison des fermages à ceux des fermes environnantes que l'on doit opérer.

Supposons un domaine X situé près de Lille (Nord), composé de 25 hectares 50 ares de terres labourables : il paye 455 fr. 50 c. d'impositions directes, qui sont en

général dans le canton le cinquième du fermage, ce qui nous donne 2,167 fr. 50 pour prix de ce fermage.

Ce domaine peut être comparé à deux autres domaines A et B, qui sont approximativement de la même étendue et de la même valeur; A est plus rapproché, B plus éloigné du marché que le domaine considéré X.

Le domaine A peut envoyer au marché quatre fois dans une journée; son prix de location est de 100 fr. par hectare y compris le pot-de-vin, du neuvième, ce qui fait, pour 25,5 hectares, un fermage de 2,550 fr.

Le domaine X ne peut envoyer au marché que deux fois en un jour; les frais de transport sont donc doublés. On fait, dans le domaine A, 50 journées de charroi à deux chevaux, valant 10 fr. (ci 500 fr.). Il faudra donc retrancher du fermage de A la moitié de la valeur des transports du domaine X; et en supposant que leur nombre soit le même dans le domaine X et dans celui de comparaison A, ces transports reviendront à 600 fr., dont la moitié (500 fr.), déduite de 2,550 fr., nous donne 2,250 fr. pour le prix de ferme que nous pouvons demander pour X.

Le domaine B ne fait qu'un voyage par jour; son prix de ferme est de 75 fr. l'hectare, ce qui fait, pour les 25,5 hectares, un fermage de 1,912 fr. 50 c.; mais les frais de transport sont quadruples de ceux de la ferme A, ils valent donc 1,200 fr.; en supposant que le nombre de ces transports soit aussi de 120 voyages, ils valent le double de ceux du domaine X que nous lui comparons; c'est donc 600 fr. à ajouter au prix de location de B, ce qui nous donne 2,512 fr. 50 c. Ainsi, nous avons pour X :

Par la première comparaison . . . . .	2,250 fr.	» c.
Par la deuxième. . . . .	2,512	50
Total. . . . .	4,762	50

Prix moyen, 2,381 fr. 25 c.

En opérant ainsi sur des bases différentes, on trouvera souvent des écarts dans les résultats, et nous n'avons pas voulu les dissimuler dans notre calcul: ils viennent de ce que telle ou telle base est trop élevée; de

ce que, par exemple, le fermier de la ferme B de comparaison paye trop cher son fermage, en raison de l'excessive quantité de charrois dont il est chargé et proportionnellement au premier A, qui paye trop bon marché. En général, en agriculture, on doit soupçonner que plus on part d'une position défavorable, et plus le résultat comparatif que l'on obtient est en excès. Les terres les plus chères sont toujours celles où le fermier fait le mieux ses affaires.

Quoique le nombre des moyens que nous avons ici pour estimer les fermages soit borné, il faut convenir que, dans cette situation agricole, ils sont beaucoup plus sûrs. Dans ces petites fermes à industrie, dans ces pays où les hommes croissent en masses aussi serrées que les légumes de leurs champs, la concurrence est ordinairement très-grande et éclaire parfaitement le propriétaire : il suffit donc d'avoir un point de départ quelconque pour être assuré que l'on louera sa ferme à sa véritable valeur.

§ II. — Estimation d'une ferme soumise à la jachère à Provins  
(Seine-et-Marne).

Les données de cette estimation nous ont été fournies par le procès-verbal d'une séance publique de la Société d'agriculture de Provins ; on y trouve des détails intéressants sur la culture d'un pays qui peut servir de type à une vaste contrée qui avoisine Paris. Cette circonstance nous l'a fait choisir entre plusieurs autres localités, pour lesquelles nous avions des renseignements qui nous étaient propres. D'ailleurs, les documents ne manquent pas pour ce genre d'exploitation, mais ils ne peuvent pas tous être employés sans précaution. Plusieurs auteurs, en nous les donnant, ont eu pour but de faire valoir de nouvelles méthodes de culture, et ont présenté leurs résultats d'une manière trop défavorable à l'ancienne ; d'autres ont rendu compte de leurs résultats sans avoir une idée nette des éléments qui devaient les former. Nous nous en tenons donc à l'exemple que nous allons développer.

ESTIMATION DU FERMAGE DU DOMAINE DE CHAMPENETZ

(CANTON DE VILLIERS-SAINT-GEORGE, ARRONDISSEMENT DE PROVINS).

Cette ferme est composée de 216 hectares de terre labourable et de 10 hectares de prés, qui sont consommés par les bestiaux de la ferme.

1. Évaluation par les impositions.

1,000 francs d'imposition, qui sont, dans le pays, un sixième environ du produit net ou fermage. . . . . 6,000 fr.

2. Évaluation par la comparaison.

Ici les données nous manquent entièrement.

3. Évaluation par les produits.

1 <sup>o</sup> Saison des blés froments, 72 hectares, qui produisent 152 décalitres donnant pour la totalité 1094,4 hectolitres, qui, à 15 fr., prix moyen des trois dernières années, donnent.	16,416 fr.
2 <sup>o</sup> Saison d'avoine de mars, 72 hectares, qui produisent 729,6 hectolitres à 6 fr. 25 c.	4,560
450 moutons, donnant pour leur tonte 450 kilogr. de laine, à 4 fr. le kilogr.	1,800
50 moutons et brebis de réforme . . . . .	600
15 vaches et 1 taureau produisant, outre leur recrutement, 10 veaux de vente à 55 fr.	550
15 vaches produisant, par une formule usitée dans le pays, du lait et du beurre pour . . . . .	1,000
2 vaches de réforme . . . . .	240
20 cochons de lait. . . . .	200
4 pores. . . . .	560
Basse-cour. . . . .	200
	23,726

A DÉDUIRE.

PREMIER CHAPITRE.

Grains pour semence, 2,8 hectolitres par hectare, ci :	
201,60 hectolitres à 15 fr. . . . .	5,024
Semences de mars, 172,8 hectolitres d'avoine. . . . .	1,080
	4,104

DEUXIÈME CHAPITRE.

Un premier charretier. . . . .	300	}	1,710
Deuxième charretier. . . . .	250		
Troisième charretier. . . . .	200		
Un berger . . . . .	250		
Première et deuxième servantes. . . . .	200		
Quatrième charretier. . . . .	150		
Deux garçons de ferme. . . . .	160		
Deux filles de laiterie. . . . .	200		

(Ces cinq derniers sont les enfants du fermier.)

A reporter. . . . . 1,710

Report. . . . . 1,710 fr.

La moyenne du salaire des valets est de 223 fr. ; le prix des journées de travail, dans le pays, est de 1 fr. 50 c., qui, multipliés par 280, nombre de jours occupés dans l'année, donnent 420 fr. ; d'où il résulterait que la nourriture vaudrait 193 fr., ce qui, multiplié par 16, nombre de personnes de la ferme, y compris le fermier et sa femme, donnerait 5,120 fr. L'auteur de cette notice ne porte cette nourriture qu'à 1,800 fr., attendu, dit-il, qu'une portion en est prise sur la ferme et n'est pas portée en recette : c'est ainsi, sans doute, qu'il faut opérer quand on ne compte pas tout dans les produits, mais qu'on ne fait état que de ce qu'on vend. Nous observons donc qu'on ne doit plus compter ici que le blé, le sel et le vin consommés. Ainsi,

nourriture . . . . .	1,800	
Ouvriers auxiliaires, pour récolte. . . . .	2,600	
Entretien de la ferme et soins pour dix chevaux . . . . .	200	
Avoine et grains pour la nourriture . . . . .	5,580	
Fauchage des prés. . . . .	419	
		10,009

NOTA. Le montant des deux premiers chapitres est de 14,413 fr. Si on s'était servi de la formule indiquée pour les terres en jachère de première qualité, on aurait trouvé 65 fr. × 216 hect. = 14,040.

TROISIÈME CHAPITRE.

1<sup>o</sup> Assurance de 14,115 fr. de frais de culture à 8 p. 100, plus intérêts à 4 p. 100, ci : 12 p. 100 . . . . . 4,695 fr. 56 c.  
 2<sup>o</sup> Intérêts et assurance du capital de cheptel, 12 p. 100

valant pour :

Instruments. . . . .	2,000 fr.	} 14,900 fr.	1,788	»
Bêtes de travail. . . . .	5,500			
Meubles, etc. . . . .	2,000			
Bêtes de vente. . . . .	7,400			
			3,481	56

QUATRIÈME CHAPITRE.

Profit du fermier sur 29,013 fr. de capitaux, au taux de 10 p. 100. . . . . 2,901 50

RÉCAPITULATION.

DOIT.

Le fermier doit pour récoltes. . . . .	25,726	»
Pour loyer de bâtiments sur un revenu de, savoir :		
Pour intérêts. . . . . 3,481 fr. 56 c.	} 6,582 fr. 86 c.	
Pour profit. . . . . 2,901 50		
dont le douzième est de. . . . .	551	91
	26,257	91
		29.

## AVOIR.

Le fermier doit retirer pour remboursement de son capital circulant. . . . .	14,115 fr. » c.	}	20,495 86 fr
Pour intérêt du cheptel et assurance			
des frais de culture. . . . .	3,481 56		
Pour profit . . . . .	2,901 50		
<hr/>			
Reste pour solde de fermage au propriétaire. . . . .			5,762 05
<hr/>			
Somme égale. . . . .			26,257 91

L'auteur du mémoire ne portait le fermage qu'à 5,228 fr.; mais il faisait un double emploi de 1,080 fr., car, après avoir compté cette somme pour semence de mars, il la comptait une seconde fois dans le total, et ces 1,080 fr., ajoutés aux 5,228 fr., donnaient 6,508 fr., terme qui s'élève au-dessus du nôtre.

La différence, s'il en existe réellement, doit consister dans ce que les risques du capital de culture sont moins grands que nous ne les avons évalués, ou que les profits du fermier sont moindres.

Quoi qu'il en soit, nous n'avons prétendu ici que tracer un modèle de la manière d'opérer pour fixer le produit net; c'est à ceux qui s'en serviront à se rendre très-circonspects dans le choix des éléments de leur calcul.

En Allemagne et d'ailleurs on a abusé de la méthode historique en cherchant à substituer de simples formules aux faits que l'on peut recueillir; c'est ce qu'a fait en particulier Kreyssig dont le système est décrit dans le quatrième volume de la *Maison rustique du XIX<sup>e</sup> siècle*. Nous n'avons pas besoin de dire que ces formules sont basées sur un certain ordre de cultures, sur des faits spéciaux à une contrée, et qui ne peuvent se reproduire avec exactitude ailleurs. Tout en reconnaissant l'utilité de pareils travaux pour le pays à l'usage duquel ils sont faits, nous ne pouvons en recommander l'usage ailleurs, et l'on agira prudemment en employant de préférence la méthode historique qui est toujours la plus sûre toutes les fois que l'on pourra obtenir les renseignements qu'elle exige. Il y a cependant quelque chose de plus à désirer dans l'intérêt de la science; c'est une théorie qui em-



brasse et discute tous les éléments de ces calculs, et permette de les appliquer à toutes les situations, en se servant de l'observation des faits actuels et sans se préoccuper du passé. Nous allons tracer l'ébauche d'une pareille méthode dans la partie qui va suivre.

# SEPTIÈME PARTIE.

DÉTERMINATION DE LA VALEUR RELATIVE DES TERRAINS.

## INTRODUCTION.

Nous avons beaucoup hésité avant de livrer au public cette partie de notre travail ; l'exposition des principes de l'agrorologie, celle des travaux auxquels elle avait donné lieu, était terminée, et nous pensions nous arrêter, sans crainte d'être accusé d'avoir laissé cette tâche incomplète. Si nous nous sommes décidé à poursuivre, c'est dans le seul but de provoquer des recherches dans cette direction. Nous ne doutons pas qu'on ne parvienne à fonder une méthode sur des faits inébranlables quand l'on s'en occupera avec suite ; c'est elle seule qui couronnera l'édifice de l'agrorologie. Les recherches physiques et chimiques que nous transmet cette science sont sans doute d'une grande valeur pour éclairer les faits de la culture ; nous nous en apercevons à chaque page de ce travail, mais elle ne résout pas le problème fondamental que nous avons posé au début ; elle ne nous éclaire pas sur la valeur relative des terres. A cet égard, nous sommes encore livrés à l'empirisme de la méthode historique, qui se sert d'autres moyens que ceux qui seraient tirés de l'agrorologie elle-même, qui n'a rien de scientifique et qui se borne à dire : Si vous voulez savoir la valeur d'un terrain, demandez-le à ceux qui le savent. Voilà les motifs qui nous ont décidé à risquer nos faibles essais, tout en prévenant que les chiffres qu'ils contiennent ne sont la plupart que des approximations plus ou moins exactes, que nous nous empresserons de remplacer

par ceux que nous fournira une expérience plus avancée. Ces réserves faites, entrons en matière.

## CHAPITRE PREMIER.

### Type idéal d'une terre parfaite.

Que devons-nous entendre par ces mots : *terre parfaite*? Selon nous, c'est celle où les plantes, trouvant un ferme appui, soustraites aux alternatives de sécheresse et d'humidité, conservant constamment la quantité d'eau nécessaire à leur végétation et pas au delà, rencontrent tous les éléments de nutrition que doit donner le sol; c'est en outre celle qui, par son exposition et ses abris, est soustraite autant que possible au froid de l'hiver, seule modification atmosphérique qu'il soit impossible de conjurer sans des moyens artificiels coûteux; enfin c'est celle qui, à ces qualités, joint une faible ténacité, et qui dès lors peut se cultiver aux moindres frais possibles.

Les botanistes préparent du mieux qu'ils peuvent cette terre parfaite dans leurs serres. Avec des terres mélangées, de l'engrais, des arrosements, de la lumière, de la chaleur, ils procurent aux plantes un développement qui surpasse quelquefois celui de leur pays natal. Mais les agriculteurs ne peuvent approcher de cette perfection presque absolue que pour un certain nombre de ces conditions; ils ne peuvent ni modifier la température de l'atmosphère, ni augmenter la quantité de lumière solaire. Sous ce rapport, la perfection des terres est toujours relative au climat où elles sont situées, et nous en étudierons les influences. Mais les agriculteurs peuvent presque partout se procurer de l'eau pour la distribuer aux plantes, selon les différentes saisons; la seule question qui puisse les arrêter est celle de la dépense. Ainsi, pour nous, l'idéal d'une terre parfaite ne se sépare pas de la possibilité de l'irrigation.

En second lieu, il faut que l'eau surabondante puisse descendre au-dessous des racines, pour que celles-ci ne

macèrent pas dans cette eau croupissante, si elle était retenue par un sous-sol imperméable. L'idée d'une terre parfaite s'unit donc encore pour nous à celle d'un terrain profond. Toutes les autres qualités que nous avons assignées à un sol parfait sont secondaires et relatives à des circonstances particulières que nous examinerons plus loin.

Après ces terres parfaites, qui possèdent, dans un climat sans hiver rigoureux, une fraîcheur toujours proportionnée aux besoins des plantes, viennent en seconde ligne les terres naturellement fraîches, c'est-à-dire celles, qui, par le bénéfice du climat ou de la position du réservoir inférieur des eaux, ont en moyenne, pendant la sécheresse, 0<sup>m</sup>,10 au moins de leur poids d'eau à 0<sup>m</sup>,30 de profondeur, et jamais plus de 0<sup>m</sup>,25 en hiver. Mais quand on parle d'un état moyen, on suppose qu'il est constitué par des oscillations entre un maximum et un minimum. Les terres naturellement fraîches sont quelquefois, selon les années, des terres sèches et des terres humides ; elles s'éloignent donc toujours plus ou moins du degré de perfection qu'un agriculteur habile sait entretenir par le moyen des irrigations.

Viennent enfin les terres sèches et les terres humides, qui sont encore plus éloignées de notre idéal, et qui, malheureusement, constituent la plus grande masse des terrains. Ce sont ces trois divisions qu'il nous faut parcourir.

## CHAPITRE II.

### Qualités des terres arrosées.

Dans les climats chauds et secs, les terres qui jouissent des bienfaits de l'irrigation ont des avantages immenses et bien appréciés des peuples du midi, si l'on en juge par les sacrifices qu'ils ont faits en tous temps pour se les procurer. Les débris de la canalisation souterraine de la Perse, les traces des canaux de la Mésopotamie et de l'Égypte, le système de conduite des eaux sur la côte

orientale de l'Espagne, dans le Milanais, dans la Provence, en Chine, en sont d'éclatants témoignages. Soleil + humidité = végétation: c'est par cette expression que M. Aug. de Gasparin a résumé ces avantages dans deux petits ouvrages où l'on trouve les faits appréciés dans un style plein de mouvement (1).

Les terres arrosées produisent seules d'une manière certaine, dans ces pays, les fourrages nécessaires aux bestiaux; seules elles bravent les retours de sécheresse qui y rendent les récoltes de foin si chanceuses, même dans les terres fraîches, et qui arrêtent les progrès de l'agriculteur incertain sur la reproduction des engrais. Le haut prix auquel ces circonstances y maintiennent le fourrage constitue par contre-coup l'élévation de celui des terres arrosées.

En second lieu, les récoltes de la fin du printemps sont soustraites aux dangers de la sécheresse. Un printemps sec détruit les espérances que l'on fondait sur les céréales elles-mêmes. Le pouvoir de l'irrigation les ranime, et si les terres sont maintenues en bon état d'engrais, on s'assure des récoltes constamment abondantes.

Immédiatement après la moisson, une irrigation met la terre en état d'être travaillée et ensemencée, et cette seconde récolte de millet, de pommes de terre, de haricots, etc., a souvent une valeur qui approche de celle de la récolte principale.

Enfin, quand des récoltes-racines sont en terre au commencement de l'automne et que la sécheresse de la terre empêche de les en extraire sans des dépenses énormes, une irrigation ameublît la terre et permet de faire les travaux avec des frais réduits de plus de moitié. Les cultivateurs de garance connaissent bien cette propriété des irrigations; ils donnent un prix de faveur pour les terres qui en jouissent et qui, à l'avantage de l'économie de main-d'œuvre, joignent celui de pouvoir envoyer les premières leurs produits sur le marché.

Toutes ces considérations donnent une grande valeur aux terres arrosées, dans toutes les régions méridionales

(1) *Des machines; Du plan incliné.*

du globe ; mais devraient-elles être sans effet hors de cette ligne que nous avons tracée (1), et qui sépare les pays à pluies d'automne des pays à pluies d'été ? Pour être souvent favorisées par les saisons, ces contrées du nord de l'Europe n'ont-elles pas souvent appris par de funestes expériences le prix de l'irrigation ? Nous croyons pouvoir affirmer, sans crainte d'être démenti, que, pour toutes les terres sèches de toutes les régions de l'Europe, elle est d'une nécessité indispensable quand on veut y faire une agriculture régulière, et que la recherche des moyens de disposer des cours d'eau en faveur de la terre est au nombre des devoirs les plus importants du gouvernement et des besoins les plus urgents des peuples.

SECTION I<sup>re</sup>. — *Caractères qui font la perfection des terres arrosées.*

De l'eau à discrétion et à bon marché, c'est là le premier et le principal caractère qui met de la différence entre les terres complètement ou incomplètement arrosées ; car l'eau peut être assez rare et distribuée à des intervalles de temps tels que les principaux avantages de l'irrigation seraient fort affaiblis. On doit donc faire entrer d'abord l'abondance de l'eau dans la considération de la valeur d'une terre arrosée. L'eau peut-elle être prise à volonté, soit pour le temps, soit pour la quantité, la terre approche de la perfection, sauf les autres *desiderata*, dont nous parlerons plus loin. Alors la terre est, pour nous, dans cet état que M. Royer a appelé la période jardinière.

L'eau peut-elle être prise tous les huit jours au plus, la terre cesse de pouvoir porter une grande variété d'hortolages, il faut se réduire à une culture plus symétrique ; mais pour le plus grand nombre des produits ruraux et dans la plupart des terrains, nous ne mettrons pas de différence entre cet intervalle et la faculté illimitée.

(1) Des climats par rapport aux pluies ; *Bibliothèque universelle de Genève*, 1829, et dans le second volume de cet ouvrage.

Si l'intervalle s'accroît et si l'eau ne s'obtient plus que tous les quinze jours, il y a beaucoup de terrains qui peuvent souffrir ; ceux qui sont fortement siliceux sont de ce nombre.

Le prix d'achat de l'eau entre comme second élément dans l'appréciation du terrain. Si l'eau vient d'une source abondante dont on soit possesseur, elle ne coûte que le travail des hommes chargés de la diriger ; si elle vient d'un canal creusé par le propriétaire, elle coûte en outre les intérêts de la construction et l'entretien du canal ; si on la prend dans un canal appartenant à autrui, et qui entende les droits de jouissance, elle peut avoir une valeur assez variée. L'eau que l'on obtient par les moyens des machines mues par la force des animaux est beaucoup plus chère, et ne peut servir utilement que pour les cultures jardinières qui n'exigent que peu d'eau, ou pour celle des jardins ; mais quand on a de vastes terrains à arroser, et que l'on dispose d'une masse d'eau considérable, on l'obtient à un prix beaucoup inférieur par le moyen de la machine à vapeur, pourvu que le réservoir de l'eau ne soit pas trop profond et le charbon trop cher.

Le calcul de l'eau nécessaire à l'irrigation est modifié par la nature du sol que l'on doit arroser, et qui exige des irrigations plus ou moins répétées. C'est ici qu'entre comme élément la composition des terrains.

## SECTION II. — *Des effets de la composition du terrain sur la valeur des terres arrosées.*

La succession rapide de récoltes que l'on exige des terres arrosées indique que l'on doit peu compter sur les seuls matériaux nutritifs qu'elles possèdent, et que ce n'est que par une succession continuelle de nouveaux engrais que l'on peut en espérer des produits, à moins que l'irrigation n'ait lieu au moyen d'eaux chargées de principes fécondants qui équivalent à des engrais. Comparée aux doses d'éléments de fertilité que ces engrais apportent, la fertilité naturelle des terrains disparaît, et peut être éliminée du calcul, si ce n'est pour les gazons pérennes des prairies, qui gardent en réserve une provi-

sion considérable d'azote, azote qui ne reparait que quand on défriche la prairie. Il ne reste plus d'autre différence entre les terres arrosées que celle de leur ténacité et de leur dessèchement plus ou moins rapide.

La ténacité de la terre peut toutefois être modifiée quant à son action sur les instruments de culture, par une irrigation faite quelques jours avant les labours ; mais quand la terre est trop abondante en argile, sa plasticité la rend plus adhérente aux outils, et force à attendre un dessèchement assez avancé pour la travailler. Il y a donc une limite au delà de laquelle l'augmentation de l'argile dans le sol pourrait être préjudiciable ; nous ne croyons pas qu'elle puisse dépasser sans inconvénient 24 à 30 d'argile ; passé ce terme, le terrain est difficile à traiter, et il devient plus opportun de le laisser en prairie permanente, que d'y introduire des cultures annuelles.

La rapidité du dessèchement des terrains et la nécessité d'y renouveler fréquemment les irrigations méritent une attention plus particulière, et dépendent beaucoup aussi, toutes les autres circonstances étant égales, de la composition du sol.

En observant l'effet des irrigations sur des terres de différente nature, on reconnaît que la cause principale de la rapidité de ce dessèchement est la quantité de sable siliceux et calcaire qu'elles contiennent. Cette quantité nous est donnée par la lévigation. Dans la Lombardie comme en Provence, il suffit d'arroser tous les quinze jours les prairies d'un terrain qui ne contient pas plus de 0,20 de sable (premier lot de la terre) ; quand il en contient 0,40, elles doivent être arrosées tous les huit ou dix jours, pendant les chaleurs de l'été ; au delà de 0,60 elles devraient être tous les cinq jours, et quand la terre contient beaucoup d'oxyde de fer, est fortement colorée, et a 0,80 à 1,00 de sable, on ne pourrait se dispenser de l'arroser tous les trois jours ; pour ces différentes terres et leur besoin relatif d'eau, nous trouvons une différence de 0,12 jour pour chaque centième de sable ajouté. Si l'on part de cette base, que nous croyons assez exacte pour les climats du midi de l'Europe, il sera toujours facile de calculer la valeur relative et les frais que coûtera



chaque terrain pour son irrigation. Soit la rente d'un hectare de 500 fr., la valeur de l'eau 5 fr. les 1000 mètres cubes (arrosage d'un hectare sur 0<sup>m</sup>,1 de hauteur); nous avons pour le midi de la France, où les arrosages commencent au 1<sup>er</sup> avril et finissent le 3 septembre :

Prépermanent.	Avec 20 de sable.	40 de sable.	60 de sable.	80 de sable.
	Tous les 15 jours à 5 fr.	Tous les 11 jours.	Tous les 6 jours.	Tous les 5 jours.
Arrosage. . . . .	60	85	150	180
A retrancher de la rente. . . . .	500	500	500	500
Reste. . . . .	240	215	150	120

Ce qui nous donne la valeur relative de ces différents terrains arrosés; elle est descendue de moitié de 20 à 80 de sable. Ces calculs devront être modifiés s'il y a un changement dans le prix de l'eau, ou dans le genre de culture; ainsi, dans la culture de la luzerne, par exemple, il suffit d'une irrigation par mois ou à chaque coupe dans les terrains à 0,20 de sable; il en faudrait une tous les vingt jours à 0,40 de sable; une tous les 16 à 0,60, ou deux par coupe; une tous les dix jours, ou 3 par coupe à 0,80. Nous ne posons donc ici que les bases approximatives de ce calcul. Il serait encore tout autre en changeant de climat. L'évaporation est très-forte dans le département de Vaucluse, où ont été faites les observations agricoles sur lesquelles ces bases sont établies. La chaleur, mais surtout les vents, y dessèchent rapidement la terre. Il faudrait donc de nouvelles formules pour un autre climat, et dans celui qui serait plus humide, la valeur des terrains sablonneux décroîtrait moins rapidement.

### SECTION III. — *Consommation des engrais dans les terres arrosées.*

Nous avons dit que nous comptons pour peu de chose l'état de fertilité où se trouvent momentanément les terrains arrosés. La rapide succession des cultures y crée des besoins qui ne peuvent être satisfaits que par des engrais abondants et réitérés, et si ces cultures sont bien

dirigées, leurs produits marchent d'un pas égal avec l'engrais, et laissent toujours le terrain à peu près épuisé de principes azotés. Une irrigation trop abondante, faite avec imprudence et par submersion, entraîne même une partie de l'engrais sans profit pour le champ. Les habiles irrigateurs savent obvier à cet inconvénient ; nos paysans s'y laissent prendre trop souvent, ne croyant jamais saturer leur terrain d'assez d'eau. Mais une faute dans la pratique d'un bon procédé ne peut jamais infirmer en rien son excellence.

Ce qui est vrai pour les terres arrosées en culture annuelle doit être modifié quand il s'agit des prairies. Celles-ci forment, par les nombreuses racines qui composent leurs gazons, une espèce de tissu, dans lequel se dépose et se conserve un terreau riche en azote, qui, une fois parvenu à son maximum, reste dans un état à peu près stationnaire, jusqu'à ce que l'on défriche la prairie, alors il profite aux cultures qui lui succèdent. Mais tant que le pré dure, cette portion d'engrais reste latente, et l'on n'obtient de récolte de foin qu'à l'aide des quantités supplémentaires d'engrais qu'on y ajoute. Nous traiterons en détail de ce phénomène en parlant des prairies ; dans ce moment nous dirons seulement que le gazon d'une prairie en bon état de production retient environ l'équivalent de 250.000 kilogr. de fumier par hectare. C'est donc le capital qu'il faudra ajouter à la valeur de la terre, quand on comparera un pré arrosé à un terrain arrosé et nu ; quand on comparera deux prairies entre elles, on pourra en faire abstraction.

Les terrains arrosés et les prés eux-mêmes, une fois pourvus de leur avance d'engrais, sont donc une matière propre à transformer perpétuellement et rapidement l'engrais en denrée, sans laisser chômer ce précieux capital. Ce c'est donc pas sur l'azote que contient un tel terrain qui n'est pas en prairie qu'il faut le juger ; cette quantité pourrait être surabondante sur un terrain inférieur dont on n'aurait pas exigé tous les produits, et après l'avoir épuisée on se trouverait en présence de ses seuls défauts.

Mais si les terrains arrosés consomment rapidement les

principes azotés de l'engrais, il n'en est pas de même des principes charbonneux ; ceux-ci se décomposent plus lentement, et quand on se sert de fumiers d'étable, de nouvelles doses de paille viennent s'ajouter sans cesse aux débris non encore consommés de la culture précédente. Aussi tous ces terrains bien traités tendent-ils sans cesse à devenir plus légers et plus propres aux hortolages et aux cultures herbacées. Cet effet est sensible dans tous les terrains anciennement soumis aux irrigations et à une bonne culture ; la proportion du terreau y augmente, et moins que les eaux qui les arrosent ne soient chargées de dépôts terreux qui rétablissent l'équilibre. Les terres fortes profitent le plus de cet ameublissement, et leur valeur s'accroît avec les années ; un ancien jardin, une ancienne prairie dans des terrains de cette nature ont d'autant plus de prix qu'ils sont soumis depuis plus longtemps à cette riche culture.

### CHAPITRE III.

#### Des terres fraîches.

Rappelons d'abord ce que nous entendons par *terre fraîche*, cette heureuse et rare combinaison de toutes les qualités du terrain qui ne permet pas qu'à trente centimètres de profondeur il ait jamais moins de 0,10 d'humidité dans les plus grandes sécheresses de l'été, ni plus de 0,25 dans la saison des pluies. S'il existait une terre qui réunit complètement ces qualités, elle aurait une valeur plus grande que les terres arrosées, puisque sans frais, sans peine, elle posséderait les propriétés que nous cherchons à leur donner par l'irrigation. Mais l'examen des conditions qui constituent une terre fraîche nous prouvera que ce que nous pouvons appeler de ce nom ne remplit pas toujours parfaitement l'idée que nous nous en sommes formée.

Comment une terre sera-t-elle fraîche ? Il faut qu'elle reçoive une quantité d'eau suffisante, qu'elle la laisse

écouler avec facilité, que sa surface soit évaporante, son intérieur filtrant et cependant absorbant, de manière à ce que la profondeur se mette rapidement en communication avec la partie supérieure.

Quelle sera la source de l'humidité? ou un climat à pluies fréquentes et modérées, ou un réservoir d'eau placé à une petite profondeur sous un terrain doué de beaucoup de capillarité. — Quelle sera la condition du prompt écoulement de l'eau reçue par la surface? un sol profond et filtrant. — Quelle sera la condition du dessèchement de la surface? un terrain coloré et assez chargé de silice ou de sable calcaire. — Reprenons une à une toutes ces conditions.

Si les terres sont fraîches par le bénéfice du climat, il faudra que les pluies soient tellement réparties qu'elles se balancent sans cesse avec l'évaporation et l'écoulement des eaux. Cette condition se rencontre dans les contrées occidentales, et souvent aussi dans l'intérieur de notre continent, dans les pays habituellement nébuleux et peu ventilés. Il y a des terres fraîches dans ceux de nos départements des côtes de l'Océan qui sont formés par les anciennes provinces de Bretagne, de Normandie, de Picardie et de Flandre; on en trouve surtout en Hollande, dans la Grande-Bretagne et aussi en Allemagne. En traitant de la météorologie agricole, nous établirons mieux encore ces conditions de climat.

Un réservoir des eaux à niveau constant ne peut dépendre des infiltrations des eaux pluviales sur un sous-sol imperméable. Ces sortes de nappes d'eau se dessèchent en été après avoir noyé les terres en hiver; il tient uniquement à l'existence de sources ou de rivières souterraines coulant à travers les cailloux, les graviers et les sables sur un lit imperméable. La terre qui est placée au-dessus s'humecte au contact de l'eau et de sa vapeur, et l'humidité gagne de proche en proche jusqu'à une hauteur déterminée par la nature du sol. Dans un terrain composé moitié de silice, moitié d'argile et de chaux, le réservoir des eaux étant à 2<sup>m</sup>,50 de profondeur, le sol se maintient pendant la sécheresse de l'été à 0,10 d'humidité, et à 0<sup>m</sup>,50 de profondeur, dans le midi de la

France. Dans les terrains tourbeux, l'ascension de l'eau est encore plus forte ; dans un terrain de silice pure, elle se fait sentir à peine à 6<sup>m</sup>,50.

Si le terrain n'est arrosé que par les eaux de pluie, le degré de perméabilité du sol doit être proportionnel à la durée et à la fréquence de ce météore, pour que le terrain reste frais et ne devienne pas humide ; mais comme un terrain n'est frais par la vertu du climat que dans un pays pluvieux, on conçoit que la perméabilité y est d'une grande importance ; de même que la capillarité ou la force ascensionnelle est plus à rechercher quand la fraîcheur du sol dépend d'un réservoir inférieur d'eau. Aussi, les terres fraîches des pays secs sont-elles moins siliceuses que celles des pays à pluies d'été.

La rapidité de l'évaporation de la terre est diminuée par les labours qui rompent la continuité de la surface et de l'intérieur ; elle est diminuée aussi par la grosseur des particules de la terre qui empêche leur facile communication ; ainsi, la surface d'un terrain sablonneux se dessèche avec rapidité, mais les couches inférieures perdent plus lentement leur humidité que si elles étaient composées de fines particules calcaires ou argileuses. La composition sablonneuse du terrain, qui est un obstacle à l'ascension de l'eau inférieure, s'oppose donc aussi à sa propre évaporation par la surface. Cette remarque fait comprendre combien il importe aux cultivateurs de maintenir leur terrain en culture superficielle pendant les chaleurs de l'été pour qu'il ne perde pas de son humidité intérieure.

Nous avons vu que la coloration du sol accroissait prodigieusement l'absorption de la chaleur lumineuse, et par conséquent l'évaporation. Les terrains chargés de terreau attirent fortement l'humidité du réservoir inférieur ou absorbent celle qu'ils ont reçue de l'atmosphère ; mais, d'un autre côté, ils évaporent considérablement par leur surface, au point qu'elle est quelquefois entièrement desséchée, tandis que l'on trouve la fraîcheur à 0<sup>m</sup>,50 de profondeur. L'équilibre ne se rétablit pas assez promptement pour que les plantes à racines superficielles n'aient pas beaucoup à souffrir.

Pour obtenir une terre qui ait toutes les qualités des terres fraîches sans les inconvénients des terres humides, il faut donc une coloration qui aide à l'évaporation, mais qui la maintienne en équilibre avec les proportions d'eau que la terre reçoit. Cette coloration doit être plus forte dans les climats pluvieux que dans les climats secs, et dans ceux-ci d'autant plus que le réservoir des eaux est plus près de la surface ; quand il est peu profond, certaines terres fraîches du midi, qui sont complètement blanches, deviendraient sèches si leur surface était colorée.

On sent assez que jusqu'ici nous n'avons pu donner que des indications. Les circonstances varient au gré de tant d'éléments divers qu'il y aurait de la témérité à vouloir les réduire en chiffres. C'est l'expérience seule, l'expérience qui, faisant une synthèse de tous ces éléments, pourra nous apprendre si telle terre est fraîche, et à quel degré elle l'est. On parvient à s'en rendre compte exactement si l'on peut consacrer plusieurs années à ces expériences, si l'on peut, pendant chacune de ces années, essayer la terre en hiver et en été. On peut aussi juger instantanément de l'humidité ou de la sécheresse en examinant la terre en hiver ou en été, et en comparant son état avec l'état moyen habituel de la saison, qui passe pour humide ou pour sèche. Mais ces moyens sont rarement à la portée de ceux qui font de semblables recherches ; ordinairement ils veulent savoir immédiatement la nature du sol qu'ils cherchent à connaître. La synthèse dont nous parlons ne peut alors être obtenue qu'au moyen de quelques observations : la luzerne réussit-elle dans la terre ? combien de coupes y fait-on ? quel est le produit comparé des différentes coupes ? celles des mois de juillet et d'août ne sont-elles pas sujettes à manquer ou à donner de très-faibles produits ? Telles sont les données que l'on peut obtenir facilement dans les pays où cette excellente plante est cultivée. Son introduction dans la culture annonce un terrain qui n'est pas trop humide en hiver ; le nombre de ses coupes, leur proportion, le manque des coupes d'été indiquent si la terre est sèche ou fraîche dans cette saison. Dans une terre fraî-

che, la somme de 600° de chaleur moyenne, depuis l'époque où la luzerne a été fauchée, amène de nouveau le terme de sa floraison ; ainsi dans notre midi, elle se coupe environ tous les mois jusqu'au moment où la température moyenne descend au-dessous de 15°. Dans les terres sèches, la luzerne ne repousse pas immédiatement après la coupe si elle manque d'humidité ; elle attend une pluie pour repousser ; ainsi les coupes d'été sont plus retardées que celles de printemps et d'automne. Le nombre des coupes d'un terrain comparé à celui des coupes d'une terre arrosée est donc un très-bon moyen pour juger de la sécheresse du sol que l'on examine. La proportion de fourrage obtenu par les différentes coupes n'est pas un moyen moins sûr. Dans les terres arrosées ou fraîches, toutes les coupes sont à peu près de la même quantité. Le rapport des coupes entre elles est donc un excellent indice du défaut d'humidité à l'époque où elles se font. Le manque complet des coupes de juillet et d'août n'en est pas un moins certain.

Malheureusement ce *criterium* excellent n'existe pas partout, il manque quelquefois dans les circonstances où on le désirerait le plus ; il faut alors recourir à d'autres indices. Dans tous les pays où l'agriculture est avancée et où le climat le permet, on ne manque pas de faire chaque année deux récoltes consécutives dans les terres fraîches. La possibilité de voir prospérer des semis faits après la moisson est une preuve certaine de la fraîcheur de la terre en été. Quant à l'humidité en hiver, elle s'annonce par la tendance à faire de préférence des semis printaniers, à relever en billons les terres où l'on fait les semis d'automne. C'est à ces remarques que l'on est forcé de se borner, en les aidant toutefois de l'expérience directe sur la quantité d'eau que renferme la terre au moment où on les fait, si l'on ne peut pas s'aider d'une série plus longue d'observations.

Nous ne serions pas éloigné d'admettre qu'une terre dont l'état moyen, toute oscillation compensée, peut être réputé celui d'une terre fraîche, équivaut à une terre arrosée pour sa valeur, partout où l'eau occasionne une dépense de 5 fr. par 1,000 mètres cubes ; au moins le prix de

fermage des terres de cette catégorie que nous connaissons tend à leur attribuer ce rang.

## CHAPITRE V.

### Des terrains secs.

Nous répétons ici que nous entendons par terrains secs ceux qui, au milieu de l'été, ne conservent pas 0,10 de leur poids d'humidité, et qui n'en ont jamais plus de 0,23 en hiver, trois jours après la pluie. Ils composent la grande masse des terres agricoles ; ils résultent d'un climat qui laisse en été de longs intervalles entre les pluies, et d'un sol qui est assez profond et filtrant pour recevoir et répartir à ses couches inférieures l'eau tombée en hiver. Cette profondeur du sol peut être assez médiocre dans les terres planes, en calculant sur la moyenne des pluies et non sur les orages qui imbibent profondément la terre, mais dont l'effet est passager. Mais il en est autrement dans les terrains concaves et qui reçoivent les eaux supérieures ; l'expérience seule peut apprendre s'ils ne deviennent pas humides en hiver.

Par leur nature propre, les terrains secs ne sont pas favorables aux cultures herbacées qui végètent pendant l'été ; leurs produits sont bornés aux plantes dont la fructification est achevée à la fin du printemps, comme les céréales et les légumes ; parmi les récoltes fourragères, le sainfoin et le trèfle leur sont spécialement affectés ; la luzerne y vient, mais y donne la moitié moins de foin que sur les terres fraîches, par le manque des coupes d'été. Les arbres et les arbustes qui s'enracinent profondément leur conviennent principalement ; les récoltes-racines qui peuvent supporter pendant quelque temps la sécheresse y réussissent aussi, même dans les pays méridionaux où la terre ne s'humecte que tard, parce qu'elles y trouvent encore dans l'arrière-saison, après les pluies, une température suffisante pour leur développement.

Dans les pays chauds, le climat permet de faire des secondes récoltes dans les terres fraîches ; les terres sèches



sont privées de cet avantage; en outre, elles ne rendent que la moitié de la quantité de fourrage que produisent les premières; enfin, les récoltes de céréales y sont moins assurées et d'autant moins abondantes qu'outre les fâcheux effets des variations du climat, elles ne fournissent pas en paille et en fourrages des moyens réparateurs aussi abondants. Ces terres ne compensent ces désavantages que par la propriété d'être propres aux cultures arbustives, les vignes, les mûriers, les oliviers; mais, dans l'état actuel de la culture, leur valeur n'est que le tiers environ de celle des terres arrosées, pour les bonnes terres, et pour les terres sablonneuses ou graveleuses, quelquefois le dixième à peine.

Si, après avoir comparé les terres sèches aux terres d'une autre classe, nous voulons les comparer entre elles, nous trouverons que leur valeur relative dépend de trois circonstances principales: 1° la richesse en azote de la terre; 2° la durée de son état de sécheresse; 3° la facilité ou la difficulté des travaux. Nous verrons que c'est de la combinaison de ces trois éléments que dépend leur évaluation.

### SECTION I<sup>re</sup>. — *Faculté de conserver l'engrais.*

Nous avons parlé, dans la première partie de cet ouvrage, de la faculté qu'à l'argile de s'emparer d'une partie des éléments de l'engrais et de s'en saturer; dans cet état elle le conserve à l'abri de la décomposition, et ne le cède en partie que quand elle est humectée ou chauffée. Cette partie ainsi conservée a été le sujet constant des observations des agronomes allemands, qui la désignent sous le nom de *vieille graisse*. De cette propriété vient que, quand on fume une terre argileuse maigre, le fumier ne paraît produire aucun effet, l'argile s'en est emparée, et ce n'est quelquefois qu'après plusieurs fumures consécutives que les récoltes paraissent en ressentir l'influence. Rien n'est donc moins avantageux que d'entreprendre la culture d'une terre argileuse maigre, comme rien ne l'est davantage que d'avoir à traiter une argile riche. Il est par conséquent de la dernière importance de connai-

tre précisément la richesse de la terre en azote, puisque, si la terre est argileuse, l'absence presque complète de l'azote annoncerait qu'il faut consacrer un capital considérable pour la mettre en état de porter de pleines récoltes.

Ayant pris des terres qui étaient en divers états de fertilité et en ayant dosé l'azote, nous avons trouvé que celles qui donnaient un produit proportionnel à l'engrais qui leur était fourni contenaient 0,000015 d'azote pour chaque centième d'argile du sol; tout ce qui manquera à cette quantité sera donc une mise hors, un capital nécessairement consacré à le mettre en état de produire; mais ces mêmes terrains, une fois mis en état, donnent quelquefois d'excellentes récoltes sans engrais, quand l'humidité de la saison végétative force l'argile à restituer une partie de son trésor. L'argile saura le reprendre plus tard, et cette bonne fortune ne peut être regardée que comme une avance dont il faudra la rembourser. Ce n'est donc que quand la terre est longtemps cultivée sans fumier que l'on rentre dans cette mise de fonds, par une succession de circonstances qui permettent aux plantes de s'emparer de l'engrais mis en réserve, quand il se trouve dissous par l'eau, et c'est ce que savent trop bien faire les fermiers qui ne quittent pas de pareilles terres sans les avoir épuisées.

Dans les terres siliceuses, sablonneuses ou calcaires, au contraire, il ne se fait pas d'accumulation, mais la partie de l'engrais qui n'a pas servi immédiatement à la végétation se trouve dissipée dans l'atmosphère en se résolvant en gaz, ou entraînée dans les couches profondes par la pluie. C'est donc ici une perte sèche que l'on subit. Aussi vaut-il mieux ici fumer souvent et à petites doses, tandis que les terres argileuses peuvent être fumées plus largement.

En effet, outre l'emmagasinement de l'engrais par l'argile, ces terres compactes laissent moins pénétrer l'air entre leurs pores.

On peut donc jusqu'à un certain point estimer que dans les terres inconsistantes, près du tiers de l'engrais est perdu, et que cette déperdition diminue à proportion

que la terre devient plus forte. Il nous est impossible en ce moment d'assigner le rapport qui existe entre ces deux circonstances ; cependant, pour la commodité de la pratique, et sans craindre une grande erreur, si l'on suppose qu'une terre complètement argileuse, renfermant 0,48 d'argile, mette l'engrais à l'abri de toute perte, et qu'à l'état inconsistant il s'en perde le tiers, on pourra admettre que chaque centième d'argile assure la conservation de 0,021 parties de l'engrais ; et cette hypothèse pourra servir à établir la valeur relative des terrains.

On conçoit maintenant tout l'avantage des terres sèches un peu chargées d'argile, et pourquoi, surtout quand elles tiennent beaucoup de terreau qui remplit en partie le même office, Thaër et les autres agronomes leur ont attribué un si haut rang ; nous allons en trouver encore d'autres raisons.

## SECTION II. — *Durée de l'état de sécheresse de la terre.*

Plus la terre est siliceuse ou sablonneuse, moins elle est disposée à retenir l'humidité ; plus tôt elle perd au printemps, et plus tard elle reprend en automne la dose moyenne d'eau nécessaire à une bonne végétation. Il s'ensuit que les plantes dont la végétation est la plus longue peuvent se trouver exclues de ces terrains, si l'époque de leur dessèchement devance celle de la maturité de leurs fruits. Ainsi, le froment exigeant 2140 degrés de chaleur depuis le renouvellement de sa végétation au printemps jusqu'à sa maturité (1), si la terre n'a plus l'humidité nécessaire quand la somme des degrés accumulés n'est encore que de 1700, le froment séchera sur pied sans mûrir, mais l'orge aura pu mûrir, et le terrain sera un terrain à orge à l'exclusion du froment.

Cette disposition des terrains combinée avec les besoins d'eau de chaque plante les classera relativement aux cul-

(1) Nous ne donnerons ici que des exemples ; nous ne discuterons pas la manière de compter la température nécessaire à la végétation des diverses plantes, nous réservons ce sujet pour la météorologie agricole, et nous adoptons les chiffres de M. Boussingault, sauf à les discuter plus tard, ainsi que ceux d'Adanson.

tures qui leur conviennent; ainsi le seigle ne mûrit qu'avec 1864 degrés de chaleur; mais, évaporant moins que l'orge, il continuera sa végétation dans un terrain où l'orge aurait séché sans fructifier. Au-dessus de 0,50 de sable, Thaër n'admet pas que les terrains de l'Allemagne soient propres au froment; de 0,60 à 0,70, ce sont des terres à orge; de 0,75 à 0,80, des terres à avoine, et au-dessus de 0,80 des terres à seigle. On sent que ces proportions doivent varier selon les climats et les situations, et avant nous les cultivateurs ont su destiner leurs terres aux plantes auxquelles elles sont propres. Ainsi les terres sèches propres au froment auront une valeur plus considérable que celles qui ne portent que du seigle, dans la proportion de la valeur nette des récoltes de ces champs.

Mais ce n'est pas seulement sur les céréales que se feront les effets d'un prompt dessèchement; les fourrages printaniers seront seuls possibles sur les terres de cette nature, et on ne pourra en espérer de secondes coupes; les récoltes-racines elles-mêmes y souffriront beaucoup; si le terrain a du fond, c'est donc principalement par le moyen des arbres et des arbustes que ces terrains peuvent être mis en valeur. Les médiocres récoltes de vin que donnent les terrains sablonneux et secs font assez connaître combien la vigne elle-même, un des plus robustes végétaux, souffre de cette privation d'humidité.

### SECTION III. — *Composition des terres relativement aux engrais.*

En combinant son système d'agrométrie, Thaër ne tarda pas à s'apercevoir d'une circonstance qui dérangerait tous ses calculs. Une année de jachère accompagnée de ses cultures ordinaires rétablissait la fertilité de la terre dans une certaine proportion. « L'épuisement causé par une récolte de grains se répare, entre autres, dit-il (§ 256), par une jachère morte d'été avec les cultures convenables, laquelle non-seulement nettoie le terrain, mais encore lui procure de véritables sucs nutritifs, tant en soumettant successivement ses différentes parties au contact des élé-

ments fertilisants des gaz de l'atmosphère qu'en favorisant la putréfaction des plantes et des racines enterrées par les labours... Au reste, sans aucun doute, la jachère absorbe et attire des sucs fertilisants de l'atmosphère, et la quantité de particules nutritives ainsi absorbées est d'autant plus grande que le sol est dans un état plus prospère... Si le terrain a 40° de fécondité, la jachère en ajoute 10; si cette fécondité est poussée à 50°, l'augmentation est de 11; si elle arrive à 60°, l'augmentation est de 12; et ainsi de suite. »

On a vu, dans la première partie, que, pour les terres qui contenaient des carbonates, cet effet était dû à la transformation de ces carbonates insolubles en bicarbonates solubles et en nitrates; et que pour celles qui contenaient de l'argile, du fer et du terreau, cela tenait à l'absorption des gaz ammoniacaux et à leur conservation. Ainsi, dans la plupart des cas, c'est de l'azote qui se produit au profit de la végétation future. Cette production peut être comptée pour peu de chose dans les terres arrosées, et nous en avons dit les raisons; mais dans les terres sèches, traitées d'une manière plus économique, elle doit être prise en considération.

Que devons-nous entendre par les 40, 50, 60° de fécondité de Thaër? c'est la fécondité acquise qui produit 5<sup>h</sup>,40; 5<sup>h</sup>,50; 7<sup>h</sup>,50 de froment, et qui est représentée par 4,000, 5,000, 6,000 kilogr. de fumier selon Thaër; mais, selon nous, par 5,517; 8,289 et 11,750 kil. de fumier normal de MM. Boussingault et Payen, et dont une partie seulement est consommée par la première récolte. C'est donc cette quantité d'engrais qui, selon Thaër, serait acquise par la jachère aux terres dans différents états, et en raison inverse de la silice que contient la terre, mais aussi en raison directe de la chaleur humide du climat et du calme de l'air.

La propriété d'absorber l'azote de l'atmosphère résulte donc d'éléments très-complexes et qui ne peuvent être réduits en chiffres, au moins dans l'état actuel de la science. On ne peut entrevoir ici que des moyens d'approximation.

Dans les pays où l'on a conservé la jachère et où l'on

cultive un grand nombre de terres sans engrais, on trouve une de ces données qui consiste à prendre la moyenne de plusieurs récoltes successives, à en retrancher la semence et à calculer la quantité d'engrais que représente le produit moyen.

Dans la vallée du Rhône, les terres sèches qui renferment 70 d'argile ou de terreau doux produisent sans engrais 11 hectolitres de froment par hectare; défalquant 2 hectolitres pour semences, il reste 9 hectolitres qui sont produits par l'accroissement de fertilité provenant de la jachère et valant, au prix moyen de 20 francs, la somme de 180 francs. Ces neuf hectolitres résultent d'une addition d'engrais versée par l'atmosphère équivalant à 55<sup>k</sup>,84 d'azote, et qui, au prix des fumiers sur les marchés (1 fr. 66 c. le kilogr. d'azote), valent 54 fr. 17 c. (1).

Dans les terrains presque entièrement composés de sable quartzeux, on obtient encore tous les deux ans un produit de 6 hectolitres de seigle, ou 4 hectolitres, déduction faite de la semence, et valant 48 fr., résultant de 15<sup>k</sup>,04 d'azote qui valent 24 fr. 97 c. Il semblerait donc que l'accroissement de fertilité, ou, pour mieux dire, l'engrais atmosphérique retenu par la terre au profit des plantes, est en raison inverse de la quantité de silice libre ou de sable que renferme la terre, que la différence de valeur des produits de 70 à 1 parties d'argile est de 180—48=132 fr. tous les deux ans, ce qui nous donne par chaque centième d'argile en plus une augmentation de rente de  $\frac{132}{70} = 1$  fr. 90 c., en supposant que jusqu'à 70 centièmes d'argile cette augmentation suive une proportion arithmétique. Nous ne donnons ces

(1) Ces 55<sup>k</sup>,84 d'azote fournis à la jachère par l'atmosphère, et qui ne sont probablement que la partie assimilée d'une quantité plus grande, dont une autre partie s'est évaporée sans profit pour les plantes, représentent 41<sup>k</sup>,09 d'ammoniaque qui, répartis sur les 7,581 mètres cubes d'eau qui tombent annuellement à Orange sur un hectare, donnent 0<sup>k</sup>,0055 d'ammoniaque par mètre cube ou 1,000 kilogrammes d'eau; or un kilogramme de vapeur d'eau saturant de vapeur 4,427 mètres cubes d'air, ce serait donc 0.0000058 de gramme d'ammoniaque que renfermerait chaque mètre cube d'air. Liebig en porte, par supposition, la quantité à 0,00000007 de gramme par 0,0001 de mètre cube (100 centimètres cubes) (*Chimie agricole*, 2<sup>e</sup> éd., p. 62), ou 0,00007 de gramme par mètre cube.

résultats que comme des aperçus que l'expérience devra rectifier.

Au-dessus de 70 d'argile, le sol doit bien retenir une plus forte partie d'azote, mais les obstacles mécaniques augmenteront au point de réduire la récolte au lieu de l'augmenter. Il faut, à partir de ce point, opérer par réduction au lieu de le faire par addition.

La partie calcaire du sol n'est pas absolument incapable de recevoir de l'atmosphère des éléments azotés, surtout de l'acide nitrique, qui forme avec elle du nitrate de chaux; mais c'est toujours en petite quantité, et quant à l'ammoniaque, elle la laisse évaporer presque avec la même facilité que le quartz. Aussi les terrains purement calcaires ne sont-ils pas, sans engrais, beaucoup plus fertiles que les sols quartzeux. C'est ce que l'on voit dans les plaines de la Champagne, et ce que les terrains paludiens de Vaucluse manifestaient aussi avant qu'on ne les eût traités par des fumures abondantes pour en obtenir de riches récoltes de garance.

#### SECTION IV. — *Facilité et difficulté des travaux.*

Mais si les terres peu consistantes ont tant de désavantages, elles présentent aussi une large compensation dans la facilité des travaux qui s'y exécutent.

Nous verrons dans la mécanique agricole 1° que le travail d'une bonne charrue se compose de l'effort nécessaire pour vaincre la résistance opposée par la ténacité de la terre; cet effort est opéré par le soc et le coutre, et c'est le plus considérable. Il diminue avec l'augmentation de l'humidité du sol dans un rapport que nous savons à peu près proportionnel à la ténacité elle-même. Dans les terres qui sont dans l'état d'humidité moyenne où dans la pratique on commence à les travailler, la force nécessaire peut se calculer approximativement en multipliant la somme des centimètres de la largeur et de la profondeur du labour par la ténacité de la terre, si elle a été prise sur de la terre simplement coulée, ou par la moitié de la ténacité si elle a été prise sur un prisme corroyé de la ténacité de la terre. Le produit exprime en kilogrammes

la force appliquée pour vaincre la résistance; c'est donc un élément variable du calcul relatif à cette ténacité,

2° Mais on a de plus deux éléments que l'on peut considérer comme fixes pour la même charrue : 1° l'effort nécessaire pour soulever et retourner le sol par le moyen de l'oreille, la différence de pesanteur de la terre n'étant pas assez considérable pour amener de grandes modifications dans un calcul approximatif; 2° la force qui sert à vaincre la résistance opposée par les frottements des différentes surfaces. On peut l'estimer à environ 16 kilogrammes par cheval.

Une terre de moyenne consistance, ayant 2 kilogr. de ténacité, exige une force de tirage d'environ 200 kilogr.; les résistances fixes emportent 66 kilogr. environ, ou les 0,53 de la force totale. Les frais de culture pour la jachère d'une telle terre montent à 65 fr. environ, dont le tiers est de 21 fr. 70 c. Si nous prenons cette somme pour celle qui représente l'effort fait pour vaincre la deuxième espèce de résistance, la somme de 45 fr. 30 c. représente la première espèce ou les résistances variables dues à la ténacité. La terre moyenne étant prise pour unité, nous pourrons calculer assez exactement la valeur relative des terres de différentes ténacités. Ainsi, pour celle de 2 kilogr. (1),

$$21 \text{ fr. } 70 \text{ c.} + 45 \text{ fr. } 30 \text{ c.} \times \frac{2}{2} = 65 \text{ fr.};$$

Pour celle de 3<sup>k</sup>,5 de ténacité,

$$21 \text{ fr. } 70 \text{ c.} + 45 \text{ fr. } 30 \text{ c.} \times \frac{5,5}{2} = 97 \text{ fr. } 47 \text{ c.}$$

Cette méthode empirique est basée tout entière, comme on le voit, sur le principe que la résistance est proportionnelle à la ténacité dans les différents états où se trouvent les terres, et, en second lieu, sur la culture de la jachère. Si l'on en excepte les terres mises en herbages,

(1) Ces ténacités ont été prises sur des prismes corroyés, ce qui rend leur confection plus facile. Voir ce que nous avons dit sur la ténacité relative dans l'un et l'autre cas, p. 154 et 155 de ce volume.



il est douteux que toute autre culture exige de moindres travaux.

### SECTION V. — *Des terres sèches dans le Midi.*

Nous n'avons comparé jusqu'ici les terres sèches entre elles que sous le rapport des produits obtenus par les cultures herbacées; mais elles sont aussi susceptibles de porter des arbres qui changent les conditions de leurs évaluations; à mesure que l'on avance vers le midi, le nombre des arbres productifs augmente, et tandis qu'au nord on ne trouve plus que les arbres des forêts, au sud la vigne, le mûrier, l'olivier, et plus loin le dattier, s'accommode des terrains secs sous certaines conditions. L'olivier peut continuer à vivre dans des terrains peu profonds et très-secs; mais, comme les autres arbres dont nous venons de parler, il ne donne de bonnes récoltes qu'autant qu'il trouve dans le fond du terrain l'humidité qui lui est nécessaire. La vigne produit d'excellents vins, mais en très-petite quantité dans des terrains très-secs; elle ne produit en abondance que quand elle peut s'y enraciner profondément; il en est de même du mûrier; et le dattier ne donne de belles récoltes que dans les oasis où coulent des eaux qui rafraîchissent le terrain.

On peut donc dire en général que, quant aux arbres, la valeur des terres sèches est en proportion de la profondeur de leur sol, toutes choses égales d'ailleurs, et que, jusqu'à celle d'un mètre, cette valeur ne cesse de s'accroître rapidement pour les arbres dont nous venons de parler; cette augmentation est sensible à de plus grandes profondeurs pour les noyers et les châtaigniers. Elle dépend de la fraîcheur du fond qui remplace celle de la surface; plus cette fraîcheur normale constante de 0,10 du poids de la terre est près de la surface, et plus la terre a de valeur. Les terres sèches qui maintiennent cette humidité pendant le mois d'août à 0<sup>m</sup>,60 de profondeur sont très-propres au mûrier et à la vigne, quoique la sécheresse de la surface ne permette pas d'y attendre de bonnes récoltes herbacées. Leur prix s'élève alors au niveau de celui des terres à froment dans les pays où les

récoltes du mûrier et de la vigne sont productives. Tout approfondissement ultérieur de la couche humide leur fait perdre de cette valeur, et à 0<sup>m</sup>,90 elles n'ont plus que la valeur des terres à seigle. Voilà les seules données fournies jusqu'ici par l'expérience locale.

## CHAPITRE V.

### Des terres sèches en été et humides en hiver.

Quand le sol manque de profondeur, et surtout quand il reçoit des écoulements des terrains supérieurs, il se forme, en hiver, sur le sous-sol imperméable, une espèce de marais souterrain, et le sol entier devient bourbeux, ou au moins humide. C'est une disposition très-fâcheuse, en ce qu'elle doit faire renoncer à toute production d'hiver, et borne le cercle des cultures à celle des plantes qui peuvent croître et mûrir à partir de l'époque, quelquefois très-avancée, où le terrain est suffisamment desséché, et jusqu'à celle où il est trop sec.

Les blés semés en automne dans ces terres jaunissent, leur racine se pourrit en partie, et ne pousse au printemps que quelques fibrilles échappées à cette macération; la terre se soulève par la gelée, et en été toute humidité manque aux plantes; les arbres y viennent mal, faute de profondeur. Ces terres ne peuvent donc donner quelque espoir de récolte d'hiver qu'au moyen de billons relevés qui accumulent le sol sur certaines lignes, y maintiennent les racines des plantes au-dessus du niveau de l'humidité excessive, et facilitent l'écoulement des eaux. Malgré ces précautions, le nombre des années pluvieuses où l'humidité de l'hiver surmonte ces obstacles, combiné avec celui des années où la sécheresse de l'été est précoce, est assez grand pour rendre une telle culture très-chanceuse.

Nous ne reproduirons pas ici ce qui a été si bien dit par M. Mathieu de Dombasle (1) sur les labours en bil-

(1) *Annales de Roville*, t. III, p. 124 et suiv.

lons en général; dans le cas particulier qui nous occupe, celui des terres sèches en été et humides en hiver, on voit qu'il y a double chance d'insuccès, et qu'elles ne peuvent jouir ni des avantages spéciaux des terres humides, ni de ceux des terres sèches; que dès qu'elles ont le défaut bien constaté de retenir en hiver 0,25 d'eau à 0<sup>m</sup>,50 de profondeur, et d'en avoir moins de 0,10 en été, les plantes y souffrent également, quelle que soit la composition du sol, et celle-ci n'entre plus dans la question que pour le plus ou moins de facilité des travaux qui doivent se faire dans la saison sèche.

Pour évaluer ces terres, il importe de constater d'abord si leurs fâcheuses qualités tiennent à des obstacles tellement insurmontables qu'il ne soit pas possible de les vaincre. Car il est quelquefois moins difficile qu'il ne le semble d'arroser ces terres en été, et de les dessécher en hiver. Nous avons vu les affaires les plus lucratives résulter d'achats de terrains pareils que l'on transformait ensuite en excellents sols. Si de telles ressources ne sont pas possibles, nous croyons que l'on obtiendra la valeur approximative en faisant le calcul comme pour les terres sèches, et en réduisant la valeur de la moitié, relativement aux terres sèches de même nature. Ainsi, si, au lieu d'être seulement humide, le terrain était inondé en hiver, la valeur se réduirait encore, puisque la culture devrait se borner aux légumes de printemps, et que, même au moyen de billons, on ne pourrait plus y cultiver des céréales.

## CHAPITRE VI.

### Des terres humides.

Les terres constamment humides peuvent avoir une valeur assez considérable si le fonds en est calcaire, que par conséquent les eaux qui y séjournent ne soient pas acides et puissent nourrir des roseaux (*arunda phragmites*), au lieu de typhas et de carex.

C'est dans nos étangs du Midi, dans les pays surtout

où le fourrage est rare, que l'on a compris combien cette nature de terrain consacrée aux roseaux devenait précieuse. Le roseau employé comme litière et même comme fourrage, coupé avant la maturité des graines, y rend les plus grands services. En outre, à cause de son usage en couverture sur les blés semés dans les terrains salins, sur les terrains secs et sur les terrains tourbeux, on en consomme des quantités énormes.

Toute la question de l'appréciation de la valeur du fermage de ces terres humides consiste dans l'éloignement où se trouvent les roseaux des lieux où se consomment leurs produits, et dans les difficultés du transport.

Au centre des pays cultivés, quand les transports sont faciles et quand les distances à parcourir sont de quelques kilomètres seulement, les terrains bien garnis de roseaux s'afferment à raison de 53 francs l'hectare. On trouvera la valeur de ceux qui sont éloignés en faisant la défalcation des frais nécessaires pour arriver aux centres de consommation.

Si les terrains n'ont pas un degré extrême d'humidité, on peut y faire des oseraies ; s'il était possible de les inonder une partie de l'année, ils pourraient devenir des rizières et prendre ainsi une très-haute valeur. Nous parlerons en détail de ces spécialités en traitant des cultures.

## CHAPITRE VII.

### Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité.

Pour arriver à une comparaison complète de la valeur des terres selon leur degré d'humidité, il faudrait avoir recueilli une longue suite d'observations indiquant pour un assez grand nombre de terrains les rapports de cette humidité et de leurs produits.

Ces valeurs varieraient encore selon que l'on comparerait entre eux les résultats obtenus de récoltes hivernales, estivales et annuelles. Ainsi une terre, fraîche au printemps et sèche en été, pourra être très-favorable aux

récoltes céréales, et au contraire les autres végétaux qui prolongent leur vie jusqu'en automne y souffriront de la sécheresse de l'été et y donneront des produits inférieurs. Il y a une belle et longue étude à faire pour obtenir des résultats exacts applicables aux diverses circonstances; plusieurs vies y suffiraient à peine. M. Chevandier, jeune savant, qui dirige avec habileté l'exploitation de belles forêts dans les Vosges, et qui le premier a mis en pratique l'irrigation des arbres sur une grande échelle, vient de nous donner un premier essai de ce que le zèle et le talent peuvent tenter (1). Examinant la production du bois de sapin sur des terrains fangeux, secs, ou arrosés par les eaux de pluie qui s'écoulent des pentes que l'on avait disposées pour les conduire dans les massifs, ou enfin arrosés par l'infiltration des ruisseaux, il a trouvé les résultats suivants :

	Produit annuel en bois par arbre.	Valeur (2)	Age moyen des sapins.
	kilogr.	fr.	ans.
Terrains fangeux . . .	1,84	0,042	101,88
Terrains secs. . . . .	3,45	0,080	71,57
Terrains arrosés par les eaux de la pluie. . . .	8,25	0,192	74,45
Terrains arrosés par les eaux courantes. . . . .	11,57	0,269	99,45

En comparant les récoltes de blé dans les terrains arrosés et les terrains secs (3), nous avons trouvé que les premiers produisaient 10 kilog. de blé pour 100 kilog. de fumier, et le seconds 5<sup>k</sup>,4 de blé pour la même quantité d'engrais. Les produits des premiers sont donc à ceux des seconds comme 1 : 0,54; mais les produits en bois des sapins dans les terrains arrosés et secs comme 11,57 : 3,45, ou comme 1 : 0,29. Qui ne voit apparaître dans la concordance de ces deux nombres une expression très-approchée de la valeur comparée des terres dans ces deux situations? C'est aussi dans la même proportion de

(1) *Recherches de l'influence de l'eau sur la végétation des forêts*, 1844. On en trouve un extrait dans les *Comptes rendus*, t. XIX, p. 169.

(2) A 7 fr. le stère de 500 kilogr., comme le compte M. Chevandier.

(3) *Mémoire sur les engrais*, Société centrale d'agriculture, 1842; et plus loin, 9<sup>e</sup> partie, chap. XIII, p. 651 et 669 de ce volume.

un à un tiers que l'on trouve les produits des prairies sèches et arrosées traités de la même manière sous le rapport des engrais. Tous les végétaux ne profitent pas au même degré du bénéfice de l'eau, tous n'évaporent pas dans la même proportion; mais ces faits rapprochés doivent faire entrevoir qu'il ne serait pas impossible d'arriver à des résultats très-intéressants, si des observateurs exacts venaient à s'en occuper. En attendant, nous admettons entre les terrains frais et les terrains secs de même nature le rapport de 1 à 0,53 que nous donnent les comparaisons que nous venons de faire.

## CHAPITRE VIII.

### Valeur des sols selon leur profondeur.

Quand le sol meuble n'existe pas, quand il ne présente qu'une couche de rochers compactes ou de graviers non mélangés de terre, on peut dire que sa valeur agricole est nulle. Elle augmente à mesure que la profondeur du sol augmente aussi et dans une proportion que Thaër a cru pouvoir assigner (§ 747), en disant qu'elle s'accroît de 3 p. 100 pour chaque centimètre en sus de 0<sup>m</sup>,16, et jusqu'à 0<sup>m</sup>,27, et qu'elle diminue proportionnellement de la même manière quand la profondeur est moindre de 0<sup>m</sup>,16. Le pays où nous avons cultivé admettant des cultures plus profondes que celles où le célèbre agriculteur prussien a écrit, nous avons observé que l'accroissement de valeur continue encore à partir de 0<sup>m</sup>,27 jusqu'à 0<sup>m</sup>,50 et dans une proportion que nous pouvons fixer à 2 p. 100.

Mais aussi il est évident que la diminution de valeur doit suivre une progression bien plus grande que celle qu'indique Thaër, de 0<sup>m</sup>,16 à 0, puisque alors la valeur est nulle. Nous croyons pouvoir la supposer comme il suit pour chaque centimètre :

De 0 <sup>m</sup> ,16 à 0 <sup>m</sup> ,12.	. . . . .	5 p. 100
De 0 <sup>m</sup> ,12 à 0.	. . . . .	8 p. 100

Soit donc un terrain de 0<sup>m</sup>,16 de profondeur et ayant une valeur de 1,000 fr. l'hectare.

Un terrain voisin de même composition, ayant 0<sup>m</sup>,50 de profondeur, vaudra :

Le prix du terrain de 16 centimètres . . . . .	1,000 fr.	
Plus, pour la profondeur de 16 à 27, à 3 p. 100.	550	}
— — de 27 à 50, à 2 p. 100.	460	
Total. . . . .		1,790

Un terrain semblable, n'ayant que 0<sup>m</sup>05 de profondeur, vaudra :

Le prix du terrain de 16 centimètres . . . . .	1,000 fr.	
Moins, pour la profondeur de 16 à 12, à 5 p. 100.	200	}
— — de 12 à 5, à 8 p. 100.	560	
Reste. . . . .		240

Il est sensible, en effet, que ce dernier terrain ne peut donner qu'un maigre pâturage, entièrement sec dès le printemps, tel que celui que l'on trouve dans la plaine de la Crau en Provence; tandis que le premier terrain verra croître la luzerne, la garance, les mûriers et les vignes. La profondeur du sol est donc un des éléments les plus nécessaires à considérer quand on veut apprécier sa valeur.

## CHAPITRE IX.

### Compensation des divers éléments d'appréciation.

#### SECTION I<sup>re</sup>. — *Terres dans la période céréale.*

Nous ne croyons pas que le temps soit encore arrivé où l'on pourra assigner la valeur d'un terrain d'une manière absolue. Trop d'éléments doivent concourir à cette détermination, éléments de nature très-diverse, moraux, politiques, géographiques, commerciaux et agricoles, pour que l'on puisse entrevoir la solution complète d'une telle question. Efforçons-nous cependant de montrer la voie par laquelle on pourra parvenir à une certaine approximation, surtout en s'aidant de points de comparaison et ne cherchant qu'une solution relative.

Nous appellerons valeur naturelle d'un terrain celle

qui résulte des seules forces de la nature. Ainsi, le produit d'une prairie, celui d'un pâturage, celui d'une forêt, sont des valeurs naturelles. M. Liebig annonce que le produit naturel d'une prairie non fumée en Allemagne est d'un demi-kilogr. par mètre carré (1,250 kilogr. par arpent de 2,500 mètres) (1), ou 50 quint. métriques par hectare; cette récolte, multipliée par la valeur d'un quintal de foin, serait le produit naturel de la prairie, et en le multipliant par 100 et le divisant par le taux de l'intérêt dans le pays, on aurait la valeur de l'hectare de prairie.

Mais à part les terrains placés dans des conditions spéciales qui les rendront propres à la production des herbages ou qui doivent les faire réserver pour celle des bois, la masse des terres ne peut développer de facultés réellement productives que par la production de végétaux qui exigent l'ameublissement du sol; dès lors les frais de culture entrent en déduction des produits naturels, et nous avons une seconde espèce de valeur du sol, c'est la valeur de culture; nous faisons encore ici abstraction des engrais.

Pour les terres qui sont dans la période céréale, cette valeur résulte des celle de produits naturels N, moins le prix des cultures O. Nous avons pour la valeur nette des produits  $V=N-O$ . Mais ces produits naturels peuvent être eux-mêmes améliorés par la culture seule, si l'on peut introduire certaines plantes qui exigent de la profondeur, et nous savons que cette profondeur est un élément qui agit puissamment sur la valeur du terrain, soit en l'accroissant, soit en la diminuant d'une certaine quantité que nous appellerons H. Enfin le sol peut posséder des engrais naturels ou de vieux engrais F, mis en réserve dans les pores des terreaux ou des argiles, et qu'il faut aussi apprécier. Il est donc bien évident que la valeur définitive d'un terrain nous sera donnée par cette formule  $V=N-O \pm H + F$ . Il ne faut plus que trouver le moyen de déterminer les différents éléments de la formule N, O, H, F.

(1) Voir *Lettres sur la chimie*, p. 269, et, pour l'étendue de l'arpent, *Chimie agricole*, p. 62.



Pour obtenir N, nous choisirons dans chaque pays le produit qui est le plus habituellement cultivé sans engrais; nous chercherons à déterminer les récoltes que l'on en obtient dans les deux compositions extrêmes du terrain, le terrain argileux et le terrain sablonneux et quartzeux, et pour une longue continuité de la même culture.

Appelons A le nombre de centièmes d'argile que renferme le terrain, P l'augmentation de produit pour chaque centième de cette substance, nous aurons  $N = P \times A$ . Ainsi, dans le Midi, le produit naturel cultural des terres à blé étant une augmentation de 1 fr. 90 pour deux ans et pour chaque centième d'argile, la formule y devient  $N = 1 \text{ fr. } 90 \times A$ .

La valeur O de l'ouvrage fait en deux ans pour obtenir ce produit est donnée en appelant G la valeur d'une journée de bête de travail, et T la ténacité du terrain, et en supposant que l'on se serve de bons instruments, par

la formule  $O = 11 G + 22 G \times \frac{T}{2}$ . Dans les situations

agricoles du Midi, la journée de bête de travail est de 2 fr., et nous l'avons identifiée avec la journée du valet de ferme qui a le même prix. La formule se réduira donc

à celle-ci :  $O = 22 + 44 \times \frac{T}{2} =$ . Nous n'aurons plus

qu'à appliquer à la formule générale la modification exigée par la profondeur, et que nous avons appelée H, et enfin celle qu'indique la quantité d'azote trouvée dans le sol par l'analyse.

Soit donc un terrain ayant 0,70 d'argile et 5<sup>k</sup>,5 de ténacité, situé dans le midi de la France. Nous avons pour la valeur de  $N = 1,90 \times 70 = 133$  (1), et pour celle de

$O = 22 + 44 \times \frac{5,5}{2} = 99$ , donc  $V = 133 - 99 = 34$  fr.

C'est la valeur du produit cultural, et au taux d'intérêt de 3 p. 100, la valeur du fonds est de 1,133 fr. l'hectare.

Soit un autre terrain dans la même position géogra-

(1) Voir ci-dessus, p. 364 et 365.

phique qui possède seulement 50 d'argile et ait 0<sup>k</sup>,8 de ténacité, nous aurons  $N = 1,90 \times 50 = 57$ , et  $O = 22 + 44 \times \frac{0,8}{2} = 59,60$ , donc  $V = 60 - 59,60 = 17$  fr. 40 ;

la valeur du fonds à 3 p. 100 est de 580 fr.

Supposons maintenant que le premier sol n'ait que 16 centimètres de profondeur, et que le second en ait 40, la valeur du premier ne change pas ; celle du second augmentant de 2 p. 100 par chaque centimètre de 16 à 40, ou 48 p. 100, donne une augmentation de 525 fr. 20 c. par an ; la valeur de 580 fr. deviendra donc celle de 905 fr. 20 c.

Supposons enfin que l'analyse nous présentât 0,000035 d'azote, qui supposerait une quantité de 400 kil. d'azote pour l'hectare jusqu'à 0<sup>m</sup>,40 de profondeur, si l'on avait pris sur toute la profondeur du sol l'échantillon moyen de la terre analysée et pesant 1,200 kil. le mètre cube ; cet azote, ayant une valeur de 664 fr., porterait la valeur de cette terre à 1,567 fr. 20 c.

M. Moll, dans sa classification des terrains (v. page 258) a cherché aussi à les apprécier, et pour y parvenir il a eu recours à l'évaluation des frais de culture et des produits d'un assolement donné ; c'était spécialiser la question plus que nous ne devons le faire ici ; ses résultats ont été les suivants :

	Produit net en kilogr. de froment.
1 <sup>o</sup> Terre à luzerne de 1 <sup>re</sup> classe. . . . .	985 à 1050
2 <sup>o</sup> Terre à trèfle de 1 <sup>re</sup> classe. . . . .	737 à 780
3 <sup>o</sup> Terre à luzerne de 2 <sup>e</sup> classe . . . . .	546 à 585
4 <sup>o</sup> Terre à sainfoin de 1 <sup>re</sup> classe. . . . .	590 à 429
5 <sup>o</sup> Terre à trèfle de 2 <sup>e</sup> classe . . . . .	273 à 312
6 <sup>o</sup> Terre à luzerne de 3 <sup>e</sup> classe . . . . .	205 à 254
7 <sup>o</sup> Terre à trèfle blanc de 1 <sup>re</sup> classe. . . . .	436 à 179
8 <sup>o</sup> Terre à sainfoin de 2 <sup>e</sup> classe . . . . .	423 à 148
9 <sup>o</sup> Terre à trèfle blanc de 2 <sup>e</sup> classe. . . . .	62 à 86

Nous reconnaissons dans les développements que M. Moll a données la grande expérience de l'auteur ; sa méthode n'est autre que celle que nous avons exposée plus haut sous le nom de *Méthode historique* ; nous avons été curieux de comparer ses résultats avec ceux de

la méthode générale et nécessairement plus ou moins approximative que nous venons de décrire.

Nous supposons, d'après ses données, que cette terre contienne 60 d'argile, 20 de carbonate de chaux, 5 de terreau et 5 de silice; sa ténacité sera de 3 kilogr., la profondeur de son sol de 1 mètre. Nous aurons :  $N = 1,9 \times 65 = 125,5$ ;  $O = 22 + 44 \times \frac{2}{3} = 88$ ;  $V = 125 - 88 = 35$  fr. Nous aurons pour la profondeur de 16 centimètres à 27, ou 11 centimètres à 3 p. 100, et de 27 à 50, ou 23 centimètres à 2 p. 100, en tout 79 p. 100, ce qui nous donne pour 35 fr. une addition de 27 fr. 65 c.; le terrain vaudra donc alors 62 fr. 65 c. L'azote contenu dans le terrain nous est aussi donné par M. Moll; il fume avec 18,750 kilogr. de fumier qui renferment 75 kilogr. d'azote, capables de donner seulement 10,5 hectol. de blé, consommant les deux tiers de l'azote du fumier. Or, il récolte sur cette fumure 26 hectol. de blé dont 15,7 hectol., provenant de la fertilité du sol, qui est alors de 101<sup>k</sup>,10 d'azote (1) valant 167 fr. 84 c. qui, ajoutés aux 62 fr. 65 c., nous donnent un total de 250 fr. 49 c. qui, selon nous, serait la valeur de la rente de l'hectare soumis à une rotation régulière. M. Moll trouve 195 fr. 50 c.

Mais il y a bien une autre différence : M. Moll n'estimait 700 kilogr. de fumier qu'à 55 litres de blé ou à 7 fr. (en supposant le blé à 20 fr. l'hectol.), ou à 1 fr. les 100 kilogr., au lieu de 1 fr. 50 c., que nous avons adopté pour prix normal, ce qui, pour une différence de 50 c. par 100 kilogr. sur 17,500 kilogr. de fumier qui constituent la fumure qu'il accorde, nous donne un excédant de 52 fr. 50 c. à déduire de son estimation. Par cet exemple, il est aisé de comprendre comment la fixation de chaque article des frais dépendant de données différentes selon les circonstances locales, il est très-difficile de se rencontrer parfaitement, et comment des formules plus générales, qui font abstraction de la plupart de ces détails en les comprenant dans un chiffre total, cachent des

(1) Nous supposons toujours que le blé ne s'empare que des deux tiers de l'azote dans une première récolte.

compensations qui les rendent quelquefois plus exactes que des évaluations plus étudiées, mais plus particulières.

## SECTION II. — *Terres dans les périodes commerciale et jardinière.*

La puissance d'absorption et de conservation des substances fécondantes par les terres est d'une très-grande importance dans les périodes céréales et celles qui leur sont antérieures. En effet, la quantité d'engrais artificiel dont on dispose alors est peu considérable et dans un rapport assez peu élevé, en comparaison de celui fourni par l'atmosphère. De plus, les plantes cultivées occupent la terre pendant d'assez longues périodes, et, par exemple, le blé semé en automne, mais ne se développant qu'au printemps et ne murissant qu'en été, doit pouvoir recueillir peu à peu, selon les besoins de son développement, les parties d'engrais qui lui sont nécessaires, et en attendant qu'il s'en serve, il faut que cet engrais soit mis en réserve et conservé à l'abri des causes qui pourraient produire sa dispersion. Et comme le blé n'absorbe même pas tous ces engrais dans une seule récolte, il faut que cette conservation puisse se prolonger même pendant plusieurs années. C'est ainsi que la puissance de l'engrais se reconnaît, même à la quatrième année, dans des terres suffisamment argileuses. Ces deux motifs de puissance accordée aux terres qui retiennent l'engrais, ou n'existent qu'à un degré beaucoup moindre, ou n'existent chacun que séparément, quand nous passons aux plantes appropriées aux périodes commerciale et jardinière. En effet, on emploie dans ces périodes des quantités d'engrais considérables par rapport à l'engrais atmosphérique, et celui-ci devient une partie aliquote très-faible et moins digne de considération par rapport à lui. En second lieu, un certain nombre de ces plantes (chanvre, lin, pavot, etc.) restent peu de temps en terre, soutirent rapidement la dose de fertilité qui leur est nécessaire et qui ne doit pas être retenue trop fortement par le sol ; les récoltes s'y succèdent dans la même année de manière

à épuiser le terrain aussi complètement que possible. Ainsi la qualité conservatrice de l'engrais, qui joue un si grand rôle dans les périodes précédentes, perd de son importance et descend à un degré bien inférieur dans la période commerciale, et plus encore dans la période jardinière, où les produits épuisants se succèdent avec plus de rapidité encore. Cette qualité peut même devenir un défaut, et nous voyons en effet les terrains légers et frais acquérir alors une valeur très-supérieure à celle des terrains forts. Ce n'est pas seulement parce qu'ils laissent l'engrais libre, et prêt à entrer immédiatement dans la végétation, qu'ils obtiennent ainsi une préférence incontestable, il y a encore un motif plus puissant et que nous devons développer.

Les cultures industrielles exigent ou des labours profonds, ou des labours fréquents, ou les uns et les autres. Dans tous les cas, ces travaux sont d'autant plus faciles que la terre est plus légère : si elle est argileuse, quoiqu'elle soit fraîche intérieurement, le soleil en durcit la surface et en rend la culture plus coûteuse, et comme ils ont lieu pendant la chaleur progressive du printemps, et quelquefois en été, les frais accroissent les chances de l'obstacle opposé par ce durcissement. On peut donc affirmer qu'à égalité de fraîcheur intérieure, la valeur des terres des périodes supérieures de culture est en raison inverse de leur ténacité.

Mais comme les terres légères sont en même temps celles qui retiennent le moins d'humidité, et que les cultures de printemps et d'été ne peuvent s'en passer, l'humidité intérieure du sol provenant de sa constitution devient un élément des plus indispensables de l'évaluation de ces terrains. Nous avons donc recherché dans une série de terrains soumis à la culture de la garance et d'une égale ténacité (G<sup>k</sup>,8) l'échelle de leur fraîcheur comparée à l'estimation que l'on en faisait, et nous avons trouvé cette loi très-nette, que leur valeur était en raison décroissante de la profondeur où, au mois d'août, huit jours après une pluie, se rencontrait la proportion d'au moins 0,10 d'eau sur 100 de terre,

	Profondeur de l'humidité. mèt.	Valeur estimative en francs par hectare.	Différence par centimètre de profondeur.
1 <sup>er</sup> terrain. . . . .	0,16	6,500 fr.	} 62 fr. 50
2 <sup>e</sup> terrain. . . . .	0,24	6,000	
3 <sup>e</sup> terrain. . . . .	0,33	5,400	} 54
4 <sup>e</sup> terrain. . . . .	0,43	4,800	
5 <sup>e</sup> terrain. . . . .	0,60	4,000	} 73
6 <sup>e</sup> terrain. . . . .	1,00	1,400	
			} 47
Moyenne. . . . .			60 80

On voit la valeur décroître lentement de 16 à 35 centimètres, puis très-rapidement de 35 à 43, reprendre une marche plus lente de 43 à 60, et enfin une marche plus pressée de 0<sup>m</sup>,60 à 1 mètre; et la moyenne nous donne 60 fr. 80 c. de réduction de valeur pour chaque centimètre d'approfondissement de l'humidité, ou 0,009 environ de celle que possède une terre qui conserve sa fraîcheur à 0<sup>m</sup>,16 de profondeur.

La valeur normale de 4,000 fr. pour la terre n° 5 ne serait pas une base générale pour tous les genres de culture; il s'agissait ici de la culture de garance.

Il faudra donc chercher une nouvelle base, que nous appellerons B, pour chaque pays et chaque genre de culture, et qui consistera à comparer des terres de même qualité, les unes sèches et les autres conservant de la fraîcheur (0,10 d'humidité), à une certaine profondeur, et diviser la différence de valeur par 1 mètre moins le nombre de centimètres où l'on trouve la fraîcheur la plus élevée.

Si, d'après ces données, nous supposons que la ténacité, égale à zéro, ne nous donne en travaux que 22 fr., comme nous l'avons indiqué plus haut, et que la base choisie B pour la valeur de la terre sèche soit égale, dans notre cas, à  $1400 + (22 + 44 \times \frac{0,8}{2}) = 1459 \text{ fr. } 60 \text{ c. (1)}$ , nous aurons, à 0<sup>m</sup>,16 de fraîcheur, et en supposant 1<sup>k</sup>,1 de ténacité,  $1459,60 + 60,80 \times 84 - (22 + 44 \times \frac{1,1}{2}) = 6500 \text{ fr. } 60 \text{ c.}$

(1) D'après les formules de la page 376.

Si, à moins de 0<sup>m</sup>,60, on rencontrait une couche de terre ayant plus de 0,22 d'eau, le terrain serait humide et cesserait probablement de convenir à un grand nombre de cultures industrielles. Il y en a quelques-unes, le chanvre entre autres, qui s'accommodent de ces terrains, pourvu que l'humidité extrême ne remonte pas plus près de la surface. Nous n'avons pas eu occasion d'étudier ces genres de terrains sous le point de vue de leur évaluation.

## CHAPITRE X.

### Des circonstances qui affectent la valeur des terres.

Dans les chapitres qui précèdent, on a vu que nous avons toujours assigné aux terrains des valeurs relatives, et jamais des valeurs absolues. Nous avons toujours pris pour terme de comparaison, pour module, une terre d'une valeur déjà connue, et c'est de celle-ci que nous avons déduit la valeur des autres. Nous ferons voir plus loin les raisons qui empêchent d'avoir un module universel, perpétuel ; pour le moment, nous nous bornerons à montrer dans quelles limites et sous quelles modifications nos applications demeurent exactes.

En choisissant des caractères qui embrassent toutes les propriétés principales des terres et les sources de leur fertilité, nous avons écarté de grandes causes d'erreur ; si, par exemple, nous avions cherché à apprécier séparément les modifications qu'apportaient à la valeur du sol sa profondeur, la nature de son sous-sol, sa composition, et la pluviosité du climat, sa nébulosité, sa ventilation, il est probable qu'outre l'incomplet des éléments d'une pareille recherche nous aurions trouvé de telles complications dans leurs réactions réciproques, que tout calcul serait devenu impossible. Au lieu de cela, en partant du résultat complexe de ces éléments divers, de la sécheresse et de l'humidité du terrain, nous avons simplifié à la fois et les recherches de la théorie et l'usage

qu'en fera la pratique. Nous avons agi de même pour les autres bases de notre appréciation.

Mais ce ne sont pas seulement les qualités de la terre considérée en elle-même qui constituent sa valeur, il existe encore une foule de circonstances extérieures qui agissent avec une grande puissance; nous en signalerons spécialement quatre : 1° le mode et l'activité de la culture; 2° la richesse locale; 3° la répartition de la population; 4° l'éloignement des terres des habitations et des marchés. Sans entrer dans tous les détails que comportent de tels sujets, qui appartiennent à l'économie politique, nous nous bornerons, dans les sections suivantes, à faire ressortir leurs effets sur la valeur des terrains.

#### SECTION I<sup>re</sup>. — *Activité de la culture.*

Un jour, notre digne et excellent confrère, M. Huzard, consulté sur la convenance d'acheter une terre dans certain canton de la France, répondit : « Prenez garde, vous ne tirerez pas de cette terre ce qu'elle paraît valoir : je connais les hommes de ce pays ; ils manquent d'activité, les élèves des écoles vétérinaires qui en viennent ne frappent pas dur sur l'enclume. » Quelle juste et fine appréciation ! Là où les bras de l'homme sont énervés, soit par la débilité physique provenant d'un mauvais régime, ou par de longues habitudes de paresse ; là où ils ne frappent pas dur sur l'enclume, la valeur des terres se ressentira de leur mollesse. Il y a longtemps que nos pères l'ont dit : « Tant vaut l'homme, tant vaut la terre. »

Cette activité de l'homme rejaille sur la culture et elle se traduit par le capital employé, mais il faut se garder de croire que la rente soit toujours proportionnelle à ce capital ; cela n'est vrai que jusqu'à un certain point, comme nous allons le voir. Supposons une terre négligée qui, avec 80 fr. par hectare de frais de culture, produise 120 fr. de produit brut, la rente sera de 40 fr. ; on met ce terrain en meilleur état, on extirpe les mauvaises herbes, on approfondit les labours, on marne, on fume, les frais de culture s'élèvent à 200 fr., le terrain rapporte 560 fr., la rente est de 160 fr. On ne se borne pas là : on



porte les frais à 500 fr., les produits bruts sont de 500 fr., la rente est de 200 fr. Voilà ce qui aura lieu dans le développement progressif de l'industrie agricole de tout un pays, et remarquons que dans ces différents cas le rapport de la rente au capital employé se trouve comme 50, 80, 66. Il est d'abord évident que la rente n'est pas proportionnelle au capital de culture, mais qu'il y a un certain maximum que l'on peut atteindre, et jusqu'où les efforts du cultivateur sont secondés par la fécondité de la terre et par la force d'absorption des plantes; jusqu'alors, pour chaque franc déboursé par la culture, il semble que le sol rende deux francs; mais quand on dépasse cette limite; quand, par l'activité de la culture et le choix des plantes cultivées, toute l'action du sol sur l'engrais a été mise en mouvement, il n'y a plus de produit dépendant directement de cette action; tout accroissement résulte d'une addition de l'engrais lui-même, et ne fait qu'en rembourser la valeur; arrivé à ce point culminant, le produit brut peut s'accroître, mais le produit net s'arrête, toutes les dépenses excédantes ne sont plus qu'un placement de capitaux qui doit rentrer en entier au fermier, au même taux et au même titre que pour toute autre espèce d'industrie. Le fermier peut s'enrichir, mais la rente reste stationnaire comme le produit net.

Il est donc très-avantageux pour les propriétaires d'atteindre ce maximum (et combien ils en sont loin presque partout!); il leur est indifférent qu'il soit dépassé.

Dans l'évaluation des terrains, prendra-t-on pour type, pour module ce point de perfection? mais il n'est pas le même pour tous les terrains, pour tous les climats; mais peut-être l'état de la civilisation s'oppose à ce qu'il puisse être atteint de longtemps. A quelle époque les terres de la Nouvelle-Zélande, celles du Texas seront-elles cultivées avec la riche activité de celles de Flandre? A quel point s'arrête la série croissante de la rente aux Antilles? A quel taux des frais de culture doit-on se borner pour les sables de Provence et pour ceux de la Prusse? Nous ne pourrions répondre de longtemps à toutes ces questions. On ne peut donc espérer de faire des évaluations exactes qu'en se réglant sur l'état des terres et sur

l'emploi des capitaux fait dans le pays même dont on veut évaluer le sol. Nous sommes donc ramenés ici à la nécessité des types locaux, et à celle de ne faire que des évaluations comparatives, à l'exclusion des évaluations absolues qui n'auraient aucun résultat pratique.

On ne doit pas même étendre trop loin le cercle de ces comparaisons. D'une commune à l'autre, que dis-je? d'une section de commune à l'autre, les procédés de culture diffèrent quelquefois. Ainsi, ils sont ordinairement plus parfaits, plus soignés, plus actifs autour du centre des habitations. Là on consacre plus de travail, plus d'engrais aux terres qui semblent fertilisées, comme disent les habitants, par la fumée de la ville, mais qui le sont en réalité par l'œil et le bras du maître(1). C'est donc, autant que possible, dans des situations analogues que l'on prendra des types de comparaison.

## SECTION II. — *Richesse locale.*

La richesse immobilière d'un pays n'agit pas toujours de la même manière sur la valeur des terres. Les capitalistes se saisissent bien, dans tous les cas, des terrains voisins des villes pour les transformer en parcs et en jardins, mais ils affectionnent ceux qui sont dans la position la plus agréable, qui ont la plus belle vue, le meilleur air; ce n'est pas à la nature et aux produits du sol que s'adressent leurs préférences, mais à certaines qualités extérieures, indépendantes de la valeur agricole. Ces besoins satisfaits, le reste des terres demeure sous d'autres influences. Tant que l'intérêt de l'argent est élevé au-dessus de celui que procurent les terres, il est consacré aux spéculations commerciales et industrielles; mais dès qu'il tombe au même niveau, dès que son abondance le rend d'un placement difficile dans l'industrie, alors la valeur des terres augmente dans un rayon plus ou moins étendu, proportionné à la masse des capitaux disponibles, et les sommes employées à cet achat tendent

(1) Il ne faut pas méconnaître cependant que l'atmosphère des villes paraît avoir un effet fertilisant réel sur les terres qui sont soumises à son influence.

à la diminuer en faisant remonter l'intérêt de l'argent.

On peut faire deux objections à cette théorie, que nous croyons l'exacte représentation des faits. Ainsi l'on nous dira d'abord que l'argent employé en achats de terre ne fait que changer de mains, qu'il ne diminue pas la masse des capitaux, et que par conséquent il ne peut avoir aucun effet sur le taux de l'intérêt. L'effet que nous avons signalé tient à une distinction importante que l'on a négligée; c'est celle qui existe entre la grande et la petite circulation. Ceux qui vendent leurs terres ne les vendent pas généralement pour placer l'argent qu'ils en retirent, mais pour se libérer de leurs dettes. Cet argent, qui dans les mains du capitaliste acheteur circulait sur la place, est dispersé dans un grand nombre de mains qui arrêtent ou ralentissent sa circulation, qui l'emploient à solder des comptes de diverses natures, et lui font faire un circuit pendant lequel il se trouve soustrait au mouvement des capitaux disponibles. Les acheteurs eux-mêmes ne manquent pas de consacrer des sommes considérables en réparations et améliorations, et les jettent ainsi dans la petite circulation qui paye le maçon, le manouvrier, d'où l'argent va au boulanger, du boulanger au marchand de farine, au meunier, au propriétaire, et reste quelquefois un an entier hors du cercle de la grande circulation, où seulement il est disponible pour les emprunteurs. Il y a donc chômage d'assez grandes sommes quand les capitaux sont employés en achats de terre, chômage accru encore par les formalités, les délais de purge hypothécaire, etc., chômage qui est d'autant plus long et plus obligé que l'organisation financière d'un pays est moins avancée, et ce chômage ne manque pas de réagir sur l'intérêt des capitaux. Et qu'on ne croie pas que cet effet a lieu dans de petites proportions; chaque année, en France, il se fait pour 1200 à 1300 millions de vente à titre onéreux, qui, par les modes de paiements et les autres inconvénients que nous avons signalés, dans un pays où l'argent circule avec difficulté, doivent occasionner une augmentation sensible de l'intérêt.

La seconde difficulté consiste à nier qu'il soit nécessaire que l'argent descende aux taux du produit net des

terres pour qu'il y ait tendance à réaliser les capitaux en achats de biens territoriaux. Supposons l'argent dans le commerce à 4 p. 100, on achètera peut-être des terres à 2 et demi, et on ne taxe pas d'absurdité et d'ignorance ceux qui feront cet échange de placement. On restera persuadé qu'ils ont calculé le taux de l'assurance de l'argent placé chez les banquiers, et qu'ils ont bien vu qu'il s'élevait à 1 et demi par an. En effet, quand l'intérêt s'élève sur la place, non parce que les affaires deviennent plus brillantes et plus nombreuses, mais à cause de leur difficulté qui les rend plus chanceuses et fait resserrer les fonds, ne voit-on pas les ventes de terres devenir plus nombreuses et se faire à des prix plus élevés? La tendance à acheter, la valeur que l'on attribue aux terres est donc en raison des risques que courent les capitaux placés dans l'industrie; la différence qui existe entre la rente des terres que l'on achète et l'intérêt des fonds placés dans le commerce n'est donc que la prime d'assurance de ces derniers.

Nous concluons donc que les terres augmentent de valeur toutes les fois que les capitaux excèdent les besoins du commerce, et que l'intérêt des capitaux mobiliers se rapproche toujours de celui des capitaux immobiliers, augmenté de la prime d'assurance qui représente l'état de sécurité relatif de ces deux placements; que cet état de choses dépend de certaines circonstances qui ne peuvent être prévues *à priori*, que par conséquent il ne peut y avoir de module de la valeur des terres fixé à l'avance, et qu'il faut en choisir un pour chaque époque, dans les faits accomplis à l'instant même pour lequel on opère.

### SECTION III. — *Richesse de la population agricole.*

Si l'abondance des capitaux des villes a une influence aussi marquée sur la valeur de la propriété rurale, celle qu'exerce l'aisance des agriculteurs eux-mêmes est encore plus considérable dans les pays où les terres sont librement commercables. Jamais cet effet n'a été plus marqué qu'il ne l'est en France depuis la révolution de 1789. Avant ce temps, les paysans étaient propriétaires

dans le sud-est de la France et cherchaient à étendre leurs propriétés; mais depuis lors cette tendance s'est manifestée au loin, et rien n'indique que les succès de ces compagnies de commerce de biens-fonds que l'on a désignées sous le nom de *bandes noires* soient prompts à s'arrêter. Ces compagnies, en vendant en détail les domaines qu'elles ont achetés en gros, ont fait faire des miracles de travail et d'économie aux paysans qui prennent des engagements considérables avec elles, et qui parviennent tous les jours à les remplir. Nous savons tout ce que l'on peut dire en politique et en économie sur cette vaste opération; mais nous laissons ces discussions pour un autre moment, et nous nous bornerons à constater ses effets sur la valeur des terres.

Quand un fermier ou manouvrier se trouve dans des circonstances telles qu'il peut réaliser des économies sur le prix de son travail, ce qui lui manque pour que ces petites sommes lui profitent, c'est un placement dans lequel il ait confiance: Une armoire fermant bien, une cachette bien secrète, tels ont été pendant longtemps les dépositaires de son petit trésor; et, dans le mystère dont il environnait sa propriété, l'exemple du progrès de sa fortune était perdu pour ses pareils. Le plus grand nombre, moins prévoyant, dissipait des économies à peine formées, pour de prétendus besoins ou pour des satisfactions d'amour-propre et de vanité. Les caisses d'épargne sont la véritable solution de la difficulté; espérons que leurs bienfaits ne se renfermeront pas toujours dans les villes: déjà ils se font sentir sur les classes agricoles qui les habitent, et si les administrateurs de ces caisses placées dans des centres de culture créaient des bureaux dans les communes rurales, si le clergé prenait à cœur les vrais intérêts de ses ouailles, s'il voulait devenir l'intermédiaire entre les caisses d'épargne et les villageois, s'il se faisait le promoteur de cette bienfaisante institution, il leur rendrait le plus grand service en travaillant efficacement à les éloigner des vices qu'ils contractent par la fréquentation des cabarets, cafés et billards (1).

(1) Un de nos évêques les plus respectables, et qui concevait tout le bien

Quand les habitants économes des campagnes sont parvenus à rassembler un certain capital, ils ne peuvent en suivre le mouvement à leur gré sur la place ; il leur reste donc deux moyens de l'employer, ou en augmentant leur capital de cheptel et de culture, ou dans l'achat d'une propriété. Le premier moyen n'est pas à l'usage des métayers, qui verraient leurs propriétaires entrer en partage de leurs mises de fonds ; les fermiers ne sont pas assez sûrs de la continuation de leurs baux pour changer leur mode de culture ; reste donc l'achat des terres. En devenant propriétaires ou en augmentant leur propriété, ils satisfont à la fois leur intérêt et leur vanité. Ils achètent presque toujours pour des sommes supérieures à celles qu'ils possèdent, mais on leur donne du temps, et alors, par des efforts de travail, d'industrie, d'économie, ils parviennent à se créer cette petite fortune qu'ils n'auraient jamais su acquérir sans le puissant aiguillon du créancier, prêt à les dépouiller de cette propriété qui fait leur gloire et leur bonheur. Voilà comment la propriété se divise et comment cette division devient à la fois la source de la fortune du paysan et la grande école de cette agriculture qui donne des produits immédiatement réalisables.

Les qualités propres à cette école sont sensibles : 1° elle sollicite à mettre en activité les plus forts capitaux possibles ; or, le seul capital qui reste au paysan, après avoir payé les premiers à-compte de son acquisition, ce sont ses bras. La terre reçoit alors des cultures profondes, soignées, qui doivent suppléer à l'engrais, en allant chercher dans le sein de la terre tous les principes de fertilité qui y sont cachés, en la pulvérisant, en exposant à fréquentes reprises ses particules à l'action de l'atmosphère ; 2° elle se préoccupera surtout de la culture du froment et de celle des végétaux de commerce, qui, les uns et les autres, se réalisent promptement en argent ; sous ce rapport, elle vient en aide à l'industrie manufacturière, elle donne une vive impulsion au commerce intérieur des

que pouvait faire son intervention, s'y est refusé avec regret, à cause des intérêts que portaient les sommes placées et qui étaient contraires à ses principes !

denrées, elle crée dans le pays des besoins d'activité, des rapports d'action qui pourront plus tard prendre une autre direction.

Ses défauts ne sont pas moins visibles : 1° la fécondité de la terre résultant des deux éléments, le travail et les engrais, si l'on excède dans l'un ou l'autre, on n'obtient que des résultats temporaires ; si c'est le travail qui surabonde, il arrive un moment où les sucs mis en réserve dans le sein de la terre sont épuisés ; si ce sont les engrais, la ténacité du sol, son peu de profondeur, l'abondance des mauvaises herbes annulent leurs effets. Or, dans cette culture exigeante, talonnée par le créancier, l'équilibre est rompu entre ces deux puissances, le travail doit suppléer à tout ; 2° l'argent manque pour acheter du bétail, le temps manque pour faire croître des herbages qui le nourriraient et dont il faudrait attendre les rentrées. Il s'agit de trouver dans les produits du sol et dans un temps donné non-seulement l'intérêt, mais une partie du capital de sa valeur. La durée des journées de travail n'a plus de limite pour le cultivateur qui s'est enchaîné à cette galère ; il travaille le jour, il travaille la nuit, soutenu qu'il est dans cette carrière laborieuse par la perspective de devenir enfin propriétaire de ce terrain. Ainsi plus de culture qui ne produise pas dans l'année même l'argent qui est nécessaire pour solder le terme échu ; le lin, le colza, la garance, le blé, se succèdent sans interruption. Plus tard, quand on aura payé, ne sera-t-on pas à temps de réparer les pertes du terrain, ou plutôt ne se fait-on pas illusion ? Ne se figure-t-on pas que ces produits s'éterniseront sous le même système de culture ? L'expérience est déjà venue : déjà les mines de garance sans engrais sont épuisées en beaucoup de lieux, et bientôt la nécessité amènera un grand changement dans le système agricole. Il faudra en venir à adopter une forte proportion de récoltes fourragères ; mais alors le prix d'achat des terres sera liquidé en partie, et ne sera-t-il pas vrai de dire que l'introduction d'un bon assolement aura été provoquée par la culture forcée qui l'a précédé, par le réveil de l'industrie agricole, amenant les cultivateurs, sous peine de déchoir, à une culture qui

multiplie les engrais, et que le trésor trouvé dans la terre par le travail, le désir de l'y voir s'y renouveler aura été le véhicule de cet important progrès?

Que l'on se figure maintenant toute cette population animée d'une telle ambition, et arrivant aux enchères des terres que l'on met en vente en détail; qui ne conçoit la vive concurrence qui va se déclarer, la surenchère qui en sera le résultat, et enfin l'augmentation du prix de terres, non-seulement de celles qui sont en vente, mais, par contre-coup, de toutes celles qui restent encore indivises et dont on a appris à connaître la véritable valeur?

Cet accroissement de prix est, dans chaque pays, en raison directe de l'étendue des terres à vendre et du nombre d'habitants qui s'empressent de les acquérir. Il est immense dans les vallées resserrées, où la population s'est accrue par l'exercice de l'industrie manufacturière; il est moins considérable dans les plaines où le nombre des habitants est moins grand en proportion de la surface. L'art des *bandes noires* est de ne pas multiplier coup sur coup les ventes, de les proportionner aux facultés et au nombre des enchérisseurs, et, le nombre de ces compagnies étant assez limité, elles se sont partagé le territoire, ayant soin de ne pas empiéter les unes sur les autres, pour se conserver un prix de monopole.

La progression de valeur des terres vendues en parcelles continuera tant que la grande culture n'aura pas trouvé le secret de faire produire aux terres un revenu net égal à celui des parcelles. Mais ici se présente une autre difficulté: à mesure que la masse des cultivateurs devient propriétaire, le nombre des manouvriers à la journée diminue, et le prix de leur travail augmente. Par contre-coup, il devient toujours plus difficile de conserver de grandes exploitations sous la grande culture. La lutte n'est pas égale entre un petit propriétaire qui cultive son champ sans se rendre compte du prix de son travail ni du nombre d'heures de sa durée, qui y met cette ardeur que l'on voit aux tâcherons, et le riche propriétaire qui paye un travailleur à la journée, à l'année, travailleur qui se trouve souvent être de ceux qui, à cause de leur faiblesse ou de leur inconduite, n'ont pas



su inspirer assez de confiance pour devenir propriétaires. Ainsi, il y a à la fois réduction dans le nombre des ouvriers, réduction dans la quantité du travail, et cependant augmentation du prix de ce travail ; il faut donc chercher le moyen d'en réduire l'emploi, ou vendre des propriétés onéreuses. Le premier moyen existe ; il est connu d'un petit nombre d'agriculteurs qui ont réfléchi sur leur position ; nous le développerons dans le cours de cet ouvrage.

#### SECTION IV. — *Influence de la population.*

Tous les éléments qui constituent le mouvement social réagissent les uns sur les autres ; la richesse de la population amène à son tour son accroissement, et cet accroissement est aussi un signe visible de l'accroissement de valeur des terrains. Mais il faut surtout considérer la population agricole et ne pas la confondre avec celle des villes. Sans doute les terrains placés immédiatement autour des grandes villes acquièrent une grande valeur parce qu'ils sont convertis en maisons de plaisance ou en jardins maraîchers ; mais si, en dehors de la sphère d'activité, on retrouve le désert ou une population agricole dispersée dans des manoirs éloignés les uns des autres, si la grande ville manufacturière attire à elle toutes les forces agissantes de la population rurale ; on peut être certain que, loin d'accroître la valeur des terres, elle la diminue. Nous ne pouvons ici que nous réunir à l'opinion d'un de nos plus judicieux agriculteurs, M. Rieffel, en adoptant la base qu'il propose pour l'appréciation des terres relatives à la population.

« Rien de plus favorable à l'amélioration du sol, dit-il (1), que sa division entre une population très-nombreuse, uniformément répartie ; ainsi l'agglomération des grandes villes est une cause de la dépréciation du sol, aussi bien que les industries exclusives qui payent de forts salaires et éloignent les hommes des travaux champêtres, tandis que les bourgades et les hameaux rappro-

(1) *Agriculture de l'Ouest*, t. II, p. 526.

chés, dans chacun desquels certaines industries libres, par métiers isolés, peuvent employer les moments perdus par les pluies et les intempéries, sont une circonstance des plus favorables et qui double surtout la valeur du sol, ou, pour mieux dire, le produit du travail des hommes qui se partagent ainsi entre la production et l'industrie... Les pays les plus peuplés, agricole, peuvent seuls perfectionner la culture et les produits, hâter, atteindre et devancer la période commerciale, et passer de celle-ci à la période jardinière. Il importe donc peu qu'un propriétaire vendeur vous affirme et vous prouve que ses terres peuvent porter du lin ramé, du tabac, de la garance, etc.; je ne donnerais pas un sou de plus de ses terres si le manque de population dressée aux manipulations de ces cultures ne me permet pas de les adopter avec profit.

« Il est très-remarquable de voir que partout, à peu près, le produit net du sol soit en progression croissante avec la population, mais beaucoup plus rapide; ainsi en comparant au département des Basses-Alpes les départements :

1 <sup>o</sup> du Nord, où la population est 7 fois plus considérable, on trouve que le produit est 15 fois plus élevé;	
2 <sup>o</sup> du Rhône. . . . .	6
3 <sup>o</sup> de la Seine-Inférieure. . . . .	5,5
4 <sup>o</sup> du Bas-Rhin. . . . .	5,5
5 <sup>o</sup> du Haut-Rhin. . . . .	5
	<hr/>
	6
	11
	7
	6

Population. . . . . 29 f. plus considér., prod. 45 fois.

« D'après ces données, je crois pouvoir établir cet ordre d'influence de la population sur le produit net, et partant sur la valeur du sol, en supposant ici, comme toujours, toutes les autres circonstances de climat, de région, de fertilité absolument semblables : quand la population serait d'une âme par

#### EXEMPLE.

50 à 100 ares, la valeur serait 100	Nord, Seine-Inférieure, Bas-Rhin. . .
100 à 150. . . . .	50 Somme, Seine-et-Oise, Lot, Vaucluse.
150 à 200. . . . .	30 Finistère, Sarthe, Loire, Gard.
200 à 280. . . . .	25 Meuse, Doubs, Hérault.
300 à 350. . . . .	14 Indre, Lozère, Pyrénées-Orientales.
500 à 600. . . . .	7 Basses-Alpes. »

Ces chiffres ne sont vrais que considérés en grand, car on trouverait dans chacun de ces départements des vallées, des cantons, où la population serait aussi pressée que dans les départements les mieux peuplés et où les terres seraient aussi chères. C'est donc sur la population moyenne et agricole d'une circonscription qu'il faut porter ses regards pour admettre la réalité des chiffres proposés par M. Rieffel. Mais il est vrai de dire que si l'on considère les produits d'une contrée tout entière dont la population n'est que de 1 habitant par 500 à 600 ares, la valeur des terres n'y sera probablement pas au delà des sept centièmes de celle de pays peuplés de 1 habitant par 50 à 100 ares.

Il faut aussi faire, avec l'auteur, la réserve de l'influence du climat, qui balance et renverse quelquefois cette proportion ; ainsi les terres de Vaucluse valent autant, à égale fertilité, que celles du Nord, quoique la population y soit moindre, parce que le premier département appartient à la région de l'olivier, et parce qu'aussi sa population est plus agricole et moins manufacturière que celle du Nord.

SECTION V. — *Distance des marchés ; état des communications.*

La distance où une terre se trouve des lieux où l'on doit faire de fréquents charrois, des marchés où l'on vend les denrées, de ceux où l'on achète les engrais, des minières où l'on va chercher la marne, des fours où l'on cuit la chaux, est aussi une cause qui a une grande influence sur la valeur d'une terre. Le bon ou le mauvais état des communications n'est pas moins important à considérer, et nous en avons donné le détail plus haut, en traitant de la méthode historique.

Quelquefois, l'éloignement et l'état des chemins sont tels que toute agriculture qui nécessite des transports devient impossible. Nous connaissons bien des positions en Corse et en Sicile qui sont dans ce cas ; mais nous ne pouvons pas en citer d'exemple plus frappant que celui que nous donne Ramon de la Sagra dans son excellente

histoire économique de l'île de Cuba (1). « Un grand obstacle aux progrès de l'agriculture dans cette île, dit-il, vient de la rareté des chemins et du mauvais état de ceux qui existent. Beaucoup de propriétaires sont obligés de renoncer aux riches cultures et de se borner à celles des vignes, du maïs et des autres vivres consommés sur place, parce que les frais de transport augmentent le prix de leurs produits de telle sorte qu'il est impossible de les vendre au marché. Ces frais paraissent incroyables en Europe; une caisse de sucre qui vaut, prix moyen, 100 francs, coûte au propriétaire de la vallée de Güines jusqu'à la Havane, trajet de 48 kilomètres, la somme de 20 francs, et 25 francs dans la saison des pluies, c'est-à-dire 20 et 25 p. 100 de sa valeur. Une pipe d'eau-de-vie distribuée en barils, dont le prix est de 75 francs, coûte 50 francs de voiture, ou 67 p. 100; le café, à la distance de 44 kilomètres, coûte 12 p. 100 de frais de transport, etc. Quelques produits volumineux et de peu de valeur coûtent plus qu'ils ne valent, comme la mélasse, qui paye 500 p. 100 de sa valeur. »

De tels exemples font comprendre combien dans l'évaluation des terres, il importe de ne pas négliger l'état des communications; ils montrent toute la grandeur du bienfait de l'établissement des chemins praticables en toute saison. Nous avons vu cependant des cultivateurs faire entendre des murmures contre les dépenses que l'on exigeait d'eux pour les construire, et tel d'entre eux se remboursait en une seule semaine des journées de prestation qu'il avait faites pour leur établissement. Nous avons vu un chemin vicinal fait avec soin, et dans des pays coupés, valoir aux habitants, chaque année, en économie de transport, le capital qu'il avait coûté. Nous avons vu un propriétaire lutter six ans entiers contre l'expropriation d'un coin de terre dont on lui offrait trois fois la valeur et qui devait amener à sa porte une route départementale au moyen de laquelle il a pu retrancher la moitié de ses bêtes de transport: tant il est vrai que l'ignorance est le plus grand ennemi de nos intérêts!

(1) En espagnol, p. 85.

Nous pourrions multiplier les différents points de vue dont nous venons de nous occuper, qui influent sur la valeur des terres; nous pourrions rechercher les effets de la fréquence des grêles, des inondations et des autres fléaux naturels sur les appréciations. Nous pourrions aussi, avec Thaër, faire envisager comme une cause défavorable la position d'un territoire sur une frontière qui est exposée à devenir le théâtre de la guerre; insister sur ce que l'esprit processif des habitants apporte de dommages à la valeur du sol: ces points de vue ne peuvent être niés quand il s'agit d'une estimation absolue; mais nous n'avons pas pensé qu'elle fût possible, nous avons toujours pensé que l'on ne pouvait évaluer les terres que relativement à une valeur connue, et dès lors il est bien entendu que l'on doit choisir l'étalon dont on se sert dans les conditions les plus semblables possible avec la terre à apprécier.

## CHAPITRE XI.

### **Des circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres.**

Nous avons vu dans le chapitre précédent que nous ne pouvions établir une valeur absolue des terres, et qu'elle changeait selon les lieux. Nous allons rechercher maintenant si cette valeur est plus constante selon les temps, ou, en d'autres termes, quelles sont les variations que la valeur d'une même terre éprouve d'un siècle à l'autre. Il est bien aisé de voir, d'après ce que nous avons dit, que les changements dans la richesse du pays, dans sa population, dans ses voies de communication, dans son mode de culture, amènent aussi des changements corrélatifs dans la valeur. Le prix des denrées change aussi; en partant du treizième siècle jusqu'à nous, les choses qui sont du superflu de la vie, dit Dupré de Saint-Maur (1), comme les amandes, les figues, les raisins, ont monté

(1) *Essai sur les monnaies*, p. 57.

de 1 à 16 ; les choses qui sont d'un plus grand usage, mais qui ne sont pas d'une nécessité indispensable, comme les bœufs, les moutons, etc., ont monté de 1 à 18 ; les choses absolument nécessaires à la vie, que tout le monde consomme, comme le blé et les grains, ont monté de 1 à 20. Mais les denrées exotiques ont singulièrement baissé de prix : ainsi le sucre se vendait 20 sous la livre en 1595, quoique la valeur de l'argent fût beaucoup plus grande qu'aujourd'hui ; la livre de poivre coûtait un quart du prix d'un setier de froment ; la livre de cannelle valait, en 1513, la moitié du prix d'un setier de froment.

A mesure que les pâturages se sont défrichés et que l'on a consacré plus de terrain à la culture des céréales, le rapport du foin à celui du blé s'est aussi élevé ; la plus grande circulation sur les routes a contribué à cet effet, en augmentant la consommation des fourrages. Il n'y a donc rien de fixe dans le rapport des valeurs des choses. Bientôt les prairies auront un avantage qu'elles perdront plus tard. Des droits de douane, des droits d'octroi sur les vins sont autant d'atteintes portées à la rente des vignobles, et par conséquent à leur valeur capitale. Le changement de nourriture des habitants d'un pays change aussi ces rapports. En Lombardie, où le peuple se nourrit principalement de maïs, sa valeur relativement au blé est plus forte, et dans les années où le maïs ne réussit pas, il se paye quelquefois plus cher que le blé (1).

Au milieu de cette variation perpétuelle des prix relatifs des choses, on chercherait en vain une base stable qui servit de point de repère pour les comparer dans les différents temps. On vient de voir que le blé lui-même n'en est pas une, et que s'il l'était pour les pays où il fait une partie essentielle de la nourriture, il ne le serait plus pour ceux où il n'est que d'un usage secondaire ; l'argent, que l'on a cru longtemps être la mesure invariable des valeurs, donna un démenti frappant à ceux qui lui attribuaient cette qualité après la découverte de l'Amérique. Rien n'est donc plus difficile que de mesurer à travers

(1) Bürger, *Agriculture du royaume Lombard-Vénitien*, traduction française, p. 54.

les siècles les accroissements ou les dépréciations qu'ont subies les terres.

Après avoir cherché un terme de comparaison qui pût nous donner cette mesure et qui fût d'une application agricole, nous croyons en avoir trouvé une beaucoup plus fixe que toutes les autres dans le travail des ouvriers qui cultivent la terre; profession qui n'exige pas d'apprentissage coûteux. Nous n'entendons pas par là le prix vénal de la journée, mais le prix d'un mètre cube de déblai. Le manouvrier dans chaque pays, hors de circonstances extraordinaires, reçoit exactement pour son salaire et celui de sa famille ce qui lui est nécessaire pour sa nourriture et son entretien; mais cet entretien est proportionné à la force et à l'activité de l'ouvrier, et son travail effectif représente partout son salaire. C'est donc un prix à peu près constant que celui du déblai d'un mètre de terre, et ce serait celui que l'on pourrait prendre le moins arbitrairement pour module de la valeur. Il nous donnerait le moyen de trouver la valeur de la qualité de terre la plus inférieure mise en culture : 1° s'il y avait partout des terres d'une qualité assez inférieure pour ne produire que l'entretien de l'ouvrier et de sa famille; 2° si dans chaque exploitation plusieurs qualités de terres n'étaient pas mêlées, de sorte qu'avec des terres produisant plus que l'entretien de l'ouvrier, il ne s'en trouvât pas qui, cultivées abusivement, produisissent moins que cet entretien. Il est donc rarement possible de prendre pour base les terres de qualité inférieure, quoique leur valeur en général ne dépende que de ces seuls éléments, le prix de l'entretien de l'ouvrier et l'étendue et l'intensité de sa culture. Il serait encore plus difficile d'établir ce module sur des terres de qualité supérieure, plusieurs de celles-ci rendant un revenu élevé et demandant peu de travail : telles sont les bonnes prairies, les terres d'alluvion légères. Tout ceci achève de confirmer ce que nous avons dit, que le moyen le plus simple, le plus sûr

d'évaluer les terres de qualité différentes, consiste à prendre pour type un terrain qui se trouve sous l'empire des mêmes circonstances extérieures, et dont la rente soit bien déterminée.

---



# TABLE.

	<i>Pages.</i>
<b>I</b>	
<b>De la valeur légale des immeubles en Belgique.</b> . . . . .	5
<b>II</b>	
<b>De la connaissance des terrains agricoles.</b> . . . . .	56
<i>PREMIÈRE PARTIE. — Des parties constituantes des terrains agricoles.</i> . . . . .	
CHAPITRE I. — Analyse des terres . . . . .	56
II. — Histoire des éléments des terrains agricoles . . . . .	57
<i>DEUXIÈME PARTIE. — Des propriétés physiques des terres.</i> . . . . .	
CHAPITRE I. — Pesanteur spécifique et poids des terres . . . . .	128
II. — Ténacité des terres . . . . .	151
III. — Hygroscopicité des terres . . . . .	158
IV. — Aptitude des terres à attirer l'humidité de l'atmosphère. . . . .	142
V. — Aptitude des terres à se sécher . . . . .	145
VI. — Diminution du volume des terres par la dessiccation. . . . .	146
VII. — Absorption de l'oxygène par les terres. . . . .	148
VIII. — Conductibilité du calorique . . . . .	149
IX. — Échauffement des terres par la chaleur lumineuse. . . . .	150
X. — De l'électricité. . . . .	154
<i>TROISIÈME PARTIE. — Circonstances qui modifient les propriétés physiques des terres</i> . . . . .	
CHAPITRE I. — Examen de l'état des particules du sol. . . . .	<i>id.</i>
II. — Effets de l'inclinaison du sol . . . . .	169
III. — Des abris . . . . .	180
IV. — Observations générales sur les propriétés physiques des terres . . . . .	181

	<i>Pages.</i>
QUATRIÈME PARTIE. — <i>De la formation des terrains agricoles.</i> — <i>Géologie agricole</i> . . . . .	184
CHAPITRE I. — Des différentes formations des terres arables . . . . .	187
II. — Dispositions des couches des terrains agricoles. . . . .	209
III. — De la végétation naturelle du sol. . . . .	220
CINQUIÈME PARTIE. — <i>Classification des terrains agricoles.</i> . . . .	227
CHAPITRE I. — Examen des divers systèmes de classification . . . . .	228
II. — Principes de la classification des terres. . . . .	242
III. — Classification primordiale des terrains . . . . .	250
IV. — Des caractères spécifiques. . . . .	270
V. — Description d'un terrain . . . . .	275
SIXIÈME PARTIE. — <i>Tentatives faites pour apprécier la valeur des terrains</i> . . . . .	280
CHAPITRE I. — Caractères de la valeur des terres tirés de la nature de certains produits. . . . .	288
II. — Caractères de la valeur des terres tirés des produits annuels. Système de Thaër . . . . .	296
III. — Continuation du même sujet. Système de M. de Woght. IV. — Caractères tirés de la composition de la terre. Système de Thaër . . . . .	300
V. — Méthode historique. . . . .	305
V. — Méthode historique. . . . .	508
SEPTIÈME PARTIE. — <i>Détermination de la valeur relative des ter- rains</i> . . . . .	544
CHAPITRE I. — Type idéal d'une terre parfaite. . . . .	545
II. — Qualités des terres arrosées. . . . .	546
III. — Des terres fraîches. . . . .	555
IV. — Des terrains secs. . . . .	558
V. — Des terres sèches en été et humides en hiver. . . . .	563
VI. — Des terres humides. . . . .	569
VII. — Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité. VIII. — Valeur des sols selon la profondeur. . . . .	570
IX. — Compensation des divers éléments d'appréciation. . . . .	572
X. — Des circonstances qui affectent la valeur des terres. XI. — Des circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres. . . . .	575
XI. — Des circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres. . . . .	595





















UNIVERSITY OF CHICAGO



73 646 329

