

Les roches calcaires ou magnésiennes, les argiles, les grès, en un mot, tous les dépôts calcaires, argileux ou arénacés accumulés à la surface du globe peuvent être attribués à la décomposition des silicates, par l'intervention de l'acide carbonique atmosphérique.

Le résultat final de la désagrégation des roches et de la décomposition des minéraux qui entrent dans leur constitution, est la formation de ces alluvions placées sur la pente des montagnes peu escarpées, dans le fond des vallées ou des plaines les plus étendues. Ces dépôts, qu'ils soient formés de galets, de cailloux, de gravier, de sable ou d'argile, peuvent devenir la base d'une terre végétale, s'ils sont suffisamment meubles et humides. D'abord, la végétation y réussit avec peine. Des plantes, auxquelles leur complexion permet de vivre en grande partie aux dépens de l'atmosphère et qui ne demandent, pour ainsi dire, à la terre qu'un appui, s'y fixeront si le climat est favorable : les cactus, les plantes grasses, dans les sables ; les mimosas, les prêles, sur les graviers. Ces plantes laisseront après une chétive existence, des débris utiles aux générations suivantes. La matière organique en s'accumulant avec moins le temps dans ces sols ingrats, les rendra de moins en stériles. C'est probablement ainsi que les forêts intactes du nouveau monde ont fourni au sol la prodigieuse quantité de terreau qui s'y trouve. A la Vega de Supia, dans l'Amérique méridionale, l'éboulement d'une montagne porphyrique couvrit entièrement de ses débris, sur près d'une demi-lieue d'étendue, de riches plantations de cannes à su-

cre (1). Dix ans après cet événement, j'ai vu ces fragments de porphyre ombragés par des mimosas arborescents, et dans un temps qui n'est peut-être pas très-éloigné, on pourra défricher cette nouvelle forêt et rendre à la culture le sol pierreux enrichi de ses dépouilles.

La composition chimique de la terre propre à la végétation doit nécessairement participer de la nature des roches dont elle dérive, et les éléments constitutifs des espèces minérales doivent se retrouver dans les sols qui, par l'effet du temps, ou par l'industrie de l'homme, servent à la reproduction des végétaux. C'est pour ces motifs, qu'il devient intéressant de connaître la composition des minéraux le plus abondamment répandus dans la masse solide de notre planète.

Les continents, les îles ne représentent guère que le tiers de la surface du globe ; et comme les dépôts sédimentaires ont dû se former dans les bassins des mers, les roches qui leur appartiennent peuvent renfermer des substances salines. Beaucoup de grès secondaires contiennent effectivement des indices non équivoques de sel marin, comme on peut s'en assurer en les soumettant à la lixiviation ; ou comme on le reconnaît en examinant les eaux rassemblées dans les puits percés dans le grès. Des grèves, des plages abandonnées par l'Océan, sont quelquefois livrées à la culture, et les vents impétueux de mer portent souvent

(1) Une partie de la montagne de Tacon, qui s'éroula en 1817 ; ses débris ensevelirent les plantations et les Indiens qui les cultivaient.

Si nous comparons la composition des cendres de végétaux à celle des minéraux, nous voyons que les substances minérales particulières aux plantes existent dans le sol, avant même qu'il ait été amendé par des engrais. Nous pouvons donc poser en principe, que ces substances minérales sont puisées dans le terrain et qu'elles dérivent toutes des roches qui forment la partie solide de notre planète. Je dois cependant faire remarquer ici que les phosphates, si constamment répandus dans les plantes, que l'on peut présumer qu'ils sont essentiels à leur organisation, ne figurent pas parmi les éléments des roches cristallines. Nous rencontrons plus fréquemment l'acide phosphorique dans les terrains d'une époque géologique plus récente et dont la formation a suivi l'apparition des êtres organisés; de sorte que, à la rigueur, il serait possible de soutenir que cet acide a été introduit dans ces terrains nouveaux par les êtres vivants qui y ont été ensevelis. Cependant, les phosphates abondent dans le règne minéral. Dans les gîtes métallifères, on trouve, pour ne citer que les plus communs, les phosphates de plomb, de cuivre, de manganèse, de chaux; il est même difficile de rencontrer un minerai ferrugineux exempt d'acide phosphorique; et, ainsi que je l'avais prévu (1), des recherches récentes ont établi que le plus grand nombre des roches ignées renferment des phosphates. Je dois encore ajouter que si l'acide du phosphore n'a été que rarement indi-

(1) Première édition de cet ouvrage, t. I, p. 562.

ANALYSES

DE LA COMPOSITION DES PRINCIPAUX ESPÈCES MINÉRALES.

SUBSTANCES ANALYSÉES.	COMPOSITION.										ANALYSTES.	
	SILIC.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÈSE.	POTASSE.	SOUDE.	OXYDE DE FER.	OXYDE de MANGANÈSE.	ACIDE FLUORIQUE.	EAU.		
Feldspath de Lomnitz.....	66,8	17,5	1,3		12,0						2,0	G. Rose, Berthier.
— — — — — Dönitz.....	61,0	19,2		1,6	11,5	11,1	0,8	0,5			2,0	Tengström.
— — — — — Albite de Finlande.....	68,0	19,6	0,7			9,1	0,2					G. Rose.
— — — — — Albite d'Arendal.....	68,7	19,9		traces.			0,3	traces.				G. Rose.
Mica de Sibérie.....	42,0	16,1		26,0	7,6		4,9	0,7			3,0	Vauquelin.
Mica des Etats-Unis.....	48,5	33,9			11,3		1,3					Bonsdorff.
Amphibole de Pargas.....	45,7	12,2	13,8	18,8			0,2	1,5				G. Rose.
Pyroxène blanc d'Orrjervi....	54,6		24,9	18,0			1,8	2,0				G. Rose.
Pyroxène vert de Sahla.....	54,9	0,2	23,6	16,5			4,4	0,4				Mosander.
Serpentine de Galsjo.....	42,3			44,2			0,2				13,3	Hisinger.
Serpentine de Skyttgraffa....	43,1	0,3	0,5	40,4			1,2				12,5	Berthier.
Dialage de la Spezia.....	47,2	3,7	13,1	24,4			7,4				3,2	Berthier.
Talc du Saint-Bernard.....	58,2	traces.		33,2			4,6				3,5	Berthier.
Talc du Saint-Gothard.....	62,0			30,5			2,5				0,5	Klaproth.

qué dans les substances minérales, c'est qu'il s'est soustrait aux recherches des analystes. C'est ainsi que pendant longtemps l'iode et le brôme ont échappé dans toutes les analyses faites sur l'eau de mer. Les chimistes ne découvrent facilement les corps, qu'alors qu'ils existent en proportion très-appreciable dans les composés qu'ils examinent. Les matières dont la présence n'est pas prévue ; celles qui n'entrent que pour une proportion très-minime dans un minéral, passent souvent inaperçues aux yeux des plus habiles et des plus consciencieux.

Thaër compare le sol en agriculture à la matière première sur laquelle s'exerce l'industrie manufacturière; la comparaison serait peut-être plus exacte, en l'assimilant aux agents mécaniques. En effet, de même que la prospérité des fabriques, la perfection de leurs produits, dépendent de la perfection des machines : de même aussi, la bonté, l'abondance des récoltes, se trouvent liées de la manière la plus intime à la qualité de la terre. L'habileté du cultivateur le plus expérimenté, fût-il même placé sous un climat favorable et dans les conditions de localités les plus avantageuses, pourrait échouer devant les difficultés sans cesse renaissantes que lui opposerait un sol ingrat.

Pour être propre à la culture, la terre doit présenter plusieurs propriétés essentielles.

Un sol doit être assez meuble pour que les racines des plantes puissent y pénétrer, s'y étendre, et pour que les eaux n'y séjournent pas. Les matières dont il est composé doivent être assez ténues, pour que l'air

puisse y arriver et se renouveler, sans qu'il s'ensuive cependant une dessiccation trop prompte.

On a beaucoup écrit, depuis Bergmann, sur la composition chimique des terres; des chimistes du plus haut mérite ont fait des analyses complètes des sols reconnus pour les plus fertiles. Néanmoins, la pratique agricole n'a, jusqu'à présent, tiré qu'un très-mince avantage de ce genre de travaux. La raison en est toute simple : c'est que les qualités que nous estimons dans les terres labourables dépendent presque exclusivement du mélange mécanique des différents agrégats ; il n'y a pas là combinaison chimique. Un simple lavage, indiquant le rapport du sable à l'argile, en dit certainement plus qu'aucune analyse précise. La qualité d'un sol arable dépend essentiellement de l'association de ces deux matières. Le sable, qu'il soit siliceux, calcaire, ou feldspathique, rend toujours la terre plus perméable, plus meuble ; il facilite l'accès de l'air et l'écoulement des eaux ; son effet utile est plus ou moins marqué, plus ou moins favorable, selon qu'il s'y trouve en poudre fine, ou sous forme de sable grossier ou de gravier.

L'argile possède des propriétés physiques entièrement opposées à celles du sable ; unie à l'eau, elle forme une pâte liante, plastique, qui, une fois humectée, devient à peu près imperméable. A de tels caractères, on admettra aisément qu'il n'y a pas de culture avantageuse possible dans un sol entièrement argileux.

Le caractère propre, ou, si l'on veut, la qualité

d'une terre, dépend donc surtout de l'élément qui domine dans le mélange de sable et d'argile; et entre deux extrêmes également défavorables à la végétation, le terrain complètement sablonneux, et le terrain complètement argileux, viennent se placer toutes les variétés, toutes les nuances intermédiaires. Il est rare que les sols cultivables soient formés uniquement de sable et d'argile. Indépendamment de quelques substances salines qui s'y rencontrent fréquemment, quoiqu'à très-faible dose, on y trouve aussi des débris de matières organisées désignées communément sous le nom assez vague d'humus. Bien qu'une terre entièrement privée d'humus puisse être cultivée en faisant intervenir les engrais, et que, par cette raison, on ne doive pas le considérer comme indispensable, toujours est-il que cette matière entre souvent pour une certaine proportion dans les sols. Les terres des forêts défrichées contiennent beaucoup d'humus; et l'on cite des terrains assez riches de cette substance, pour donner de leur propre fond, pendant des siècles, d'abondantes récoltes de céréales.

Dans l'examen d'une terre, l'attention doit donc se porter : 1° sur le sable, 2° sur l'argile, 3° sur l'humus ou terreau. Il peut en outre être très-utile de rechercher quelques principes particuliers dont l'influence sur la végétation n'est pas douteuse; tels sont certains sels alcalins et terreux.

La terre végétale, desséchée à l'air au point de devenir friable, peut encore néanmoins retenir une assez forte quantité d'eau, qu'on ne dissipe qu'à une

température suffisamment élevée. Il convient donc d'abord de ramener les terres que l'on veut examiner comparativement, à un degré constant de siccité.

La dessiccation la plus sûre, en même temps qu'elle est la plus prompte, est celle qui s'opère au bain de cire. La cire, placée dans un vase de cuivre, est entretenue à une température à très-peu près constante, au moyen d'une lampe. Un thermomètre, plongé dans le bain, permet de régulariser l'application de la chaleur. La substance à dessécher est mise dans un tube de verre fermé par une extrémité, peu profond et suffisamment large, ou bien dans un creuset d'argent; l'on opère sur une centaine de grammes. Les vases sont disposés dans la cire, de manière à y plonger jusques environ aux deux tiers de leur hauteur (1).

Pour la dessiccation des terres, on peut porter la température à 150° ou 160°. On prend d'abord la tare du vase, on y ajoute un poids déterminé de la matière, et l'on place dans le bain. On continue la dessiccation pendant deux ou trois heures environ; et l'on prend le poids du vase après l'avoir bien essuyé. Ensuite on le place de nouveau dans le bain. Au bout de quinze ou vingt minutes on pèse de nouveau; si le poids n'a pas diminué, c'est une preuve que la dessiccation était complète lors de la première pesée. Dans le cas contraire, il faut continuer l'opération;

(1) Il faut éviter que la surface de la cire fondue se trouve trop rapprochée de l'orifice du vase contenant la matière à dessécher; car, par l'effet de la capillarité, il pourrait arriver que la cire pénétrât dans l'intérieur du tube ou du creuset d'argent.

et l'on ne doit la considérer comme terminée, qu'autant que deux pesées consécutives, faites à quinze ou vingt minutes de distance, ne présentent plus que de très-légères différences. Davy indique un moyen beaucoup plus simple, qui, bien qu'assez peu exact, peut cependant suffire, lorsqu'on veut se contenter d'essais grossiers. On place la terre à dessécher dans une capsule de porcelaine chauffée par une lampe. Un thermomètre, qui sert à la remuer, indique en même temps la température (1). Enfin, dans plusieurs circonstances, on peut se contenter de la chaleur du bain-marie. Le point capital, c'est de dessécher à une température connue et qu'on puisse par conséquent reproduire; car la dessiccation absolue d'une terre ne s'obtiendrait réellement qu'à une chaleur voisine du rouge, qui détruirait nécessairement les débris de matières organiques qu'elle contient presque toujours: débris consistant en fragments de paille, de racines qu'on sépare, en faisant passer la terre par un tamis de crin. On obtient, par le même moyen, les graviers que le sol peut renfermer.

La terre tamisée est soumise au lavage. A cet effet, on l'introduit dans un matras, avec trois ou quatre fois son volume d'eau chaude (2). On agite fortement, on laisse le matras en repos pendant un instant; puis l'on décante, en faisant couler la liqueur trouble dans

(1) Davy, *Chimie agricole*, I, p. 193.

(2) On doit faire usage d'eau distillée, si l'on se propose de rechercher les sels solubles contenus dans le sol.

une grande capsule de porcelaine. On répète les lavages; et l'on s'aperçoit que l'argile a été enlevée, lorsque, après l'agitation, la liqueur s'éclaircit très-promptement. On fait alors passer le sable dans une capsule. On rassemble sur un filtre l'argile et toutes les matières tenues en suspension dans l'eau de lavage, et on les fait sécher de manière à les détacher facilement; puis, la dessiccation est achevée par la même méthode, et dans les mêmes circonstances où celle de la terre a été faite. Le sable précédemment recueilli est séché avec les mêmes soins.

Si l'on tient à doser les sels solubles, on doit réunir les eaux qui tenaient l'argile en suspension, pour les évaporer: quoique le volume de ces eaux soit assez considérable, on peut les concentrer dans une capsule d'une capacité de quelques décilitres, en remplissant d'abord cette capsule, et en ajoutant du liquide à mesure qu'il s'évapore. On pousse l'évaporation à siccité; les sels sont rassemblés dans une petite capsule en platine, dans laquelle on les chauffe au rouge naissant, au moyen d'une flamme d'alcool, pour brûler la matière organique qu'ils renferment; puis on les pèse.

Le sable peut être siliceux ou calcaire. On y constate la présence du carbonate de chaux en le traitant par un acide susceptible de former un sel soluble avec la chaux, comme l'acide chlorhydrique, nitrique, ou acétique. L'effervescence établit la présence du carbonate, et il est possible d'évaluer la quantité de ce sel, en pesant le sable sec avant et après le traite-

au loin, dans l'intérieur des continents, des matières salines; enfin, comme nous le verrons dans la suite, l'Océan fournit à l'agriculture des engrais puissants. L'eau de la Méditerranée, recueillie dans le port de Cette, contient sur 100 parties (1) :

Carbonate de chaux.....	0,0114
Sulfate de chaux.....	0,1337
Sulfate de magnésie.....	0,2477
Chlorure de magnésium.....	0,3219
Chlorure de potassium.....	0,0505
Bromure de sodium.....	0,0536
Chlorure de sodium (sel marin).	2,9424
	<hr/>
	3,7635
Eau.....	96,2345
	<hr/>
	100,0000

A ces substances, il faut ajouter l'iode, dont la présence dans la mer ne saurait être douteuse, puisqu'on le rencontre constamment dans les plantes marines. Wollaston a découvert la potasse dans l'eau de la mer; mais à l'époque déjà éloignée où il signalait cet alcali, on était bien loin de supposer qu'on pût jamais l'extraire utilement. Ce sont les travaux de M. Balard sur l'exploitation des eaux mères des salines qui ont démontré la possibilité de retirer la potasse de l'eau de la mer malgré l'extrême exigüité de sa proportion, car un litre de cette eau ne contient pas au delà de 0^{gr},328.

L'eau de la mer contient en outre de faibles proportions d'argent, de cuivre et de plomb à l'état de chlo-

(1) J. Usiglio, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, p. 92, 3^e série.

rures. On a constaté par des expériences extrêmement délicates que l'eau de l'Océan puisée à quelques lieues de la côte de Saint-Malo renferme $\frac{1}{10,000,000}$ d'argent. Si l'eau de mer tient de l'argent en dissolution, ce métal doit nécessairement se retrouver dans les plantes marines. C'est en effet ce qui a lieu; ainsi dans les cendres des fucus *serratus* et *ceramoïdes* on a dosé $\frac{1}{100,000}$ d'argent (1).

On a reconnu que dans les régions chaudes comme sous les plus hautes latitudes, le degré de salure de l'eau des mers reste à très-peu près le même. M. Gay-Lussac a trouvé 3,4 à 3,8 pour 100 de sels dans l'eau de l'océan Atlantique, puisée à une grande distance des côtes et sous des latitudes fort différentes. L'eau de mer des régions voisines du pôle, puisée par le 80° degré de latitude, contient, d'après Irwing, 3,3 à 3,5 pour 100 de sels.

Les minéraux le plus habituellement contenus dans les roches, sont le quartz, les feldspaths, les micas, l'amphibole, le pyroxène, le talc, la serpentine, la diallage.

Le quartz est de la silice à peu près pure, et les impuretés accidentelles qu'il peut renfermer ont peu d'intérêt pour l'objet qui nous occupe; mais je crois devoir réunir, dans un tableau, la composition des principales espèces minérales, telle qu'elle a été donnée par les analystes les plus habiles.

(1) Malaguti, Durocher et Sarzeaud, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXIX, p. 780.