

Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa « Pedologie »¹

III. Chapitre 1 « Genèse du sol »

J.-P. Aeschlimann⁽¹⁾, E. Frossard⁽²⁾ et Ch. Feller⁽³⁾

- 1) AGROPOLIS-MUSEUM, 66 allée Mac Laren 34090, Montpellier, France.
- 2) Swiss Federal Institute of Technology (ETH Zurich), Institute of Plant Sciences, Group of plant nutrition, Postfach 185, Eschikon 33, 8315 Lindau, Suisse.
- 3) Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR 210 Eco&Sols (Ecologie Fonctionnelle & Biogéochimie des Sols), INRA-IRD-SupAgro, Place Viala (Bt. 12), F-34060 Montpellier cedex 1, France. christian.feller@ird.fr

RÉSUMÉ

Cet article concerne F.A. Fallou (1794-1877) qui fut le créateur du terme « Pedologie » (en allemand) et écrivit dans cette langue en 1862 un ouvrage de 487 pages sur le sujet. Les avis des historiens sont toutefois partagés quant au côté précurseur ou non de ce savant, certains considérant Fallou comme le fondateur de la pédologie, vingt ans avant Dokuchaev. Dans deux articles précédents (Feller *et al.*, 2008, Frossard *et al.*, 2009), nous avons publié et commenté la traduction intégrale en français de la Préface et de l'Introduction. Dans celui-ci, nous donnons quelques extraits commentés du chapitre 1 de cet ouvrage que Fallou a intitulé « Genèse du sol ».

En fait, le titre est un peu trompeur au sens pédogénétique actuel du terme car si quelques considérations sur l'altération des roches y sont bien présentées, la majeure partie de ce chapitre est consacrée aux aspects de morphogenèse, des cycles érosion-sédimentation et à la mise en place de certains sédiments meubles susceptibles de servir de matériaux originels aux sols qui vont s'y développer. Le terme « sol » utilisé par Fallou correspond donc plus ici à la notion de matériaux meubles, ce que l'on appellerait des « régosols » dans notre ancienne classification française. Par contre, sur tous les aspects pédogénétiques *sensu stricto*, Fallou fait preuve d'une pensée véritablement moderne en terme d'analyse de l'altération, des notions de néogenèse et d'héritage et du rôle des activités biologiques dans la formation des sols.

Mots clés

Pédologie, Histoire, Fallou.

¹ Nous avons gardé dans le titre le mot allemand « Pedologie » plutôt que le terme français « Pédologie »

SUMMARY**FRIEDRICH ALBERT FALLOU (1794-1877) AND HIS « PEDOLOGIE ». 3. Chapter 1. «Genesis of the soil»**

The present account deals with F.A. Fallou (1794-1877) who coined the term of "Pedologie" and wrote a 487 pages textbook in German on the topic. The views of historians diverge, however, regarding the importance of this scientist as a forerunner, some going as far as to consider him as the founder of the pedology twenty years before Dokuchaev. In two previous papers (Feller et al., 2008, Frossard et al, 2009) a complete French translation of Fallou's Foreword and Introduction was published. The present contribution provides a French translation of the most significant extracts of his Chapter 1 entitled "Genesis of the soil", along with some comments.

Actually this chapter's original title is somewhat misleading as even if a number of considerations on the rocks' weathering are being presented, the main part of it is devoted to the aspects of morphogenesis, of the erosion-sedimentation cycles and of the accumulation of mobile sediments likely to serve as original material for the soils which are to develop. The term of "soil" used by Fallou corresponds here more to the notion of unconsolidated materials which one would call "regosols" according to the past French classification. On the other hand, on all the pedogenetic aspects *sensu stricto* Fallou demonstrates a truly modern way of thinking in terms of analysis of the weathering, of the notions of neogenesis and heritage, and of the role of the biological activities in the formation of soils

Key-words

Pedology, History, Fallou.

RESUMEN**FRIEDRICH ALBERT FALLOU (1794-1877) Y SU « PEDOLOGÍA ». 3. Capítulo 1 « génesis del suelo**

Este artículo concierne F.A. Fallou (1794-1877) quien fue el creador de la palabra "Pedología" (en alemán) y escribió en este idioma en 1862 una obra de 487 páginas sobre el tema. Las opiniones de los historiarios no obstante se dividen en cuanto al lado precursor de este científico, algunos consideran Fallou como el fundador de la pedología, veinte años antes Dokuchaev. En dos artículos precedentes (Feller et al.) publicamos y comentamos la traducción integral en francés del prefacio y de la introducción. Este tercer papel da ahora algunos aspectos comentados del capítulo 1 de esta obra que Fallou intituló "génesis del suelo".

En realidad, el título está un poco engañoso al sentido pedogenético actual ya que si se presentan bien algunas consideraciones sobre la intemperización de las rocas, la mayor parte de este capítulo está dedicada a los aspectos de morfogénesis de los ciclos erosión-sedimentación, y al depósito de ciertos sedimentos muebles susceptibles de servir de materiales originales a los suelos que van a desarrollarse. El término "suelo" usado por Fallou corresponde más aquí a la noción de materiales muebles, lo que llamaremos "regosoles" en la antigua clasificación francesa. En contra, sobre todos los aspectos pedogenéticos *sensu stricto* Fallou muestra un pensamiento realmente moderno en términos de análisis de la intemperización, de las nociones de neogénesis y de herencia y del papel de las actividades biológicas en la formación de los suelos.

Palabras clave

Pedología, historia, Fallou.

Dans son texte, Fallou introduit souvent des distinctions conceptuelles importantes entre des termes qui pourraient être plus ou moins synonymes comme par exemple « sol » (Boden) et « terre » (Erde). A l'inverse, des termes différents sont parfois utilisés pour désigner le même objet ou la même idée, ainsi en est-il de la notion de « roche-mère », pour laquelle il utilise indifféremment *Felsgestein*, *Felsgrund*, *Muttergestein*, *Grundgebirge*. Dans un article précédent (Frossard et al., 2009), nous avons dressé une liste de certains termes allemands et des correspondances françaises que nous avons adoptées. Dans le présent article, nous avons conservé les mêmes traductions françaises de ces termes techniques.

Fallou commence ce chapitre par une citation de Humboldt (tirée de « Kosmos ») qui correspond parfaitement au titre « Genèse du sol » :

Le géographe ne peut appréhender le présent sans le passé.

Nous verrons que dans ce chapitre le mot « sol » utilisé par Fallou recouvre une dimension plus large que celle que nous utilisons actuellement, empiétant largement sur ce que nous considérons aujourd'hui comme appartenant au domaine de la géologie. Aussi, seuls seront rapportés et commentés ici les passages qui démontrent cette démarche ou sont susceptibles d'enrichir une pensée pédologique ou agro-pédologique originale, soit environ un tiers du texte original. Pour mémoire, les titres des différentes sections de ce chapitre ont néanmoins été conservés dans leur intégralité, même lorsque les extraits choisis sont très brefs.

EXTRAITS DU CHAPITRE 1 « GENÈSE DU SOL » DE L'OUVRAGE DE FALLOU EN TRADUCTION FRANÇAISE

Introduction (citée en totalité)

De par sa substance qui se présente à notre vue sous ses multiples apparences ou ses caractéristiques externes, le sol n'est pas le matériel d'origine de la roche-mère sur laquelle il a pris place, comme peut aisément nous en convaincre un examen déjà superficiel de celui-ci, car de manière tout à fait générale, il est un matériau décomposé et dissout devenu, pour cette raison même, un corps complexe entièrement nouveau, aux proportions de matière et de forme différentes. Cependant, s'il s'est vraiment constitué à partir de la roche solide qui apparaît à la surface de la terre, comme le démontre l'observation en maints endroits, il s'ensuit qu'il a dû y avoir un temps sur notre planète où celle-ci était dépourvue de sol et

uniquement recouverte de roches pures et nues. Houille et charbon ne se conçoivent certes pas sans sol, sauf que ce sol du carbonifère est depuis longtemps redevenu roche solide sur laquelle sont d'ailleurs venues se déposer de tout autres masses rocheuses qui l'ont ainsi fait totalement disparaître de la surface de la terre; il n'est pas non plus vraisemblable qu'il se soit maintenu quelque part dans son état d'origine et le sol actuel n'a en tout cas rien de commun avec ce sol de l'ère préhistorique dont il diffère par la composition comme par la structure. Le sol du temps présent doit donc être considéré comme une formation nouvelle, née après le dépôt du charbon; on ne peut pas prouver qu'il ait existé auparavant et sa naissance ne peut donc être antérieure à l'époque à laquelle toutes les roches ont été déposées; il ne saurait être plus ancien que la molasse.

Les éléments fondamentaux qui ont agi en permanence depuis cette époque sur notre écorce terrestre massive et ont eu pour conséquence sa décomposition et sa transformation progressives sont l'air, l'eau et le feu. Ces trois éléments de l'ancienne école¹ ont toujours été en lutte contre le quatrième, la terre. Ils sont la triple puissance qui met en mouvement et transforme sans cesse la matière inerte et morte, détruisant l'ancienne forme des substances pour les réassembler en de nouveaux corps tout en les régénérant. Elle agissait et agit toujours par des procédés chimiques, ou mécaniques, seuls ou en combinaison.

Dans cette introduction, Fallou situe le contexte de sa réflexion qui ne dissocie pas clairement ce qui est de l'ordre de la géogenèse et la diagenèse et ce qui concerne ce que nous nommons strictement de nos jours pédogenèse : certaines formations géologiques ayant d'abord été sols (houille et charbon), et inversement le « sol » observé de nos jours étant la résultante d'une transformation d'une roche-mère, le nouveau matériau restant sur place ou étant déplacé. La suite du chapitre détaillera les actions respectives de l'air, de l'eau et du feu dans ces différents processus.

Les actions chimiques des forces de la nature. Dissolution (citée en totalité)

(Les parties soulignées de ces extraits le sont par nous-mêmes, en référence aux commentaires qui suivent)

L'air entoure toute la terre et lui est associé, il remplit tous les espaces vides, et par conséquent aussi les crevasses, fissures et pores de la roche solide. Il lui est ainsi possible de détruire cette dernière car celle-ci contient tantôt plus, tantôt moins de fer et de manganèse sous forme de gravier

¹ Fallou fait ici référence au système des quatre éléments d'Aristote

magnétique ou soufré, d'oxydes de fer ou de manganèse et de beaucoup d'autres minéraux encore. L'oxygène de l'air se combine avec ces minerais et les transforme, si ce n'est pas encore le cas, en oxydes de fer et de manganèse, ces derniers enfin, en présence d'eau, en hydrates d'oxydes de fer et de manganèse. Comme ceci est toutefois lié à une dilatation et une tension dans l'espace, la roche va éclater et tomber en morceaux. Cette action de l'air par l'intermédiaire de l'oxygène est encore favorisée par sa condensation car, comme corps compressible, il est toujours plus dense à la surface de la terre que dans les régions plus élevées.

L'eau n'entoure la terre qu'en ses points les plus profonds, de sorte qu'un tiers seulement de celle-ci, la terre ferme, reste en contact permanent étroit avec l'air. Ces points plus élevés de la terre ne sont couverts d'eau que de temps en temps, par les précipitations atmosphériques. Son action chimique sur la roche solide n'est ainsi que passagère et limitée. Elle agit à vrai dire tout comme l'air, mais en l'absence d'oxygène et plus particulièrement sur les roches agrégées, qu'elle détruit en dissolvant le ciment qui lie entre elles les différentes composantes, provoquant ainsi leur désagrégation. La décomposition des silicates, qui constituent justement la plus grosse partie de l'écorce de notre planète, est toujours initiée par une absorption d'eau. Ici réside toutefois une différence entre eau pure et eau contenant de l'acide carbonique car cette dernière, comme le montrent des expériences et le prouvent déjà les eaux minérales, dissout en même temps bien plus de sels calcaires et siliceux, de potassium et de sodium que la première. L'eau est nécessaire lors de la décomposition et non seulement pour se charger des matières dissoutes, mais également pour les transporter.

Par endroit, air et eau peuvent, certes, agir seuls et il faut bien qu'il en soit ainsi puisque deux tiers de la surface de la terre sont sous l'eau; il semble cependant qu'ils oeuvrent plutôt ensemble à la destruction des masses rocheuses et en relation avec l'acide carbonique. Dans cette association, leur activité doit naturellement être encore plus énergique. On désigne de préférence ce processus de désintégration sous le nom d'« érosion » car il dépend des changements du climat, ou de la température et de la densité de l'air, donc de la chaleur et du froid, de l'humidité et de la sécheresse. Une érosion n'est cependant possible que pour autant que air et eau puissent vraiment pénétrer dans la roche. Elle est accélérée par l'acide carbonique. Elle s'exprime par l'oxydation, la formation d'hydrates et la désintégration des silicates. Les oxydes de manganèse et de fer, les sels calcaires et siliceux, potassium et sodium, sont plus rapidement dissous de leur liaison à l'aide d'acide carbonique et en partie enlevés par l'eau. La conséquence naturelle en est la suppression de l'ancien agrégat, la roche

se transformant en débris inertes, ceux-ci par la suite en poussière et celle-ci enfin en terre. L'érosion sépare ainsi à nouveau ce que la nature avait uni en masse compacte, elle ne s'arrête jamais, ronge autour d'elle, corrode la roche solide jusqu'à la réduire en ses plus infimes particules constitutives. Simple séparation de l'assemblage en parties minérales à son début, elle ne se termine qu'avec la dissolution, c'est-à-dire la séparation complète de ses composantes élémentaires. Ainsi, elle ne résulte pas en un changement seulement formel, mais bien aussi en partie matériel, pas seulement en une transformation (métamorphose), mais bien en une transmutation de la matière (metahnlose); du fait que les matières élémentaires sont libérées de leur liaison antérieure puis excrétées, et que d'autres peuvent, suivant le lieu, être absorbées, de nouvelles liaisons se créent.

La kaolinite est une transformation. A dissolution complète du feldspath d'orthoclase, tout le potassium de ce minéral se trouve dissous et emporté par l'eau, il ne subsiste que l'argile et une fraction de silicates. On considère également le mica comme une modification secondaire, comme le produit d'une désagrégation complète ou dissolution de minéraux contenant de l'argile. Le sable de quartz, en revanche, n'est qu'une transformation, par sa consistance, ce n'est pas un corps nouveau, c'est du quartz sous une forme modifiée.

Au cours du temps, la roche du fond de cette terre s'est ainsi peu à peu transformée en sol, à sa surface mais pas simultanément dans son ensemble. L'érosion est partout la même, mais non la roche, sa solubilité diffère en fonction de sa composition et de sa structure. En règle générale, la roche simple résiste plus longtemps à l'érosion que la composée, la roche massive cristalline plus que celles disposées en couches ou strates, une roche dense, compacte et dure plus longtemps qu'une poreuse et lâche, une à grain fin plus qu'une à grain grossier. Pour la roche composée, c'est souvent l'une ou l'autre seulement des composantes qui est attaquée par l'érosion, alors que les autres parties ne comportent pas d'air qui pourrait entrer en liaison plus étroite avec l'oxygène ou l'acide carbonique. Composant principal du granit, le feldspath est depuis longtemps déjà désagrégé et devenu terre (vulgairement limon) avec l'oxyde de fer, alors que quartz et mica s'y sont conservés presque inchangés. Même pour la roche la plus simple, la solubilité diffère suivant le lieu car des fissures dites pourries y alternent avec de la roche saine et fraîche et dépend aussi du fait qu'elle contient plus ou moins de fer sous forme pure ou oxydée, ou qu'elle est parcourue et fragmentée par des filons minéraux. Le basalte s'érode d'autant plus aisément qu'il contient davantage de fer magnétique, comme la serpentine sur laquelle l'érosion a une prise encore plus facile. Les sites mous ou pourris

proches des filons de minerai de fer ne sont rien d'autre que leurs composantes secondaires désagrégées. Près de Schöneck dans le Voigtlande (!) se trouve un filon de minerai de fer qui a tellement corrodé et modifié argile et schiste de part et d'autre qu'il passe pour du limon. Il en va de même pour la roche pourrie de nombreux autres filons de minerai que le mineur appelle « Besteg ».

Parmi les roches qui résistent le plus longtemps à l'érosion figurent le schiste à mica, le porphyre à felsite, la roche de quartz et les autres roches siliceuses ainsi que la lave de basalte indépendamment de la porosité. Le mica résiste encore davantage à l'érosion que le quartz, il demeure, bien que divisible en ses plus infimes paillettes à peine encore visibles, presque inchangé dans sa substance, l'eau carbonique n'en dissolvant pas davantage que l'eau distillée, il ne peut donc avoir que peu d'affinité avec l'oxygène et c'est bien la raison pour laquelle il reste pour l'essentiel encore non dissout dans le sol.

Cette solubilité variable des roches explique aussi pourquoi elles peuvent elles-mêmes être couvertes de manière très inégale là où, en fonction de la situation, du sol a encore pu s'y maintenir - car sur une paroi de roche en pente cela n'est pas possible. L'accumulation doit tout naturellement être disparate car selon que la roche-mère est exposée plus ou moins longtemps à l'érosion, il se sera formé en conséquence plus ou moins de sol.

Le feu n'a agi chimiquement qu'à partir de l'intérieur sur la désagrégation de l'écorce terrestre et non par l'extérieur et seulement par endroit et à certaines périodes. Il a fondu les roches des profondeurs et, à l'aide de la vapeur développée au cours du processus de fusion, les a poussées vers le haut sous forme de lave, de scorie ou de cendre, participant ainsi directement par ses effets mécaniques à la destruction de la surface de la terre. Nous reparlerons plus tard de ces effets face auxquels le lent processus chimique de l'érosion disparaît.

Dans toute cette partie, Fallou se situe dans une réflexion pédologique résolument moderne. Le terme « érosion » est pris au sens d'érosion chimique au cours des âges géologiques (tel qu'il est encore utilisé de nos jours en géologie) et recoupe parfaitement notre notion actuelle d'altération. Un accent est mis sur le rôle particulier joué par l'acide carbonique dans l'intensité du processus d'altération et le comportement des divers minéraux dans leur résistance à la transformation partielle ou dissolution totale. Fallou distingue nettement aussi ce qu'on appelle de nos jours les constituants de « néogenèse » (dissolution complète puis néoformation de nouveaux minéraux, cas selon Fallou de la kaolinite et du mica) des constituants d'« héritage » comme le quartz. Ces processus d'altération vont dépendre de la composition et de la structure de la roche, mais aussi d'autres éléments comme la topographie.

Les actions mécaniques des forces

de la nature. Fragmentation *(citation très partielle)*

Fallou décrit ici les actions mécaniques respectives de l'air, de l'eau et du feu. L'air n'a qu'une action réduite dans la fragmentation des roches mais l'eau joue un rôle considérable que ce soit dans son état solide ou liquide sur la fragmentation des roches et le façonnement des paysages: éboulis, glissements de terrain, dépôts torrentiels et alluviaux, formation des vallées glaciaires, etc. De nombreuses catastrophes historiques sont mentionnées. Le feu est traité à travers son activité souterraine s'exprimant par des événements volcaniques avec émission de cendres et ponces, coulées de lave, formation de failles, etc. Fallou donne l'exemple suivant de ce qu'il appelle la genèse du « sol » à partir de l'action des volcans:

Nous pouvons en déduire à quel point le feu, avec ses gaz et ses vapeurs développés dans les hauts fourneaux souterrains, a démolé la configuration rocheuse de cette terre au cours du temps, combien de ses ruines il a déjà transformées en sol, compte non tenu des immenses accumulations de cendres que les montagnes de feu ont expulsées et que nous pouvons considérer au fond non comme une destruction de la surface de la Terre, mais comme une addition au sol déjà présent en provenance de l'intérieur de la Terre.

Le « sol » selon Fallou comprend donc également le résultat de la transformation de débris déposés à la surface de la croûte terrestre par le feu.

Les actions mécaniques et chimiques

combinées de l'eau et du feu *(citation très partielle)*

L'action combinée du volcanisme puis de l'eau conduit à la formation de lacs et de rivières. Voici quelques exemples à travers lesquels on comprend bien que Fallou inclut aussi dans ses considérations les premiers stades de la genèse, comme la mise en place géologique de nouveaux matériaux meubles à la surface des terres émergées ou au fond de la mer (sédimentation et diagenèse précoce), qui vont potentiellement constituer du « sol » au cours de phénomènes de surrection ou d'abaissement du niveau des mers:

Lors de tremblements de terre, le cours de fleuves se trouve parfois stoppé comme nous venons de le voir par la chute de montagnes éclatées et il se forme des lacs. Dans ceux-ci sera déposé naturellement tout le reste des ruines emporté et mille fois mélangé par les rivières, à cette occasion il se forme du sol, non seulement par destruction directe des massifs, mais aussi indirectement, du fait que leurs ruines sont charriées ensemble par les eaux, les particules de poussière plus fines de la roche broyée étant déposées par-dessus, épandues sur une vaste surface et

ainsi déposées sous forme d'une strate...

Même au fond de la mer cependant, le feu souterrain a, selon les cas, contribué à la destruction de l'écorce terrestre, non en opposition à, mais en combinaison avec l'eau et non seulement mécaniquement, mais aussi chimiquement, comme air et eau pour l'érosion sur la terre ferme. A l'action conjointe de ces deux forces gigantesques de la nature, nous devons en effet une partie considérable du sol.

Dans cette partie, on trouve aussi mention des vitesses d'altération des roches comme dans le passage suivant: Pourtant, toutes ces destructions par l'air et l'eau sont encore bien éloignées des actions mécaniques du feu. La décomposition avance si lentement que son terme ne se peut calculer; la vie d'un homme ne suffit pas à appréhender une modification marquée d'un bloc de granit, un seul coup de marteau des cyclopes effectuée en une seconde ce qui demande des millénaires à l'érosion.

Déplacement et dépôt, ou genèse du sol causés par les courants d'eau et d'air. Ruissellement et précipitation

(citation très partielle)

Dans ce paragraphe, Fallou passe en revue tous les phénomènes de déplacement des matériaux par l'eau ou l'air et la constitution de nouvelles formations géologiques: dépôts et cônes de déjections, éboulis, sédiments, dunes etc. L'importance de l'érosion hydrique est mentionnée dès les premières lignes du discours:

Le sol en cours de formation par décomposition et désagrégation de la manière indiquée ne trouve que rarement à se fixer à son lieu d'origine, il demeure, certes, sur une surface plane, mais non sur la pente abrupte des montagnes. Sitôt libéré de sa liaison avec la roche solide, il est emmené ailleurs par la prochaine ondée et plus la pente est raide, plus la croûte d'érosion légèrement déposée sera aisément rincée des parois rocheuses...

et soulignée tout au long de cette partie, que ce soit en milieu montagneux:

Le mugissement sauvage des chutes d'eau n'est donc pas un jeu inutile de la nature, elles sont les ateliers jamais au repos qui malaxent la matière compacte des rochers alpins et livrent aux fleuves les énormes charges de poussière de roche que ceux-ci descendent dans les vallées et de là dans les plaines sises loin des Alpes...

ou à plus basse altitude:

A vrai dire, nous n'avons même pas besoin de grimper dans les hautes montagnes pour nous persuader que l'eau ronge les rochers et quelles quantités de roches désagrégées en sont extraites pour être déposées à de grandes distances

sous une forme profondément différente; même dans les régions de basses montagnes et de collines nous pouvons voir comment au printemps, après un brusque dégel, des ruisseaux gonflés et troubles surgissent de toutes les gorges pour recouvrir champs et prairies, comment des pluies d'orage et des averses emportent le sol présent sur les hauteurs, comment le petit ruissellement de ces eaux de pluie se fraie un chemin dans le sol attendri, s'enfoncé toujours davantage pour ressortir des sillons arables sous forme de courant boueux, nous observons ici les mêmes effets de la puissance de l'eau que bien souvent dans les Alpes, même s'ils ne sont pas associés à des destructions aussi effrayantes.

Suivent ensuite de longs développements sur le dépôt du matériel terrigène au fond des lacs et des mers, ces sédiments récents étant considérés par Fallou comme du « sol » en devenir potentiel comme l'indique l'extrait suivant:

Les destructions et dévastations des fleuves impétueux de montagne ont donc eu leurs conséquences bénéfiques. La roche fragmentée et broyée des montagnes n'a pas seulement été déplacée de ses lieux d'origine pour être déposée en d'autres régions, un corps tout à fait différent de sa roche-mère antérieure et totalement modifié dans sa composition et sa forme a aussi été créé du fait que les différentes terres amenées par chacun des affluents d'un bassin fluvial ont été à moult reprises mélangées dans les courants, l'eau a tout d'abord réduit le matériel brut du sol, la pierre inanimée pour en faire du sol, la mer a finalement recueilli ce produit en son sein, l'a également distribué et après qu'il a émergé dans l'atmosphère au-dessus de son niveau, nous le trouvons aujourd'hui en tant que terre arable.

Les eaux torrentielles ont ainsi, certes, enlevé du sol aux montagnes, mais celles-ci n'y ont guère perdu que ce dont elles pouvaient aisément se passer, elles n'ont abandonné que leur superflu dont elles ont pourvu les plaines auxquelles la nature semblait l'avoir destiné; car ce sol est une chose inutile sur les hauteurs rudes et hivernales et dans les gorges et vallées étroites et rocheuses des montagnes, il n'y trouve pas d'emplacement adapté à la culture. Les plaines ont ainsi gagné à cette décomposition, alors que les montagnes n'y ont rien perdu. L'eau est ainsi indiscutablement l'agent le plus important dans la nature, auquel nous devons non seulement la formation, mais aussi la décomposition et le dépôt du sol en des régions où il remplit enfin sa véritable fonction, c'est à dire où il peut être utilisé comme terre arable.

Impact de la vie organique. Accumulation de restes fossiles animaux et végétaux

(cité en totalité)

Dans cette partie, Fallou accorde une très grande importance aux activités biologiques actuelles et fossiles dans la formation du sol lui-même (cadavres d'animaux, restes végétaux, formation de l'humus) :

Le sol actuellement présent et distribué à la surface de la terre ne s'est cependant pas constitué uniquement de la manière décrite, grâce aux forces conjuguées et se complétant mutuellement de la nature inorganique, par dissolution et désagrégation de sa roche-mère, ainsi que par déplacement et dépôt de ses ruines, mais en partie aussi grâce à l'activité biologique des animaux et des plantes et indirectement à leur décomposition.

Cette partie du sol ne saurait naturellement s'être formée avant que du sol n'ait déjà été présent, car animaux et plantes ont besoin de nourriture et ils ne la tirent pas de l'atmosphère, mais uniquement du sol. Le sol créé par la mort et le pourrissement de matières organiques représente donc clairement une formation propre secondaire et ne doit pas être uniquement considéré comme un seul accroissement apporté au sol déjà présent, de la plus haute importance toutefois par rapport au développement graduel du monde animal et végétal et à l'évolution progressive de son organisation, car il semble que les êtres cultivés supérieurs ne peuvent tout simplement pas se passer de matières organiques pour leur croissance, puisqu'ils ne réussissent que misérablement, voire même ne se développent pas du tout dans un sol où celles-ci manquent.

On peut être surpris, en 1860, de cette affirmation que « les plantes tirent leur nourriture uniquement du sol ». Ceci renvoie à la « théorie de l'humus » (nutrition carbonée des plantes à partir des matières organiques du sol), qui généralement n'avait plus cours dans les milieux savants à l'époque de Fallou (Feller et al., 2003). Même si Fallou englobe aussi les produits minéraux issus de la décomposition des matières organiques (comme l'azote minéral) dans son raisonnement, ce que nous verrons ultérieurement, la phrase citée paraît curieuse.

Cependant, il existe encore un genre végétal qui ne tire pas sa nourriture uniquement du sol, mais en partie ou totalement de l'eau. En effet, d'invisibles petites plantes cryptogamiques colonisent même jusqu'aux glaciers en été, car les petits trous dans la glace sont emplis d'un limon noir qui, selon des investigations de Vogel, est composé pour l'essentiel de matières organiques, et provient vraisemblablement de champignons ou de lichens pourris. Par conséquent, même le limon des fleuves alpins ne serait pas constitué uniquement de poussière purement minérale, mais en partie aussi de produits de décomposition. Dans

les lagunes et les mares qui persistent après chaque inondation sur les berges plates des fleuves à proximité de la mer en particulier, les plantes aquatiques ne tirent très certainement pas leur nourriture du sol mais bien de l'eau saumâtre qui se forme par mélange de l'eau résiduelle du fleuve avec celle amenée simultanément par la mer et ne peut donc plus vraiment être considérée comme de l'eau météorique pure, mais bien davantage comme de l'eau minérale. Ces plantes aquatiques se multiplient de telle façon que les mares sont très vite totalement emplies par la fange de leur matière en putréfaction. Ces plantes ont donc néanmoins fourni une contribution au sol.

Le fond limoneux des eaux stagnantes ne s'est pas seulement peuplé de plantes, mais également de divers animaux, infusoires, escargots et mollusques. Du sol s'est aussi formé après leur mort à partir des structures osseuses laissées par ceux-ci, car leurs coquilles constituées uniquement de calcaire et de silice ont aussi bien été incorporées à la terre que les plantes mortes des tourbières et des eaux saumâtres. Bien que les enveloppes des infusoires ne deviennent visibles à l'œil humain que par une accumulation innombrable, elles ont pourtant, à tout le moins, contribué aussi au développement du sol. Il est connu qu'elles n'ont pas seulement formé d'importants dépôts dans les mares et les tourbières, mais également au fond de la mer, comme les mollusques qui ont davantage déposé leurs coquilles sur les côtes.

Là encore, le sédiment lacustre ou lagunaire, formé à partir de matières organiques et minérales est considéré par Fallou comme un « sol », ainsi que le guano :

Le guano lui aussi doit être envisagé comme sol d'origine organique. Son existence n'étant toutefois prouvée que sur quelques falaises isolées des océans Pacifique et Atlantique où, engrais apprécié et exploité depuis des siècles, il aura bientôt totalement disparu, celui-ci peut tout simplement être passé sous silence.

Inondation périodique des plaines fluviales et marines. Genèse des marécages (aucune citation)

Comme dans les sections précédentes, les sédiments meubles fluviaux et marins sont impliqués, selon Fallou, dans la genèse du « sol ».

Coup d'œil géologique et résultat (cité en totalité)

Ce paragraphe est la conclusion synthétique du chapitre 1, qui explicite bien la démarche de Fallou dans la perception de la genèse du sol. Tout commence avec l'altération chimique et mécanique de la roche en place :

De tout ce qui précède, il s'ensuit que le sol présent aujourd'hui ne peut s'être formé ni au même moment ni de

la même manière, et ne peut par conséquent avoir partout la même composition, bien au contraire nous avons selon l'époque et le processus de sa formation :

1. Sol créé uniquement par dissolution ou destruction de sa roche-mère à l'endroit même où il se trouve actuellement. C'est le sol premier initial car si nous admettons qu'à l'origine la surface de la terre n'était encore partout que de la roche nue, l'existence du sol n'est pas imaginable avant qu'une partie de cette roche mère ne se soit déjà décomposée, désagrégée et ainsi transformée en sol ;

A partir de ces premiers matériaux, tous les dépôts d'origine hydrique et éolienne (colluvions, alluvions, dunes, projections volcaniques) que l'on nommerait de nos jours sédiments, formations éoliennes, dépôts volcano-sédimentaires, etc., avec mélange de composantes minérales et organiques, constituent, selon Fallou, les premiers stades de formation du sol, même si celui-ci est situé sous les eaux :

2. Sol créé par le fait que cette roche décomposée et désagrégée s'est trouvée enlevée de son lieu d'origine par les courants d'eau et d'air et déposée, complètement modifiée dans sa forme et sa composition, en un autre endroit. De par la nature de la chose, ce sol alluvial ne saurait être qu'un sol plus récent, et en aucun cas plus ancien, que ce sol primitif ;

3. Sol créé en partie par la décomposition de matières organiques, en partie aussi directement par l'activité biologique d'êtres organiques. C'est la formation la plus récente du sol présent parce qu'il se trouve sur du sol aussi bien primitif qu'alluvial et ne se peut du tout concevoir sans sol antérieur. Il s'y ajoute encore

4. Sol créé simultanément par dépôt de matières anorganiques et décomposition de matières organiques, composé ainsi de ces deux substances ensemble, qui n'est, pas plus que le précédent, à considérer comme une formation définitive, mais au contraire en partie encore en cours de formation et de croissance.

Nous verrons ultérieurement que certains espaces ou territoires de formation se trouvent aussi en relation étroite avec ces périodes de formation, car chacun de ces quatre groupes, entre lesquels tout le sol présent peut être réparti en termes géologiques, suppose une situation particulière.

CONCLUSIONS

On retiendra que dans ce chapitre au titre alléchant pour un pédologue, Fallou ne traite pas de la « genèse du sol » dans son acception strictement pédogénétique, mais entend le plus souvent des matériaux originels sédimentaires comme vases, dunes, alluvions, éboulis, etc. qui serviront ultérieurement de roche-mère aux sols (au sens pédogénétique) qui s'y développeront. Fallou justifie une telle approche par le fait

qu'à l'origine de l'histoire de la Terre ou au cours des grands événements géologiques comme le volcanisme, la formation des montagnes et l'émergence des terres, il n'y a que de la roche consolidée dont les produits de l'altération et le transport par les eaux et le vent conduiront à la formation de sédiments meubles. Fallou s'attarde longuement sur les processus d'apparition de ces formations à matériaux meubles sous l'effet de l'air, de l'eau et du feu comme étape initiale de la formation des sols. L'ensemble de ces matériaux meubles est à l'origine de ce que nous avons classé comme sols minéraux bruts, sous-classe des « régosols ».

On dirait de nos jours que ce chapitre mélange géogenèse, morphogenèse et pédogenèse. Par ailleurs, le discours pédogénétique au sens strict de Fallou sur les différents processus d'altération des roches, les notions de néogenèse et d'héritage ainsi que du rôle des acteurs biologiques dans la formation des sols, est tout à fait moderne. La « genèse du sol » selon Fallou ne recoupe donc pas exactement notre notion moderne restreinte de pédogenèse, mais l'englobe pour mieux comprendre la construction de ces formations meubles que l'on nomme actuellement sols à l'interface de la géosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère.

BIBLIOGRAPHIE

- Fallou F.A., 1862 - *Pedologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde*. G. Schönfeld's Buchhandlung, Dresden, 487 p.
- Feller C., Thuriès L., Manlay R., Robin P., Frossard E. 2003 - The principles of rational agriculture by A.D. Thaer (1752-1828). An approach of the sustainability of cropping systems at the beginning of the 19th Century *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166: 687-698.
- Feller C., Aeschlimann J.P., Frossard E. et Lutz V. 2008 - Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa « *Pedologie* » - La Préface de l'ouvrage. *Etude et Gestion des Sols*, 15 (2) : 131-137.
- Frossard E., Aeschlimann J.P., Feller C., Lutz V., 2009 - Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa « *Pedologie* ». L'Introduction de l'ouvrage. *Etude et Gestion des Sols*, 15 (4) : 161-173.