

J. Lozet C. Mathieu

**S**

DICTIONNAIRE  
DE

**Science  
du  
01**

*lavoisier*  
**TEC  
&  
DOC**

# *Dictionnaire de Science du sol*

---

AVEC INDEX ANGLAIS-FRANÇAIS

Jean **Lozet**

Professeur honoraire de Science du sol  
Institut Supérieur Industriel  
HUY (Belgique)

Clément **Mathieu**

Professeur de Science du sol  
Université du Burundi  
BUJUMBURA (Burundi)

Préface de

**Marcel Jamagne**

Institut National de la Recherche Agronomique



**Technique et Documentation** - Lavoisier

11, rue Lavoisier  
F-75384 Paris cedex 08

© **Technique et Documentation** - Lavoisier, 1986

---

11, rue Lavoisier - F-75384 Paris Cedex 08

**ISBN 2-85206-342-5**

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, "toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite" (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.

# Préface

---

**N**ombreux sont les termes utilisés en pédologie, en science du sol et dans les autres disciplines traitant de l'analyse des paysages et de l'utilisation et de la conservation des terres.

Des dictionnaires, lexiques, listes diverses ont été élaborés en ce domaine et diffusés dans les années antérieures. Cependant, compte tenu de l'évolution rapide de notre science, il était devenu indispensable de concevoir un recueil des termes utilisés par l'ensemble des scientifiques et techniciens se préoccupant des sols. **Jean Lozet** et **Clément Mathieu** se sont attachés depuis quelques années à réaliser ce travail laborieux et précis, et le résultat en est donc actuellement diffusé.

**Jean Lozet**, ingénieur agronome et docteur en sciences agronomiques de l'Université catholique de Louvain, débute sa carrière en Afrique dans le cadre de l'I.N.E.A.C., puis du Gouvernement général du Congo. Nommé ensuite professeur à l'Institut supérieur industriel de l'Etat à Huy, il se consacre à l'enseignement des sciences de la terre et de l'environnement. Participant à de nombreux congrès et réunions internationales, il assume successivement plusieurs responsabilités scientifiques dont la présidence de la Société belge de pédologie. Jean Lozet est auteur d'un premier dictionnaire de pédologie publié en 1954-56 par le Ministère belge des colonies.

**Clément Mathieu**, ingénieur de l'Institut supérieur agricole de Huy, et docteur en sciences de l'Université de Liège, est également maître ès sciences de l'Université de Paris. Associant dans ses travaux de pédologie recherche de base et valorisation, il débute sa carrière en milieu tempéré pour la poursuivre ensuite en milieux méditerranéen puis tropical. Auteur de nombreuses publications scientifiques et techniques, il enseigne actuellement en tant que professeur de science du sol à l'Université du Burundi, et est fréquemment amené à effectuer des missions d'expertise scientifique dans des paysages africains et d'Extrême-Orient.

Leur **Dictionnaire de science du sol** comprend les définitions d'environ 2 400 mots se rapportant à la pédologie générale, à la minéralogie, à la pétrographie, à la micromorphologie, à la géomorphologie, ainsi qu'à l'application des grands systèmes de classification.

Il présente également un certain nombre d'annexes rappelant d'une part les principes d'élaboration des principaux systèmes de classification ou taxonomie : Classification

française CPCS, Soil Taxonomy du SCS-USDA, Légende mondiale de la FAO, Projet ORSTOM ; d'autre part les définitions permettant l'appellation des horizons.

Un **index anglais-français** de tous les mots définis est également inclus dans l'ouvrage, permettant son utilisation au plan international.

De nombreuses illustrations agrémentent la présentation de ce travail et en facilitent la compréhension : photographies, schémas, figures et tableaux.

Le document est d'un incontestable intérêt, dû à la fois à la compétence, à l'expérience et à la tenacité de ses auteurs. Tout ne peut pas, bien entendu, être parfait, et les commentaires et précisions seront toujours les bienvenus pour améliorer progressivement ce travail.

Cet ouvrage rendra certainement de grands services à des niveaux très divers de la connaissance des sols : enseignement, recherche tant au plan fondamental qu'appliqué, valorisation de ces connaissances...

Nous lui souhaitons donc grand succès.

Marcel Jamagne,

Directeur du Service d'études des sols  
et de la Carte pédologique de France  
I.N.R.A.

# Avant-propos

---

**S**i la "Science du sol" est très ancienne, il n'en reste pas moins vrai qu'elle n'existe, en tant que science naturelle et fondamentale, que depuis la fin du siècle dernier où elle a vu le jour en Russie à la suite des travaux de Dokouchaev.

Cette science moderne s'est considérablement développée depuis, et plus particulièrement ces trente dernières années. Immanquablement, de nombreux termes ont été créés, la différenciation des unités-sols a été hiérarchisée dans diverses classifications, le langage pédologique s'est donc personnalisé. C'est ce langage qu'il convient de diffuser parmi les nombreux utilisateurs du sol que sont les pédologues, les agronomes mais également les géomorphologues, les géographes, les forestiers et autres spécialistes étudiant l'un ou l'autre aspect du sol ou de la couverture superficielle de la terre. Ce dictionnaire s'adresse donc, non seulement aux pédologues (scientifiques du sol) pour lesquels la plupart de ces mots sont familiers, mais aussi aux autres utilisateurs du sol qui, au cours de leurs recherches, travaux ou lectures, sont mis en contact avec la Science du sol.

Que contient ce dictionnaire ?

Tout d'abord, des termes de pédologie fondamentale aussi bien d'éléments macroscopiques que microscopiques que des processus ou des facteurs de pédogenèse, ainsi que les termes des principales classifications du sol. Mais nous avons dû forcément définir des termes qui appartiennent à d'autres disciplines ayant des rapports très étroits avec la Science du sol. Ces sciences connexes, géologie, pétrographie, minéralogie et géomorphologie, étudient aussi les matériaux dont l'altération et parfois les déplacements ont donné naissance au sol.

Une autre raison oblige aussi à définir certains termes. Un exemple, pris au hasard, la fera comprendre. Chacun sait que des sols riches peuvent être formés sur des matériaux volcaniques tels que le basalte. Dans la définition du mot basalte, sont employés les mots : magmatique - éruptive - feldspaths - pyroxène - olivine - augite - magnétite - micas - hornblende. Force nous est de les définir à leur tour. Si l'on se rapporte à feldspath, on peut voir que de nouveaux termes sont employés, tels que plagioclases. N'est-il pas

encore nécessaire de définir ce mot ? Nous sommes amenés ainsi à une définition "en chaîne", c'est-à-dire que la définition d'un mot entraîne la définition d'autres mots, et ainsi de suite.

Il nous a aussi semblé utile d'inclure dans ce dictionnaire un index anglais - français. Comme dans la littérature pédologique des mots anglais sont couramment employés en lieu et place de leur traduction française, il sera possible au lecteur de les retrouver facilement. Les chercheurs anglophones pourront également trouver la définition française des équivalents anglais.

Cependant, des mots ont certes été oubliés, d'autres ont été omis volontairement pour ne pas encombrer cet ouvrage d'une série de termes trop généraux ou trop spécifiques. Ce dictionnaire comporte donc des lacunes mais probablement aussi des imperfections et des erreurs. Le lecteur voudra bien nous excuser mais surtout, s'il trouve, dans ce texte, matière à critique, alors qu'il nous en fasse part et nous aide ainsi à l'améliorer ; il aura droit à notre gratitude et à celle des lecteurs qui le suivront.

Pour les autorisations de citations ainsi que pour l'utilisation du *copyright*, nous tenons à exprimer notre gratitude aux Professeurs Duchaufour et Boulaire, aux Dr Brewer, Jamagne, Foucault et Raoult, à Monsieur Soltner, aux Editions Dunod, Masson et Cie, Pudoc, John Wiley and Sons, ainsi qu'au Directeur du service d'études des sols et de la Carte pédologique de France - INRA.

Nous tenons également à remercier tous ceux qui nous ont aidés d'une façon ou d'une autre à la préparation de cet ouvrage et particulièrement les Dr Jamagne et De Coninck ainsi que les Professeurs Tavernier, Stoops et Bonneau.

A nos épouses, nous sommes reconnaissants pour leur patience et leur compréhension et nous leur dédions cet ouvrage.

**J.L. et C.M.**

# Abréviations & Sigles

---

|              |                           |        |  |
|--------------|---------------------------|--------|--|
| Å            | angström                  | préf.  | préfixe  |
| abr.         | abréviation               | r.     | roche  |
| adj.         | adjectif                  | s.     | sol  |
| alt.         | altitude                  | sec    | seconde  |
| B.P.         | before present            | suff.  | suffixe  |
| °C           | degré centigrade          | sup.   | supérieur  |
| ch.          | chiffre                   | symb.  | symbole  |
| cm           | centimètre                | syn.   | synonyme   |
| diam.        | diamètre                  | syst.  | système  |
| dm           | décimètre                 | t°     | température  |
| env.         | environ                   | tabl.  | tableau  |
| ex.          | exemple                   | →      | voir   |
| f.           | féminin                   | *      | signifie que le mot est défini par ailleurs                                  |
| fig.         | figure                    |        |  |
| g            | gramme                    |        |  |
| géogr.       | géographie                |        |  |
| géol.        | géologie                  |        |  |
| ha           | hectare                   |        |  |
| I.E.         | indice d'entraînement     |        |  |
| inf.         | inférieur                 |        |  |
| Inf. et Bio. | Informatique et Biosphère |        |  |
| kg           | kilogramme                | ACCT   | Agence de coopération culturelle et technique (France)                       |
| kV           | kilovolt                  | AIPEA  | Association internationale pour l'étude des argiles                          |
| l            | litre                     | CPCS   | Commission de pédologie et de cartographie des sols (France)                 |
| m.           | masculin                  | FAO    | Food and Agriculture Organization (Nations-Unies)                            |
| M.a.         | million d'années          | IBSNAT | International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfert (US. AID) |
| maj.         | majuscule                 | INEAC  | Institut national pour l'étude agronomique du Congo (ex-Congo belge)         |
| mat. org.    | matière organique         | ORSTOM | Office de recherche scientifique et technique d'Outre-Mer (France)           |
| min.         | minuscule                 | STIPA  | Système de transfert de l'information pédologique et agronomique (France)    |
| méq          | milliéquivalent           | USDA   | United States Department of Agriculture (Etats-Unis)                         |
| mg           | milligramme               |        |  |
| mm           | millimètre                |        |  |
| mmhos        | millimhos                 |        |  |
| moy.         | moyenne                   |        |  |
| mV           | millivolt                 |        |  |
| µm           | micron                    |        |  |
| n.           | nom                       |        |  |
| p. cent      | pour cent                 |        |  |
| pédo.        | pédologie                 |        |  |
| pl.          | pluriel                   |        |  |
| pr.          | propre                    |        |  |

# A

## a min. • a

- Lettre utilisée en indice pour noter des modifications par la culture dans l'horizon B, spécialement des revêtements très humifères (Ba, ou Bta pour un horizon illuvial Bt) (Jamagne).
- Lettre utilisée en indice de la lettre **O\*** pour noter la matière organique très bien décomposée dans laquelle la teneur moyenne en fibres, après friction, est inférieure au 1/6 du volume (USDA).
- Lettre désignant une pente inférieure à 8 p. cent du type plat à légèrement ondulé (Légende FAO).

## (A) (horizon ~) maj. • (A) horizon

- Horizon de surface différent de la roche mère par une simple désagrégation physique et par un début d'accumulation de matière organique humifiée. Il s'agit d'un horizon **A\*** en voie de formation rencontré par exemple dans les **lithosols\*** ou les **régosols\***.
- Horizon minéral de surface qui montre une accumulation de matières organiques humifiées intimement mélangées à la fraction minérale (il ne comprend donc pas l'horizon E) (Légende FAO).

## A (horizons ~) maj. • A horizons

- Premier groupe d'horizons du **solum\***. Ce sont des horizons majeurs de surface comportant normalement les horizons A1 (horizons d'accumulation contenant moins de 30 p. cent de matière organique et formé en surface ou près de la surface), A2 ou E (horizon appauvri par lessivage en argile, fer et alumine) et A3 (horizon transitionnel vers les horizons B ou C sous-jacents).  
Sur les horizons A reposent, sous végétation naturelle, les horizons **holorganiques\***.
- Horizons minéraux formés à la surface du sol ou en dessous d'un horizon O et (1) caractérisés par une accumulation de matière organique humifiée intimement mélangée avec la fraction minérale

et non dominés par des propriétés caractéristiques des horizons E ou B ou (2) ont des propriétés acquises par l'utilisation sous culture ou pâturages, ou des formes similaires de perturbation (USDA).

## A<sub>0</sub> (horizon ~) maj. ch. • A<sub>0</sub> horizon

Horizon organique non tourbeux de surface constitué principalement de débris végétaux partiellement décomposés et généralement fortement à très fortement fragmentés. Il regroupe les **couches F\*** et **H\***, ou **H\***(Delecour) et les **horizons O\*** et **Oh\***.

## A<sub>00</sub> (horizon ~) maj. ch. • A<sub>00</sub> horizon

Horizon organique non tourbeux de surface, formé de débris végétaux facilement identifiables plus ou moins fragmentés et non reliés ensemble par du mycélium. *Syn.* **couche L\*** (Jamagne) ou **couche F\*** (Delecour).

## A<sub>000</sub> (horizon ~) maj. ch. • A<sub>000</sub> horizon

Horizon organique non tourbeux de surface formé de débris végétaux, non ou peu fragmentés, très peu transformés (Delecour). *Syn.* **couche L\***. Correspond à la litière de l'année.

## A<sub>1</sub> (horizon ~) maj. ch. • A<sub>1</sub> horizon

Horizon diagnostique de surface constitué de matières minérales intimement mélangées à de la matière organique humifiée avec comme conséquence d'être de couleur plus foncée que les horizons sous-jacents. C'est le premier horizon du **solum\***. La matière organique est principalement d'origine végétale et elle a été incorporée à la matière minérale sous l'influence de l'activité biologique plutôt que par translocation. Il peut éventuellement être subdivisé en horizons A11, A12, etc. *Syn.* **horizon A** (USDA).

## A<sub>1</sub> (horizon ~ forestier) maj. ch. • forest A<sub>1</sub> horizon

Horizon A1 dans lequel la matière organique résulte d'une décomposition purement biologique. C'est le cas sous forêt où le régime des feux de brousse ne se pratique pas (Sys).

## A<sub>1</sub> (horizon ~ mélanique) maj. ch. • mélanic A<sub>1</sub> horizon

Horizon A1 plus épais que 20 cm dans un profil du type AC, plus épais que 30 cm dans un profil ABC, présentant les caractéristiques suivantes :

- dominance d'argiles 2/1;
- couleur plus foncée que 3/2 à l'état humide;
- saturation du complexe : supérieure à 50 p. cent et en général réalisée en majeure partie par l'ion Ca ; dans certaines argiles noires l'ion Mg, voire Na, prend parfois une importance primordiale (Sys).

**A1** (horizon ~ prononcé) maj. ch. • pronounced A1 horizon

Horizon A1 non **mélanique\*** de plus de 10 cm d'épaisseur et qui est plus foncé que 3/2 à l'état humide. La teneur en carbone est supérieure à 2 p. cent (Sys).

**A1** (horizon ~ de savane) maj. ch. • savana A1 horizon

Horizon A1 caractérisé par la présence de charbon de bois et cendres végétales. C'est le cas sous les types de végétation périodiquement soumis aux feux de brousse (Sys).

**A2** (horizon ~) maj. ch. • A2 horizon

Ancienne appellation de l'horizon **E\***.

**A3** horizon ~) maj. ch. • A3 horizon

Horizon de **transition\*** dans lequel les caractéristiques d'un horizon A ou E sus-jacent dominant par rapport à certaines caractéristiques également présentes mais secondaires d'un horizon B ou C sous-jacent. *Syn.* horizon AB ou EB (USDA).

**AB** (horizon ~) maj. • AB horizon

► Horizon de transition entre A et B, la partie supérieure présentant une majorité de caractéristiques du A, la partie inférieure présentant une majorité de caractéristiques du B ; horizon généralement mince et ne pouvant être séparé en A3 et B1 (Jamagne).

► Horizon de transition avec les caractéristiques à la fois d'un horizon A sus-jacent et d'un horizon B sous-jacent mais dont les caractéristiques du A dominant (USDA).

**A/B** (horizon ~) maj. • A/B horizon

Horizon de transition entre A et B et présentant autant les caractéristiques du A que du B (Jamagne).

**A et B** (horizon ~) maj. • A and B horizon

Horizon de transition répondant pour la majeure partie à la définition de l'horizon A3, le reste (toujours moins de 50 p. cent) répondant à la définition du B (Jamagne). *Syn.* horizon AB (USDA).

**ABC** (sol ~) maj. • ABC soil

Sol dont le profil présente les 3 groupes d'horizons A, B et C. C'est le sol caractéristique des climats humides. Les exemples classiques sont le **podzol\***, le sol **lessivé\***, les **Alfisols\***, les **Ultisols\***.

**A(B)C** (sol ~) maj. • A(B)C soil

Sol dont le profil présente les horizons A, (B) et C. Les exemples classiques sont le sol **brun**

**forestier\***, le sol **brun acide\***, le sol **brun calcaire\***.

**abrupt** (changement textural ~) adj.

• abrupt textural change

► Modification due à un accroissement important de la teneur en argile et sur une faible distance dans la zone de contact entre un horizon et l'horizon sous-jacent.

► Modification texturale importante entre un épipédon **ochrique\*** ou **albique\*** et un horizon **argilique\***. Si l'horizon supérieur a moins de 20 p. cent d'argile, l'horizon sous-jacent doit en contenir au moins le double sur une distance verticale de 7,5 cm maximum. Si la teneur dans l'horizon supérieur dépasse 20 p. cent, l'horizon sous-jacent doit contenir au moins 20 p. cent d'argile en plus (Soil Taxonomy).

**abruptique** adj. • abruptic

Désigne un sous-groupe extragrade caractérisé par un changement textural **abrupt\*** (Soil Taxonomy).

**absorption** n.f. • absorption

► Phénomène réalisant la pénétration de certains éléments à l'intérieur même d'un corps comme par exemple la nutrition des plantes réalisée par les racines et radicules qui absorbent les sels nutritifs ionisés dans l'eau du sol et assimilables. Ce phénomène est lié à la pression osmotique à l'intérieur des cellules végétales, à la charge électrique des substances absorbées, à la tension superficielle, à la perméabilité des membranes cellulaires, etc.

► L'absorption peut également définir la fixation d'ions **K\*** entre les feuillets de certains minéraux argileux comme l'**illite\***.

**AC** (horizon ~) maj. • AC horizon

Horizon de transition entre A et C, la partie supérieure présentant une majorité de caractéristiques du A, la partie inférieure présentant une majorité de caractéristiques du C. L'horizon AC généralement mince ne peut être séparé en A3 et C.

**A/C** (horizon ~) maj. • A/C horizon

Horizon de transition entre les horizons A et C présentant autant de caractéristiques de l'horizon A que de l'horizon C (Jamagne).

**(A)C** (sol ~) maj. • (A)C soil

Sol très peu évolué, présentant un horizon (A) reposant directement sur l'horizon C. Les exemples classiques sont les **lithosols\***, les **régosols\***, les sols **alluviaux\*** **récents**, certains **Entisols\***.

**AC** (sol ~) maj. • **AC soil**

Sol dont le profil présente des horizons A reposant directement sur l'horizon C. Les exemples classiques sont la **rendzine\***, le **ranker\***, certains **Entisols\***, certains **Mollisols\***.

**accidenté** (paysage ou relief ~) adj.• **hilly relief**

Paysage caractérisé par un ensemble de collines à surfaces sub-horizontales réduites et à pentes supérieures à 15 p. cent. Une faible partie des précipitations percole, une grande partie ruisselle ou est éliminée par drainage oblique. L'érosion y est très forte et le développement de profil peu accentué.

**accroissement** (coefficient d'~) n.m.• **rate of increase**

Rapport entre le diamètre moyen des grumeaux (c'est-à-dire des agglomérats de particules élémentaires non détruits par prétraitement dans le but de conserver la microstructure du sol) et le diamètre moyen des particules élémentaires (c'est-à-dire des particules minérales libérées par traitement à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et HCl détruisant les liants des particules entre elles). Le coefficient d'accroissement rend donc compte du degré de microstructure du sol (De Leenheer).

**accumulation** n.f. • **accumulation, deposition**

- ▶ En géologie, entassement de matériaux sous l'action des eaux courantes, des glaciers, du vent, de la mer, ou issus des volcans, etc.
- ▶ En pédologie, concentration de matériaux en certains points ou niveaux à l'intérieur du sol.

**acide** (humus ~) adj. • **acid humus**

Humus décomposé en milieu acide. On le rencontre généralement sous végétation acidophile telle que bruyères, conifères, myrtilliers ou en milieu humide. Le rapport C/N est généralement élevé (supérieur à 17). Terme peu précis.

**acide** (roche ~) adj. • **acid rock**

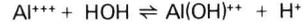
- ▶ Roche où la silice entre pour au moins 65 p. cent. Ex. les granites, les quartzites, les grès siliceux.
- ▶ Parmi les roches éruptives, roche qui présente un excès de silice libre se matérialisant par la présence d'au moins 20 p. cent de quartz parmi les minéraux blancs (Strekeisen).

**acide** (sol ~) adj. • **acid soil**

Sol dans lequel la quantité d'ions H<sup>+</sup> libres est supérieure à la quantité de cations alcalins ou alcalino-terreux. Le pH est donc inférieur à 7. Cependant, on réserve généralement le terme **sol**

**neutre** au sol dont le pH est compris entre 6,6 et 7,3. Les **sols acides** ont donc un pH inférieur à 6,6.

Il faut faire remarquer que l'acidité n'est pas uniquement due à la présence d'ions H<sup>+</sup> mais également aux ions Al<sup>3+</sup> et Fe<sup>3+</sup> qui sont donneurs de protons suivant l'équation :

**acide** (sol brun ~) adj. • **acid brown soil**

▶ Sol **brunifié\*** à profil A(B)C peu différencié morphologiquement, très désaturé en bases. Le **mull\*** à structure grumeleuse, assez épais, se différencie mal de l'horizon (B) avec lequel il fait une transition très progressive. On le trouve en climat frais et humide.

▶ Sous-groupe des **sols bruns\*** avec un humus du type mull, un pH inférieur à 5,5 dans l'horizon (B) et le rapport S/T diminuant comme le pH de haut en bas du profil, et souvent inférieur à 35 p. cent (CPCS, 1967).

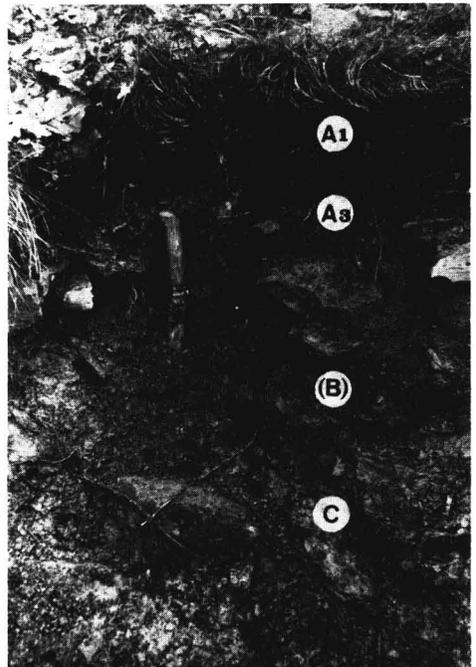
**acides** n.m.pl. • **acids**

acides **aminés, fulviques, humiques, organiques, phénoliques** : → ces adjectifs.

**acidité** n.f. • **acidity**

Propriété de ce qui est acide, ou de libérer des cations H<sup>+</sup>.

→ **pH**.



**Sol brun acide** présentant les horizons A1, A3, (B) et C. (Forêt d'Hirson, Aisne, France).

**acidité** (~ du sol) n.f. • soil acidity

Peut provenir de la constitution chimique de la roche-mère et/ou des conditions d'évolution du sol. Elle se compose de l'acidité **actuelle\*** et de l'acidité **potentielle\***.

**acidoïde** n.m. • acidoid

Syn. : **colloïde\*** électronégatif.

**acidophile** (plante ~) adj. • acidophilous plant

Plante qui se développe bien dans les sols acides à pH inférieur à 5,5 ou du moins qui les tolère, c'est-à-dire dans un milieu où le complexe adsorbant est insaturé en cations et spécialement en calcium. Dans un milieu où une quantité trop élevée de cations est fixée sur le complexe adsorbant, immobilisant par le fait même le fer et le manganèse, le développement de la plante serait accompagné de phénomènes de chlorose.  
Ex. : *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Deschampsia flexuosa*, *Camellia sinensis*.

**acidosulfaté** (horizon ~) adj. • acidosulfate horizon

Horizon contenant des **jarosites\*** et de l'acidité sulfurique libre et caractérisé par des taches jaunes de gamme égale ou supérieure à 2 et d'intensité égale ou supérieure à 6 (échelle **Munsell\***) et dont le pH est égal ou inférieur à 3,5 (ORSTOM, 1979).

**acmé** n.m. • acme

Phase de l'évolution du sol pour laquelle la différence entre l'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réelle est minimale. Cette phase considérée comme l'optimum de développement du sol est située entre la phase sol jeune peu évolué et la phase dégradée (Bouline).

**acr** ~ ou **acro** ~ préf. • acr- or acro-

Désigne les grands groupes de sols fortement altérés et dont la capacité de rétention cationique dans l'horizon **oxique\*** est égale ou inférieure à 1,5 meq/100 g d'argile. Ces grands groupes appartiennent tous aux **Oxisols\***. Ce sont les Acrohumox, les Acrorthox et les Acrustox (Soil Taxonomy).

**acrique** adj. • acric

Désigne un sol à taux de saturation et à CEC très faibles. Par exemple un **ferralsol\*** acrique (Légende FAO).

**acrisol** n.m. • acrisol

Sol lessivé présentant un horizon d'accumulation illuviale d'argile (horizon B argilique) dont le taux de saturation est inférieur à 50 p. cent à sa base.

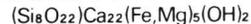
Il ne présente pas d'horizon A **mollique\*** ni d'horizon E **albique\*** recouvrant un horizon faiblement perméable. Cette unité de sols ne se rencontre pas en régime d'humidité aride (Légende FAO). Les acrisols sont subdivisés en acrisols orthiques, ferriques, humiques, plinthiques et gleyiques.

**actinomycètes** n.m.pl. • actinomycetes

Groupe d'eubactéries ramifiées hétérotrophes ayant tendance à former un mycélium ramifié plus ou moins différencié très fin (1,0 à 1,5 micron). Ils se multiplient par simple segmentation du mycélium ou par des hyphes. Dans le sol, les genres les plus fréquents (*Streptomyces* et *Nocardia*) sont particulièrement aptes à dégrader des substances organiques difficilement décomposables, et produisent des vitamines et des antibiotiques. Etant aérobies, ils sont l'indice d'un sol à bonne structure et ou à bonne aération. Ils peuvent former des associations symbiotiques avec certaines plantes supérieures comme *Alnus* et *Myrica*.

**actinote** n.f. • actinolite

Variété d'amphibole. **Inosilicate\*** complexe de FeO (13 p. cent), MgO (22 p. cent) et CaO (14 p. cent). Appartient au système monoclinique ; teinte verdâtre. Rencontrée dans de nombreuses roches magmatiques et métamorphiques telles que les schistes chloritiques. Elle est isomorphe avec la **trémolite\*** et se présente en forme de cristaux aciculaires. Certaines variétés fibreuses sont appelées asbeste ou amiante. La formule générale est la suivante :

**active** (acidité ~) adj. • active acidity

→ acidité **actuelle**.

**actuelle** (acidité ~) adj. • actual acidity

Acidité représentée par les ions H<sup>+</sup> dissociés présents dans la solution du sol et en équilibre avec les autres ions du milieu. On la mesure par potentiométrie après un contact terre-eau (1/2,5) suffisamment long (quelques heures). On parle de pH (H<sub>2</sub>O). A pH très faible, les ions Al<sup>+++</sup> et Fe<sup>+++</sup> contribuent également à ce type d'acidité car ils sont générateurs de protons suivant la réaction :



Syn. acidité **active**, acidité **réelle**.

**adhérence** n.f. • adherence

Propriété qu'ont deux ou plusieurs éléments de s'unir plus ou moins fortement entre eux. Cette propriété est cause de la difficulté ou de la facilité avec laquelle les machines ou les outils travaillent le sol. L'estimation s'effectue sur un

matériau à l'état saturé, entre le pouce et l'index. Elle est exprimée en terme de **collant\***.

**adhésivité** n.f. • adhesive capacity

Propriété qu'a le sol d'adhérer aux instruments aratoires lorsqu'il est à l'état humide. On parle de sol non collant, peu collant, collant ou très collant par ordre croissant d'adhésivité. *Syn.* **adhérence\***.

**adhésivité** (point d'~) n.f. • sticky point

- ▶ Quantité d'eau minimum requise pour qu'un sol adhère aux instruments aratoires. Ce point varie en fonction de la texture, de la nature des colloïdes, de la structure et du type d'instrument.
- ▶ Quantité d'eau minimum pour laquelle un échantillon de terre, quand on l'applique sur une surface de porcelaine ou d'acier lisse, commence à laisser une trace boueuse sur cet objet lorsqu'on le détache (Henin).

**adhésivité** (test d'~) n.f. • adhesive capacity test, sticky test

Test consistant à porter différents échantillons d'une même terre à des humidités différentes et, après pétrissage, on applique une spatule de nickel pour pouvoir évaluer à partir de quelle humidité la terre adhère à l'objet mis à son contact (Henin).

**adsorbant** (complexe ~) adj. • adsorbing complex, base exchange complex

Dans le sol, ensemble des forces capables de retenir certains éléments. Il est représenté par la surface active des constituants organiques et minéraux qui jouent un rôle dans l'échange de base. Les deux principaux constituants sont les minéraux argileux et l'humus. De ce fait, il joue un rôle comme réservoir de fertilité chimique du sol. *Syn.* **complexe argilo-humique**.

**adsorption** n.f. • adsorption

Phénomène physique de surface réalisant la fixation de certains éléments sur les particules du sol. L'adsorption considère aussi la fixation des bases échangeables sur les particules colloïdales du sol (humus, minéraux argileux, sesquioxydes, etc.). L'adsorption concerne également la fixation d'un gaz inerte tel que l'azote à basse température. On peut assimiler ce phénomène à la condensation de la buée sur une vitre froide. Cette adsorption permet la mesure de la surface spécifique externe de nombreux minéraux argileux. Quant à la surface interne, elle n'est accessible à aucun réactif ou ion dans le cas des minéraux à équidistance stable comme la **kaolinite\***. Lorsque l'intervalle entre deux feuillets est plus grand, un gaz inerte ne peut s'introduire parce

que son énergie d'adsorption est inférieure à l'énergie d'adhésion des feuillets. On doit alors utiliser des corps pour lesquels l'énergie d'adsorption est plus forte tels que les corps polaires comme l'éthylène-glycol. L'eau pourrait également convenir mais il y a des réactions secondaires avec les cations adsorbés.

**adsorption** (isotherme d'~) n.f.

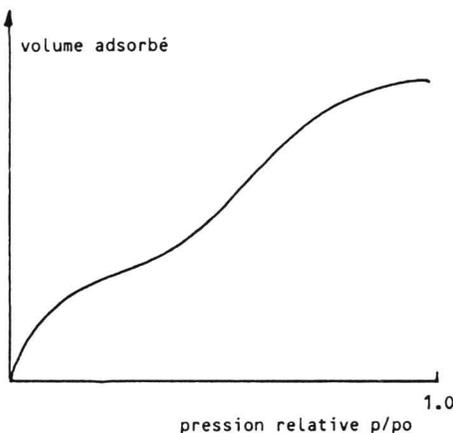
• adsorption isotherm

Relation qui existe entre la quantité de gaz adsorbé et la pression et cela pour un gaz donné adsorbé sur un solide donné à une température bien déterminée et constante. Quand un solide finement dispersé est mis en contact avec un gaz à une pression bien déterminée, il commence à adsorber ce gaz. Cela se constate par une réduction graduelle de la pression du gaz et par une augmentation du poids du solide. A un certain moment, la pression se stabilise ainsi que le poids du solide.

Ce phénomène d'adsorption est une conséquence des forces situées en surface du solide (adsorbant) qui attirent les molécules du gaz (adsorbé). La quantité de gaz adsorbé (V) dépend de la pression d'équilibre (P/Po, Po étant la pression de saturation du gaz), de la température (T) et de la nature du gaz et du solide, c'est-à-dire que :

$$V = f(P/Po)_{T, \text{ gaz, solide.}}$$

Cette équation exprime l'isotherme d'adsorption. Il existe plusieurs types d'isothermes dont le principal rencontré en physique du sol et utilisé notamment pour la détermination de la surface spécifique des minéraux argileux est représenté par la courbe suivante donnant en ordonnée la quantité de gaz adsorbé et en abscisse la pression relative.



Exemple d'isotherme d'adsorption.

**Ae** (horizon ~) maj. min. • **Ae horizon**

*Syn.* horizon **éluvial\***. Il correspond à l'horizon A2 de la classification générale des horizons du sol et à l'horizon E de la Légende FAO et de l'USDA.

**aération** (~ du sol) n.f. • **aeration**

Processus qui consiste à remplacer l'atmosphère du sol par l'air ambiant. Le but est de réoxygéner le sol dont la teneur en CO<sub>2</sub> a fortement augmenté par suite de l'activité microbologique et radiculaire au cours de la période de croissance des plantes cultivées.

**aérique** adj. • **aeric**

Désigne un sous-groupe extragrade caractérisé par une couleur plus intense que pour le sol typique (Soil Taxonomy).

**aérobic** adj. • **aerobic**

Se dit d'un microorganisme qui a besoin d'oxygène pour se développer comme par exemple *Nitrobacter*. Le terme est également utilisé pour désigner un phénomène chimique ou biochimique qui se réalise uniquement en présence d'oxygène comme par exemple la décomposition des hydrates de carbone en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O.

**affleurement** n.m. • **outcrop**

Apparition en surface d'un horizon ou plus généralement d'une roche cohérente suite à une action érosive ou à un mouvement tectonique. Sur les cartes géologiques, les affleurements de roche sont généralement limités par des traits fins qui sont les contours géologiques.

**affouillement** n.m. • **undermining, washing out**

Action d'un courant d'eau qui pénètre dans la profondeur d'un terrain, le remue et enlève tout ou partie. Résultat de cette action. L'*affouillement* se produit à la base des versants et détermine des éboulements de berges ; les matériaux érodés sont entraînés par l'eau sur le fond ou latéralement (Plaisance et Cailleux).

**agate** n.f. • **agate**

Variété de calcédoine constituée de couches très fines, concentriques ou planes, diversement colorées. Elle se forme par sédimentation de silice à l'état de gel.

**âge** (~ du sol) n.m. • **soil age**

Âge fictif apprécié d'après l'état d'évolution, ce qui permet de distinguer les sols naissants tels que les **lithosols\***, des sols jeunes tels que les

**Inceptisols\***, des sols mûrs tels que les **podzols\*** et des sols anciens tels que les **paléosols\***.

**agglomérée** (distribution ~) adj. • **agglomeroplasmic distribution**

Type de distribution relative du **plasma\***, du **squelette\*** et des **vides\*** associés du matériau pédologique où le plasma apparaît sous forme de remplissages lâches ou incomplets dans les espaces intergranulaires du squelette (Brewer).

**aglusol** n.m. • **aglusol**

Type de conditionneur de sol dont les propriétés sont voisines de celles du kriilum.

**agitateur** (~ mécanique) n.m. • **stirrer, agitator**

Appareil utilisé en laboratoire pour secouer les solutions de terre pendant des temps prolongés en vue d'en extraire les éléments à doser.

**agr-** préf. • **agr-**

Utilisé pour désigner des grands groupes de sols présentant un horizon **agrique\***. Un seul grand groupe existe celui des Agrudalfs (Soil Taxonomy).

**agradation** n.f. • **aggradation**

Phénomène de reconstruction observé dans des minéraux argileux peu stables. Par exemple, une **illite\*** (minéral argileux du type 2/1) peut s'enrichir en ions Al<sup>3+</sup> existant en solution dans le sol et venant se mettre en position interfoliaire sous forme gibbsitique donnant naissance à une argile 2/1/1 bien cristallisée du type **chlorite\*** secondaire.

**agrégat** n.m. • **aggregate, ped**

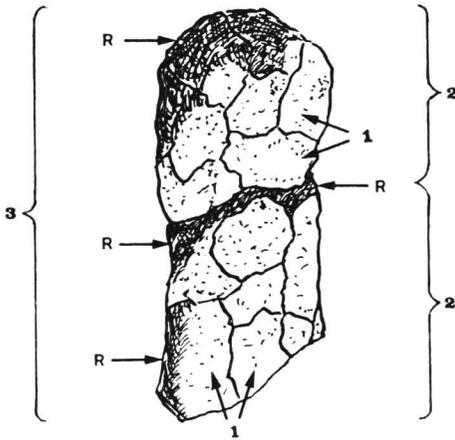
Dans le sol, unité naturelle tridimensionnelle d'un assemblage cohérent et défini de particules élémentaires. En micromorphologie, unité fondamentale d'organisation. → aussi unité **structurale**.

**agrégat** (~ élémentaire) n.m. • **elementary ped**

→ **agrégat primaire**.

**agrégat** (~ primaire) n.m. • **primary ped**

Agrégat le plus simple du matériau pédologique. Il ne peut être divisé en agrégats plus petits, mais il peut être arrangé avec d'autres pour former des agrégats composés d'un niveau plus élevé d'organisation (Brewer). *Syn.* **agrégat élémentaire**.



Arrangement des agrégats primaires (1) pour former des agrégats composés secondaires (2) et tertiaires (3) ; les revêtements (R) tapissent les faces des agrégats primaires.

### agricutane n.m. • agricutan

Revêtement\* constitué de matériel provenant de l'horizon Ap (Jongerius).

### agrique (horizon ~) adj. • agric horizon

Horizon minéral superficiel situé sous un horizon de culture et dans lequel se sont accumulés par illuviation de l'argile, du limon, de l'humus et des éléments fertilisants. On observe de fins revêtements sur les unités structurales et sur les parois des galeries de vers de terre ou de racines. Les éléments accumulés représentent au moins 5 p. cent du volume de l'horizon. Le pH est généralement voisin de 6-6,5 en climat tempéré (Soil Taxonomy).

### agrologie n.f. • agrology

Science qui étudie les sols cultivés.

### agronomie n.f. • agronomy, agricultural science

Ensemble des sciences, des principes et des techniques qui régissent la pratique de l'agriculture. L'agronomie traite donc de la théorie et de la pratique de la production végétale et animale ainsi que de l'aménagement du sol.

### agropédique (horizon ~) adj. • agropedic horizon

Syn. horizon Ap\*.

### Ah (horizon ~) maj. min. • Ah horizon

Syn. horizon A1\*.

### air (~ du sol) n.m. • soil air

Phase gazeuse du sol. Il représente donc le volume non occupé par les phases solide et liquide. L'air occupe normalement les macropores du sol. Sa composition est différente de celle de l'atmosphère. En effet, la teneur en CO<sub>2</sub> dans le sol peut être 10 à 100 fois supérieure à celle de l'atmosphère.

### air (séché à l'~) n.m. • air-dry sample

Echantillon de terre dont la teneur en eau est en équilibre avec l'atmosphère environnante. La teneur en eau est donc fonction de l'humidité relative, de la température de l'air ambiant, de la nature et de la quantité de matières colloïdales contenues dans l'échantillon.

### akaganéite n.f. • akaganite

Hydroxyde de fer répondant à la formule  $\beta$  FeOOH.

### alb- préf. • alb-

Utilisé pour préciser la présence d'un horizon **albique\***. Un seul sous-ordre existe celui des **Albolls\*** et il y a deux grands groupes les **Albaqualls** et les **Albaqualls** (Soil Taxonomy).

### albâtre n.m. • alabaster

Variété de gypse très finement cristallisé blanc et translucide. Par extension, désigne aussi diverses variétés de calcaires blancs et parfois veinés par divers oxydes.

### albique (horizon ~) adj. • albic horizon

Horizon minéral peu profond dans lequel les oxydes de fer libre et l'argile ont été enlevés ou dans lequel les oxydes de fer ont été isolés au point que leur couleur est déterminée par les particules sableuses ou limoneuses. L'horizon E du **podzol\*** en est le représentant le plus typique. Il repose sur un horizon d'accumulation tel qu'un horizon **spodique\***, **argilique\*** ou **natrique\***, sur un **fragipan\*** ou sur une couche peu perméable capable de créer une nappe temporaire (Soil Taxonomy et Légende FAO).

### albique (matériau ~) adj. • albic material

Matériau provenant exclusivement de l'horizon E et dont la couleur à l'état humide a une **valeur\*** (value) égale ou supérieure à 4. Si la **gamme\*** (hue) est de 5 YR ou plus rouge, on admet une valeur (value) de 3 si l'**intensité\*** (chroma) est due à du limon sans revêtement ou à des grains de sable (Légende FAO).

### albite n.f. • albite

Feldspath de couleur blanche à blanc bleuté du groupe des plagioclases (**tectosilicates\***).

Appartient au système triclinique et répond à la formule générale  $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ .

### Alboll n.m. • Alboll

Sous-ordre des **Mollisols\*** qui présentent un horizon **albique\*** sous-jacent à un épépédon **mollique\*** et sus-jacent à un horizon **argilique\*** ou **natrique\***. Ces différents horizons subsuperficiels présentent des concrétions ferromanganiques ou des taches car ils sont normalement saturés en eau à un niveau proche de la surface du sol pendant une certaine période de l'hiver ou du printemps. Les grands groupes de sols appartenant aux Albolls sont les Argialbolls et les Natralbolls (Soil Taxonomy).

### albon n.m. • albon

Horizon caractérisé par un lessivage intense de l'argile, des bases échangeables et des oxydes de fer et d'alumine (ORSTOM, 1979). *Syn.* horizon **albique\***.

### alcalin (sol ~) adj. • alkaline soil, alkali soil

Sol dont le pH est supérieur à 7. Cependant on réserve en général aux sols neutres la gamme de pH comprise entre 6,6 et 7,3, de sorte qu'on considère comme alcalin un sol dont le pH est supérieur à 7,3.

### alcaline (roche ~) adj. • alkaline rock

Roche éruptive contenant une majorité de feldspaths alcalins et de feldspathoïdes. Il s'agit donc d'une roche riche en Na et K, sans excès de silice, qui présente en général une couleur claire (Strekeisen).

### alcalinisation n.f. • alkalization

Processus par lequel la teneur en Na échangeable d'un sol augmente par fixation sur le complexe colloïdal :  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  étant beaucoup plus soluble que les carbonates de Ca ou Mg, les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  précipitent avant l'ion  $\text{Na}^+$  de sorte que les ions  $\text{Na}^+$  laissés en solution peuvent se fixer sur le complexe colloïdal. Englobe les termes **sodisation\*** et **alcalisation\***.

### alcalins (métaux ~) adj. • alkaline metals

Métaux très métalliques rapidement attaqués par l'oxygène et l'eau et devant donc se conserver dans des conditions spéciales. Ces métaux sont toujours monovalents. Ce sont le lithium, le sodium, le rubidium, le césium et le francium.

### alcalino-terreux (métaux ~) adj. • alkaline earth metals

Métaux moins métalliques que les alcalins et caractérisés par des densités et des tempéra-

res de fusion généralement plus élevées mais de volume atomique plus faible que les métaux alcalins. Ces métaux sont toujours bivalents. Ce sont le béryllium, le calcium, le magnésium, le strontium, le baryum et le radium.

### alcalis (sol à ~) n.m. • alkali soil

Sol présentant une teneur en sels alcalins (principalement en carbonates et sulfates) telle que le pH est supérieur à 8,8. La teneur en Na échangeable représente au moins 15 p. cent de la CEC ce qui empêche la croissance de la plupart des plantes. La structure est instable et nettement dégradée. Des efflorescences noires d'humates alcalins peuvent se former en surface d'où l'appellation de **sols salins\*** noirs par opposition aux sols salins blancs mieux connus sous le nom de **solontchaks\***. Les sols à alcali(s) se forment en climat présentant une saison sèche très marquée mais accusant de fortes variations dans la salure et le niveau des nappes aquifères.

### alcalisation n.f. • alkalization

Type particulier de sodisation qui s'accompagne, de manière permanente, par une dégradation marquée de l'état structural, en relation fréquente avec l'un ou plusieurs des caractères suivants :

- forte baisse de la salinité ;
- forte élévation du pH (pH 1/2,5 pouvant avoisiner 10) ;
- apparition des sels de la série alcaline (carbonates mono et bisodiques).

Dans ce cas le sol acquiert le caractère à alcalis (Servant).

### alfique adj. • alfic

Utilisé pour désigner un sous-groupe présentant des lamelles d'accumulation d'argile à taux de saturation supérieur à 35 p. cent sous forme de **revêtements\*** orientés sur les grains de sable. Ces lamelles sont trop minces que pour caractériser un horizon **argilique\*** (Soil Taxonomy).

### Alfisol n.m. • Alfisol

Ordre de sols minéraux caractérisés par un horizon **argilique\*** dont le taux de saturation en bases est supérieur à 35 p. cent. L'Alfisol peut posséder un épépédon **umbrique\*** ou **ochrique\***, mais ni un horizon **spodique\*** ni un horizon **oxique\***. Il est suffisamment humide pendant la période végétative ce qui en fait un sol intensivement cultivé. Sol relativement jeune contenant des minéraux primaires altérables, des argiles du type 2/1 et des bases échangeables. Les sous-ordres des Alfisols sont les Aqualfs, les Boralfs, les Udalfs, les Ustalfs et les Xeralfs (Soil Taxonomy).

**aliatique** (microstructure ~) adj. • aliatic microstructure

*Syn.* microstructure fine (ORSTOM, 1979).

**aliatode** (structure ~) adj. • aliatodic structure

Structure farineuse, poudreuse, à éléments très fins. Bien que poreuse et friable cette structure résiste bien à l'érosion. Caractérise *par ex.* un **structurichron\*** associé à un **appumite amérode\*** (Chatelin).

**alios** n.m. • iron pan

Horizon d'accumulation brun foncé constitué de sable cimenté par de la matière organique mais surtout par des oxydes de fer (goethite) et parfois de manganèse et d'alumine formant une pellicule autour des grains. Cette pellicule est partiellement responsable du concrétionnement de l'alios. Sa compacité le rend imperméable. Cet horizon se forme dans les **podzols\*** humo-ferrugineux et les podzols de nappe des plaines sableuses.

**alios** (~ ferrugineux mince) n.m. • thin iron pan

Couche noire à rouge sombre cimentée par le fer, ou le fer et le manganèse, ou un complexe organo-ferrique et d'une épaisseur de l'ordre de 2 à 10 mm. Rarement de 1 mm ou de 20 à 40 mm. Cette couche peut être associée à la stratification du matériau parental. Dans le **solum\*** elle est grossièrement parallèle à la surface du sol et se trouve habituellement à environ 50 cm de la surface. Mais elle peut être fortement ondulée ou même enroulée. Elle apparaît sous forme d'un horizon compact et non d'un empilement de plaques multiples mais elle peut être ramifiée. C'est un niveau infranchissable pour l'eau et les racines et il apparaît comme une propriété diagnostique des podzols **placiques\*** (Légende FAO). *Syn.* horizon **placique\***.

**allioxydon** n.m. • allioxidon

**Oxydon\*** dans lequel plus de la moitié des oxydes libres est sous forme d'oxydes d'alumine. *Syn.* oxydon allitique (ORSTOM, 1979).

**allite** n.m. • allite

Sol profondément altéré ayant donc perdu beaucoup de silice et s'étant enrichi en Fe et Al au point d'avoir un rapport  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  inférieur à 1,5. Il présente une individualisation d'alumine et de fer sous forme d'oxydes ou d'hydroxydes (Palmann).

**allitique** (sol ~) adj. • allitic soil

*Syn.* **allite\***.

**allitisation** n.f. • allitization

**Hydrolyse\*** totale des roches alumino-silicatées au cours de la pédogenèse où tous les éléments des minéraux apparaissent dans la réaction sous forme d'hydroxydes, pouvant être dissociés ou non et plus ou moins solubles. NaOH et  $\text{Si}(\text{OH})_4$  qui sont solubles restent en solution, tandis que  $\text{Al}(\text{OH})_3$  qui est insoluble précipite *in situ* et s'individualise à l'état libre sous forme d'hydroxydes cristallisés, généralement sous forme de **gibbsite\***. Ce type d'altération concerne les zones à climats équatoriaux humides où les précipitations annuelles sont supérieures à 1200 mm (Pedro).

**allititanique** adj. • allititanic

Précise que l'horizon allitique a des teneurs en titane relativement élevées (ORSTOM, 1979).

**allochtone** adj. • allochtonic

Qui ne s'est pas formé *in situ*. Par exemple, un sol alluvionnaire ou colluvionnaire est allochtone parce que constitué d'éléments apportés par les cours d'eau ou accumulés par solifluxion.

**allogène** adj. • allogenic

Qui est formé ailleurs qu'à l'emplacement actuel. *Syn.* **allochtone\***.

**allophane** n.m. • allophane

Alumino-silicate hydraté amorphe. L'allophane est en fait un ensemble d'ébauches argileuses irrégulières qui par suite de défauts de structure paraissent amorphes en diffraction de RX. Ces ébauches sont susceptibles de se dissoudre à nouveau ou d'évoluer naturellement vers des structures argileuses généralement phylliteuses plus parfaites. Normalement, l'allophane évolue par resiliification progressive de feuillets gibbsitiques et déshydratation vers la structure de l'**halloysite\***. Le rapport molaire silice/alumine varie de 1 à 2, formule intermédiaire entre l'**imogolite\*** et l'**halloysite\***. Suivant diverses conditions géochimiques de leur genèse, les allophanes peuvent conduire à trois familles minéralogiques :

1 Allophane alumineux à rapport molaire Si/Al voisin de 1 accompagnant la formation de la **gibbsite\*** et de l'imogolite.

2 Allophane halloysitique à rapport molaire Si/Al voisin de 2 accompagnant la formation de l'halloysite.

3 Allophane siliceux à rapport molaire Si/Al supérieur à 3 accompagnant la formation d'argiles du type 2/1 souvent ferrifères ou magnésien-nes.

La formation de l'allophane serait donc un stade transitoire par agradation vers la genèse d'argile