

Le pèlerinage en Terre sainte (*al-hadjj*) signifie que le disciple quitte sa patrie terrestre accidentelle pour retrouver sa véritable patrie, celle où il peut adorer Dieu en vérité et en esprit. Le combat juste (*al-djihād*) est le sacrifice du fidèle offrant sa vie à Dieu, sacrifice qui s'exprime déjà et se réalise dans la quête spirituelle qui lui fera chercher l'imām, le trouver, l'écouter, et le suivre.

#### 4 L'influence ismaélienne

La doctrine ismaélienne, dans ses aspects religieux aussi bien que philosophique ou politico-social, tend à marquer profondément la société et l'esprit islamiques, et cela depuis l'origine jusqu'à l'époque contemporaine. Dès le XI<sup>e</sup> siècle de l'ère chrétienne, cette action se manifesta de façon grandiose à travers l'encyclopédie, à la fois philosophique et scientifique, des Ikhwām al-ṣafā', la première œuvre de ce genre que le monde ait connue. Ses auteurs, tous ismaéliens, ont réussi à y grouper le savoir complet de l'humanité jusqu'à leur époque et à y exprimer leur vision de l'homme et du monde. Ils ont ainsi préparé la voie aux grands hommes de l'Islam tels que al-Fārābī et Avicenne. Parallèlement à l'influence culturelle et scientifique qu'ils ont eue par là sur l'élite, ils ont affirmé leur présence au sein même du peuple par une autre création non moins profonde et durable : l'œuvre fameuse des *Mille et Une Nuits*. La critique moderne, d'ailleurs aussi bien chez les Arabes que chez les orientalistes, reconnaît dans cet ouvrage la marque de l'esprit shī'ite en général, et ismaélien en particulier.

Dans le domaine religieux, l'ismaélisme exerça une influence directe qui est très sensible sur les grands mystiques de l'Islam tels que al-Hallādī, al-Ghazālī et surtout Ibn 'Arābī. Elle se remarque aussi chez tous les mystiques de l'Iran, où, par tempérament, on est plus enclin à suivre l'esprit ismaélien que dans les pays arabes. Plus importante encore est la diffusion par les ismaéliens dans le monde islamique des idées libérales et de l'humanisme, qui ont donné aux hommes le courage de s'exprimer librement. À l'influence politique et sociale de ce mouvement, enfin, il convient de rattacher l'action, dès le III<sup>e</sup> siècle de l'hégire (X<sup>e</sup> s.), des membres d'une secte – appelée Qarmat, du nom de son fondateur – qui adhérèrent publiquement à l'ismaélisme et mirent en application leurs idées socialistes au sein d'un État créé par eux, dans la région de Bahreïn et Oman, en Arabie.

OSMAN YAHIA

#### Bibliographie

ABŪ YA'QŪB SEJESTĀNĪ, *Kashf al-Mahjūb*, traité ismaélien du IV<sup>e</sup> siècle de l'hégire ; texte persan publ. avec introd. par H. Corbin, Téhéran, 1949 / *Commentaire de la Qasida ismaélienne d'Abū Haitham Jorjānī*, attribué à Muhammad ibn Sorkh de Nishapour, IV<sup>e</sup> (X<sup>e</sup>)-V<sup>e</sup> (XI<sup>e</sup>) siècle, texte persan éd. avec introd. et esqu. comparative en français par H. Corbin et M. Mo'in, Téhéran, 1955 / H. CORBIN, *Étude préliminaire pour le Livre réunissant les deux sages de Nāsir-e Khosraw*, Téhéran, 1953 ; *Trilogie ismaélienne : Le Livre des sources de Abū Ya'qūb Sejestānī ; Cosmogonie et Eschatologie* de Sayyid-nā al-Hosayn ibn 'Alī ; Symboles choisis de *La Roseaie du Mystère* de Mahmūd Shabestārī, éd. trad. et comm., Téhéran, 1961 ; *Histoire de la philosophie islamique*, t. I, Paris, 1964 / W. IVANEW, « Ismailitica », in *Mem. of the Asiatic Soc. of Bengal*, t. VIII, 1922 ; « Isma'ilia », in *Encyclopédie de l'Islam*, suppl. I<sup>er</sup> éd. ; « Notes sur l'Ummu'l Kitāb », in *Rev. Et. islamiques*, 1932 ; *A Guide to Isma'ili Literature*, Londres, 1933 /

P. KRAUS, « Les Controverses de Fakhr al-Dīn Rāzī », in *Bull. Inst. d'Égypte*, t. XIX ; Bibliogr. ismaélienne, in *Rev. Et. islamiques*, 1932 / B. LEWIS, *The Origins of Ismailism*, Cambridge (G.-B.), 1940 / L. MASSIGNON, *Les Origines shī'ites de la famille vizirale des Banu'l Furāt*, mélanges Gaudefroy-Demombynes, Le Caire, 1935 ; « Mutanabbī devant le siècle ismaélien de l'Islam », in *Mém. Inst. franç. de Damas al-Mutanabbī*, Beyrouth, 1936 / NĀSIR-E KHOSRAW, *Kitāb-e jāmi' al-Hikmatayn*, texte persan édité avec étude prélim. en franç. et persan par H. Corbin et Mo'in, Téhéran, 1953.

#### Corrélat

ARISTOTE, AVICENNE, ÉSOTÉRISME, FĀRĀBĪ (AL-), FĀTIMIDES, GHAZĀLĪ (AL-), HALLĀDĪ (AL-), IBN 'ARĀBĪ, IḤWĀN AL-ṢAFĀ', ISLAM, MICROCOSME ET MACROCOSME, MILLE ET UNE NUITS (LES), MYSTIQUE, SHĪ'ISME.

## ISOHUMIQUES (SOLS)

Les sols isohumiques ont été remarqués depuis longtemps du fait de leur couleur foncée et de la pénétration de leur matière organique humifiée sur une profondeur bien plus grande que dans les sols d'autres types. Le maintien de ces caractères dans des sols formés sur des roches diverses a d'ailleurs été l'une des premières observations qui ont amené V. Dokutchaev à émettre, à partir de 1877, ses théories sur la formation des sols, origine de la pédologie moderne.

Cette nature et cette répartition de la matière organique, associées à certains modes de concentration du calcaire dans les horizons de profondeur sous des horizons qui ne contiennent pas ou peu de cet élément, ainsi qu'à divers types de structure, souvent grenue, s'observent particulièrement sous la végétation steppe des grandes plaines ou plateaux mollement ondulés du sud de la Russie, de l'Ukraine, d'Europe centrale, du Centre-Asie, d'Amérique du Nord (Grandes Plaines, Prairie) ou d'Amérique du Sud (Pampa).

Ces sols se retrouvent aussi, avec l'essentiel de leurs caractéristiques, sous des formations arborées xérophytiques. Aussi a-t-on remplacé (G. Aubert, 1958) leur appellation de « sols steppiques » par celle de « sols isohumiques » pour indiquer la pénétration si profonde de leur matière organique, bien humifiée, dont la teneur ne décroît que progressivement dans le profil, contrairement à la plupart des autres types de sols où cette matière organique est concentrée dans un horizon supérieur.

#### Caractères généraux

La matière organique tend à s'accumuler, relativement aux conditions générales de climat. Elle est très évoluée (rapport car-

bone/azote = 10 en surface, plus faible ensuite), bien humifiée, le plus souvent fortement polymérisée (acides humiques/acides fulviques > 1,5), riche en acides humiques gris et bien liée à la matière minérale avec laquelle elle forme des agrégats relativement stables et souvent de forme arrondie. Elle est due à la décomposition du système racinaire de la végétation, dont une notable fraction meurt chaque année (steppe, matorral), plus qu'à celle de la masse organique aérienne, d'assez faible importance ou ne donnant que peu d'humus. Aussi se trouve-t-elle en quantité encore notable en profondeur (chernozem du Caucase : 13 p. 100 à 5 cm, 7 p. 100 à 50 cm, 1 p. 100 à 1 m ; brunizem d'Argentine : 5 p. 100 en surface, 2 p. 100 de 50 à 60 cm ; sol brun du Maroc : 0,9 p. 100 en surface, 0,5 p. 100 à 50 cm). L'action de la faune du sol, et en particulier des vers, favorise, dans bien des cas, cette pseudo-uniformisation de la matière organique dans le profil et sa pénétration en profondeur.

Cependant A. Ruellan a montré qu'au Maroc la végétation de matorral sous laquelle se sont formés de nombreux sols isohumiques subtropicaux donne naturellement un profil organique très humifère en surface qui ne prend une allure plus isohumique, avec des valeurs assez faibles, que par dégradation de cette végétation.

La dynamique du calcaire dans ces sols est un autre de leurs caractères fondamentaux. Le calcaire est plus ou moins évacué des horizons de surface, en fonction des conditions de climat, de topographie, de matériau originel, de végétation, et il s'accumule à plus ou moins grande profondeur sous forme de pseudo-mycélium, amas, granules, nodules, ou « crotovinas » où il est mêlé aux excréments des animaux. Cette dynamique du calcaire s'affirme dans certains paysages où s'inscrit l'unité géodynamique naturelle qui contient les sols isohumiques. Entraîné des points hauts – souvent à partir de sols d'autres types –, il vient s'accumuler, sous forme d'encroûtements et croûtes (cf. sols à CROÛTE), dans les parties plus basses où se trouvent ces sols. Les sols isohumiques sont parfois dénommés « sols à profil calcaire différencié » (A. Ruellan).

Dans les profils de sols isohumiques, on observe aussi, fréquemment, des horizons plus argileux en profondeur, dus, semble-t-il, soit à une accumulation de l'argile après translocation, soit à une formation préférentielle en profondeur, soit à un appauvrissement en argile des horizons supérieurs. Dans certains sols comme les brunizems, il peut s'agir d'un véritable lessivage d'argile suivi d'une accumulation. L'argile de ces sols est très variable, dépendant avant tout des héritages. Il peut s'y former des montmorillonites ; dans leurs horizons encroûtés, de l'attapulgite (G. Millot, H. Paquet et A. Ruellan).

Leur complexe absorbant, très stable, est normalement saturé, principalement en calcium. Aussi, sauf dans les sols isohumiques alcalisés où il est un peu plus élevé, le pH reste-t-il entre 7 et 8 dans les horizons de surface ; il atteint de 8 à 8,5 dans les horizons de profondeur. Dans certains (brunizems, chernozems lessivés ou dégradés, souvent par la culture), l'horizon de surface peut être faiblement acide ; le pH augmente alors en profondeur.

Les sols isohumiques sont enfin remarquables par leur structure. Dans les horizons supérieurs des sols modaux, elle est en agrégats bien définis, stables, assez fins, qu'ils soient émoussés ou arrondis. Elle est moins nette cependant dans ceux des régions à climat tropical ou subtropical, et plus large, plus massive ou plus diffuse dans les sols alcalisés ou dégradés par la culture. En profondeur, elle est très variable : prismatique dans les sols châtaîns, plus large dans

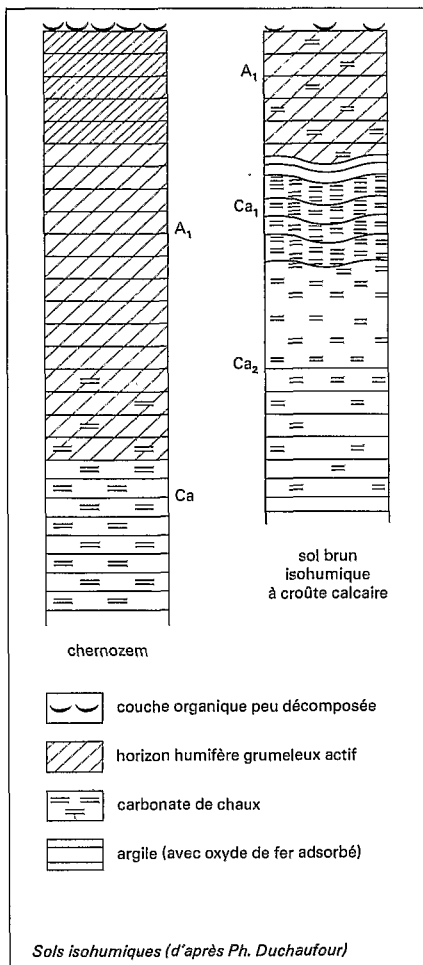
21 AVRIL 1985

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 17.240 ext 279

Cote : B

## ISOHUMIQUES (SOLS)



les sous-groupes caractéristiques (cf. sols HYDROMORPHES), en plaquettes tétraédriques dans ceux de type vertique (cf. VERTISOLS).

### Principaux types

Les sols isohumiques existent sous des climats très divers mais présentant toujours des saisons très contrastées et une humidité limitée (sauf dans le cas des brunizems). Ils sont les plus diversifiés en climat continental. Ils possèdent des caractères particuliers en fonction des températures auxquelles ils sont soumis.

#### Sols isohumiques des régions à hivers très froids

Le plus typique est le *chernozem* (« terre noire » d'Ukraine), possédant une teneur élevée en matière organique, très condensée, jusqu'à une grande profondeur, décarbonaté en surface (le calcaire s'accumule vers 1 m ou plus), mais à complexe saturé et à structure grenue sur une bonne partie du profil.

Ainsi à Koursk, sous la steppe du sud de la plaine russe, où les précipitations annuelles atteignent 700 mm et où la température est très basse de novembre à avril, mais élevée en été, on observe le profil suivant :

- de 0 à 17 cm, horizon brun noir, limoneux, non calcaire, moyennement grenu, très poreux, très friable; traces de vers; racines; matière organique, 7 à 9 p. 100; carbone humique/fulvique, 1,8; pH 6,3;
- de 17 à 37 cm, horizon analogue, moins grenu; matière organique, 6 p. 100; carbone humique/fulvique, 2,6;

- de 37 à 70 cm, horizon analogue, brun foncé, à éléments plus noirs, polyédrique; matière organique, 4,8 p. 100; carbone humique/fulvique, 3,4; pH 6,5 à 7;

- de 70 à 100 cm, horizon brun à éléments beiges, limono-argileux, non calcaire, polyédrique, poreux, friable; pénétration d'humus dans des canaux et tubulures, traces de la faune; matière organique, 3,2 p. 100; carbone humique/fulvique, 2,5; pH 7 à 7,8;
- au-dessous de 1 m, horizon beige, limono-argileux; quelques pénétrations humifères et « crotovinas » organiques; calcaire (pseudomycélium, nodules en petites « poupées » et plaques le long de fentes); passage vers 130-150 cm au limon argileux beige, calcaire.

Les *sols châtaîns* de l'Ukraine, sous une pluviométrie plus faible, sont assez semblables aux chernozems mais moins humifères, moins décarbonatés, avec accumulation de calcaire à moindre profondeur, et leur structure en profondeur est prismatique; ils sont parfois un peu alcalisés.

Sous la steppe de la même région mais en climat semi-aride (précipitations 300-350 mm) se forme le *sol brun isohumique*. La matière organique n'y dépasse pas 3 p. 100 en surface, où le sol n'est que partiellement décarbonaté. Lorsque l'accumulation du calcaire est importante, elle est essentiellement d'origine latérale et se fait à moyenne profondeur.

Tous ces sols présentent souvent un niveau de fertilité très élevé, par suite de leur profondeur (sauf croûte calcaire trop proche de la surface), de la richesse de leur profil en matière humique évoluée, de leurs très bonnes propriétés physiques (sauf tendance hydromorphe, alcalisée ou vertique), et de leur complexe saturé. Parfois leur azote se minéralise trop lentement. Leur productivité reste souvent faible par suite des conditions climatiques dans lesquelles ils évoluent. Leur mise en valeur nécessite soit l'irrigation. Cette dernière pratique tend cependant à abaisser leur richesse organique et à dégrader leur structure. Des précautions sont nécessaires contre ce processus ainsi que contre la salure ou l'alcalisation, en fonction de la composition des eaux d'irrigation, surtout sur sols bruns ou sols châtaîns.

#### Sols de la Prairie ou de la Pampa

On rattache aux sols isohumiques les sols de la Prairie ou de la Pampa, ou *brunizems*. Formés sous une végétation graminéenne, et sous un climat de type continental mais beaucoup plus humide et moins froid en hiver, ils présentent une répartition profonde d'une matière organique moins abondante et moins polymérisée. Le complexe absorbant y est faiblement désaturé mais la réaction, acide en surface (pH 5,8 à 6), est au-dessus de la neutralité (pH 7 à 7,5) en profondeur. La structure y est assez fine mais polyédrique anguleuse. Lorsque les processus d'hydromorphie n'y sont pas trop développés non plus que ceux de lessivage sodique (intergrade à solonetz; cf. sols SODIQUES), ce sont des sols d'assez grande fertilité et ils peuvent être très productifs : maïs, avoine, soja, luzerne y donnent de très hauts rendements. Dans la Pampa argentine, les brunizems portent de très riches prairies.

#### Sols des zones à climat subtropical ou méditerranéen

Dans les zones à climat subtropical ou méditerranéen, les chernozems n'existent pas, sauf en altitude (Arménie). Certains sols se rapprochent, par beaucoup de caractères, des sols isohumiques; ils ont été classés comme tels (*sols châtaîns subtropicaux* ou *sols marron*), malgré un profil organique un peu plus concentré en surface, dû à une végétation ancienne de matorral forestier (actuelle-

ment sous une pseudo-steppe de dégradation). La décarbonatation de surface est aussi moins forte, mais les horizons de forte accumulation calcaire (encroûtements, croûtes) sont très développés. Assez anciens, ces sols continuent pour la plupart à évoluer actuellement. La différenciation texturale du profil y est fréquente.

Un sol marron à 20 km de Beni Mellal (Maroc), sous culture irriguée (précipitations 400 mm), présente la succession suivante :

- de 0 à 15 cm, horizon brun-rouge foncé, sablo-argileux, non calcaire, nuciforme, poreux; matière organique, 1,9 p. 100; C/N, 10; carbone humique/fulvique, 1,7; pH 8; argile, 27 p. 100;

- de 15 à 30 cm, horizon analogue, argilo-sableux, polyédrique; matière organique, 1,3 p. 100; C/N, 9; carbone humique/fulvique, 2,4;

- de 30 à 65 cm, horizon analogue, argileux, moyennement prismatique (à faces luisantes), très poreux; matière organique, 1,1 p. 100;
- de 65 à 85 cm, horizon rouge, argileux, calcaire (29 p. 100), à nombreux granules, polyédrique; matière organique, 0,6 p. 100; pH 8,3;

- de 85 à 130 cm, horizon rouge, limoneux, calcaire, à granules et amas; cavités remplies d'éléments bruns dus à la faune; passage à un limon argileux rouge calcaire, à amas calcaires friables.

D'autres, moins humifères, plus polyédriques sur l'ensemble du profil, sont des sols bruns; d'autres encore, formés sous climat aride (de 200 à 250 mm de pluie) sont moins différenciés : ce sont les *sierozems* (Ouzbekistan). Leur matière organique est souvent riche en acides fulviques (M. Pouget). Leur profil calcaire reste plus constant, mais ils possèdent souvent des amas à moyenne profondeur. Certains sols bruns ou sierozems très foncés, proches des sols châtaîns, sont dénommés *cinnamoniques*.

Dans les basses méditerranéennes, en particulier en Algérie, au Maroc, dans la péninsule Ibérique, ces sols ont souvent évolué à partir des dépôts remaniés d'anciens sols rouges formés en montagne sous climat humide, assez chaud (A. Ruellan). Ils sont ainsi intermédiaires entre ces derniers et les sols isohumiques. Le nom de *sols marron* a été proposé pour la première fois en ce cas (I. P. Guerassimov, A. N. Rozanov).

Les sols isohumiques subtropicaux ont été aussi décrits dans tout le Moyen-Orient, en Afrique du Sud, en Australie.

Malgré une structure parfois défectueuse, s'ils ne sont trop hydromorphes, trop alcalisés ou trop vertiques, ces sols peuvent être fertiles, tant que leur horizon encroûté est assez profond. Irrigués, ils supportent, en de nombreux pays, de riches cultures de céréales, de plantes légumières ou fourragères, de cotonniers et d'arbres fruitiers. Des précautions très strictes doivent être prises pour éviter qu'une irrigation mal conduite ne provoque dégradation de la structure, alcalisation et sursalure.

#### Sols des régions tropicales

En région tropicale, sous pseudo-steppe à épineux et climat très contrasté semi-aride, se développent des sols isohumiques souvent très peu différenciés. Leur matière organique, riche en acides humiques, en particulier acides humiques gris (C. Thomann), est répartie profondément dans le profil, mais en faible quantité. Le complexe absorbant est à peu près saturé, mais la structure des horizons de surface est rarement grenue ou nuciforme; sur un matériau très sableux, elle reste monoparticulaire; sur un matériau argileux ou très fin, elle est assez continue. Certains de ces sols sont intergrades avec les sols vertiques ou les sols à alcali (vallée du Niger, Mali). Sur matériau pauvre en bases ou très perméable, ils subissent une certaine

rubéfaction : *sol brun-rouge* (R. Maignien). Dans certains pays comme le Niger ou le Tchad, ils se développent sur un ancien sol déjà rubéfié (sol ferrugineux tropical). Ils ont été étudiés principalement en Afrique, mais décrits aussi aux Indes, en Australie, en Amérique (cf. sols RUBÉFIÉS ET FERRUGINEUX).

Sous irrigation ou après inondation, si l'on maintient ou si l'on améliore la structure du sol, et en évitant sursalure et alcalisation grâce à un bon drainage et, parfois, à l'apport d'amendements calcaïques, ces sols peuvent porter de riches cultures, notamment de cotonnier, de mil, de légumes, d'arachides.

#### Problèmes de classification

Dans la *classification soviétique*, les sols isohumiques sont placés dans la classe des sols de steppes (groupes boréal et subboréal ou, secondairement, groupe subtropical) et dans celles des savanes tropicales et des subdéserts tropicaux.

Dans la *classification américaine*, ils appartiennent principalement à l'ordre des *mollisols*, en particulier presque tous les sols isohumiques des deux premières catégories décrites ici et une partie de ceux des régions à climat subtropical; d'autres sont classés comme *entisols* et surtout *aridisols*.

Parmi les *mollisols*, ils se répartissent dans les divers groupes des sous-ordres *borolls*, *udolls*, *ustolls*, *xérols*.

Parmi les *aridisols*, ce sont aussi bien des *argids* que des *orthids*; et parmi les *entisols*, surtout des *orthents* et des *psammets*.

Dans la légende de la *carte des sols du monde*, ils entrent principalement dans cinq unités cartographiques majeures : les *phaeozems* (brunizems), les *chernozems*, les *kastanozems*, les *xérosols* et les *vermosols*. Suivant le cas ils sont désignés, à l'intérieur de ces unités, comme *haplic*, *luvic*, *gleytic*, *vertic*, *calcic*, *calcaric*. Quelques-uns sont rattachés aux *vertisols*.

Dans la *classification française*, les sols isohumiques constituent une classe. Elle était autrefois subdivisée en fonction de caractères correspondant à l'intensité de développement de la végétation, comme dans la classe des sols steppiques de la classification soviétique. Depuis quelques années, elle l'a été en quatre sous-classes (les quatre catégories décrites ci-dessus) définies par des caractères du sol, expression des conditions particulières du pédoclimat pendant la période d'humidité ou de gel. Les études les plus récentes sur ces sols (Afrique du Nord et Liban) font ressortir la faiblesse de leur classification fondée sur le taux, la répartition et le type de la matière organique, trop dépendants du mode d'utilisation par l'homme, et sur la structure des horizons, trop liée aux caractères du matériau original. Aussi la tendance actuelle serait-elle de les définir plutôt en fonction de la dynamique de certains éléments comme le calcaire et de rapprocher ces sols de ceux dits calcomagnésimorphes ou calcimagnésiques, comme le proposaient certains pédologues.

GEORGES AUBERT

#### Bibliographie

G. AUBERT, *Classification des sols*, O.R.S.T.O.M., Paris, 1958 / G. AUBERT & P. DUCHAUFOR, « Projet de classification des sols », in *C.R. VI<sup>e</sup> Congr. int. Sci. Sol.*, Paris, 1956 / J. BOULAIN, *Les Sols des plaines du Chéouf*, Alger, 1957 / G. BRYSSINE, *Typologie des sols du Maroc*, S. Sc. Nat., Maroc, 1954 / *C.R. VIII<sup>e</sup> Congr. int. Sci. Sol. Excursion U.R.S.S.*, Bucarest, 1964 / « C.R. Conf. Pédol. méditer., Excursion Maroc », in *Cah. Rech. agr.*, Rabat, 1967 / V. V. DO-KUCHAEV, *The Chernozem of European*

*Russia*, Saint-Pétersbourg, 1879 / R. MAIGNIEN, « Les Sols subarides en A.O.F. », in *C.R. V<sup>e</sup> Congr. Sci. Sol.*, Léopoldville, 1954 / M. POUGET, « Les Relations sols-végétation dans les steppes sud-algéroises », in *Cah. O.R.S.T.O.M.*, 1980 / A. N. ROZANOV, « Les Sols gris-marron comme type de sol particulier », in *VI<sup>e</sup> Congr. int. Sci. Sol.*, Paris, 1956 / A. RUEL-LAN, « Les Sols isohumiques subtropicaux au Maroc », in *Conf. Pédol. méditer.*, Madrid, 1966; « Individualisation et accumulation du calcaire dans les sols et les dépôts quaternaires du Maroc », in *Cah. O.R.S.T.O.M.-Pédologie*, vol. V, fasc. IV, Paris, 1967; « Les Sols à profil calcaire différencié des plaines de la Basse Moulouya (Maroc oriental) », in *Cah. O.R.S.T.O.M.*, 1971 / C. THOMANN, « Les Différentes Fractions humiques de quelques sols tropicaux de l'Ouest africain », in *Cah. O.R.S.T.O.M.-Pédologie*, vol. II, fasc. III, 1964.

#### Corrélatés

ARIDE (DOMAINE), BRUNS (SOLS), CROÛTE (SOLS A), EURASIE (biogéographie), HERBES ET PLANTES SOUS-LIGNEUSES, HUMUS, MÉDITERRANÉENNE (AIRE), PÉDOLOGIE, RENDZINES ET SOLS CALCIMAGNÉSIIQUES, SOLS, TROPICAL (DOMAINE).

## ISOLANTS

- 1 *Isolants électriques*
  - . Propriétés essentielles
  - . Utilisations
- 2 *Isolants thermiques*
  - . La transmission de la chaleur
  - . Propriétés des isolants
  - . Applications
- 3 *Isolants acoustiques*
  - . La propagation du son
  - . Exemples d'isolations

On désigne par isolant un matériau qui s'oppose à la transmission d'une forme déterminée d'énergie. On distingue plusieurs types d'isolants selon la nature du processus physique considéré.

Si aucun courant électrique ne circule entre deux conducteurs portés à des potentiels continus différents, le matériau qui les sépare est un *isolant électrique*. En fait, cet isolant parfait n'existe pas, et une faible intensité circule toujours entre les deux électrodes. Sous tension alternative, il passe un certain courant dans le circuit, en quadrature avec la tension appliquée, mais la puissance dissipée, dans ce cas, au sein de l'isolant est nulle. L'intensité du courant, liée à la géométrie du système, à la tension appliquée et à la fréquence du

signal, est proportionnelle à la permittivité du matériau. En pratique, le courant et la tension ne sont jamais rigoureusement en quadrature, et il existe toujours une certaine dissipation d'énergie au sein de l'isolant. Cela peut être dû à la résistivité finie du matériau, mais d'autres types de pertes, comme celles qui résultent de la vibration des dipôles dans le champ électrique, viennent s'y ajouter. Si le champ électrique atteint une valeur élevée, l'isolant peut être perforé par un arc électrique. La valeur du champ électrique correspondant à l'apparition de ce phénomène est la rigidité diélectrique du corps considéré. Selon les applications, c'est-à-dire selon que l'on est en courant continu ou alternatif, que la tension est faible ou élevée, que la fréquence est haute ou basse, on choisit un matériau qui possède de bonnes performances en ce qui concerne l'une ou l'autre des propriétés dont on a besoin.

Si deux corps portés à des températures différentes ne sont l'objet d'aucun échange de chaleur, le milieu qui les sépare est un *isolant thermique*. Là encore, on distingue plusieurs cas, selon le mode de transmission de l'énergie. Un premier processus est la conduction, c'est-à-dire la transmission de calories par variation progressive de température du matériau intermédiaire. Si celui-ci ne s'échauffe pas dans sa totalité, il s'agit d'un isolant, c'est-à-dire d'un corps de faible conductibilité thermique. Il n'existe pas d'isolant susceptible d'empêcher le transport de chaleur par circulation d'un fluide (liquide ou gaz), c'est-à-dire par convection. Les palliatifs consistent à disposer des chicanes et des cloisonnements pour limiter les mouvements de liquides ou de gaz. De même, dans le cas d'un échange de chaleur par rayonnement, la présence d'un écran réfléchissant peut constituer, dans certains cas, une isolation aussi efficace qu'un isolant proprement dit.

En ce qui concerne une transmission d'énergie sous forme de vibration mécanique, par exemple sonore, il est encore plus difficile de parler d'*isolants acoustiques*, sauf pour certains matériaux absorbants. Dans la majeure partie des cas, c'est un système d'isolation qui sera réalisé pour empêcher tout échange entre deux points. Là encore, des écrans ou divers artifices mécaniques seront souvent plus efficaces que l'interposition d'un matériau isolant au sens propre du terme.

### 1 *Isolants électriques*

#### *Propriétés essentielles*

##### Permittivité et résistivité transversale

Un isolant électrique parfait serait un matériau diélectrique parfait. Deux pièces métalliques, séparées par un tel matériau, présenteraient alors une capacité  $\epsilon$  fois plus grande que si les deux conducteurs étaient disposés dans le vide. Ce facteur  $\epsilon$ , appelé permittivité relative, traduit également le rapport des vitesses de propagation d'une onde