

Savoir
faire

Référentiel pédologique

2008

Association française pour l'étude du sol



éditions
Quæ

Référentiel pédologique 2008

Association française pour l'étude du sol (Afes)

Denis Baize, Michel-Claude Girard, coordinateurs

Éditions Quæ

Collection *Savoir-faire*

Santé de la crevette d'élevage en Nouvelle-Calédonie

Alain Herbland, Yves Harache, coord.

2008, 160 p.

Gestion durable des sols

Laëtitia Citeau, Antonio Bispo, Marion Bardy, Dominique King, coord.

2008, 336 p.

Le silure glane

Biologie, écologie, élevage

Jean-Pierre Proteau, Olivier Schlumberger, Pierre Élie

2008, 224 p.

L'anguille européenne

Indicateurs d'abondance et de colonisation

Gilles Adam, Éric Feunteun, Patrick Prouzet, Christian Rigaud, coord.

2008, 400 p.

Exploitation de matériaux marins et stabilité du littoral

Bernard Latteux

2008, 164 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2009

ISBN : 978-2-7592-0185-3

ISSN : 1952-1251

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Préface

Cette nouvelle édition du *Référentiel pédologique*, fruit d'un travail collectif, actualise et complète les éditions parues en 1992 et 1995. Elle suit les mêmes principes que les deux éditions précédentes : rattachement du solum observé à une référence sur la base d'observations morphologiques, les plus simples et précises possibles, complétées par des tests analytiques. La description des différents groupes présents dans les éditions précédentes a été actualisée à la lumière des travaux les plus récents, et de nouveaux groupes de sols ont fait leur apparition, entre autres pour les régions tropicales. Cet ouvrage rendra ainsi de grands services aux pédologues, et en premier lieu aux praticiens pour qui le *Référentiel pédologique* représente actuellement la référence lors des travaux de terrain.

Cependant, au niveau international, est parue l'édition 2006 de la *World Reference Base for soil resources* (WRB). Grâce au travail mené en commun par l'UISS¹, l'ISRIC² et la FAO³, la WRB apparaît désormais comme un cadre consensuel pour la classification, la corrélation et la communication au niveau international. Par ailleurs, la circulation rapide des individus et des idées fait que les milieux professionnels eux-mêmes tendent à échanger de plus en plus avec l'étranger. Au niveau européen, le Bureau européen des sols a recommandé l'utilisation de la WRB dès 1998 dans son manuel de procédure et le projet de directive européenne pour la protection des sols la mentionne comme critère d'identification.

Les principes de la WRB sont proches du *Référentiel pédologique* ; mais à côté d'un certain nombre de similitudes, il existe de nombreuses différences quant aux critères et à la terminologie. L'Association française pour l'étude du sol s'est alors interrogée : fallait-il maintenir une démarche qui aboutirait à dénommer différemment le même objet au risque de compliquer la communication et d'ajouter de la confusion ?

Dans cette perspective, et compte tenu du travail réalisé par les six animateurs, l'Association française pour l'étude du sol a décidé :

- de soutenir la publication de cette nouvelle édition du *Référentiel pédologique* qui restera pendant de nombreuses années la référence de la communauté des pédologues de langue française ;
- d'engager la communauté des pédologues français à s'investir dans les groupes de travail de la WRB de façon à la faire progresser sur les points où les travaux français représentent une avancée significative — y compris en publiant au niveau international sur les questions et les critères de classification. Cette édition devrait contribuer à animer la réflexion et à aider notre

¹ Union internationale de science du sol.

² *International Soil Reference and Information Centre.*

³ *Food and Agriculture Organization of The United Nations.*

communauté à devenir une force de proposition pour l'amélioration du WRB, par exemple par l'introduction de nouveaux types de sols et de concepts ;

- de converger à moyen terme avec la WRB. Dans l'immédiat, cette nouvelle édition comporte un tableau de correspondances entre le *Référentiel pédologique* et la WRB 2006, comme première étape vers cette convergence.

L'Association française pour l'étude du sol remercie tous ceux qui ont collaboré à cette nouvelle édition pour la qualité de leur travail et leur investissement au service de notre communauté. Elle souhaite que cette nouvelle édition du *Référentiel pédologique* trouve le meilleur accueil auprès de tous.

Roland Poss

Président de l'Afes

Guilhem Bourrié

Vice-président de l'Afes

Avertissement

Dès 1971, des travaux collectifs ont débuté afin d'amender l'ancienne classification établie en 1967 par la Commission de pédologie et de cartographie des sols (CPCS). À partir de 1986, ces travaux ont été menés sous l'égide de l'Association française pour l'étude du sol (Afes), et il s'est alors agi d'élaborer quelque chose d'entièrement nouveau.

Une première version du *Référentiel pédologique* (RP) fut publiée en 1992, puis une deuxième, augmentée de onze chapitres, en 1995. Après quinze années d'existence et d'utilisation, et compte tenu de connaissances nouvelles ou non encore exploitées, il nous a semblé nécessaire de mettre à jour le référentiel pour y apporter les compléments, modifications et améliorations nécessaires aux utilisateurs.

Rappelons que le RP présente un ensemble de références non hiérarchisées, définies par la présence d'horizons de référence spécifiques, précisément caractérisés. Il constitue un thésaurus de vocabulaire proposant, en outre, la définition de nombreux « qualificatifs » qui permettent de compléter la désignation des solums ou d'unités typologiques de sols par des informations complémentaires. C'est donc un outil d'harmonisation du langage entre tous ses utilisateurs.

Diffusion en France et en Europe

Le RP est le seul système officiel de typologie des sols reconnu par les autorités françaises compétentes dans le cadre des principaux programmes nationaux d'inventaire et de suivi des sols : programme IGCS ; Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS) ; norme Afnor NF X 31-003 « Description du sol ». De plus, il sert de base explicite à la définition des « zones humides » par le Meeddat (arrêté du 24 juin 2008, publié au *Journal Officiel* du 9 juillet 2008).

Le RP a d'abord été traduit en anglais et publié par nos soins en 1998. Deux années plus tard, une traduction en italien, réalisée par Franco Previtali et Patrizia Scandella, fut éditée à Bologne. Quelques mois plus tard, grâce à la traduction faite par Irina Kovda et Maria Gerasimova, une version en russe a été éditée à Smolensk.

Ce qui n'a pas changé dans le RP 2008 : les principes de base

Les principes du RP (exposés pp. VIII-XX) n'ont pas été modifiés. Ils ont fait leurs preuves et n'ont pas été remis en cause par les nombreux utilisateurs de ce système de désignation des sols.

Ce qui est nouveau dans le RP 2008

- **Trois nouveaux chapitres** traitant de solums des zones intertropicales et de leurs nouveaux horizons de référence spécifiques :
 - ferrallitols et oxydisols (sept références – solums du « domaine ferrallitique » ; nouveaux horizons de référence: horizons F, OX, OXc, OXm, ND, RT) ;
 - NITOSOLS (une référence – ex « sols brun-rouille à halloysite » ; nouvel horizon de référence: horizon Sn) ;
 - ferruginols (quatre références – ex « sols ferrugineux tropicaux » ; nouveaux horizons de référence: horizons FE, BTcn).

Il s'agit d'une première rédaction qui, après mise à l'épreuve par les utilisateurs, méritera certainement une révision approfondie.

- Un **plan nouveau**, uniforme, a été appliqué à (presque) tous les chapitres. À savoir :
 - conditions de formation et pédogenèse ;
 - horizons de référence ;
 - références (séquence d'horizons de référence spécifique, autres éléments de définition du concept central) ;
 - qualificatifs utiles ;
 - exemples de types ;
 - distinction entre le GER et d'autres références (les plus proches au plan typologique) ;
 - relations avec la WRB ;
 - mise en valeur – fonctions environnementales.
- Une annexe est désormais consacrée à des tableaux où nous nous sommes efforcés de fournir des correspondances entre les références du RP 2008 et les catégories de plus haut niveau de la WRB dans sa version 2006 (cf. p. 378).
- L'enrichissement de nombreux chapitres par des considérations écologiques, agronomiques et environnementales (podzols, alocrisols, fluviosols, RÉDOXISOLS et réductisols, etc.).
- La proposition d'un certain nombre de termes pour aider à désigner les **paléosolums** (cf. p. 58).
- De nouveaux outils sont proposés :
 - clé d'accès rapide non dichotomique (cf. p. 66) ;
 - exemple de regroupements possibles de GER pour l'enseignement (cf. p. 399) ;
 - liste des horizons (cf. p. 1) ;
 - liste de qualificatifs (classés par thèmes) (cf. p. 53).
- De nouveaux horizons de référence et de nouveaux matériaux pour des chapitres déjà traités par le RP 1995 (p. ex. Xgr horizon gravelique; matériaux anthropiques Z).
- De nouveaux qualificatifs d'intérêt général (épihistique, bigénétique, vétuste, développé dans, paléorédoxique, etc.) ou plus spécifique (multioxydique, bathylithique, giga-éluvique, épivitrique, etc.).
- La prise en compte, désormais, des graviers pour définir les **PEYROSOLS**.
- Équivalences avec la CPCS: des équivalents (non des identiques) sont proposés avec les catégories de la classification des sols CPCS 1967, afin de pouvoir établir des liens avec les cartes pédologiques anciennes et désigner, selon le RP, leurs unités typologiques (cf. p. 394).

Ce qui a changé dans le RP 2008

- Des références nouvelles (ou définies différemment ou dont le nom a été modifié) dans des GER déjà existants : BRUNISOLS EUTRIQUES et DYSTRIQUES en remplacement des quatre anciennes références ; PEYROSOLS (une seule référence désormais), ANTHROPOSOLS CONSTRUITS ; ANTHROPOSOLS ARCHÉOLOGIQUES, FLUVIOSOLS JUVÉNILES ; ORGANOSOLS HOLORGANIQUES, ORGANOSOLS SATURÉS, THALASSOSOLS BRUTS, THALASSOSOLS JUVÉNILES ; VITRANDOSOLS.
- Des références supprimées : PSEUDO-LUVISOLS ; BRUNISOLS SATURÉS ; BRUNISOLS MÉSOSATURÉS ; BRUNISOLS OLIGO-SATURÉS ; BRUNISOLS RESATURÉS ; PEYROSOLS CAILLOUTIQUES ; PEYROSOLS PIERRIQUES ; HISTOSOLS RECOUVERTS ; HISTOSOLS FLOTTANTS ; RÉDUCTISOLS DUPLIQUES ; ORGANOSOLS TANGELIQUES ; ALUANDOSOLS HUMIQUES ; SILANDOSOLS HUMIQUES.
- Un chapitre « Typologie des formes d'humus forestières » modernisé, grâce aux travaux d'un groupe de travail européen (cf. p. 327).
- Les définitions détaillées des horizons ne sont généralement plus rappelées dans les chapitres (GER), mais seulement dans une liste initiale exhaustive (cf. p. 6).
- Quelques noms ou codes d'horizons ont changé. Le BPh est désormais nommé BP « humifère ». Suite à l'introduction des horizons ferrugineux (codés FE), les horizons ferriques sont désormais codés Fe, et non plus FE.
- Quelques qualificatifs ont vu leur définition modifiée (humifère, humique, etc.). Le qualificatif **andique** a désormais une nouvelle signification : il sert à désigner des solums intergrades entre différentes références et les silandosols ou les aluandosols.

Pourquoi un référentiel pédologique ?

D. Baize, M.-C. Girard, J. Boulaine, C. Cheverry et A. Ruellan¹

En 1986, l'Association française pour l'étude du sol (AfeS) entrepris un travail destiné à remplacer le système français de classification des sols qui avait été élaboré en 1967 par la Commission de pédologie et de cartographie des sols (CPCS).

Le système qui a été élaboré reste dans le mode de pensée morphogénétique qui demeure classique en France. Cependant, deux innovations majeures ont été introduites :

- les objets que nous étudions sont les **couvertures pédologiques**, lesquelles peuvent être subdivisées en horizons qui se succèdent verticalement et latéralement ;
- le système ainsi construit n'est pas une classification hiérarchisée, mais un **référentiel pédologique**.

Les couvertures pédologiques

Ce que l'on appelle habituellement le **sol**, en pédologie, est un objet naturel², continu et tridimensionnel, qui sera nommé **couverture pédologique** dans le présent référentiel.

Les couvertures pédologiques sont formées de constituants minéraux et organiques, présents à l'état solide, liquide ou gazeux. Ces constituants sont organisés entre eux, formant ainsi des **structures** spécifiques du milieu pédologique. Les couvertures pédologiques sont en perpétuelles évolutions, ce qui leur confère une dimension supplémentaire : la durée.

C'est pourquoi leur étude doit se fonder sur trois séries de données :

- des données de constitution ;
- des données structurales (organisations) ;
- des données relatives aux dynamiques (fonctionnements, évolutions).

Les couvertures pédologiques sont le plus souvent continues, mais il arrive qu'elles soient très réduites, voire absentes. En outre, elles sont fréquemment modifiées par des activités humaines, sur des profondeurs variables et de façon plus ou moins apparente.

Ce sont des continuums hétérogènes, mais les variations que l'on y observe d'un point à un autre ne sont pas aléatoires, car les couvertures pédologiques sont elles-mêmes structurées.

¹ Mars 1992 – Malgré plus de quinze années d'existence et de pratique et la présente mise à jour, les principes adoptés dans le cadre du *Référentiel pédologique* n'ont pas changé. C'est pourquoi ce texte introductif aux éditions 1992 et 1995 a été conservé à l'identique.

² C'est-à-dire dont l'existence initiale ne dépend pas de l'homme.

On peut distinguer plusieurs niveaux d'organisation dans une couverture pédologique. Les niveaux les plus fins (**organisations élémentaires**, **assemblages**) sont saisis à l'aide de divers outils d'appréhension, depuis le microscope électronique jusqu'à l'œil nu. Aux niveaux plus élevés, on distingue :

- les **horizons** : ils résultent de la subdivision d'une couverture pédologique en volumes considérés comme homogènes (cf. *infra*) ;
- les **systèmes pédologiques** : plusieurs horizons sont associés et ordonnés dans l'espace, dans les trois dimensions verticale et latérales. La dimension habituelle de cette organisation est hectométrique ou kilométrique, ou plus. Elle n'est donc pas perceptible sur le terrain en un seul site ; d'où l'intérêt des prospections itinérantes, des photographies aériennes et des images satellitaires.

Pour étudier les couvertures pédologiques, il est indispensable de réaliser des sondages, de creuser des tranchées ou des fosses, de les décrire, puis de prélever des échantillons pour analyses et examens complémentaires. Ces points d'observation et de prélèvement doivent être judicieusement localisés en fonction d'une analyse préalable du paysage (géomorphologie, hydrographie, végétation, etc.) mais aussi en tenant compte des informations acquises progressivement.

Par ailleurs, les couvertures pédologiques connaissent, au cours du temps, des transformations pseudo-cycliques, réversibles ou irréversibles. Les différentes organisations et certains caractères évoluent avec des durées et selon des périodicités diverses : journalières, saisonnières, annuelles, etc. Les dates d'observation et d'échantillonnage sont donc des informations nécessaires.

Les horizons

En science du sol, comme dans les autres sciences, lorsque le cerveau humain se trouve face à des continums, il s'efforce de les découper en unités élémentaires : horizons et unités cartographiques dans le domaine spatial, unités typologiques ou **types** dans le domaine typologique.

Les horizons résultent de la subdivision d'une couverture pédologique en volumes considérés comme suffisamment homogènes. Il est clair que cette homogénéité est relative et qu'elle correspond à une certaine échelle d'investigation. Elle autorise explicitement une hétérogénéité dans le détail : agrégats distincts, différents constituants formant la **masse basale** et, naturellement, les **traits pédologiques**.

Par leur dimension verticale centimétrique à métrique, les horizons sont directement perceptibles à l'œil nu sur le terrain. Le prélèvement d'échantillons est possible à la main. C'est pourquoi l'horizon est le niveau d'appréhension le plus pratique pour observer et échantillonner une couverture pédologique. Le *Référentiel pédologique* considère les horizons comme les entités de base permettant d'identifier, de caractériser et de définir une couverture pédologique.

Chaque horizon est un volume. Il est nécessaire de définir son **contenu** — description de ses constituants, organisations, caractères, propriétés et caractéristiques analytiques —, mais aussi son **contenant** — description de ses limites, de son enveloppe. Sa dimension verticale la plus petite est au moins centimétrique, souvent décimétrique, voire métrique. Ses dimensions latérales sont au moins décimétriques et le plus souvent hectométriques ou kilométriques. Un horizon n'est pas infini : il disparaît latéralement ou se transforme en un autre horizon. Son extension spatiale est délimitable.

Les limites supérieures et inférieures d'un horizon sont généralement conformes à la surface du terrain. Mais un horizon peut aussi se présenter sous la forme de lentilles ou de langues, il peut même être entièrement inclus dans un autre horizon. Les transitions entre horizons peuvent être nettes ou plus ou moins progressives. Chaque horizon est presque toujours associé géométriquement à d'autres horizons et lié à eux par des relations étroites, relations pédogénétiques (évolutions longues) et relations fonctionnelles (dynamique journalière ou saisonnière). Ces dernières revêtent une grande importance pratique.

La position d'un horizon par rapport à l'interface de la couverture pédologique avec l'atmosphère est une caractéristique essentielle. Elle conditionne en effet l'apport de matières organiques, l'importance des flux thermiques ou hydriques qui l'atteignent ou le traversent, la masse des horizons sus-jacents qui pèsent sur lui, la pénétration par les racines et les animaux, etc., presque toutes les conditions qui règlent son évolution et son fonctionnement.

Deux autres concepts sont utilisés dans le *Référentiel pédologique* (définitions différentes de celles données dans d'autres pays ou antérieurement) : celui de *solum* et celui de *profil*.

Le **solum** est une tranche verticale d'une couverture pédologique observable dans une fosse ou une tranchée. Si possible, on intègre dans le solum une épaisseur suffisante de la roche sous-jacente pour en permettre la caractérisation. Les dimensions horizontales d'un solum sont décimétriques : quelques décimètres de largeur et quelques centimètres d'épaisseur pour l'exploration et la description des caractères. La dimension verticale du solum varie de quelques centimètres (LITHOSOLS) à plusieurs mètres (vieilles couvertures pédologiques sous climats agressifs).

Le **profil** est la séquence d'informations concernant un solum, ordonnée de haut en bas. Ces informations sont relatives à des caractères visuels (profil structural) ou bien à une seule variable (profil calcaire, profil hydrique, profil granulométrique) ou bien à des considérations plus synthétiques : profil d'altération, profil cultural.

Les notions de solum et de profil ainsi définies se distinguent donc nettement de la notion de pedon : unité de volume nécessaire et suffisant pour échantillonner et décrire la couverture pédologique en un point donné.

Les couvertures pédologiques sont des volumes naturels réels. Elles font l'objet de l'utilisation humaine, de l'étude scientifique *in situ*, de la prospection cartographique, etc. Chaque solum, dont les dimensions sont limitées arbitrairement, est aussi un volume réel.

Les pédologues utilisent couramment les « horizons-concepts » qui sont le résultat de l'interprétation de certains caractères morphologiques propres à l'horizon considéré, associés à des processus pédogénétiques, mais qui résultent aussi de la prise en compte des autres horizons et de divers éléments du pédopaysage³. Ces **horizons-concepts** sont l'objet d'une typologie morphogénétique et d'un langage synthétique auquel sont associés des symboles : H, O, A, E, S, BT, etc. Ce sont les **horizons de référence**.

Une fois interprété, le solum peut être conceptualisé et schématisé sous la forme d'une superposition, dans un certain ordre, d'horizons de référence : c'est le **solum-concept**.

Les solums-concepts sont donc des abstractions qui se constituent dans le conscient collectif d'un groupe de pédologues par généralisation d'observations répétées. Cette conceptualisation,

³ Pédopaysage : ensemble des horizons pédologiques et des éléments du paysage (végétation, effets des activités humaines, géomorphologie, hydrologie, roches-mères ou substrats) dont l'organisation spatiale permet de définir, dans son ensemble, tout ou partie d'une couverture pédologique.

tributaire de l'état d'avancement des sciences et de l'expérience de chacun, associe une certaine morphologie, un certain fonctionnement, un ensemble de propriétés et un mode d'évolution pour définir des catégories: catégories morphologiques, pédogénétiques ou autres, etc.

Objectifs et principes de base du *Référentiel pédologique*

Le *Référentiel pédologique* (RP en abrégé) n'est pas une classification. Ses auteurs ont cherché à établir une typologie qui soit à la fois scientifique et pragmatique, précise et souple, et qui ne comporte que deux catégories: les **références** et les **types**, subdivisions d'une référence par adjonction d'un ou plusieurs **qualificatifs**.

Le RP est conçu comme un espace typologique à N dimensions dans lequel sont repérées les références sans souci de hiérarchisation. Lorsque c'est nécessaire, pour établir des corrélations régionales, nationales ou internationales, le pédologue situe un solum-concept, une plage cartographique ou une unité cartographique par rapport à ces références. Le RP présente une collection de références dont le nombre augmentera certainement dans l'avenir. En effet, dès que l'on sera capable de conceptualiser des solums d'existence suffisamment générale et trop différents des références définies antérieurement, on pourra en définir de nouvelles. Il s'agit donc d'un système entièrement ouvert.

Cette typologie tient compte:

- de la morphologie des solums;
- des propriétés de comportement et de fonctionnement;
- des processus pédogénétiques.

La morphologie des solums (au sens large, incluant aussi les données analytiques et minéralogiques, etc.) constitue la base essentielle sur laquelle se fonde le rattachement des solums aux références, en privilégiant cependant les caractères qui jouent un rôle majeur vis-à-vis des comportements et fonctionnements (textures, épaisseurs, différenciations structurales, etc.).

Les propriétés de comportement (agronomiques, sylvicoles, géotechniques) et de fonctionnement (régimes, fonctionnements hydrique, structural, etc.) ont été prises en compte le plus possible pour distinguer et définir les références. C'est ainsi que les pélosols, ARÉNOSOLS, vertisols, planosols, réductisols ont paru nécessaires.

Les processus pédogénétiques ont été présentés lorsqu'ils sont suffisamment bien connus. Ils constituent le cadre idéal pour l'interprétation générale des solums et des pédopaysages. En effet, dans certains cas, la morphologie et les propriétés actuelles des sols découlent étroitement de l'action de la pédogenèse. Dans d'autres cas, au contraire, l'évolution pédogénétique est encore modeste et le solum reflète surtout les propriétés de la roche-mère (héritage). Lorsque l'on sait que plusieurs cycles de pédogenèse se sont succédé, priorité sera donnée aux évolutions les plus récentes.

Mais le RP constitue également un langage synthétique. Comme tel, il tient compte du vocabulaire qui se développe depuis plus de vingt années, tant au niveau national que dans les instances internationales. Ainsi, un certain nombre de termes ont été empruntés à d'autres systèmes (planosols, pélosols, ARÉNOSOLS). En fonction des connaissances nouvelles acquises depuis 1967, il a fallu modifier la définition de certains termes anciens ou bien créer des néologismes pour exprimer des concepts nouveaux (alocrisols, PEYROSOLS, horizon réductique, etc.).

Organisation du *Référentiel pédologique*

Les horizons de référence

Ils constituent la base du système puisqu'ils servent à définir les **références**. Le RP en propose plus de soixante-dix. Chacun est défini et décrit par plusieurs des éléments suivants :

- caractères morphologiques (constituants, traits pédologiques, structure, couleurs, propriétés physiques, hydriques, etc.) ;
- données analytiques (pH, S/T, CEC, densité apparente, etc.) ;
- signification pédogénétique ;
- principales variations possibles de ces caractères (principaux faciès) ;
- positions les plus fréquentes au sein des couvertures pédologiques, etc.

Un horizon de référence n'est pas, en général, diagnostique à lui tout seul. Ce sont certaines successions d'horizons de référence, les *solums-diagnostiques*⁴, qui permettent de rattacher tel solum à telle référence.

Les références

Le plus souvent, elles sont définies par des *solums-diagnostiques*. Mais certaines références sont définies d'autres façons :

- par leur position dans le pédopaysage et la nature de leur roche-mère (cas des *fluviosols* et des *colluviosols*) ;
- ou bien par des macro-caractères du solum, c'est-à-dire par des traits pédologiques ou des caractères qui affectent plusieurs horizons. Ainsi, les fissures des *vertisols* ou bien la forte différenciation texturale et la transition brutale entre horizons des *planosols* sont des macro-caractères utilisés au plus haut niveau pour définir certaines références.

À ce jour, les références sont définies par des séquences verticales d'horizons replacées dans leur pédopaysage. On espère que dans un futur proche il sera possible d'en définir un certain nombre à organisation latérale.

Dans le RP, chaque référence est présentée en renseignant les rubriques suivantes :

- définition et signification pédogénétique ;
- *solums-diagnostiques* et macro-caractères spécifiques ;
- qualificatifs associés ;
- situation dans le paysage ;
- exemples de types ;
- propriétés agronomiques, sylvicoles, géotechniques, etc. ;
- fonctionnements ;
- intergrades et seuils de tolérance au-delà desquels on ne peut plus rattacher un solum à cette référence.

Les différences entre références sont basées sur des propriétés observables et/ou mesurables. La présente version du RP propose 102 références⁵. Il est probable que leur nombre atteindra 150 pour traiter des sols du monde entier.

Les noms des références comportent un ou deux mots et sont toujours écrits en petites capitales.

⁴ Désignés désormais comme *séquences d'horizons de référence*.

⁵ 110 dans le *Référentiel pédologique* 2008.

Les types et les qualificatifs

Les références peuvent être subdivisées en types par l'adjonction de qualificatifs. Ainsi, un CALCOSOL fluviatique, vertique, humifère, réductrice est un type rattaché à la référence des CALCOSOLS.

Il est nécessaire d'ajouter le plus grand nombre possible de qualificatifs afin de préciser au maximum les propriétés d'un solum :

- PLANOSOL TYPIQUE pédomorphe, albique, dystrique, à moder, d'argile sableuse ;
- BRUNISOL MÉOSATURÉ colluvial, pachique, limoneux, à mull, de gneiss ;
- LUVISOL DÉGRADÉ drainé, resaturé, à fragipan, de limon ancien.

Une première liste de qualificatifs (adjectifs, périphrases, préfixes) a été établie. Chacun précise un caractère du solum et une définition en est proposée de façon à ce que chaque terme n'ait qu'une seule signification. Les qualificatifs sont toujours écrits en bas de casse.

Ne sont indiqués dans le RP que quelques types connus, mais il en existe certainement beaucoup d'autres. La liste des qualificatifs étant ouverte et les combinaisons illimitées, la liste des types est, par nature, ouverte et illimitée.

Au niveau mondial, les références peuvent suffire pour échanger l'information ou pour exprimer la répartition des grands phénomènes pédologiques. En revanche, à l'échelon national, régional ou local, il est indispensable de les détailler afin de compléter l'information et de la rendre plus facilement utilisable.

C'est au niveau des types qu'il sera possible d'établir des correspondances entre le RP et les diverses classifications existantes. C'est également à ce niveau qu'il sera possible d'extrapoler certaines connaissances acquises en un site (relations entre nature de la couverture pédologique et son utilisation) à tous les sites pédologiquement comparables. Ainsi, les résultats d'un essai agronomique mené sur un LUVISOL DÉGRADÉ drainé, resaturé, à fragipan, sur limons du Faux-Perche seront peut-être généralisables à tous les sols de ce même type dans le Bassin parisien.

Les grands ensembles de références (GER)

Il s'agit d'ensembles typologiques dont le concept central est bien défini et reconnu par nombre de classifications dans le monde (les podzosols, les sols andiques, les vertisols, etc.), mais dont les frontières avec les autres « grands ensembles » voisins peuvent être assez floues.

La nécessité des GER a été ressentie surtout pour éviter les répétitions inutiles dans la présentation des références. Ils regroupent plusieurs références qui ont de nombreux caractères communs et qui, par exemple, montrent les mêmes horizons de référence. La présentation de ces caractères communs et de ces horizons communs dans un même texte répond donc surtout à une nécessité rédactionnelle.

L'autre intérêt, d'ordre didactique, consiste à regrouper plusieurs références dont les concepts centraux sont traditionnellement reconnus comme associés. Ainsi, sept références caractérisées par l'existence d'un processus de podzolisation sont rassemblées dans un même GER des podzosols. Dans cet ouvrage, plusieurs GER sont présentés, mais on pourrait en constituer d'autres en opérant d'autres regroupements.

Les GER ne sont pas une catégorie du RP. Leur rôle y étant secondaire, il ne faut pas leur donner d'importance hiérarchique.

La démarche de rattachement

Le RP doit permettre de rattacher tout solum, toute plage cartographique ou toute unité cartographique à une ou plusieurs références. La démarche de rattachement comporte trois étapes :

- la caractérisation ;
- l'interprétation ;
- le rattachement proprement dit.

La caractérisation

La caractérisation optimale de la couverture pédologique en chaque site nécessite :

- des descriptions et des analyses de chaque horizon, y compris la roche-mère ou le substrat (si accessibles) ;
- la description des transitions entre horizons ;
- une description minimale de l'environnement du site étudié ;
- lorsque c'est possible, des suivis, au cours du temps, qui permettent de mieux cerner les régimes et les fonctionnements.

Certaines de ces informations sont recueillies rapidement, *in situ*, d'autres impliquent de mettre en œuvre des techniques (de préparation, de mesure, d'analyse) afin de réaliser des études complémentaires, au laboratoire ou sur le terrain. Le recours à ces techniques occasionne un certain délai se mesurant en semaines ou en mois.

L'interprétation

Ce sont les successions verticales ou latérales des différents horizons qui éclairent le plus notre interprétation, car ces superpositions ou ces enchaînements latéraux ne sont pas le fait du hasard, mais résultent de l'action de processus pédologiques (naturels ou anthropiques) sur une roche-mère initiale.

Pour effectuer cette démarche d'interprétation, le pédologue puise dans le corpus des connaissances de son époque et dans son expérience personnelle. Il lui faut conceptualiser en termes d'horizons de référence les horizons qu'il a décrits et caractérisés. Pour cela, les traits pédologiques, certaines caractéristiques morphologiques et/ou analytiques sont attribués à des processus pédogénétiques, l'interprétation d'un horizon ne pouvant être faite indépendamment de l'organisation des horizons dans l'espace géographique (verticalement et latéralement), ni de nombreux éléments du pédopaysage.

Le rattachement

Le rattachement consiste à relier un solum à une ou plusieurs références, puis à lui donner le(s) nom(s) correspondant(s). Cela se fait par un raisonnement pédologique qui est du même ordre que celui effectué lors de l'interprétation des horizons.

Le rattachement est un système souple qui nécessite l'étude de la ressemblance entre un solum et les références. Pour analyser cette ressemblance, on peut se fonder sur les concepts statistiques de **modes** et de **distances mathématiques** et employer des méthodes telles qu'**analyses multidimensionnelles** et **systèmes experts**.

On distingue des rattachements simples, imparfaits, doubles, multiples et les intergrades (cf. légende de la figure « Les différents types de rattachement au *Référentiel pédologique* », p. xvii).

La création d'une nouvelle référence

Si un solum se trouve très éloigné de toutes les références définies antérieurement, ce peut être l'occasion d'ajouter au RP une nouvelle référence. Cela est en effet toujours possible sans

pour autant remettre en cause l'ensemble du référentiel. De même, il est possible de signaler l'existence de nouveaux types. Cependant, afin d'éviter la confusion, toute proposition de création d'un nouvel horizon de référence, d'une nouvelle référence ou d'un nouveau qualificatif devra faire l'objet d'une étude préalable détaillée et argumentée afin de maintenir la cohérence générale.

Différentes utilisations du *Référentiel pédologique*

Les informations pédologiques peuvent être traitées dans deux domaines distincts :

- dans le domaine typologique ;
- dans le domaine de l'espace géographique.

Dans le domaine typologique

Dans ce domaine, l'organisation des références et des types en ensembles plus généraux est laissée au libre choix des pédologues. Ainsi, il est possible de rassembler toutes les références et tous les types présentant un caractère important en commun et de constituer ainsi un **ensemble cognat**. Par exemple, on pourra rassembler en un seul ensemble cognat (à la fois conceptuel et paysagique) tous les fluvisols et tous les types fluviques (CALCOSOLS fluviques, ARÉNOSOLS fluviques, réductisols fluviques, etc.). Autre exemple : tous les types ou références connaissant des excès d'eau à moins de 50 cm. La constitution de ces ensembles cognats est entièrement libre.

Pour un certain nombre d'objectifs particuliers, il peut être nécessaire de construire une typologie ou une classification. Le RP fournit des matériaux pour une telle construction. À partir de tout ou partie du référentiel général, il est possible :

- de constituer un référentiel local ou régional, bâti à partir des références et types effectivement reconnus dans le territoire considéré ; les types pouvant être détaillés et multipliés selon les besoins et en fonction des connaissances acquises. Il est souhaitable que toutes les typologies locales et régionales qui s'ébauchent aujourd'hui en France soient compatibles avec le RP ;
- d'établir des correspondances entre références et types du RP avec diverses classifications étrangères ou systèmes internationaux ;
- de construire diverses classifications personnelles ou spéciales.

Lorsque l'on aura à utiliser ce référentiel dans un cadre local (région de programme ou région naturelle, département, canton), il faudra certainement utiliser une terminologie plus détaillée que ce qui est nécessaire pour une synthèse nationale ou internationale. Il sera alors nécessaire de puiser dans la liste des qualificatifs afin de caractériser les types de manière détaillée. La nature de la roche-mère, en particulier, devra être précisée : définition pétrographique ou minéralogique, âge, mode de dépôt ou de mise en place, etc. Chaque qualificatif employé ayant une définition relativement précise, l'information pédologique pourra circuler sans ambiguïté d'une région à l'autre ou de l'échelon local à l'échelon national.

Quant aux spécialistes d'autres disciplines scientifiques qui doivent prendre en compte les couvertures pédologiques, il leur est possible de se baser sur les seuls horizons de référence pour construire une autre typologie qui corresponde à leurs besoins. Il leur est aussi possible d'inclure des éléments du pédopaysage (pentes, végétation, etc.) pour compléter leur propre classification ou référentiel.

Dans le domaine de l'espace géographique

La caractérisation d'une unité typologique n'est pas liée nécessairement à une analyse spatiale ; il en va différemment de l'unité cartographique qui est, par essence, liée à une distribution

spatiale (aires, formes, emplacements des plages cartographiques la constituant). L'unité cartographique est tributaire des échelles d'investigation et de publication de la carte et, de ce fait, associe souvent plusieurs unités typologiques.

Le terme de cartographie, couramment employé, recouvre en fait deux activités distinctes :

- la cartogénèse : analyse de l'organisation spatiale de la couverture pédologique, devant déboucher le plus souvent sur un découpage de celle-ci en sous-ensembles spatiaux ;
- la cartographie *sensu stricto* : représentation graphique de cette organisation et/ou de ce découpage sur un fond de carte topographique.

La cartogénèse ne nécessite pas de faire appel à une classification générale préétablie. En revanche, l'expression synthétique de l'organisation spatiale des couvertures pédologiques est facilitée par un langage. Le RP peut jouer ce rôle de langage par ses qualificatifs, ses horizons de référence ou ses références.

En ce qui concerne toutes les représentations graphiques, plusieurs questions se posent, relatives à :

- l'objet représenté qui peut être un solum, un horizon, un caractère ou un ensemble structuré de caractères ;
- la représentation choisie : en deux dimensions, en plusieurs plans horizontaux superposés (= tomographies) ou en trois dimensions ;
- l'organisation de la légende.

Le RP est très souple et propose un langage qui peut aider les représentations :

- de caractères, grâce aux qualificatifs ;
- d'horizons, grâce aux horizons de référence ;
- de solums, grâce aux références.

En ce qui concerne la représentation en deux dimensions par surfaces fermées (carte), il semble que les références soient bien adaptées à l'interprétation des plages cartographiques. Pour les unités cartographiques, on peut adopter comme langage celui des références, des types ou des ensembles cognats. Pour les représentations en plans verticaux des couvertures pédologiques (coupes pédologiques) le langage du RP peut être utilisé pour nommer les volumes présentés.

Pour la structuration de la légende d'une carte, le RP n'impose aucune hiérarchie typologique. On peut décider de présenter cette légende structurée par pédopaysage ou par régions naturelles. Les présentations peuvent être différentes d'une carte à une autre, mais les cartes resteront compatibles si le langage synthétique (références, types, horizons, qualificatifs) reste le même. Et ce, d'autant plus que l'ensemble de l'information graphique et sémantique sera contenu dans des bases de données informatiques. Le RP n'impose donc pas une représentation cartographique, mais propose un langage commun qui permet de passer d'une représentation à une autre.

Remarques finales

Le RP ne peut pas être le plus adéquat pour toutes les régions du monde : une adaptation est toujours nécessaire aux conditions particulières et aux besoins spécifiques d'applications pratiques. Mais cette adaptation devrait être facilitée, grâce aux principes du RP.

Il n'est pas définitif: l'évolution continue de la connaissance et la maturation des concepts permettra d'être plus performants. Le RP a d'ores et déjà prévu les modalités de sa mise à jour.

Il n'est pas capable de régler les problèmes de la cartogénèse, en particulier ceux relatifs à l'extrapolation d'une série d'informations ponctuelles dans les trois dimensions de l'espace. On peut seulement espérer que le langage constitué par le RP facilitera les diverses démarches.

Légende de la figure page suivante

Au concept central de chaque référence est attaché un certain nombre de caractères. Pour chacun de ces caractères, on peut définir un intervalle modal et un intervalle périmodal. Dans l'intervalle modal, on considère que toutes les valeurs du caractère définissent le concept central d'une manière également acceptable. Dans l'intervalle périmodal, toutes les valeurs du caractère définissent imparfaitement le concept central. En dehors de l'intervalle périmodal, on considère qu'il n'est plus possible d'évoquer le concept central.

Mais, chaque référence est définie par plusieurs caractères qualitatifs (ordonnés ou non) et quantitatifs. On applique les notions d'intervalles modal et périmodal à l'espace à N dimensions que représente une référence. Lorsqu'un solum se situe dans l'espace modal d'une référence, on a un rattachement simple. Lorsqu'il se situe dans l'espace périmodal d'une référence on a un rattachement imparfait. Lorsque le solum se situe en dehors de l'espace périmodal d'une référence, il n'est plus possible de pratiquer un rattachement. On entre alors dans le domaine des intergrades.

►► Le rattachement simple

Il y a peu de chances qu'un solum étudié corresponde exactement aux définitions fournies par le *Référentiel pédologique*. Le rattachement simple admet donc quelques différences, d'ampleurs limitées, par rapport à la définition centrale d'une référence. En d'autres termes, on reste dans l'espace modal d'une seule référence.

►► Le rattachement imparfait

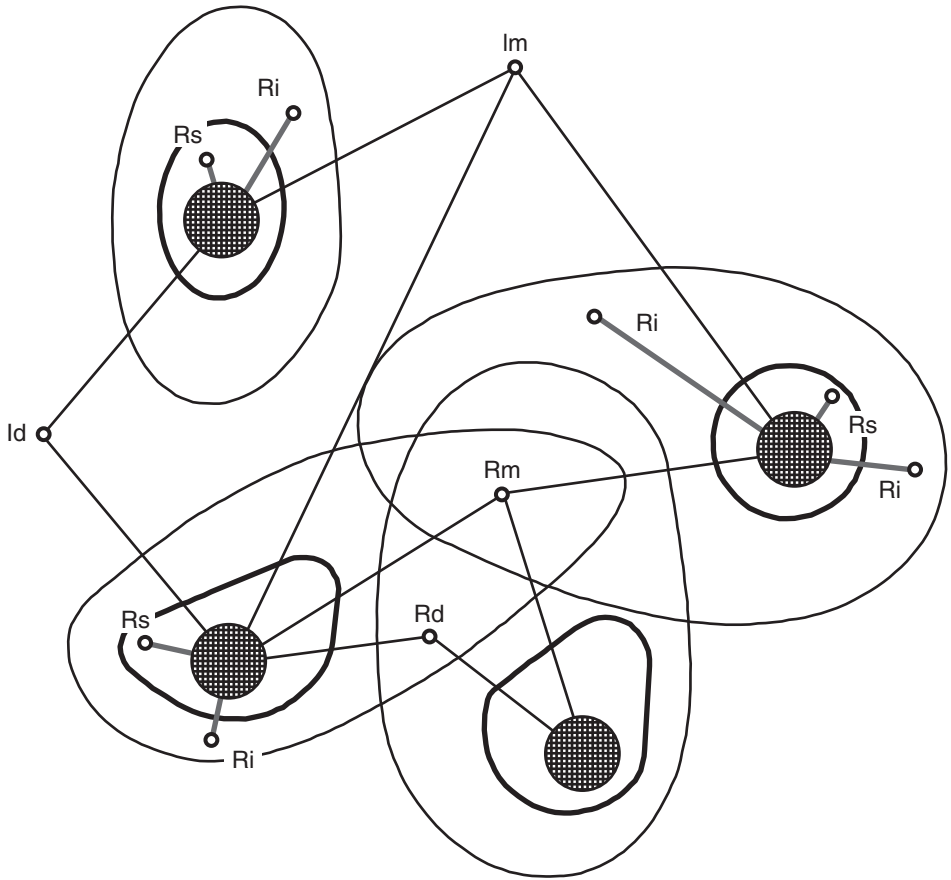
Les divergences deviennent importantes, supérieures à celles admises dans la partie modale, mais comprises dans l'espace périmodal d'une référence. Il faut indiquer clairement que certains caractères observés ne correspondent pas à la définition de la référence la plus proche. Exemple: LUVISOL TYPIQUE partiellement tronqué de ses horizons E ou bien ORGANOSOL SATURÉ insuffisamment riche en carbone (6,5 % au lieu des 8 % exigés).








►► Le rattachement double ou multiple

Souvent, le pédologue observe des solums qui peuvent être rattachés à deux références et il ne souhaite pas privilégier l'une aux dépens de l'autre. Dans un tel cas, le solum appartient aux espaces périmodaux de deux références: un rattachement double s'impose pour conserver une information la plus complète possible, et ainsi mieux rendre compte de la réalité. Par exemple, certains sols se rattachent à l'évidence aux luvisols, car l'illuviation y est bien visible et s'y exprime par une nette différenciation à la fois texturale et structurale, mais ils sont aussi le siège d'engorgements intenses à faible profondeur, que l'on ne peut pas négliger. Le solum sera nommé luvisol-RÉDOXISOL. Un rattachement triple est envisageable.

►► Les intergrades

Le terme d'intergrade correspond à des solums que leurs caractères situent en dehors des périodes des références les plus proches. Dans le système proposé, un solum pourra être situé à mi-distance entre deux références (intergrade double) mais il pourra aussi être rattaché à trois, voire quatre références (intergrade multiple). Par exemple, parmi les « terres noires de Limagne », il existe des solums que l'on peut rattacher à la fois aux chernosols, aux réductisols et aux vertisols. Il est bon de pouvoir exprimer ce caractère triple.



- | | | | | |
|---|---|---|--------|---------------------------------|
|  | Concept central de la référence |  | Rs | Rattachement simple |
|  | Lieu géométrique du rattachement simple (espace modal) |  | Ri | Rattachement imparfait |
|  | Lieu géométrique d'un rattachement imparfait (espace périmodal) |  | Rd, Rm | Rattachement double ou multiple |
| | | | Id | Intergrade double |
| | | | Im | Intergrade multiple |
| | |  | | Solum à rattacher |

Les différents types de rattachement au *Référentiel pédologique*.