



Mécanismes associés à la formation des nappes perchées du Sud de l'Île-de-France

Gérard Herbuveaux, Jean-François Ponge, Bernadette Degove

► To cite this version:

Gérard Herbuveaux, Jean-François Ponge, Bernadette Degove. Mécanismes associés à la formation des nappes perchées du Sud de l'Île-de-France. 2013. hal-00828562

HAL Id: hal-00828562

<https://hal.science/hal-00828562>

Preprint submitted on 31 May 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Mécanismes associés à la formation des nappes perchées du Sud de l'Île-de-France

Gérard HERBUVEAUX¹, Jean-François PONGE², Bernadette DEGOVE¹

¹*Société Batrachologique de France, groupe parisien, 22 avenue Édouard-Herriot, 94260 Fresnes, France*

²*Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS UMR 7179, 4 avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy, France*

Résumé

Les mécanismes de formation des nappes perchées sont encore assez mal connus, alors que la protection et la mise en valeur des zones humides reposent en tout ou partie sur le maintien de leur intégrité. Dans le présent document les diverses hypothèses évoquées font l'objet d'une analyse comparative, basée sur la lecture critique de trois études publiées respectivement en 1971, 1989 et 2007, et des études réalisées par les auteurs dans diverses forêts du Sud de l'Île-de-France.

La Société Batrachologique de France - Groupe Parisien (SBF), et le Collectif associatif, Sénart Forêt du Troisième Millénaire (SFMIII), ont réalisé de 2008 à 2012 un certain nombre d'investigations dans les mares et tourbières de différentes forêts domaniales, toutes situées au sud de l'agglomération parisienne : forêts de Sénart (Essonne), Notre-Dame (Val-de-Marne et Seine-et-Marne), Verrières (Essonne et Hauts-de-Seine), la Grange (Essonne et Val-de-Marne), Barbeau (Seine-et-Marne). En outre, au cours de cette même période des mesures ont été réalisées sur les nappes phréatiques, en particulier dans la zone du Cormier située en forêt de Sénart, zone riche en mares permanentes et tourbières à sphaignes. Les mares étudiées dépendent presque toujours, pour leur alimentation en eau, de l'existence d'une nappe, perchée ou non, la pluviométrie locale (600 à 650 mm reçus annuellement, augmentant vers le sud) ne permettant pas une autonomie par rapport aux nappes.

Le substrat géologique, en général limoneux (dépôts éoliens dit « limons des plateaux », ou plus rarement caillouteux comme dans certains secteurs de la forêt de Sénart concernés par des dépôts fluvio-glaciaires), repose sur le calcaire de Brie, meuliérisé ou non (à l'est ou au sud de la région concernée : Sénart, Notre-Dame, Barbeau), ou le calcaire de Beauce, meuliérisé ou non (à l'ouest : Verrières), voire sur des dépôts épais de sables de Fontainebleau (butte stampienne : la Grange). On a donc affaire à des dépôts hétérogènes, avec des discontinuités géologiques importantes à des profondeurs variables, outre celles réalisées secondairement sous l'influence des déboisements et perturbations diverses liées

aux occupations humaines. La présence souterraine de calcaire est souvent avérée, en contradiction avec les indications de la carte géologique.

Malgré la fréquence des sols hydromorphes à nappe perchée dans les forêts françaises, nous n'avons trouvé que trois études fournissant des éléments portant sur leur(s) mécanisme(s) de formation.

Le premier document est un article de G. BACHELIER et A. COMBEAU publié en 1971 [1]. Il s'appuie sur une étude de terrain réalisée, à la fin des années 60, en forêt de Sénart (Essonne), près du Carrefour de la Mare du Capitaine, dans une parcelle comportant un sol podzolique à pseudogley. Cette étude avait fait l'objet d'un premier article de D. BAUZON et collaborateurs paru en 1967 [2].

L'étude de terrain a comporté la création de fosses pédologiques, dont l'une, encore visible aujourd'hui, a fait l'objet d'une étude approfondie et une autre d'une étude plus légère. Manifestement, d'autres sondages plus succins, qui ne sont pas précisés, ont été réalisés dans la même parcelle ou dans d'autres parties de la forêt, pour estimer la représentativité de l'étude réalisée.

Assez logiquement, l'étude a montré une augmentation de la proportion des argiles dans l'horizon à la base du pseudogley. L'étude de ces argiles, par cristallographie aux rayons X, a montré qu'elles présentaient une orientation *verticale*, ce qui démontre que ces argiles proviennent d'un lessivage vertical et qu'on est bien en présence d'un horizon d'accumulation, dit « horizon spodique » par les pédologues. En effet, dans le cas d'une origine géologique, soit l'orientation aurait été aléatoire, soit elle aurait suivi le pendage des couches géologiques, assez faible à Sénart même si localement il peut être nettement plus élevé que ce qu'indiquent les cartes géologiques. Cet horizon imperméable résulte donc bien d'un phénomène pédologique ainsi qu'il est communément admis.

Dans la station principale d'étude, G. BACHELIER et ses collaborateurs notent la présence d'une nappe perchée dont le niveau a été suivi jusqu'à sa disparition. Celle-ci est intervenue dans les semaines qui ont suivi la feuillaison du chêne. Une telle nappe, par contre, n'a pas été observée dans la station secondaire d'étude, pourtant située à faible distance.

Tout en signalant une certaine hétérogénéité des observations, évidente pour ce qui concerne les nappes perchées, les auteurs considèrent que cette station est globalement représentative de la majorité des sols présents en forêt de Sénart (les sols plus ou moins hydromorphes couvrent en effet environ les deux tiers de la forêt). On notera que ces nappes temporaires perchées sont situées au-dessus de l'aquifère permanent existant dans la couche de calcaire ou d'argiles à meulière de Brie sous-jacente. La présence de cet aquifère permanent n'est possible que s'il est alimenté par ces nappes perchées, puisque le massif de Sénart est situé entièrement sur un plateau.

Cette parcelle comporte un réseau dense de petits fossés, aujourd'hui abandonnés, d'une profondeur d'environ 20 cm. Les années pluvieuses, de l'eau s'écoule dans ces fossés, ce qui atteste la présence, dans l'ensemble de la parcelle, d'une nappe à faible profondeur. L'absence d'observation de cette nappe dans la station secondaire indique qu'elle n'est pas présente partout tous les ans.

En 2011, nous avons voulu vérifier que le site précédent était effectivement représentatif, au moins du massif de Sénart, par des sondages réalisés avec deux types de tarière. Nous avons donc recherché la présence de nappes perchées autour de quatre mares, trois en forêt de Sénart, une dans la forêt de la Grange (dans sa partie située dans l'Essonne). Fortuitement, les investigations ont eu lieu au début de la feuillaison des chênes. Des conditions anticycloniques exceptionnelles, sèches et ensoleillées, ont provoqué une feuillaison très rapide des chênes et, autour des trois mares de Sénart, les nappes perchées ont entièrement disparu en moins d'une semaine. Par ailleurs, autour d'une même mare, certains trous ont mis en évidence qu'une nappe était effectivement présente. Le niveau de l'eau pouvait aussi bien se stabiliser en moins de 15 minutes ou continuer encore à monter après 2 heures, délai maximum d'observation. D'autres trous, situés parfois à moins de 10 mètres des précédents, restaient secs ou ne comportaient que moins d'un centimètre d'eau. Les marques typiques du pseudogley ont été trouvées lors du creusement de tous les trous, indiquant que, pour tous les points étudiés, une nappe est présente au moins certaines années. Il n'a cependant pas été observé d'horizon cendreaux.

Il apparaît que l'on se trouve en présence d'une structure en « peau de léopard » où il est généralement impossible de savoir si une ou plusieurs nappes sont présentes. À l'évidence, les limites de ces nappes temporaires, et même leur simple présence, varient suivant les années.

Le second document est une note de S. BRUCKERT publiée en 1989 [3] dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.

Dans une démarche inhabituelle, l'auteur s'attaque au consensus supposé des pédologues concernant les mécanismes de formation des nappes perchées. Selon ce consensus supposé, la totalité des nappes perchées se sont formées par lessivage *vertical* des argiles, lesquelles se sont ensuite redéposées, à un niveau inférieur, pour y former un niveau imperméable d'accumulation.

L'étude de terrain a été réalisée dans le Jura français, plus précisément sur les plateaux calcaires et marno-calcaires francs-comtois. Elle comporte, d'une part la mise en évidence et l'étude de nappes perchées résultant de la seule géologie, et d'autre part l'étude de divers sols lessivés. Au total, l'étude a porté sur 79 sols. Des analyses granulométriques, destinées à comparer les différences de variations de la proportion d'argiles en fonction de la profondeur, ont été réalisées dans les sites étudiés sur tous les horizons jusqu'à la roche.

Il en ressort que, dans les sols bien drainés, les déficits d'argiles sont importants, et ce d'autant plus que les sols sont filtrants, sauf dans les *sols bruns calciques* du fait de l'action floculante du calcium. Aucune augmentation de la proportion d'argiles n'est observée dans les couches profondes. L'auteur conclut à un lessivage vertical, « les argiles en mouvement [poursuivant] en effet leur chemin *au-delà du profil*, dans les conduits du karst ».

Dans les sols à nappe perchée, les déficits d'argiles sont plus faibles et « deviennent très faibles dans les *pseudogleys de placage limono-argileux* dans lesquels l'inhibition des mouvements de l'eau vers la profondeur devient totale. » L'auteur note cependant des déficits d'argiles plus significatifs dans les « *pseudogleys d'altérites argileuses* », où l'écoulement vertical de l'eau est tout aussi impossible car alors le « matériau pédologique argileux favorise des engorgements beaucoup plus rapides. » L'auteur en conclut que la migration des argiles est exclusivement horizontale. Dans ces cas, il considère qu'une partie

des argiles lessivées sont évacuées avec l'eau « latéralement par écoulement de la nappe ou par ruissellement » tandis qu'une autre partie est redistribuée dans le pseudogley.

Par-delà la volonté d'opposer lessivage latéral et lessivage vertical, l'auteur paraît démontrer que, sauf pour des sols fortement calciques, le lessivage est d'autant plus important que l'eau s'écoule rapidement ou que l'engorgement des sols est rapide. Par ailleurs, dans tous les sols étudiés, tout ou partie des argiles lessivées sortent du profil, par infiltration profonde ou horizontalement, par l'écoulement horizontal de la nappe elle-même ou par ruissellement de surface lorsque cette nappe déborde. Il paraît démontrer également que les nappes perchées étudiées résultent de la seule géologie et non de phénomènes pédologiques.

L'auteur souligne cependant la fragilité de telles études, en fait rétrospectives du fait de l'incertitude quant à l'état initial.

Signalons que, dans une remarque liminaire, l'auteur indique que le plancher imperméable des nappes perchées n'est pas nécessairement... imperméable ! Dans de tels cas d'horizon en réalité perméable, la nappe reposerait en effet sur un « coussin d'air » emprisonné dans la porosité du sol. À notre connaissance, les concepts de perméabilité/imperméabilité ne sont définis scientifiquement que pour des écoulements permanents dans un milieu saturé en eau et leur utilisation dans un contexte différent peut donc, éventuellement, être une approximation illégitime.

Si cette étude contredit (peut-être) le consensus supposé des pédologues, elle ne nous paraît pas contredire l'étude précitée conduite à Sénart mais plutôt la préciser et la compléter.

Rappelons tout d'abord que le contexte des plateaux jurassiens est totalement différent de celui de Sénart, puisque des tourbières acides, souvent bombées, et plus généralement des sols acides, y sont présents sur calcaire, anomalie apparente qui est expliquée habituellement par la dureté de ce calcaire [8, 5].

D'une façon générale, l'auteur s'oppose à une généralisation qui lui paraît légitimement abusive en lui substituant une autre généralisation qui nous paraît, à nous, tout aussi abusive.

Tout d'abord, l'existence de nappes perchées d'origine géologique, dans un contexte donné, ne s'oppose pas, au contraire de ce que conclut l'auteur, à l'existence, dans un autre contexte, de nappes perchées qui résultent de phénomènes pédologiques.

Opposer ensuite comme il le fait *lessivage latéral* et *lessivage vertical* ne nous paraît pas plus légitime, les deux phénomènes pouvant parfaitement cohabiter. Les différences qu'il met en évidence, entre les cas où le plancher de la nappe est totalement imperméable et ceux où il l'est moins, suggèrent que dans les *sols bruns lessivés à pseudogley* les deux phénomènes coexistent. L'étude réalisée à Sénart, et nos observations complémentaires, laissent à penser que le plancher des nappes perchées est traversé par un écoulement résiduel. Si cette étude démontre seulement l'existence d'un lessivage vertical, elle n'exclut pas un lessivage latéral, très vraisemblable, en particulier lors des débordements de ces nappes.

En 2010, nous avons observé, dans une mare de la forêt Notre-Dame (dans la partie située en Val- de-Marne), un déficit massif en argiles dans la partie supérieure de la mare que l'eau n'atteint qu'assez rarement. Ce déficit est suffisamment important pour que des ligneux ne puissent s'y installer durablement, l'insuffisance de la réserve utile en eau empêchant leur survie lors des années sèches [6]. La même observation a été renouvelée peu de temps après dans une mare de la forêt de Sénart, le phénomène n'étant cependant massif que d'un côté de la mare [7]. L'ampleur de ce déficit ne nous paraît pouvoir être expliqué que par un lessivage latéral des argiles.

Le troisième document [10] est une synthèse australienne concernant l'impact de l'irrigation sur les sols. Il s'inscrit dans un contexte de recherche appliquée, voire de recherche-développement, dans une démarche d'intérêt public supportée par l'État australien. Ceci explique la diffusion large de ce document. Ce caractère particulier fait que les auteurs veulent d'abord expliquer et convaincre. Destiné sans doute en priorité à des praticiens, le document alterne des passages articulés scientifiquement de façon rigoureuse et d'autres qui relèvent plus de la vulgarisation, avec son lot de simplifications et de répétitions. Assez logiquement, ces deux types de rédaction ne sont pas toujours parfaitement cohérents et les éléments qui nous paraissent les plus originaux sont énoncés comme de simples rappels d'éléments reconnus depuis longtemps.

Nous sauterons rapidement les longs développements qui visent spécifiquement les sols salés, définis comme ceux dont la solution du sol est riche en sels minéraux, que les auteurs estiment nécessaire de distinguer des sols *sodiques* définis par la proportion de sodium parmi les électrolytes. Ces développements se justifient par l'importance économique de tels sols en Australie, puisqu'environ 25 % des terres irriguées sont concernées par cette problématique.

On y trouve également des réflexions, certes intéressantes mais pas toujours conclusives, sur les mécanismes conduisant à l'éclatement des macro-agrégats ou à la coalescence des micro-agrégats. C'est dans ce cadre que les auteurs signalent, comme déjà bien avant eux S. BRUCKERT [3], que l'air emprisonné dans la microporosité du sol, du fait des forces capillaires, pouvait empêcher ou retarder l'infiltration de l'eau dans le sol, entraînant éventuellement la formation d'une nappe dont le plancher est perméable.

Le reste du document, et c'est ce qui nous intéresse le plus, traite de l'engorgement des sols, du fonctionnement des nappes et des déplacements de matière.

Nous avons tout d'abord relevé des changements de vocabulaire. Ainsi le lessivage des argiles devient la *dispersion des colloïdes* et l'accumulation d'argiles est remplacée par le *colmatage par des particules fines*. Pour partie, ce changement de vocabulaire traduit le fait que les auteurs privilégient fortement les phénomènes mécaniques. Cette *hypothèse mécanique* est, a priori, tout à fait cohérente avec le fait que les pertes d'argiles sont d'autant plus importantes que les écoulements de l'eau sont rapides, comme l'a mis en évidence S. BRUCKERT. Ces idées se trouvent également chez GOBAT et al. [5], où on trouve, p.179, cette définition : « **Lessivage** : entraînement mécanique des particules fines du sol. Appliqué aux argiles, on préférera à ce terme celui d'**argilluviation** [...] ». Mais R.S. MURRAY et ses collaborateurs les expriment avec plus de force et de façon plus argumentée.

Les auteurs considèrent que la dispersion des colloïdes résulte (presque) exclusivement de phénomènes mécaniques, les autres mécanismes n'intervenant,

éventuellement, que de façon très secondaire, sauf dans le cas des sols sodiques où cette dispersion peut être spontanée. Ils distinguent ainsi les phénomènes qui provoquent cette dispersion de ceux qui ne font que la favoriser. Si cette distinction est évidemment pertinente pour une compréhension fine, elle n'est pas nécessairement très opératoire et, assez logiquement, les auteurs hésitent parfois dans leur classement.

Ils citent, comme provoquant la dispersion des colloïdes, les phénomènes suivants :

- les pluies (ou arrosages) sur sol labouré (vu la description faite, par-delà les terres agricoles, nous pensons que cela s'applique aussi à tous les sols non protégés par des horizons organiques),
- les tassements du sol, ce qui a déjà été évoqué par quelques auteurs,
- une charge en eau élevée et notamment un engorgement rapide, phénomène déjà identifié par S. BRUCKERT comme nous l'avons vu,
- une proportion notable de sodium dans les cations de la solution du sol (pour mémoire).

Ils retiennent comme conditions favorisant la dispersion des colloïdes :

- un labour récent (ceci paraît plus généralement concerner toute perturbation récente des horizons organo-minéraux ou minéraux),
- l'abondance, dans les argiles *granulométriques* (nous pensons que cela traduit de façon plus précise le terme anglais *clay* employé par les auteurs), d'illite ou de kaolinite, argiles *minéralogiques* non gonflantes.

A contrario, ils citent les conditions s'opposant à la dispersion des colloïdes :

- une teneur élevée en cations dans la solution du sol, quelle qu'en soit la nature, et pas seulement ceux qui sont habituellement cités, dont principalement le calcium et secondairement le potassium, même si le calcium a en outre un effet propre important,
- une teneur élevée en matière organique.

De ces éléments, nous retiendrons tout d'abord que des facteurs anthropiques peuvent amplifier très fortement cette dispersion des colloïdes.

C'est très vraisemblablement la disparition brutale de certaines activités anthropiques, à la suite sans doute des troubles appelés *bagaude(s)* [3] qui ont accompagné ou suivi le déclin de l'Empire romain, qui explique la réduction d'au moins un facteur 10 des apports argileux, constatée à Sénart dans la Tourbière à Béal, une très jeune mare qui n'a guère plus de 1 500 ans [7].

Passer, comme le font les auteurs, des *argiles* aux *colloïdes* revient à étendre la taille des particules concernées. Celle-ci passe ainsi de la tranche de 0 à 2 μm pour les argiles à la tranche de 0 à 10 μm qu'ils retiennent pour les colloïdes. Cette extension n'entraîne sans doute guère de modification quant à l'état des horizons concernés, puisque la majeure partie des particules d'une taille comprise entre 2 et 10 μm sont des fragments du complexe argilo-humique où les argiles sont liées intimement à l'humus. Son intérêt est d'abord de relier cette dispersion à l'éclatement des agrégats, mais surtout, en introduisant une plus grande diversité de tailles, cette extension paraît fonder le raisonnement des auteurs concernant le *colmatage par des particules fines*.

Jean-Michel GOBAT et ses coauteurs [5] définissent les colloïdes comme des particules (micelles) de très petite taille, capables de floculation ou de dispersion dans un liquide. Cependant, ils ne paraissent guère utiliser ce concept ultérieurement. Le Référentiel Pédologique de l'Association Française pour l'Étude du Sol, tel qu'ils le résument, ne fait référence qu'à l'appauvrissement ou à l'accumulation d'argiles.

Le *colmatage par des particules fines* intervient ensuite lorsque ces colloïdes dispersés vont obstruer des pores existant dans le sol plus profond.

Les auteurs soulignent que les pores qui retiennent l'eau utilisable par les plantes, la *réserve utile en eau*, ont des tailles comprises entre 0,1 et 30 μm avec une majorité d'une taille de 10 μm situés généralement à l'intérieur des agrégats. Ils rappellent également que la perméabilité résulte de la taille, de la forme et de la continuité des pores. L. MATHIEU et collaborateurs avaient déjà relevé en 1981 [9] qu'« [il] se confirme que la perméabilité dépend moins du volume poreux total que de la distribution des diamètres des pores ». La limite haute de 30 μm constitue ainsi la limite où l'eau peut s'écouler de façon gravitaire. Les pores de taille de l'ordre de 10 μm , de par leur position à l'intérieur des agrégats, ne peuvent contribuer de façon significative à la perméabilité des sols. Il en résulte que pour réduire significativement la perméabilité d'un horizon, il suffit de colmater une proportion suffisante de pores d'une taille supérieure à 10 μm et surtout d'une taille au moins égale à 30 μm pour rompre la continuité des écoulements. Si Jean-Michel GOBAT et ses coauteurs [5] donnent une limite haute de 50 μm pour les pores pouvant contribuer à la réserve utile en eau, les autres chiffres cités sont identiques. Ils soulignent cependant qu'il convient de ne prendre de tels chiffres que comme des ordres de grandeur, puisque les définitions et les méthodologies associées sont assez variables. Il en résulte que cette petite différence n'est guère pertinente.

La *création de pores* intervient en sens contraire du colmatage puisqu'elle tend à accroître la perméabilité. Les auteurs australiens notent ainsi que les pores du sol sont (re)créés par les racines, les hyphes, la faune du sol, auxquels s'ajoutent les contractions / gonflements dans les sols argileux et l'alternance gel / dégel sous des climats suffisamment froids. Pour les auteurs, l'abondance des racines est le facteur principal (le raisonnement n'est pas détaillé, mais ils estiment sans doute que le rôle des champignons et de la faune dans la création de pores, dans les horizons minéraux, est subordonné pour l'essentiel au fonctionnement des racines). En tout cas, l'abondance de racines est le seul facteur directement influencé par l'homme et qu'il peut, éventuellement, contrôler volontairement.

Nous avons relevé pour notre part un ensemble convergent d'éléments suggérant que l'augmentation des racines profondes, par vieillissement des peuplements forestiers ou par l'augmentation de l'importance des essences à enracinement profond, pouvait réduire l'importance des nappes perchées, voire les faire entièrement disparaître.

L'*hypothèse mécanique* des auteurs australiens nous paraît expliquer de façon plus convaincante l'importance des nappes perchées observées dans la forêt de Sénart.

Environ les deux tiers de la forêt de Sénart ont des sols plus ou moins hydromorphes. Ceci a été particulièrement visible du début de l'année 2000 jusqu'en juin 2003, puisqu'alors les nappes débordaient. Ceci s'est reproduit en 2013.

Pour ces zones, la géologie de surface est constituée généralement de :

- calcaire de Brie¹, souvent meuliérisé,
- « cailloutis de Sénart », formation fluvio-glaciaire, majoritairement siliceuse, très hétérogène, formée à partir des meulières du calcaire de Brie et d'apports plus ou moins lointains, provenant majoritairement du Morvan via l'Yonne, d'où la présence de gneiss [4],
- « limons des plateaux », dépôts éoliens de la fin de la dernière période glaciaire, d'épaisseur très variable.

On trouve aussi, très localement, des sables de Fontainebleau surmontés de « limons des plateaux ».

Les sols sont assez variés, mais les sols podzoliques à pseudogley semblent les plus fréquents. La présence souterraine de calcaire est souvent avérée, mais celui-ci est moins fréquemment accessible aux racines des arbres.

Pour résumer, s'il existe bien des sols comportant, vers la base du solum, du calcaire actif entraînant une modification importante de la composition chimique de l'eau, modification susceptible d'entraîner une floculation des argiles, cette situation est peu fréquente. En reprenant l'*hypothèse mécanique* des auteurs australiens nous proposons ainsi le scénario suivant :

Au départ, ou plutôt après la disparition définitive du permafrost vers la fin du Dryas ancien (autour de 14 000BC) [12], les sols, actuellement hydromorphes, de la forêt de Sénart, étaient sains mais non filtrants. Dans les horizons de recyclage de la matière organique, la faune, principalement, contribue à augmenter la porosité. Dans les horizons minéraux les plus activement prospectés par les racines, une augmentation de la porosité résulte de l'action directe ou indirecte des racines. Par contre, quand celles-ci deviennent moins abondantes, cette action est très faible. On a donc l'apparition d'une zone où la taille des pores sera minimale, là où la présence des racines devient insuffisante. Le colmatage mécanique de ces pores, par des particules de tailles variées allant jusqu'à 10 µm, est alors très fréquent, alors qu'il le serait beaucoup moins avec des particules d'une taille inférieure à 2 µm. Cette hypothèse mécanique nous semble ainsi proposer une solution simple et générale à la fréquence de ces nappes perchées dans les zones hydromorphes de la forêt de Sénart. Leur niveau dépend surtout de l'épaisseur des « limons des plateaux », épaisseur qui peut n'être que d'une vingtaine de centimètres ou dépasser 2,50 mètres et apparaître alors sur les cartes géologiques, et des actions humaines passées, avérées en particulier dans la zone du Cormier.

Les phénomènes pris en compte par R.S. MURRAY et collaborateurs se sont déroulés pendant une période très courte, 20 à 40 ans, à comparer aux 16 000 ans, durée des phénomènes concernant les sols hydromorphes de la forêt de Sénart. Nous supposons que

¹Le nom des formations géologiques variant suivant les auteurs, nous avons voulu dans ce document employer toujours le même nom pour la même formation géologique. Le « calcaire de Brie » peut ainsi être nommé « calcaire et meulière de Brie ». De même, on trouve également « limons des plateaux » au singulier.

l'intensité des interventions anthropiques qu'ils citent a induit que les limons très fins représentent une fraction plus importante des matériaux lessivés. Ceci explique vraisemblablement pourquoi les auteurs précédents n'avaient identifié que le lessivage des argiles. Nous n'osons évidemment pas imaginer qu'ils aient succombé à la tentation de confondre les deux ou trois sens du mot argile, risque de confusion souligné à l'intention de leurs étudiants par J.-M.GOBAT et al. [5]. Le triangle des textures indique en effet qu'un matériau argileux (dans la version citée dans [5]) ou une argile (dans la version assez différente citée dans [11]) peut contenir 50 % d'argiles *granulométriques* et 50 % de limons fins.

Conclusions

Nous avons montré que la tendance de certains auteurs à privilégier l'**argilluviation** résulte de conditions d'étude ou d'observation qui ne permettent guère de prendre en compte, par-delà les argiles *granulométriques*, les limons très fins.

Sans entrer dans les détails du fonctionnement intime du sol, détails qui nous paraissent encore loin d'être tous élucidés, nous avons établi que :

1. Le **lessivage** des particules fines, conformément à la définition de GOBAT et al. [5], ne concerne pas seulement les argiles, mais l'ensemble des colloïdes, en particulier lorsque la pression anthropique est significative.
2. Ce **lessivage** peut, suivant les cas, être horizontal ou vertical, ou encore les deux simultanément.
3. Les particules fines lessivées peuvent quitter le solum, horizontalement ou verticalement, ou provoquer le **colmatage mécanique** d'un horizon inférieur non filtrant.
4. À ce **colmatage mécanique** s'opposent le lessivage, qui se poursuit, et l'action directe et indirecte des racines. Si le colmatage est dominant, il provoque l'apparition de nappes perchées **secondaires d'origine pédologique**.
5. Il existe également des nappes perchées **primaires d'origine géologique**.

Références

- [1] BACHELIER (G.) & COMBEAU (A.), 1971. Observations sur un sol podzolique à pseudogley de la Forêt de Sénart (Station R.C.P. 40) In : Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens. Dynamique saisonnière de deux sols en climat tempéré. Editions du CNRS, Paris, pp 187-238.
- [2] BAUZON (D.), ROUILLER (J.) & BACHELIER (G.), 1967. Caractéristiques pédologiques et microbiologiques des sols de la station R.C.P. 40 de la Forêt de Sénart et du Parc de Brunoy. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol, 4, 533-551.

- [3] BRUCKERT (S.), 1989. Lessivage vertical versus lessivage latéral : incompatibilité de ces deux grands phénomènes pédogénétiques. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de la Terre, Sciences de l'Univers, 308, 335- 340.
- [4] CAILLEUX (A.) & MICHEL(J.P.), 1967. Sur la sédimentologie des alluvions plio-quaternaires d'Yerres et de Sénart au S.E. de Paris. Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, 9, 415-424.
- [5] GOBAT (J.M.), ARAGNO (M.)&MATTHEY (W.),2010. Le sol vivant : Bases de pédologie–biologie des sols, 3^e éd. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne. 817 pp.
- [6] HERBUVEAUX (G.), PONGE (JF.), DEGOVE (B.), LAURENTIN (C.) & LIM (F.R.), en préparation.Études stratigraphiques tourbières 2010 dans le Bois Notre-Dame (Val-de-Marne et Seine-et- Marne) et le Bois de Verrières (Essonne et Hauts-de-Seine).
- [7] HERBUVEAUX (G.), PONGE (JF.), DEGOVE (B.), CLIMENT (A.) & POUCET(R.), en préparation.Études stratigraphiques tourbières 2010 dans les forêts de Sénart (Essonne) et la Grange (Essonne et Val-de-Marne).
- [8] MANNEVILLE (O.) (coord. par), 2006. Le monde des tourbières et des marais,2^{ème} éd.Delachaux et Niestlé, Paris, 320 pp.
- [9] MATHIEU (L.), VAN PRAAG (H.J.), WEISSEN (F.), DELECOUR (F.) & SOULEZ(N.), 1981. Étudeintégrée de sols à pseudo-gley sous végétation naturelle du plateau des Hautes Fagnes (Belgique). I. Le milieu de pédogénèse, la morphologie et le fonctionnement actuel des pro- fils. Catena, 8, 299-323.
- [10] MURRAY (R.S.) & GRANT (C.D.),2007. The impact of irrigation on soil structure. The National Program for Sustainable Irrigation (Land & Water Australia), Canberra. 31 pp.
[\[http://wa.gov.au/files/products/national-program-sustainable-irrigation/pn20619/pn20619.pdf\]](http://wa.gov.au/files/products/national-program-sustainable-irrigation/pn20619/pn20619.pdf)
- [11] PISCHEDDA (D.) (collectifcoord. par), 2009. Guide pratique pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt « PROSOL ». Office National des Forêts, Paris, 110 pp.
- [12] PONGE (JF.) & HERBUVEAUX(G.), 2013. Notes pour l'interprétation des données recueillies lors de l'étude stratigraphique de mares et tourbières. 7 pp.[\[http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00802003\]](http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00802003)