

L'agropédologie

©Luc Opdecamp, novembre 2023

Résumé

Une épistémologie des sciences agronomiques est esquissée à partir de sa naissance au XIX^e siècle, à l'heure de la révolution industrielle. Elle démarre du positivisme hérité des lumières. En tant que sciences appliquées au milieu rural, elle s'intéresse aussi à la socio-économie. Elle débouche ensuite sur la systémique, en rappelant qu'il s'agit de systèmes thermodynamiques ouverts et complexes. Malheureusement, la systémique adoptée, notamment par les travaux de Dokuchaev, constitue un schisme entre le système du sol et ceux des filières axés sur la culture, le pâturage et la forêt. Une interdiscipline non officielle, celle de l'agropédologie, assure le lien entre les processus pédogénétiques et la caractérisation actuelle des sols en surface avec les autres systèmes, grâce notamment à une classification plus technique des sols. Mais une perte de l'unité géographique des paysages est observée. Une solution peut-être proposée avec les concepts antiques de l'*ager*, du *saltus* et de la *silva* qui unissent en leur sein les divers systèmes considérés. S'ajoutent également le milieu urbain (*urbs*) et ses parcs ou jardins (*hortus*). Ces puissants concepts antiques aboutissent alors au nouveau paradigme de la "paysagénie". L'agropédologie devrait y jouer un rôle primordial et s'officialiser dans les cursus des ingénieurs agronomes.

1. Introduction

L'épistémologie des sciences agronomiques suit les tendances générales observée depuis le réductionnisme héritée des Lumières jusqu'à l'approche actuelle des systèmes complexes et thermodynamiquement ouverts (ex: climat global terrestre, écosystèmes). Elle suit un parcours de type positiviste et analytique des facteurs et variables qui agissent indépendamment les uns des autres jusqu'à l'identification d'unités de facteurs et variables en interaction, les holons, et de leur modalités d'évolution. Si les composants ont d'abord bien été identifiés, une approche compartimentée et réductionniste a pris le relais. Au fur et à mesure de l'accroissement du nombre de facteurs et de variables s'est alors révélé toute la complexité et la dynamique de l'objet même de l'agronomie par les agropédologues.

L'épistémologie positiviste d'Auguste Comte (1798-1857) nous indique trois fondements modaux en science (LECOURT, 2001, chap.4). Il y a d'abord la thèse positiviste qui se concentre à découvrir les lois effectives des phénomènes. Puis, celle de la prévision rationnelle que les lois permettent. Et enfin, celle de la prévoyance qui soutient la notion d'application. Le positivisme repose dès lors sur le déterminisme en tant que succession d'états ou enchaînement d'événements dans les phénomènes naturels, mais en excluant tout mysticisme. BRICMONT (2012) précise qu'il ne faut pas confondre le déterminisme avec la prévisibilité (ou prédictibilité) car tout le monde admet que beaucoup de choses sont imprévisibles.

Une étape épistémologique importante est franchie avec la systémique. Le principe holistique d'interaction mais aussi de complexité s'y oppose à celui du réductionnisme cartésien dans ce nouveau paradigme. Outre l'interaction qui met à mal le déterminisme, les notions d'organisation, de globalité et de complexité deviennent essentielles. C'est ainsi qu'est développé le concept de "holon", emprunté à KOESTLER (1969) pour désigner selon LE MOIGNE (2006) "*des agrégats insécables*", des "*processeurs irréductibles et polyfonctionnels tels que si on les fait intervenir pour assurer une fonction, on entraîne ipso facto l'activation potentielle de toutes leurs autres fonctions*".

Les modèles déterministes posent de vrais problèmes pour les systèmes complexes à interactions multiples et de dynamique non linéaire, ce qui est le cas dans tous les domaines de vivant. MANSON (2009) distingue trois types de recherche sur la complexité. L'algorithmique mesure la structure des systèmes en termes de processus computationnels nécessaires pour les reproduire. La déterministe les explore selon des variables mathématiques

en termes de dynamique non linéaires et de chaos. Et enfin, la complexité agrégée analyse l'émergence des systèmes sur base des interactions entre leur composants.

Si la prévoyance est une qualité positiviste et qu'elles donnent naissance à la nouvelle classe sociale des ingénieurs, il y lieu de distinguer les ingénieurs civils des ingénieurs agronomes. Ces derniers étant confrontés au vivant, c'est-à-dire aussi à la biologie et au "social", c'est-à-dire directement à des systèmes dynamiques complexes abordés le plus souvent de manière agrégée. Les agronomes sont, comme les médecins, des praticiens du vivant, non seulement au niveau des pratiques agronomiques mais aussi à celui plus moral du bien-être collectif. GRANGE (2000, p.246), pour les médecins précisent qu'ils donnent un sens humain et social à la science. Il en va de même pour les agronomes.

La géographie est aussi interpellée par le holisme et la systémique en réaction contre le réductionnisme. Elle est effectivement confrontée au "territoire utilisé" (used territory) et à tous les acteurs et processus socio-territoriaux qui y œuvrent et y interagissent globalement (BERNARDES et al., 2017).

Nous allons décrire l'objet agronomique en repartant de ses bases épistémologiques et de son holon conceptuel. Ensuite, le réductionnisme opéré est brièvement présenté avec les systèmes de sol, de culture, de pâturage et les systèmes forestiers. Un retour à l'intéressante conception antique de l'*ager*, du *saltus* et de la *silva* permet de regrouper tous ces systèmes en relation avec le déploiement des villes (*urbs* et *hortus*) à un niveau paysager très général mais aussi très pratique. Enfin, la nouvelle approche holistique de la paysagénie est évoquée pour rationaliser les interactions de ces agropédosystèmes et ouvre la voie à une intégration du "territoire utilisé" des géographes.

2. L'objet agronomique

L'objet agronomique est celui de l'écosphère anthropisée suite à la domestication des végétaux et des animaux. Il est étagé en plusieurs compartiments que sont l'atmosphère, la biosphère, l'hydrosphère et la lithosphère. La biosphère peut être reproduite comme un biotope anthropisé ou anthrobiote tel que reproduit dans l'holon conceptuel de la [figure 1](#). Il représente l'unité où les interactions internes entre les compartiments ou grands composants (flèches verticales) sont les plus fortes, alors que latéralement elles sont plus faibles (flèches horizontales).

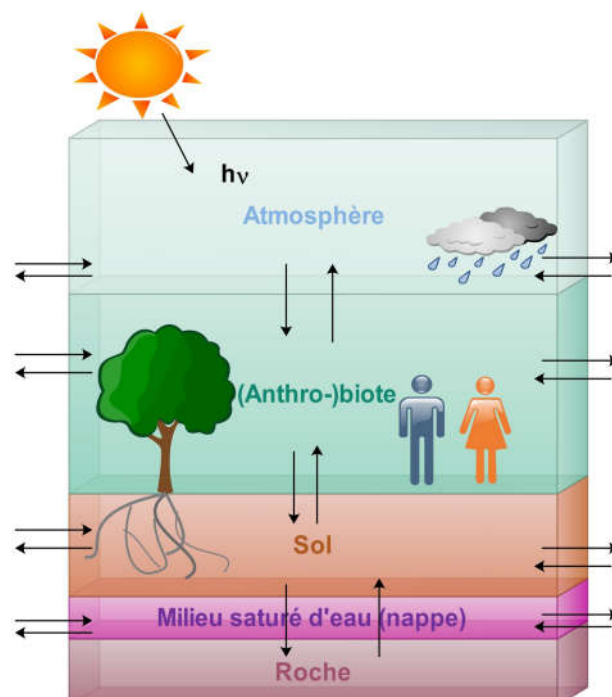


Figure 1: représentation schématique de l'holon comme objet conceptuel central de l'agronomie

Les divers compartiments de ce concept général forment un tout indivisible. On ne sépare pas les végétaux de leurs racines, ni les feuilles du CO₂ et de l'O₂ atmosphériques, ni le sol de l'eau de pluie infiltrée ou de la nappe phréatique, ni de la roche dont il dérive, ni les racines de l'O₂ et de l'eau du sol, ni les feuilles de sa source d'énergie solaire (hv), etc. L'objet agronomique possède le statut de système thermodynamique ouvert, à l'écart de l'équilibre, par ouverture sur l'espace (rayons solaires et cosmiques, météorites) et sur le monde souterrain profond (eaux souterraines, magmas volcaniques, roches). Il est également clair que cet holon conceptuel est ouvert surtout ces pourtours pour assurer la continuité de l'espace géographique et celui de la migration des diaspores végétales, du déplacement des animaux, celui des eaux de surface et des matériaux détritiques. Comme système thermodynamique ouvert à l'écart de l'équilibre, il permet de nombreuses augmentations locales d'entropie tels ceux de tous les êtres vivants de la biosphère, celles des formations géomorphologiques, hydrologiques, de la convection des gaz atmosphériques, des cyclones et anticyclones, etc.

Enfin, l'objet de l'agronomie est celui qui nourrit les humains et leurs animaux domestiques. Il leur fournit également des matériaux comme le bois d'œuvre ou de chauffage, les textiles, les peaux des cuirs, les ornements des jardins et parcs ou encore les médicaments naturels, les parfums, les essences végétales, etc. C'est un objet qui occupe plus de 99% du vaste espace géographique émergé et où s'implante également les moyens de transport, les villages et les villes.

3. Le réductionnisme historique de l'agronomie

Pour BOULAIN et GROS (1998), cité par PAPY (2008), c'est au milieu du XVIII^e siècle que naît l'agronomie savante avec l'ouvrage de vulgarisation de DUHAMEL DU MONCEAU (1750-1759), inspiré d'une théorie de l'alimentation des plantes et des principes de culture de Jethro Tull. Ce dernier considérait la terre minérale comme une source inépuisable de nutriments.

Mais d'après DENIS (2004), si l'on désigne l'agronomie, dans son sens large, par le domaine des diverses sciences appliquées spécifiquement à l'agriculture, ce terme n'est utilisé comme tel en France qu'à la mi-XIX^e siècle par DE GASPARIN (1843) et AMPERE (1834).

L'agronomie moderne naît ainsi à l'heure de la révolution industrielle.

Les premières stations de recherche agronomique se développent en 1843 en Grande-Bretagne (Rothamstedt), 1850 en Allemagne, 1868 en France (Nancy), 1877 aux Pays-Bas (Wageningen), 1887 aux USA. Elles démarrent leurs travaux sur base de la nutrition minérale des plantes proposés par Justus Liebig en 1840 et la théorie de l'humus de THAER (1809-10). Ce dernier définit l'agronomie comme étant l'étude du sol et de la terre agricole.

Peut-être inspiré de cette théorie, une discipline particulière, mais réductionniste, apparaît, la pédologie qui se dédie spécifiquement au sol. Ce dernier est un objet complexe à composantes multiples dont la variabilité est double, spatiale et temporelle (dynamique). En Russie, Dokuchaev en a promu l'image d'un corps naturel. Il publie en 1900 la première carte pédologique du pays. De 1900 à 1960, durant la période coloniale, un très gros effort d'étude pédogénétique, de caractérisation et de cartographie des sols est entrepris par les pédologues sous la houlette de Georges Aubert pour la France, ainsi que l'étude de l'influence de leur propriétés sur leur utilisation agricole par les agropédologues. AUBERT (1941) précise toutefois que "*Le sol n'intéresse les agronomes que comme milieu de culture. Ils envisagent son état actuel, état physique et état chimique, plutôt que son mode de formation. Son histoire passée n'est étudiée que dans la mesure où elle nous permet de comprendre cet état actuel et son évolution prochaine*".

Au réductionnisme de la discipline s'ajoute un réductionnisme dans la conception du sol, à savoir la branche de sa caractérisation, reprise plus tard en France par le CIRAD et celle de son évolution "génétique" reprise par l'ORSTOM. TOURTE (2005) signale à nouveau que pour entretenir les liaisons et le travail en commun des deux branches, il sera nécessaire d'inventer une catégorie intermédiaire de chercheurs dénommés agropédologues.

3.1. Le système sol

CHATELIN (1972) rappelle le rôle prépondérant de la génétique comme fondement de la

discipline pédologique telle qu'établie dès l'origine par Dokuchaev. Il décrit la classification des sols pour en définir la typologie générale. Cette dernière requiert un grand nombre de variables tels que par exemple la teneur en carbone, le régime climatique et hydrologique, la capacité d'échange cationique effective, le taux de saturation en cations de base (Na, Ca, Mg, K), etc. Dans sa conception, cette classification est bien systémique puisque de multiples variables ou facteurs sont considérés, géochimiques ou indirectement géomorphologiques. CHATELIN (op.cit.) distingue trois types de classification: sélectif, sommatif et pangnosique. La sélective opère par tri successif et ventile les divers taxa par des critères de nature très différente, comme par exemple celles de la carte des sols d'Afrique par D'Hoore. Dans la sommative, chaque catégorie est diagnostiquée par la réunion du plus grand nombre possible de données, avec comme exemple (imparfait) la classification des USA. Enfin, la pangnosique vise l'appréhension plus ou moins directe et explicite de la genèse et des caractères intrinsèques des sols dans leur totalité, avec comme exemple la classification soviétique. Mais la question en sciences agronomiques est de savoir sur quoi débouche cette typologie. Il apparaît effectivement qu'elle se résume à une identification des taxa, toute comme la systématique des organismes vivants, avec une notion plutôt vague de son évolution passée et parfois future?

A côté des classifications scientifiques naturelles des sols, il existe une classification plus technique où les sols sont groupés selon les types de problèmes potentiels qu'ils peuvent poser pour leur gestion agronomique, dans l'identification des systèmes forestiers, de pâturage ou de culture. Il s'agit de celle de SANCHEZ et al. (2003). C'est une classification sommative à deux types d'attributs. Le premier est relatif aux matériaux constitutifs des parties superficielle et profonde du sol et selon leur caractère organique ou minéral tels que reproduits dans l'encadré 1.

Encadré 1: Attributs des matériaux constitutifs d'un sol d'après SANCHEZ et al. (op.cit.)

Le matériau du sol est considéré comme organique (symbole O) si la teneur en carbone organique reste supérieure à 12% entre 0 et 50 cm de profondeur.
Pour un matériau non organique, la granulométrie en surface (0-20 cm) est prise en compte. Une distinction en 3 classes est adoptée, symbolisées par des lettres majuscules: "sableux" (symbole S), regroupe les classes de sable et de sable limoneux du SOIL SURVEY STAFF (2014); "limoneux" (symbole L), argile < 35% sauf sable et sable limoneux; "argileux" (symbole C), argile > 35%.
Si un changement de classe s'opère avant la profondeur de 50 cm, un deuxième symbole de granulométrie est accolé au premier: "sableux" (S), "limoneux" (L), "argileux" (C), roche ou autre matériau dur limitant le développement racinaire (R). Si cette couche indurée peut être démantelée mécaniquement, le symbole "R" est utilisé.

Le second type d'attribut se décline en 17 conditions modificatrices ("condition modifier") du matériau constitutif. Elles sont indiquées avec leur symbole entre parenthèses dans l'encadré 2.

Encadré 2. Attributs des sols selon les conditions modificatrices du matériau constitutif d'après SANCHEZ et al. (op.cit.)

aridité saisonnière (d), faible réserve en nutriments minéraux (k), risque élevé d'érosion (%), toxicité aluminique (a), forte fixation de phosphore (i), mauvais drainage (g), très lessivable (e), calcaire (b), argiles gonflantes (v), graveleux/caillouteux (r), faible profondeur meuble (1er symbole = R), salin (s), sodique (n), volcanique amorphe (x), organique (1^{er} symbole = O), sulfidique (c), permafrost (t), déficit carbone organique (m).

Avec cette classification technique, l'agropédologue est conforté dans son rôle d'interprétation des données pédologiques au niveau local pour donner des informations utiles du point de vue de la gestion agronomiques des territoires.

3.2. Le système de culture, de pâturage et forestier

Dès le milieu du XIX^e siècle, à l'avènement de l'agronomie comme science, DE GASPARIN (1849), cité par PAPY (op. cit.), définit le système de culture (SC) comme un "*choix de*

procédés d'exploitation de la nature" avec plus ou moins d'intensité. En se référant aux procédés d'exploitation de la nature, DE GASPARIN rapproche l'agronomie de l'écologie et inclut implicitement la nature du sol dans les critères de choix. PAPY précise qu'il vise les opérations agricoles qui constituent une exploitation au sens de type d'utilisation du sol et non l'exploitation agricole dans son ensemble comme unité de production. Une définition qui permet de classer les différents systèmes de culture en fonction d'une anthropisation croissante, depuis le système forestier jusqu'à ceux qui mettent en œuvre "*des moyens physiques et chimiques autres que ceux de la nature*". On constate dès lors que les utilisations forestières et même naturelles, ces dernières en tant que choix d'abstention de mise en œuvre de procédés d'exploitation, sont incluses dans le concept très large du SC. PAPY précise toutefois que la formulation moderne du SC par SEBILLOTTE (1974) est plus fine et associe le choix des espèces et leurs modalités de cultures ou "*itinéraires techniques*" appliqués. On peut alors également distinguer aussi des systèmes de pâturage (SP) et des systèmes forestiers (SF).

Le SP est une partie de l'écosphère dans laquelle une ou plusieurs unités de groupement végétal spécifique et pérenne, herbacé ou arbustif, sert au pâturage d'un ou plusieurs troupeaux de bovins, ovins ou caprins. Le SP a donc une triple constitution: "sol-végétation-troupeau". Il s'agit d'un type de terre fourragère "non arable", exploité comme pâturage de manière plus ou moins intensive par des éleveurs itinérants ou nomades ou par des agro-éleveurs sédentaires. Un pâturage succédant selon une rotation à un courte période de cultures non fourragères sera cependant inclus dans le SC correspondant. Le SP et le SC fait partie comme tel de la SAU (surface agricole utile).

Le concept de système forestier (SF) s'oriente vers un ensemble d'interactions entre un "peuplement" forestier et sa "station de référence". Les stations forestières sont représentatives des divers peuplements d'un massif. Elles comportent une référence à un sol ou terrain en relation avec l'association phytosociologique du peuplement. Ce dernier est l'unité de boisement, base de la perception forestière. C'est une partie relativement homogène d'une forêt et qui est clairement identifiable par l'arrangement spatio-temporel des arbres constitutifs. La station forestière est une étendue de terrain homogène dans ses conditions physiques (climat, topographie, roche mère, sol) et biologiques (dynamique de la végétation). La station s'identifie sur base de son unité phytosociologique déterminée par ses plantes indicatrices et ses sols. Sur base aussi de son relief, à savoir l'altitude, la pente, l'exposition et la forme de relief.

3.3. Retour à la trilogie agraire antique dans le paysage

Lorsque l'on regroupe à un niveau paysager local ou régional plus au moins homogène l'ensemble du système sol avec les systèmes de culture, de pâturage et de forêt, on réhabilite la trilogie agraire antique telle qu'évoquée par RAYNAUD (2003). Elle subdivise l'exploitation de l'espace d'après ses grandes orientations. Ces distinctions théorisent le paysage de sociétés marquées par la croissance du phénomène urbain. L'*ager* (et l'*Hortus*, terres horticoles) en constituent la partie cultivée et plus ou moins régulièrement labourée, équivalente à ce qui se dénomme les terres arables, tandis que le *saltus* et la *silva* en désignent la partie "inculte" ou non arable. VIDAL (2011) en reproduit un schéma concentrique idéalisé autour de la zone urbanisée *urbs* tel que reproduit à la [figure 2](#).

POUX et al. (2009) explicitent ces différents composants. La *silva* est un espace boisé et fermé, englobant des formations végétales perçues comme primaires et qualifiées de "sauvages" par VIDAL (op. cit.), mais aussi aujourd'hui les espaces dédiés à la sylviculture. L'*ager* constitue le domaine cultivé, planté ou semé et englobe aussi les vignes et vergers, et donc aussi plus généralement les plantations agricoles pérennes. Le *saltus*, enfin, est une formation semi-naturelle, marquée cependant par une gestion humaine. Il regroupe tous les espaces ouverts non cultivés et il est exploité généralement pour l'élevage pastoral et la cueillette. Dans le *saltus*, POUX et al. (op.cit.) considèrent que la reproduction de la fertilité est naturelle. Elle y est assurée par le bouclage des cycles de nutriments sans apports extérieurs. Dans l'*ager* par contre, la fumure des parcelles cultivées est pratiquée plus ou moins régulièrement.



Figure 2: La trilogie agraire antique de l'ager, du saltus et de la silva, complétée par les zones bâties urbs associée avec hortus

4. Comment rationaliser les interactions agropédo-systémiques?

Les interactions des systèmes forestiers, de pâturage et de culture avec le système sol sont évidentes en soi, non seulement dans l'ager mais aussi dans le saltus et la sylva. Comment les identifier, les comprendre et les exploiter sur le plan agronomique et anticiper des alternatives pour répondre aux défis alimentaires et écologiques futurs. En fait, les us et coutumes des agriculteurs, éleveurs et forestiers ont déjà établis ses relations par essais et erreurs, de manière empirique. Elles sont le fruit des expériences des nombreuses générations qui se sont succédé depuis l'avènement de l'holocène. Mais il n'en demeure pas moins que de nombreuses inconnues n'étaient pas scientifiquement établies. Les agropédologues ont identifiés les variables ou les facteurs dont plusieurs sont cités dans les encadrés 1 et 2 de la classification technique de SANCHEZ et al. (op. cit.).

OPDECAMP (2023) fournit les ressorts scientifiques du facteur "a" de l'encadré 2, à savoir celui de l'aluminisation des sols dans le façonnage des paysages en région humide tropicale ou tempérée. L'aluminisation des sols et ses durées variables sont décrites et son degré d'avancement précisé selon un indice "m" de Kamprath. Les effets mesurés sur la croissance de nombreuses plantes, cultivées ou non, et sur la biodiversité sont explicités depuis l'échelle de la biologie à celle des écosystèmes et de leurs holons agropédologiques. Les différents acteurs du "territoire-utilisé" de BERNARDES et al. (op.cit.) sont par ailleurs intégrés dans le modèle holistique de la paysagénie.

5. Conclusions

Le positivisme hérité des Lumières a marqué l'agronomie dès sa naissance lors de la révolution industrielle du XIX^e siècle. Elles s'est ainsi basé sur le lien naturel qui unissait l'anthrobiote et le sol en tant que ressource en eau, en sels minéraux ou organiques et en oxygène pour les racines des plantes. Cela correspond bien à l'image du concept de l'holon conceptuel.

Avec le développement de la systémique et de l'interaction entre les composants, l'agronomie a développé plusieurs systèmes et opéré un scission entre le système sol et le système de culture au sens large (culture, pâturage, forêt). Le sol est devenu ainsi un objet à part entière dont l'étude est basée sur sa pédogenèse, sa classification et sa cartographie. Il a fait preuve aussi d'un certain désintérêt des agronomes (non pédologues) qui étaient axés sur les filières

et pas du tout sur les mécanismes pédogénétiques à l'œuvre dans les paysages. Pour établir le lien entre ces deux grandes disciplines, on a recours à l'interdisciplinarité de l'agropédologie.

C'est finalement en remontant à la trilogie de la conception agraire antique que l'on redécouvre cet intérêt paysager avec les concepts de *ager*, *saltus* et *silva*, où s'insère le développement des villes (*urbs*), parcs et jardins (*hortus*). Et c'est en y recourant que l'on peut renouer avec une conception plus holistique et géographique de l'agronomie. Il s'agit de réunir ainsi tous les acteurs du "territoire utilisé" des géographes, selon le nouveau paradigme de la paysagénie.

L'agropédologie devrait y jouer un rôle primordial. Il est donc préconisé d'en faire une discipline d'enseignement pour affiner les variables et facteurs utiles et intimement liés aux systèmes de culture dans l'*ager*, au système de pâturage dans le *saltus* et aux systèmes forestiers dans la *silva*.

Références citées:

AMPERE, A-M., 1834, *Essai sur la philosophie des sciences ou exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines*, Bachelier, Paris

AUBERT, G, 1941, *Les sols de la France d'outre-mer*, Paris, Ministère de l'Agriculture, 100 p.

BERNARDES A., ZERBINI A., GOMES C., BICUDO E. et al., 2017, "The active role of geography: a manifesto", *Antipode*, 49, 4, 952-958

BOULAIN, J. et J.P. GROS, 1998, *D'olivier de Serres à René Dumont, portraits d'agronomes*, Lavoisier TEC&DOC, Paris.

BRICMONT, J., 2012, "Déterminisme, chaos et mécanique quantique", *Matière première*, 2, 243-266, In: *Le déterminisme entre sciences et philosophie*, Pascal Charbonnat et François Pépin (dir), Ed. Matériologiques

CHATELIN, Y., 1972, "Éléments d'épistémologie pédologique, Application à l'étude des sols ferrallitiques", *Cah. ORSTON série Pédol.*, Vol. 20, n°1, 3-24

DE GASPARIN, A., 1843, *Cours d'agriculture*, Maison rustique, Paris

DE GASPARIN, A., 1849, *Cours d'agriculture*, Tome 5. Maison rustique, Paris

DENIS, G., 2004, "L'agronomie au sens large. Une histoire de son champ, de ses définitions et des mots pour l'identifier", Congrès "Histoire et Agronomie (séance introductive), Centre international de recherche agronomique, Montpellier

DUHAMEL DU MONCEAU, Henri-Louis, 1750-1759, *Traité de la culture des terres, suivant les principes de M. Tull, Anglois*. H.L. Guérin, Paris

GRANGE Juliette, 2000, *Auguste Comte - La politique et la science*, Odile Jacob

KOESTLER A., 1969, "Beyond atomism and holism: the concept of the holon", in: Koestler A. et Smities J.R. (eds), *Beyond reductionism: new perspectives in the life sciences*, London, Hutchinson, 192-216

LECOURT Dominique, 2001, *La philosophie des sciences*, Que-sais-je?, PUF

LE MOIGNE Jean-Louis, 2006, *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*, Coll. Les classiques du réseau intelligence de la complexité, Publication de l'édition de 1994, Nouvelle présentation 2006, 338 p.

MANSON, S.M., 2009, "Complexity, chaos and emergence", in: *A companion to environmental geography*, Noel Castree, David Demeritt, Diana Liverman & Bruce Rhoads

(eds), Blackwell Publishing Ltd, 66-80

OPDECAMP, L., 2023, *Interdisciplinarité paysagénique - Application à l'aluminisation des sols*, 131 p.

PAPY, F., 2008, "Le système de culture: un concept riche de sens pour penser le futur", *Cah. Agric.* vol.17, 3

POUX, X., J.-B. NARCY et B. RAMAIN, 2009, "Le saltus: un concept historique pour mieux penser aujourd'hui les relations entre agriculture et diversité", *Courrier de l'environnement de l'INRA* n° 57, 23-34

RAYNAUD, C., 2003, "Les systèmes agraires antiques: quelle approche archéologique?" In: *Revue archéologique de Picardie*, N°1-2, *Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de Gaule romaine*, 281-298

SANCHEZ Pedro A., PALM Cheryl A. and BUOL Stanley W., 2003; "Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics", *Geoderma*, 114, 157-185

SEBILLOTTE, M., 1974, "Essai d'analyse des tâches de l'agronome", *Cah. Orstom (Sér. Biol.)*, 24, 3-25

SOIL SURVEY STAFF, 2014, *Keys to soil taxonomy*, Twelfth edition, United States Department of Agriculture, National Resources Conservation Service

THAER, Albrecht, 1809-10, *Grundsätze der rationellen Landwirtschaft*, Realschulbuchhandlung. Berlin, 3 vol.

TOURTE, R., 2005, *Histoire de la recherche agricole en Afrique tropicale francophone* (6 volumes), Rome, FAO

VIDAL, R., 2011, "Construire des territoires partagés entre la ville et l'agriculture", In: *Entre ville et campagne, un paysage à inventer*, Coll. Ateliers techniques du paysage, Conseil Régional de Bretagne, Rennes: 13-36
