

photo O. Crouzet  
Août 2013



# Les 42 parcelles d'INRAE à Versailles depuis 1928 : une expérimentation de longue durée, unique au monde

## Cadre historique

Le dispositif des '42 parcelles' a été créé en 1928 à l'instigation d'Albert Demolon à la "Station Centrale d'Agronomie". Il est situé au sein du parc du Château de Versailles à "l'Étoile de Choisy". Dans le contexte historique difficile de l'après-guerre, de gros efforts étaient nécessaires pour relancer la production agricole, notamment par l'introduction d'engrais chimiques. Ainsi, 42 parcelles de 2 × 2,5 m ont été dessinées : 16 traitements dupliqués, et 10 parcelles sans traitement, dites de référence, (cf. Plan expérimental). L'objectif était de "...déterminer les effets de l'application prolongée des principaux types d'engrais et d'amendements calcaires sur la composition et les propriétés physiques des sols de limons..." (Burgevin et Hénin, 1939). Les impacts des traitements ont été suivis dans le temps sur l'acidité (pH), la réactivité des sols (capacité d'échange, garniture cationique) et sur les propriétés physiques (stabilité de la structure, porosité, capacité de rétention en eau).

L'expérimentation est menée en sol maintenu sans végétation afin d'exacerber les impacts chimiques sur les propriétés des sols limoneux (Néoluvisols sur loess) représentatifs des grandes régions agricoles du bassin Parisien et du Nord de la France. Les contraintes annuelles imposées sont des doses fixes d'engrais et d'amendements, le bêchage deux fois par an (printemps, automne) sur 25 cm. L'échantillonnage des parcelles (0,5 à 1 kg) a varié au cours du temps : 5 prélèvements par an

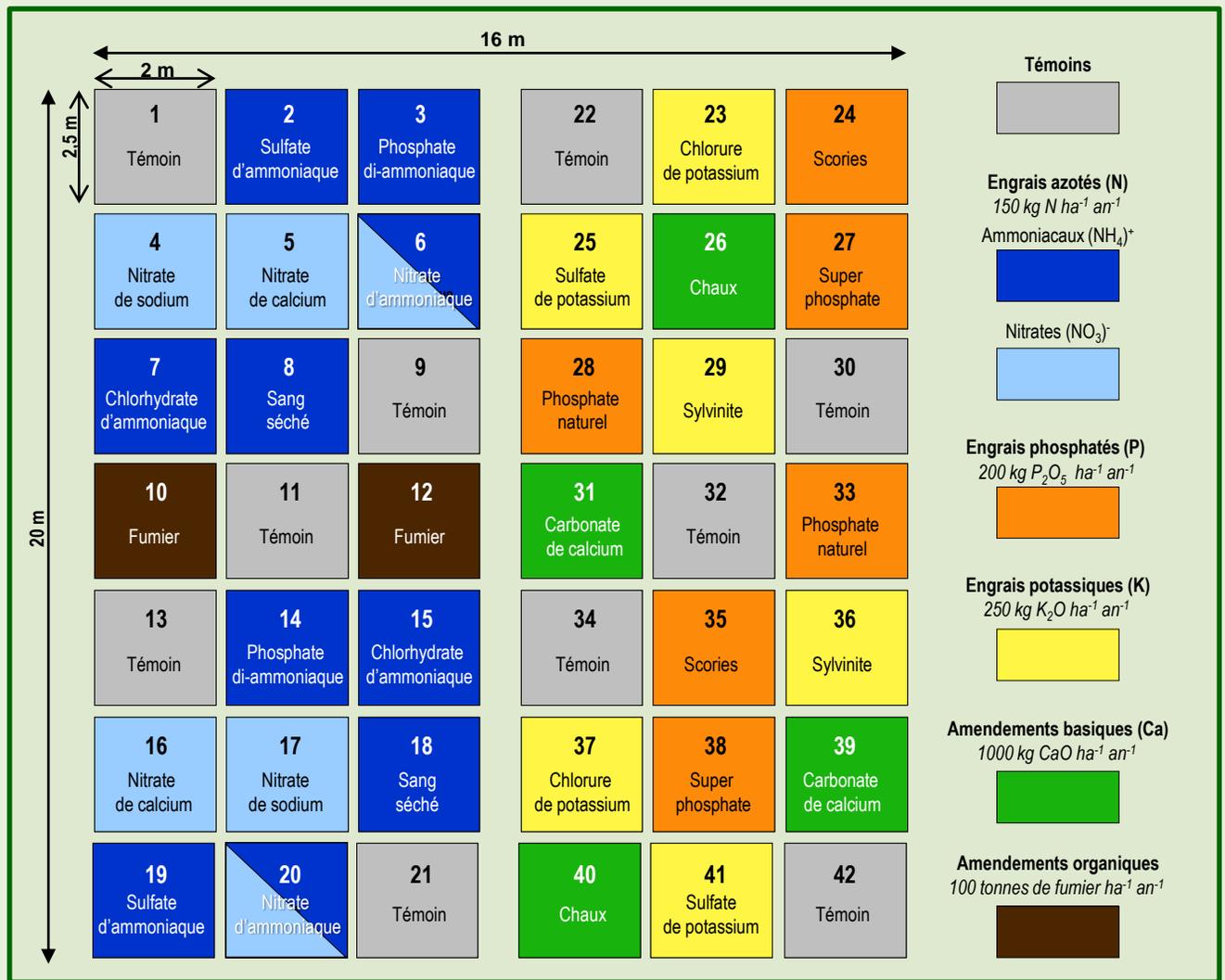
entre 1929 et 1942, 2 / an de 1943 à 1950, 1 / an de 1951 à 1968 et depuis, 1 prélèvement tous les 2 à 4 ans. Derniers prélèvements en 2021. Les échantillons sont séchés, broyés et archivés.

Au cours des premières décennies, l'essentiel des résultats des recherches portant sur les engrais N, P, et K a été publié dans les '*Annales Agronomiques*' et les '*Recherches sur la Fertilisation par les Stations Agronomiques*'.

Le rôle du dispositif, dévolu initialement à une recherche agronomique productiviste, s'est diversifié depuis les années 1980 vers une finalité plus "environnementale" avec des recherches sur la dynamique des matières organiques et des micropolluants dans les sols. Elles bénéficient de la variabilité des propriétés physicochimiques des sols, suite aux traitements annuels. Avec sa collection d'échantillons depuis 1929, cet essai de longue durée en sol nu est aujourd'hui unique au monde avec une grande valeur patrimoniale pour la recherche. Le dispositif reçoit chaque année de nombreux visiteurs, du monde de la recherche ou des entreprises, mais aussi de l'enseignement primaire et secondaire.

En 2013, à l'aube de ses 85 ans, le dispositif a été rénové. Ce texte présente le plan expérimental et la collection historiques d'échantillons ainsi que quelques résultats marquants de l'évolution spectaculaire des propriétés des sols. Le rôle du dispositif comme enregistreur des accumulations d'éléments polluants est illustré, et quelques pistes de recherches futures sont brièvement évoquées.

# Plan experimental et nature des intrants



## Gestion de la collection historique d'échantillons

Au total, environ 3000 échantillons ont été archivés depuis le début de l'expérimentation en 1928. Plusieurs projets de recherches nationaux et internationaux font aujourd'hui appel à des échantillons, récents ou historiques, afin de mener des études chronologiques en relation avec les différents types d'intrants. Ils mettent à profit les contrastes d'ambiances physicochimiques induites, par exemple pour modéliser la dynamique au cours du temps de certains éléments. Toutefois, la taille modeste des parcelles oblige à une gestion stricte des échantillons, notamment ceux des premières années de l'expérimentation.

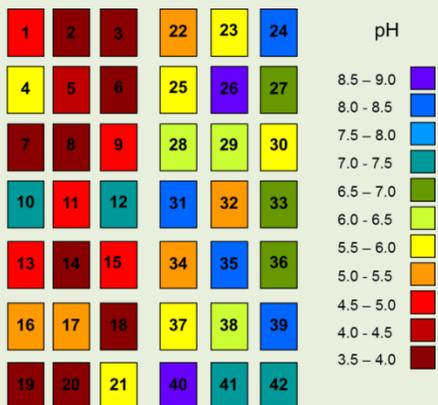


photo F. van Oort

# Résultats marquants (1) : impacts des intrants sur les propriétés des sols

L'essai des 42 parcelles permet de quantifier les amplitudes de changements de propriétés des sols sous la contrainte des fertilisations chimiques et amendements prolongés, ou sans apport aucun, et de préciser leurs vitesses. Il offre une très large gamme de conditions physico-chimiques et permet des comparaisons pertinentes avec de 'vraies' parcelles témoins, car toutes les parcelles représentent des évolutions (*phénoformes*) issus d'un même sol (*génoforme*) initial : le Néoluvisol sur limon éolien de 1928. N.B. Ci-après, les couleurs dans les graphs correspondent aux couleurs des traitements dans le plan expérimental (sauf pH).

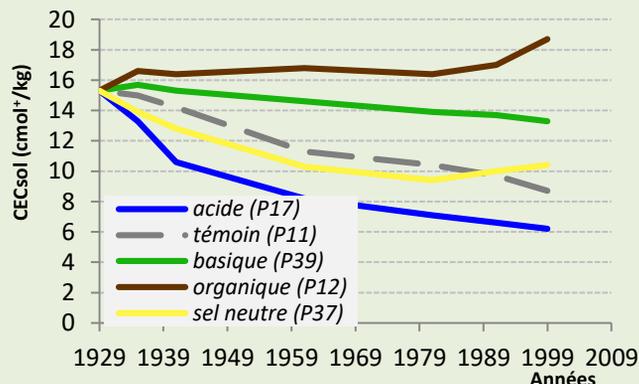
## acidité des sols (pH), t = 80 ans



- baisse en 80 ans d'une unité de pH par seul effet des conditions climatiques (parcelles témoins)
- variabilité de plus de 5 unités de pH en réaction aux différents types de fertilisations et amendements : de pH 3,2 (phosphate d'ammoniaque) à pH 8,7 (chaux, carbonate)

Prélèvements de 2008. *Paradelo et al. (Geoderma, 2013)*

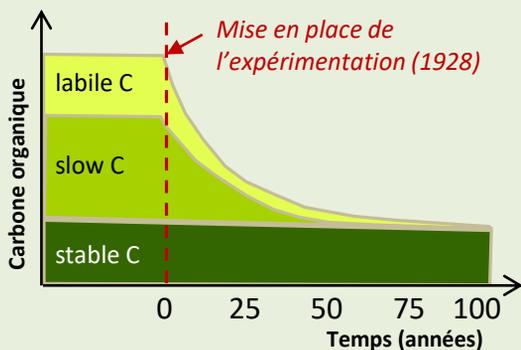
## complexe d'échange (CEC), t = 70 ans



- baisse de 50% dans les parcelles 'ammoniacales' ; le taux d'Al échangeable peut atteindre plus de 90%
- baisse de 40% dans les parcelles témoins, avec un taux d'Al échangeable > 25%
- peu de changements dans les parcelles basiques, mais forte augmentation dans les parcelles 'fumier'
- la baisse de la CEC s'explique par l'évolution des argiles (dissolution ou illitisation des smectites)

Prélèvements de 1999. *A. Pernes-Debuyser (Thèse, 2003)*

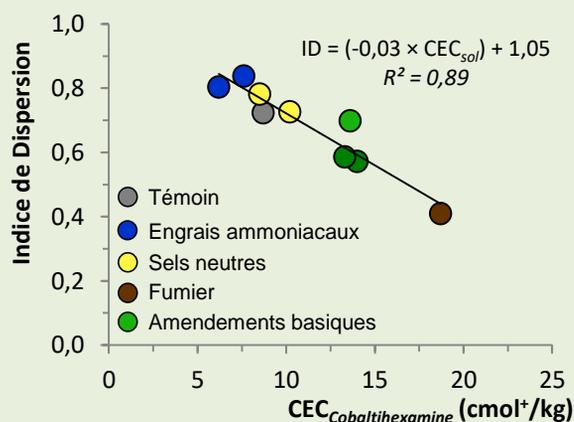
## matières organiques des sols, t = 80 ans



- baisse de la teneur en C organique (CO) dans toutes les parcelles (sauf fumier) : jusqu'à 65% du C original
- en l'absence d'apports organiques, le C du sol est essentiellement composé aujourd'hui de C 'stable', à turn-over long (décennies, siècles)
- en 2008, la minéralisation du CO est plus sensible à la température que dans les échantillons initiaux : le CO 'stable' est plus sensible au réchauffement climatique

*Barré et al. (Biogeosci, 2010), Lefèvre et al. (GCB, 2013).*

## propriétés physiques et structure, t = 70 ans

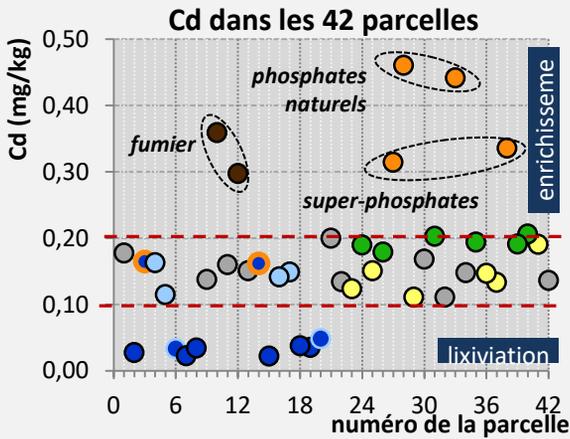


- indice de dispersion faible sous apports de fumier et basiques ('stables'), élevé sous engrais ammoniacaux : cause des états de surface contrastés après la pluie
- la CEC est un bon indicateur physicochimique de la différenciation physique (vitesse de réhumectation, hydrophobicité, dispersibilité, stabilité structurale)

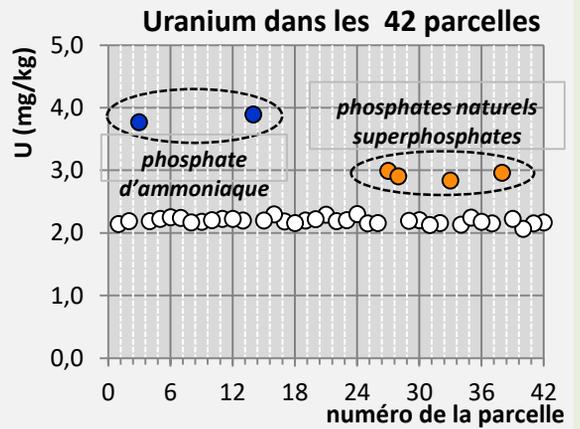
*Pernes-Debuyser & Tessier (EJSS, 2004).*

## Résultats marquants (2) : rôle d'enregistrement d'accumulations d'éléments polluants

### ➤ apports de micropolluants par fertilisations et amendements (t = 80 ans)

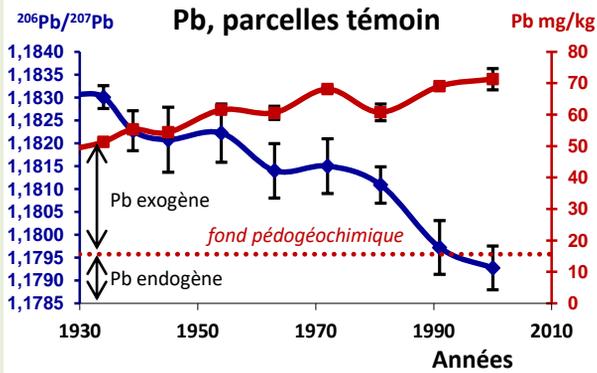


- enrichissement en cadmium (Cd) par les phosphates (orange, sauf sous  $\text{NH}_4\text{PO}_4$ ), et le fumier (marron)
- appauvrissement en Cd par rapport aux valeurs moyennes, sous engrais ammoniacaux (bleu foncé)
- enrichissement et appauvrissement par lixiviation se compensent dans les parcelles  $\text{NH}_4\text{PO}_4$  (bleu-orange)



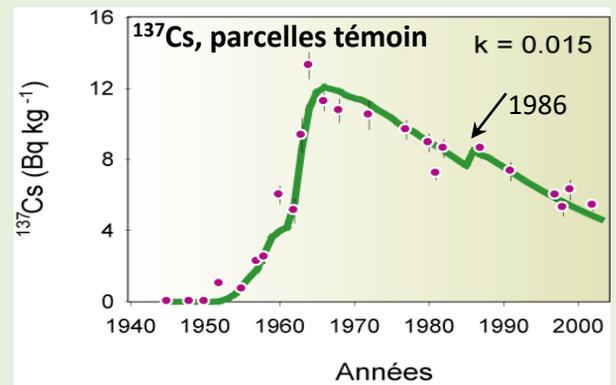
- apport de métaux traces liés à certains traitements : l'uranium (U) avec les engrais phosphatés...
- .... mais aussi de Cr et Mn dans les amendements de scories, de Zn et Cd avec les apports de fumier, ou de As (arsenic) par les fertilisations à base de phosphate et sulfate...

### ➤ Contaminations par retombées atmosphériques diffuses (t = 70 ans)



- la teneur en Pb (en rouge) augmente (49 → 71  $\text{mg kg}^{-1}$ , + 45% depuis 1929) par pollution diffuse
- le rapport isotopique  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  (en bleu) baisse, du à l'apport de plomb issu de combustion des carburants
- en 1929 déjà le Pb est majoritairement exogène (écart au fond pédogéochimique, 15,6  $\text{mg/kg}$ ), attribué à de l'activité industrielle et minière ancienne

Prélèvements de 2000, Semlali et al. (EST, 2004)



- mesures de l'activité en  $^{137}\text{Cs}$  dans les parcelles témoin (points rouges) et modélisées (courbe en vert 1,5 % de perte (k) de l'horizon L) : l'activité augmente dès 1950 (essais nucléaires dans le monde) et on enregistre l'accident de Tchernobyl en 1986...
- la mobilité du  $^{137}\text{Cs}$  (k) est plus forte sous apport de K, mais plus faible sous fumier et engrais  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

Prélèvements de 2000, Monna et al. (JENVRAD, 2009)

**Perspectives.** Les recherches sur la nature, la localisation et la stabilité du carbone organique sont poursuivies dans le cadre du réseau européen (CARBOSOIL). Le dispositif des 42 parcelles est le support de projets en cours d'élaborations, tels la modélisation sur le long terme de l'écodynamique des polluants et de la matière organique et les relations avec les communautés microbiennes associées (indicateurs fonctionnels et structurels).

Des campagnes d'analyses de l'ensemble des 42 parcelles ont été réalisées en 2014 et 2017. Elles ont permis la rédaction de plusieurs articles de synthèse entre 2016 et 2021.

Par ailleurs, la mise à disposition de quantités raisonnables d'échantillons de la collection historique pour des projets scientifiques est possible en adressant votre demande au responsable de l'essai ([folkert.van-oort@inrae.fr](mailto:folkert.van-oort@inrae.fr) ou [ecosys@inrae.fr](mailto:ecosys@inrae.fr)).

## • recherches sur les engrais et amendements

### a) engrais phosphatés

- **Barbier G, Marquis A.** 1944. Sur l'évolution des engrais phosphatés en sol nu et leur destin en sol cultivé. *Annales Agronomiques*, **14**:409–424.
- **Barbier G, Chabannes J, Miallet P.** 1946. Absorption des ions phosphoriques à la surface des colloïdes argileux par l'intermédiaire des alcalino-terreux. *Annales Agronomiques*, **16**:7–33.
- **Barbier G, Chabannes J, Marquis A.** 1948. Utilisation des engrais phosphatés par les plantes, après leur absorption dans le sol. *Plant and Soil*, **1**:11–17.
- **Barbier G, Chabannes J.** 1949. Sur le mécanisme de l'adsorption des phosphates par divers constituants des argiles des sols. *Annales Agronomiques*, **19**:343–379.
- **Trockmé S, Barbier G.** 1949. Sur la vitesse de décomposition dans le sol des scories de déphosphoration. *Annales Agronomiques*, **19**:261–270.
- **Demolon A, Boisshot P, Lajon J.** 1953. Réaction des divers sols à l'apport des engrais phosphatés solubles, son importance dans l'établissement des fumures. *Annales Agronomiques*, **23**:291–330.
- **Barbier G, Lesaint M, Tyszkiewicz E.** 1954. Recherches, au moyen d'isotopes, sur les phénomènes d'autodiffusion dans le sol, et sur l'alimentation des plantes. *Annales Agronomiques*, **24**:923–959.
- **Barbier G, Bilas J, Boniface R.** 1965. Contribution à l'étude de l'influence du pH sur la mobilité des ions phosphoriques du sol. *Annales Agronomiques*, **16**:603–6023.
- **Blanchet R.** 1959. Energie d'adsorption des ions par les colloïdes du sol et nutrition minérale des plantes. *Annales Agronomiques*, **29**:125–154.
- **Boniface R, Trocmé S.** 1988. Enseignements fournis par des essais de longue durée. Essais sur la fumure phosphatée. In : Gachon L (ed) Phosphore et potassium dans les relations sol-plante : conséquence sur la fertilisation. pp.279–402. INRA. Paris. ISBN 2 7380 0007 X.
- **Fardeau JC, Marini P.** 1971. Etude par échange isotopique de la transformation dans un sol sans végétation de divers engrais phosphatés après 35 applications annuelles. *Annales Agronomiques*, **22**:113–125.

### b) engrais potassiques, sodiques

- **Chaminade R.** 1936. La rétrogradation du potassium dans les sols. *Annales Agronomiques*, **6**:813–830.
- **Drouineau G.** 1936. Etude du comportement du sodium échangeable dans un sol de limon sans végétation. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Sol*, **2**:121–124.
- **Gouère P.** 1944. Evolution des engrais potassiques dans le sol, son influence sur leur utilisation par les plantes. *Annales Agronomiques*, **14**:425–433.
- **Barbier G, Chabannes J, Durroux M.** 1948. Retour spontané à l'état mobile, dans les sols, de la fraction dite rétrogradée des engrais phosphatés et potassiques. *Annales Agronomiques*, **18**:523–527.

### c) engrais azotés et matières organiques

- **Simon-Sylvestre G.** 1949. Evolution comparée du soufre, de l'azote et du carbone pendant 30 ans dans un sol maintenu sans végétation. *Agrochimica*, **9**:183–188.
- **Chaminade R.** 1971. Recherches sur la rétrogradation de l'ion ammonium. *Annales Agronomiques*, **22**:343–361.

## • impacts des apports d'engrais et d'amendements sur les propriétés des sols

- **Burgevin H, Hénin S.** 1939. Dix années d'expériences sur l'action des engrais sur la composition et les propriétés d'un sol de limon. *Annales Agronomiques*, **9**:771–799.
- **Chabannes J, Barbier G.** 1950. Observation sur le microdosage de l'aluminium : application à l'étude de l'alumine dite libre des sols. *Annales Agronomiques*, **20**:1–9.
- **Boiffin J, Sebillote M.** 1976. Climat, stabilité structurale et battance. Essai d'analyse d'un comportement du sol au champ. *Annales Agronomiques*, **27**:295–325.
- **Tauzin J, Juste C.** 1986. Effets de l'application à long terme de diverses matières fertilisantes sur l'enrichissement en métaux lourds de parcelles nues. *Rapport Ministère de l'Environnement* (Convention n° 4193), 76p.
- **Juste C, Tauzin J.** 1986. Evolution du contenu en métaux lourds d'un sol de limon maintenu en jachère nue après 56 années d'application continue de divers engrais et amendements. *C. R. à l'Académie d'Agriculture Française*, **72**:739–746.
- **Bresson LM, Boiffin J.** 1990. Morphological characterization of soil crust development stages on an experimental field. *Geoderma*, **47**:301–325.
- **Veneau G, Rousseau-Djabri MF, Robert M.** 1996. Suivi de l'évolution des sols à long terme (1929 – 1992) : Le dispositif des 42 parcelles de Versailles. Rapport Interne, Inra, Unité de Science du sol, Versailles, 112p.

# Publications 2000 – 2022

## • **impacts sur les propriétés physicochimiques**

- **Pernes-Debuysier A, Tessier D.** 2002. Influence de matières fertilisantes sur les propriétés des sols : cas des 42 parcelles de l'INRA à Versailles. *Etude et Gestion des Sols*, **9**:177–186.
- **Pernes-Debuysier A, Tessier D.** 2002. Influence du pH sur les propriétés des sols : l'essai de longue durée des 42 parcelles à Versailles. *Revue des Sciences de l'Eau*, **15**:27–39.
- **Pernes-Debuysier A.** 2003. *Différenciation des propriétés du sol par des apports d'engrais et d'amendements. Cas de l'essai de longue durée des 42 parcelles (Versailles)*. Thèse de l'Université de Bourgogne, 150p.
- **van Oort F, Proix N, Paradelo R, Delarue G, Breuil S, Baize D, Richard A.** 2016. Dernières nouvelles de 42 vieilles parcelles. Indicateurs d'évolutions pédologiques infra-centennaires en NÉOLUVISOL de loess nu, sous contrainte d'applications continues de matières fertilisantes. *Etude et Gestion des Sols*, **23**:143-162.
- **van Oort F.** 2018. *Cinétique Centenaire d'Évolution de Propriétés de Sols de Læss appauvris en matières organiques. Etat des lieux de 85 ans d'expérimentation d'impacts de fertilisation sur les sols de limon dans le dispositif des 42 parcelles à l'Inra de Versailles (1929-2014)*. Rapport final, convention INRA-ADEME n°14-60-C0064. 150p. [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)
- **Julien JL, Tessier D.** 2021. Rôles du pH, de la CEC effective et des cations échangeables sur la stabilité structurale et l'affinité pour l'eau du sol. *Etude et Gestion des Sols*, **28**:159-179.
- **van Oort F, Paradelo R, Baize D, Chenu C, Delarue G, Guérin A, Proix N.** 2022. Can long-term fertilization accelerate pedogenesis? Depicting soil processes boosted by annual NPK-inputs since 1928 on bare loess Luvisol (INRAE-Versailles) . *Geoderma*, 416, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115808>

## • **effets sur l'évolution des propriétés physiques et la minéralogie**

- **Pernes-Debuysier A, Pernes M, Velde B, Tessier D.** 2003. Soil mineralogy evolution in the INRA 42 plots experiment (Versailles, France). *Clays and Clay Minerals*, **51**:578–585.
- **Pernes-Debuysier A, Tessier D.** 2004. Soil physical properties affected by long-term fertilization. *European Journal of Soil Science*, **55**:505–512.
- **Chaplain V, Défossez P, Delarue G, Roger-Estrade J, Dexter AR, Richard G, Tessier D.** 2011. Impact of lime and mineral fertilizers on mechanical strength for various soil pHs. *Geoderma*, **167-168**:360–368.
- **Paradelo R, van Oort F, Chenu C.** 2013. Water dispersible clay in bare fallow soils after 80 years of continuous fertilizers addition. *Geoderma*, **200-201**:40–44.
- **Paradelo R, van Oort F, Barré P, Chenu C.** 2016. Soil organic matter stabilization at the pluri-decadal scale: Insight from bare fallow soils with contrasting physicochemical properties and macrostructures. *Geoderma*, **275**:48-54.

## • **évolution des matières organiques : quantité, nature, localisation et stabilité**

- **Balabane M, Plante AF.** 2004. Aggregation and carbon storage in silty soil using physical fractionation techniques. *European Journal of Soil Science*, **55**:415–427.
- **Bol R, Ostle NJ, Chenu C, Petzke KJ, Werner RA, Balesdent J.** 2004. Long term changes in the distribution and  $\delta^{15}\text{N}$  values of individual soil amino acids in the absence of plant and fertilizers inputs. *Isotopes Environ. Health Stud.*, **40**:243–256.
- **Plante AF, Chenu C, Balabane M, Mariotti A, Righi D.** 2004. Peroxide oxidation of clay-associated organic matter in a cultivation chronosequence. *European Journal of Soil Science*, **55**:471–478.
- **Plante AF, Pernes M, Chenu C.** 2005. Changes in clay-associated organic matter quality in a C depletion sequence as measured by differential thermal analyses. *Geoderma*, **129**:186–199.
- **Bol R, Ostle NJ, Petzke KJ, Chenu C, Balesdent J.** 2008. Amino acid  $^{15}\text{N}$  in long-term bare fallow soils: influence of annual N fertilizer and manure applications. *European Journal of Soil Science*, **59**:617–629.
- **Barré P, Eglin T, Christensen BT, Ciais P, Houot S, Kätterer T, van Oort F, Peylin P, Poulton PR, Romanenkov V, Chenu C.** 2010. Quantifying and isolating stable carbon using long-term bare fallow experiments. *Biogeosciences*, **7**:3839–3850.
- **Guenet B, Leloup J, Raynaud X, Bardoux G, Abbadie L.** 2010. Negative priming effect on mineralization in a soil free of vegetation for 80 years. *European Journal of Soil Science*, **61**:384–391.
- **Guenet B, Juarez S, Bardoux G, Pouteau V, Cheviron N, Marraud C, Abbadie L, Chenu C.** 2011. Metabolic capacities of microorganisms from a long-term bare fallow. *Applied Soil Ecology*, **51**:87-93.
- **Guenet B, Juarez S, Bardoux G, Abbadie L, Chenu C.** 2012. Evidence that stable C is as vulnerable to priming effects as is more labile C in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, **52**:43-48.
- **Lutfalla S, Chenu C, Barré P.** 2013. Are chemical oxidation methods relevant to isolate a stable pool of centennial carbon? Using soils from a long term bare fallow to answer this question. *Biogeochemistry*, DOI: 10.1007/s10533-013-9910-9
- **Lefèvre R, Barré P, Moyano FE, Christensen BT, Bardoux G, Eglin T, Girardin C, Houot S, Kätterer T, van Oort F, Chenu C.** 2014. Higher temperature sensitivity for stable than for labile soil organic carbon - Evidence from incubations of long-term bare fallow soils. *Global Change Biology*, **20**:633–640.

- **Menichetti L, Houot S, van Oort F, Kätterer T, Christensen BT, Chenu C, Barré P, Vasilyeva N, Ekblad A.** 2015. Increase in soil stable carbon isotope ratio relates to loss of organic carbon: results from five long-term bare fallow experiments. *Oecologia*, **177**:811-821.
- **Barré P, Plante AF, Cécillon L, Lutfalla S, Baudin F, Bernard S, Christensen BT, Fernandez JM, Houot S, Kätterer T, Le Guillou C, Macdonald A, van Oort F, Chenu C.** 2016. The energetic and chemical signatures of persistent soil organic matter. *Biogeochemistry*, **130**: 1-12.
- **Lutfalla S, Abiven S, Barré P, Wiedemeier DB, Christensen BT, Houot S, Kätterer T, MacDonald A, van Oort F, Chenu C.** 2017. Pyrogenic carbon lacks long-term persistence in temperate arable soils. *Frontiers in Earth Science*, **5**: 1-10.
- **Cécillon L, Baudin F, Chenu C, Christensen BT, Houot S, Kätterer T, Lutfalla S, Macdonald A, van Oort F, Plante AF, Savignac F, Soucémariadin LN, Barré P.** 2018. A model based on Rock-Eval thermal analysis to quantify the size of the centennially persistent organic carbon pool in temperate soils. *Biogeosciences*, **15**:2835-2849.
- **Barré P, Quénéa K, Vidal A, Cécillon L, Christensen BT, Kätterer T, Macdonald A, Petit L, Plante AF, van Oort F, Chenu C.** 2018. Microbial and plant-derived compounds both contribute to persistent soil organic carbon in temperate soils. *Biogeochemistry*, **14**:81–92.
- **Cisse O, van Oort F, Chenu C, Essi M, Staunton S.** 2021. Is the operationally defined fraction of soil organic matter “GRSP” (glomalin related soil protein), stable in soils? Evidence from trends in long-term bare fallow soil. *European Journal of Soil Science*, **72** :1101-1112.
- **Cécillon L, Baudin F, Chenu C, Christensen BT, Franko U, Houot S, Kanari E, Kätterer T, Macdonald A, Merbach I, van Oort F, Poeplau C, Quezada JC, Savignac F, Soucémariadin LN, Barré P.** 2021. Partitioning soil organic carbon into its centennially active and stable fractions with statistical models based on Rock-Eval® thermal analysis (PARTY<sub>SOC</sub>v2.0 and PARTY<sub>SOC</sub>v2.0<sub>EU</sub>). *Geoscientific Model Development*, **14**:3879-3898.
  - **effets sur la microfaune**
- **Pelosi C, Boros G, van Oort F, Schmidt O.** 2020. Soil Oligochaeta communities after 9 decades of continuous fertilization in a bare fallow experiment. *Soil Organisms*, **91**:129-141.
  - **accumulation et devenir de micropolluants minéraux et organiques**
- **Semlali RM, Dessogne JB, Monna F, Bolte J, Azimi S, Denaix L, Loubet M, van Oort F.** 2004. Modeling lead input and output in soils by using lead isotopic geochemistry. *Environmental Science & Technology*, **38**:1513–1521.
- **Chaplain V, Brault A, Tessier D, Défossez P.** 2008. Soil hydrophobicity: a contribution of diuron sorption experiments. *European Journal of Soil Science*, **59**:1202–1208.
- **Monna F, van Oort F, Hubert P, Dominik J, Bolte J, Loizeau JL, Labanowski J, Lamri J, Petit C, Le Roux G, Château C.** 2009. Modelling of <sup>137</sup>Cs migration in soils using an 80-years soil archive. Role of fertilizers and agricultural amendments. *Journal of Environmental Radioactivity*, **100**:9–16.
- **Mamy L, Vrignaud P, Cheviron N, Perreau F, Belkacem M, Brault A, Breuil S, Delarue G, Pétraud JP, Touton I, Mougin C, Chaplain V.** 2011. No evidence for the effect of soil compaction on the degradation and impact of isoproturon. *Environmental Chemistry Letters*, **9**:145–150.
- **van Oort F, Proix N, Paradelo R, Breuil S, Delarue G, Trouvé A, Baize D, Monna F, Richard A.** 2016. Dernières nouvelles de 42 vieilles parcelles. Etats et bilans géochimiques dans l’horizon de surface d’un NÉOLUVISOL de loess nu avec ou sans apports de matières fertilisantes depuis 1928. *Étude et Gestion des Sols*, **23**:143-162.
- **van Oort F, Paradelo R, Proix N, Breuil S, Delarue G, Trouvé A, Baize D, Monna F, Richard A.** 2017. Arsenic et Vieilles Parcelles. Etats et bilans géochimiques dans l’horizon de surface d’un NÉOLUVISOL de loess nu, avec ou sans apports de matières fertilisantes depuis 1928. *Étude et Gestion des Sols*. **24**:99-126.
- **van Oort F, Paradelo R, Proix N, Baize D, Breuil S, Foy E, Guérin A, Monna F.** 2020. En direct de l’essai patrimonial des 42 parcelles de l’INRA de Versailles : les impacts de fertilisations centenaires en profondeur du Néoluvisol de loess. *Etude et Gestion des sols*, **27**:163-187.
- **van Oort F, Paradelo R, Monna F, Chenu C, Guérin A, Breuil S, Delarue G, Thoisy JC, Proix N.** 2020. La collection historique d’échantillons de l’essai patrimonial dit des 42 parcelles d’INRAE à Versailles : une machine à remonter le temps... *Etude et Gestion des sols*, **27**:321-350.