



English version
Annuaire
Plan du site

Dr. Marie-France Dignac

Laboratoire "Biogéochimie et écologie des milieux continentaux"
Site du Centre INRA Versailles-Grignon
Bâtiment Eger
78850 Thivernal-Grignon

dignac@grignon.inra.fr
Tél. : 01.30.81.52.81
Fax : 01.30.81.54.97

- Equipe de recherche
- Mots-clés
- Thèmes de recherche
- Enseignement
- Collaborations
- CV
- Publications

Equipe de recherche



Dynamique, processus de stabilisation et rôles environnementaux des matières organiques des sols

Mots-clés



Matières organiques, isotopes stables, analyse moléculaire, sols, composts, lignines

Thèmes de recherche



Mes recherches s'attachent à **caractériser au niveau moléculaire** les MO complexes des sols pour :

- 1) **décrire les mécanismes** et les vitesses de biodégradation et de stabilisation des structures végétales complexes dans les sols,
- 2) **évaluer l'impact** du recyclage en agriculture de la matière organique des déchets compostés, et
- 3) **comprendre la formation de résidus** non-extractibles de polluants organiques dans les sols.

Pour ces études, nous utilisons l'isotope stable du carbone (^{13}C), soit en abondance naturelle (sur des sites de succession de végétation C3/C4), soit par traçage de molécules artificiellement marquées.

Nous étudions la dynamique moléculaire *in situ* des MOS **en couplant analyse moléculaire et isotopique** ^{13}C . La différence de rapport isotopique des plantes à cycle photosynthétique C3 ($d^{13}\text{C}=-27\text{‰}$) et C4 (-12‰) permet un marquage naturel des MOS sur des sites de succession de végétation C3/C4. Cette méthode est particulièrement adaptée au suivi de la dynamique des MOS (Balesdent et al., 1987 ; Balesdent et Mariotti, 1996). Les techniques récentes de couplage de la chromatographie en phase gazeuse et de la spectrométrie de masse à rapport isotopique via une interface de combustion (GC/C-IRMS) permettent maintenant de mesurer le rapport isotopique de composés spécifiques (Hayes et al., 1990), et la technique de **marquage isotopique naturel** peut être utilisée pour suivre le temps de résidence dans les sols de **molécules séparées** (Lichtfouse et al., 1994 ; Gleixner et al., 1999).

Nous étudions en particulier la dynamique des lignines, macromolécules végétales qui se dégradent plus lentement que d'autres constituants des végétaux tels que les protéines et les polysaccharides et pourraient contribuer aux MOS stables. Pour comprendre la **dynamique des lignines** dans les sols,

nous comparons les temps de renouvellement moléculaire des monomères constitutifs des lignines à celui des MOS.

Nous avons couplé l'analyse des lignines par dégradation chimique, classiquement utilisée pour les sols, à la mesure des teneurs en ^{13}C des monomères caractéristiques et vérifié la validité de cette méthode sur des échantillons de sols et de plantes (Dignac et al., 2005, Geoderma). En utilisant cette méthode, nous avons pu estimer le **taux de renouvellement de chaque monomère phénolique** dans le sol. Ces taux variaient avec le monomère considéré mais tous avaient des vitesses d'incorporation plus rapides que ce du carbone organique total du sol. Les lignines du sol se renouvellent donc plus vite que la MO totale du sol (Barhi et al., soumis).

Le deuxième volet de mes recherches concerne l'étude de **la nature chimique des MO des composts** en relation avec **leurs propriétés plus globales** mesurées sur les sites de compostage ou en laboratoire, pour mieux comprendre et anticiper les effets de l'utilisation des composts comme amendement organique sur les sols agricoles.

En analysant par pyrolyse des composts sur lesquels des études de stabilité des MO avaient été réalisées, nous avons pu proposer des **indicateurs chimiques de maturité** (abondances relatives de produits de pyrolyse spécifiques de structures organiques plus ou moins labiles) et suivre leur évolution au cours du compostage (Dignac et al., 2005, Organic Geochemistry). Tout en répondant à des questions appliquées sur les composts grâce à la pyrolyse, nous travaillons à l'optimisation de cette méthode, en appréciant en particulier l'influence des **conditions chromatographiques**. Nous avons montré qu'il est très important d'adapter les conditions d'analyse aux produits étudiés (Dignac et al. 2005, in press JAAP).

Enfin, dans un troisième volet de mes activités de recherche j'étudie le rôle des MOS dans la formation de **résidus non extractibles** de micropolluants organiques. Pour connaître l'échelle de temps de la stabilisation de ces

reactivités dans le sol contrastées, sont en particulier étudiés : certains pesticides comme l'atrazine peuvent former des quantités importantes de résidus non extractibles, essentiellement liés aux MOS par des liaisons covalentes, mais ne sont pas incorporés dans la biomasse microbienne ; au contraire, les atomes de carbone du 2,4-D sont utilisés par les microorganismes et ce pesticide peut être stabilisé par voie biologique. En **combinant analyse moléculaire et traçage isotopique** au ^{13}C , nous avons pu étudier les résidus non extractibles formés en incubant des sols avec de la ^{13}C -atrazine. La **pyrolyse était une méthode de choix** pour repérer les molécules enrichies en ^{13}C qui proviennent de l'atrazine marquée. Les fractions granulométriques du sol incubé contenaient plusieurs molécules enrichies, différentes d'une fraction à l'autre (Dignac et al., 2003).

Pour acquérir des informations sur les mécanismes de stabilisation biologique des micropolluants organiques, nous couplons l'analyse de biomarqueurs microbiens caractéristiques de l'activité de la microflore des sols au suivi de l'incorporation du ^{13}C d'un micropolluant organique. Les résultats préliminaires sur le 2,4-D montrent que, en culture pure, les bactéries adaptées à la dégradation du 2,4-D (*Ralstonia Eutropha*) continuent à minéraliser ce pesticide, même en présence d'une source de carbone plus facilement assimilable, le glucose. Par ailleurs, l'analyse isotopique des lipides totaux des bactéries montre qu'elles utilisent pour leur synthèse cellulaire, les atomes de carbone de ce pesticide même en présence de glucose.

Enseignement

- Evolution et décomposition de la litière ;
- Caractérisation et stabilisation des matières organiques des sols ;
- Les méthodes de caractérisation des matières organiques complexes (TD)

Collaborations

- UMR Environnement et Grandes Cultures (EGC) Thiverval Grignon
- Unité d'agronomie de l'INRA de Laon-Reims-Mons
- Département de Science du Sol de l'Université de Munich, Allemagne
- Institut de Géologie de l'Université de Cologne, Allemagne

Publications

Dignac M.-F., Urbain V., Rybacki D., Bruchet A., Snidaro D., Scribe P. (1998). Chemical description of extracellular polymers: implication on activated sludge floc structure. *Water Science and Technology* **38**(8-9), 45-53.

Dignac M.-F., Ginestet P., Rybacki D., Bruchet A., Urbain V., Scribe P. (2000). Fate of organic pollution during wastewater biological treatment: nature of residual organic matter. *Water Research*, **34**(17), 4185-4194.



Dignac M.-F., Derenne S., Ginestet P., Bruchet A., Knicker H., Largeau C. (2000). Determination of structure and origin of refractory organic matter in bio-epurated wastewater via spectroscopic methods. Comparison of conventional and ozonation treatments. *Environmental Science and Technology* **34**(16), 3389-3394.

Dignac M.-F., Ginestet P., Bruchet A., Audic J.-M., Derenne S., Largeau C. (2001). Changes in the organic composition of wastewater during biological treatment as studied by NMR and IR spectroscopies. *Water Science and Technology*, **43**(2), 51-58.



Dignac M.-F., Knicker H. and Kögel-Knabner I. (2002). Effect of N content and soil texture on the decomposition of organic matter in forest soils as revealed by solid-state CPMAS NMR spectroscopy. *Organic Geochemistry*, **33**(12), 1715-1726.

Dignac M.-F., Kögel-Knabner I., Michel K., Matzner E. and Knicker H. (2002). Chemistry of soil organic matter as related to C/N in Norway spruce forest (*Picea abies* (L.) Karst.) floors and mineral soils. *Journal of plant nutrition and soil science*, **165**(3), 281-289.



Zegouagh Y., Derenne S., Dignac M.-F., Barriuso E., Mariotti A., Largeau C. (2004). Demineralisation of a crop soil by mild hydrofluoric acid treatment. Influence on organic matter composition and pyrolysis. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, **71**, 119-135.



Rumpel C., Seraphin A., Dignac M.-F., Michaelis W., Eusterhues K., Kögel-Knabner I. (2004). Effect of base hydrolysis on the chemical composition of organic matter of an acid forest soil. *Organic Geochemistry*, **36**, 239-249.

Michel K., Matzner E., Dignac M.-F., Kögel-Knabner I. (2005). Properties of dissolved organic matter related to soil organic matter quality and nitrogen additions. *Geoderma* (sous presse).



Dignac M.-F., Bahri H., Rumpel C., Rasse D.P., Bardoux G., Balesdent J., Girardin C., Chenu C., Mariotti A. (2005). Carbon-13 natural abundance as a tool to study the dynamics of lignin monomers in soil: an appraisal at the Closeaux experimental field (France). *Geoderma*, **128**, 3-17.



Rasse D.P., Rumpel C., Dignac M.-F. (2005). Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms and implications. *Plant and soil*, **269**, 341-356.



Dignac M.-F., Houot S., Francou C., Derenne S. (2005). Pyrolytic study of compost and waste organic matter. *Organic Geochemistry*, **36**, 1054-1071.



Dignac M.-F., Houot S., Derenne S. (2005). How the polarity of the separation column may influence the characterization of compost organic matter by pyrolysis-GC/MS. *Journal of Analytical and Applied pyrolysis* (sous presse).

Rumpel C., Dignac M.-F. Gas chromatographic analysis of non-cellulosic neutral polysaccharides in soil by an improved alditol acetate method. *Soumis à Soil Biology and Biochemistry*.

Dignac M.-F., Rumpel C. Evidence from CuO oxidation of the relative distributions of lignin-derived phenol mono- and dimers and cutin and suberin-derived hydroxyalkanoic acids in a cultivated soil and aboveground maize tissues. *Soumis à Soil Biology and Biochemistry*.

Parnaudeau V., Dignac M.-F. The organic matter composition of various wastewater sludges and their neutral detergent fractions as revealed by pyrolysis-GC/MS. *Soumis à Journal of Analytical and Applied pyrolysis*.

Bahri H., Dignac M.-F., Rumpel C., Rasse D., Chenu C. 2005. Lignin turnover kinetics in an agricultural soil is monomer specific. *Soumis à Soil Biology and Biochemistry*.



Dignac M.-F., Zegouagh Y., Loiseau L., Bardoux G., Barriuso E., Largeau C., Derenne S., Mariotti A. (2003). Pyrolytic study of the non-extractable residues of ^{13}C -atrazine in soil size fractions and soil humin. In: *Humic Substances: Nature's Most Versatile Materials* (Ghabbour E., Davies G., eds), Taylor & Francis Inc., New York, pp 161-172.

C. Publications dans des actes de congrès avec comité de lecture

Dignac M.-F., Rybacki D., Bruchet A., Urbain V., Ginestet P., Scribe P. (1998). Chemical changes in the composition of organic matter during biological treatment of wastewater by activated sludge. In: *Understanding and managing organic matter in soils, sediments and waters* (R.S. Swift, K.M. Spark, eds) Proceedings of *IHSS-9 International Conference, 21-25 Sept 1998, Adelaide*, pp 445-451.

Dignac M.-F., Francou C., Poitrenaud M., Derenne S., Houot S. (2004). Pyrolysis-GC/MS of organic matter in composted and fresh wastes as a tool to evaluate compost composition and stability. *Humic substances and soil and water environment: proceedings 12th International Meeting of IHSS, 25-30 July 2004, São Pedro, São Paulo, Brazil* (Martin-Neto L. et al., eds), *International Humic substances society*, pp 522-524.

D. Communications orales dans des conférences internationales

Dignac M.-F., Urbain V., Rybacki D., Bruchet A., Snidaro D., Scribe P. (1998). Chemical description of extracellular polymers: implication on activated sludge floc structure. *IAWQ 19th Biennial International Conference, 21-26 June 98, Vancouver*, pp 39-46.

Dignac M.-F., Rybacki D., Bruchet A., Urbain V., Ginestet P., Scribe P. (1998). Chemical changes in the composition of organic matter during biological treatment of wastewater by activated sludge, *Understanding and managing organic matter in soils, sediments and waters: proceedings of the 9th International Conference of IHSS, 21-25 Septembre 1998, Adelaide*, pp 445-451.

Dignac M.-F., Ginestet P., Bruchet A., Audic J.-M., Derenne S., Largeau C. (2000). Changes in the organic composition of wastewater during biological treatment as studied by NMR and IR spectroscopies. *IWA 1st International Conference, 3-7 July 2000, Paris*.

Dignac M.-F., Ginestet P., Bruchet A., Derenne S., Largeau C. (2000). Spectroscopic characterization of macromolecular organic matter in wastewater and treated water, *IHSS-10 International Conference, 24-29 July 2000, Toulouse*, pp 1087-1091.

Dignac M.-F., Matzner E., Michel K., Knicker H. and Kögel-Knabner I. (2001). Chemical and spectroscopic study of the biodegradation of lignin in forest soils affected by nitrogen deposition. *221st National Meeting of the American Chemical Society, 1-5 April 2001, San Diego, CA*.

Dignac M.-F., Knicker H. and Kögel-Knabner I. (2003). Contrasting effect of N content and soil texture on organic matter composition in forest soils as studied via ^{13}C and ^{15}N NMR spectroscopy. *225th National Meeting of the American Chemical Society, 23-27 March 2003, New Orleans, LA*.

Dignac M.-F., Bahri H., Rumpel C., Rasse D.P., Bardoux G., Girardin C., Mariotti A., Chenu C. (2003). Dynamics of lignin monomers in an agricultural soil. *International Conference on mechanisms and regulation of organic matter stabilisation in soils, October 5-8, 2003, Munich, Germany*, p 20.

Dignac M.-F., Houot S., Derenne S. (2004). Influence of chromatographic conditions on the pyrolysis/GC/MS characterization of compost organic matter. *16th International symposium on analytical and applied pyrolysis, 23-27 May 2004, Alicante, Spain*, p 74.

Dignac M.-F., Houot S., Poitrenaud M., Derenne S. (2005). Assessment of compost organic matter changes upon composting, a pyrolysis-GC/MS study combining various chromatographic conditions. *European Geosciences Union (EGU), 24 - 29 April 2005, Vienna, Austria*.

Dignac M.-F., Bahri H., Rumpel C., Rasse D.P., Bardoux G., Mariotti A., Chenu C. (2005). Lignin monomers display contrasted and specific turnover rates in a cultivated soil. *22th IMOG Conference, 12-16 September 2005, Seville, Spain*.

Dignac M.-F., Rumpel C. (2005). Combining spectroscopic, molecular and isotopic techniques to study organic matter cycling and plant derived material turnover in soils. *ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings, Salt Lake City, UT - 6-10 November 2005 (conférence invitée)*.

Dignac M.-F., Knicker H., Michel K., Matzner E. and Kögel-Knabner I. (2001). Chemical and spectroscopic study of the biodegradation of lignin in forest soils affected by nitrogen deposition. *20th IMO Conference, 10-14 September 2001, Nancy*, p 75-76.

Dignac M.-F., Francou C., Le Villio M., Houot S., Knicker H. (2002). Effect of composting process and duration on the chemical structure of composts organic matter as studied by solid-state ¹³C CPMAS NMR and PSRE. *IHSS-11 International Conference, 21-26 July 2002, Boston*, p351-353.

Dignac M.-F., Zegouagh Y., Loiseau L., Bardoux G., Barriuso E., Largeau C., Derenne S., Mariotti A. (2002). Pyrolytic study of the non-extractable residues of ¹³C-atrazine in soil size fractions and soil humin. *IHSS-11 International Conference, 21-26 July 2002, Boston*, p 140-142.

Dignac M.-F., Francou C., Le Villio M., Derenne S., Houot S. (2003). Pyrolytic study of the organic matter composition in composts from industrial piles treating different wastes. *21th IMO Conference, 8-12 September 2003, Krakow*, p382-383.

Rumpel C., Dignac M.-F., Gonzalez-Vila F., Kögel-Knabner I. (2004). Pyrolytic characterization of organic matter in subsoil horizons under forest. *16th International symposium on analytical and applied pyrolysis, 23-27 May 2004, Alicante, Spain*, p128.

Dignac M.-F., Francou C., Poitrenaud M., Derenne S., Houot S. (2004). Pyrolysis-GC/MS of organic matter in composted and fresh wastes as a tool to evaluate compost composition and stability. *Humic substances and soil and water environment: proceedings 12th International Meeting of IHSS, 25-30 July 2004, São Pedro, São Paulo, Brazil (Martin-Neto L. et al., eds), International Humic substances society*, p 522-524.

Dignac M.-F., Bahri H., Rumpel C., Rasse D.P., Bardoux G., Chenu C., Mariotti A. (2004). Carbon-13 natural abundance in lignin phenols as a tool to follow lignin dynamics in soils from a wheat-maize transition experiment. *Joint European Stable Isotope Users group Meeting (Jesium), 30th August - 3rd September, 2004, Vienna, Austria*.

Bahri H., Dignac M.-F., 1, Rumpel C., Rasse D.P., Bardoux G., Chenu C., Mariotti A. (2004). Lignin turnover in soil as measured by ¹³C natural abundance. *Eurosoil 2004, September 4-12, 2004, Freiburg, Allemagne*.

Lerch T., Dignac M.-F., Charnay M.-P., Barriuso E. (2004). Influence of soil bacteria on retention of 2,4-D in soils as studied by ¹³C labeling technique and molecular biomarkers analysis. *Eurosoil 2004, September 4-12, 2004, Freiburg, Allemagne*.

Michel K., Matzner E., Dignac M.-F., Kögel-Knabner I. (2004). Properties of dissolved organic matter related to soil organic matter quality and nitrogen additions. *Eurosoil 2004, September 4-12, 2004, Freiburg, Allemagne*.

Dignac M.-F., Andrades M., Houot S., Barriuso E. (2004). Differences in the chemical composition of colloidal organic matter from various municipal solid waste composts as studied by pyrolysis/GC/MS. *Ramiran 2004, 11th International Conference of the FAO SCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture, October 6-9, 2004, Murcia, Spain*.

Dignac M.-F., Bahri H., Rumpel C., Rasse D.P., Chenu C., Mariotti A. (2005). Contrasted turnover rates of lignin monomers in a cultivated soil suggest specific protection mechanisms. *The Second Conference on Mechanisms of Soil Organic Matter Stabilization, October 9-13, Asilomar Conference Center Monterey, California*.

F. Communications dans des colloques nationaux

Irace S., Dignac M.-F., Antoszewski J., Scribe P., Gadel F. (1996). Les techniques de séparation des colloïdes par ultrafiltration et les interactions matière organique-pesticides : limites et développement. *Actes du séminaire GIP Hydrosystème, Nancy 22-23 Mai 1996 (oral)*.

Dignac M.-F., Ginestet P., Bruchet A., Scribe P., Derenne S., Largeau C. (1999). Devenir des matières organiques des eaux usées au cours du traitement par boues activées : nature des matières organiques résiduelles. Colloque "Natures et fonctions des matières organiques dans l'environnement", *IHSS-France, 2-3 Juin 1999, Versailles, France (oral)*.

Michel K., Dignac M.-F., Kögel-Knabner I., Matzner E. (2001). Stickstoff als Faktor der Humusstabilität in Waldböden, *Jahrestagung der DBG 2001, Wien, 1-9 Sept 2001 (oral)*.

Bahri H., Dignac M.-F., Rumpel C., Rasse D., Bardoux G., Girardin C., Chenu C., Mariotti A. (2003). Dynamique des lignines dans un sol agricole : étude d'une

Parnaudeau V., Dignac M.-F. (2004). Mise en évidence de différences de composition chimique de plusieurs boues d'épuration par la Pyrolyse-CG/SM. *IHSS-France, Octobre 2004, Reims, France (poster)*.

Dignac M.-F., Rumpel C., Rasse D.P., Patapie A., Mariotti A. (2004). Distribution relative des lignines et des cutines et subérines dans des plantes (maïs et blé) et dans un sol cultivé. *Journées Nationales d'Etude des Sols, 26-28 Octobre 2004, Bordeaux (poster)*.

Bahri H., Dignac M.-F., Rumpel C., Rasse D., Bardoux G., Girardin C., Chenu C., Mariotti A. (2004). Etude du renouvellement des monomères phénoliques de la lignine du sol par une analyse isotopique au ^{13}C en abondance naturelle. *Journées Nationales d'Etude des Sols, 26-28 Octobre 2004, Bordeaux (oral)*.

Lerch T., Dignac M.-F., Charnay M.-P., Barriuso E. (2004). Etude de la biodégradation du 2,4-D dans les sols: recherche de biomarqueurs spécifiques de l'activité microbienne par traçage au ^{13}C . *Journées Nationales d'Etude des Sols, 26-28 Octobre 2004, Bordeaux (oral)*.

Rasse D.P., Péchot N., Girardin C., Pouteau V., Rumpel C., Dignac M.-F., Chenu C. et Mariotti A. (2004). Accumulation de carbone organique dans un sol limoneux suivant la profondeur et le nombre d'années de maïs après blé, *Journées Nationales d'Etude des Sols, 26-28 Octobre 2004, Bordeaux (oral)*.

Barriuso E., Benoit P. et Dignac M.-F. (2004). Rôle des résidus liés dans le devenir des produits xénobiotiques. *Académie d'agriculture, Séance du 24/11/2004 (oral)*.

[G. Autres : rapports diplômants, articles de vulgarisation](#)

Dignac M.-F. (1995). Interaction des pesticides avec la matière organique colloïdale des eaux fluviales. Mémoire de DEA, Université Paris VI.

Dignac M.-F. (1998). Caractérisation chimique de la matière organique au cours du traitement des eaux usées par boues activées. Thèse de doctorat, Université Paris VI.

Houot S., Francou C., Vergé-Leviel C., Michelin J., Bourgeois S., Linères M., Morel P., Parnaudeau V., Le Bissonnais Y., Dignac M.-F., Dumat C., Cheiab A., Poitrenaud M. (2004). Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine : variation avec la nature du compost. In: *Agriculture et épandage de déchets urbains et agro-industriels (AGREDE)* (M. Tercé, ed), Dossier de l'Environnement de l'INRA n°25, pp 107-124.

Barriuso E., Benoit P. et Dignac M.-F. (2004). Rôle des résidus liés dans le devenir des produits xénobiotiques. *Académie d'agriculture, Séance du 24/11/2004*.

[Imprimer la page](#)

