

Editorial

Le Protocole de Kyoto nous fait obligation de limiter nos émissions de gaz contribuant au changement climatique. Le dioxyde de carbone (CO₂) est proportionnellement le plus important de ces gaz. Les variations de stockage de matière organique dans les sols peuvent en faire des sources ou des puits de CO₂ vis-à-vis de l'atmosphère.

Trois ans après l'expertise collective sur le stockage du carbone dans les sols, réalisée par l'INRA pour le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, cette lettre resitue le changement climatique au cœur des problématiques du Gis Sol. Les bases de données sur les sols et leurs usages permettent de régionaliser les stocks de carbone du sol, de mettre en évidence un facteur explicatif lié au type d'usage du sol et de situer des capacités de stockage et de régulation additionnelles. Ces bases de données permettent également une régionalisation des émissions par les sols d'un autre gaz à effet de serre, le protoxyde d'azote (N₂O).

Les méthodes d'étude de la matière organique, concernant notamment sa durée de vie et sa réactivité, s'améliorent et font l'objet de propositions de normalisation. Au-delà de ces aspects, de nombreux autres enjeux associés à l'accroissement du stock de matière organique ont été soulignés dans le rapport " Matière organique et Biodiversité ", élaboré dans le cadre de la Stratégie Thématique pour la protection des Sols, et publié par la Commission Européenne en lien avec la préparation d'une Directive Cadre sur les Sols.

A-B Delmas - Chargé de Mission " Sols " - Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable - andre-bernard.delmas@ecologie.gouv.fr

Les sols et le changement climatique

Les sols peuvent constituer des puits ou des sources de gaz à effet de serre, dont il est essentiel de connaître le fonctionnement afin d'en tirer avantage dans la résolution des problèmes posés par le changement climatique.

L'hypothèse d'un changement climatique, induit par l'augmentation de la concentration atmosphérique en gaz à "effet de serre" (GES), fait l'objet d'un consensus de plus en plus général. Cette augmentation est due principalement à la combustion de carbone fossile, la déforestation et l'agriculture. Le protocole de Kyoto vise à réguler ces émissions de GES au plan international. Dans ce cadre, la France s'est engagée à maintenir ses émissions au niveau de l'année 1990 pendant la période 2008-2012, dite "période d'engagement".

Les sols interviennent dans le cycle des GES en agissant comme source ou comme puits vis-à-vis de trois gaz : le dioxyde de

carbone (CO₂), qui contribue pour 55% à l'effet de serre, le méthane (CH₄ : 17%), et l'oxyde nitreux (N₂O : 7%).

Pour le CH₄, les sources dues au sol sont principalement liées aux zones humides. Les sols des zones exondées, largement majoritaires en France, se caractérisent plutôt par leur capacité à absorber le méthane. Globalement, les sols de France constituent donc un "puits" vis-à-vis de ce gaz.

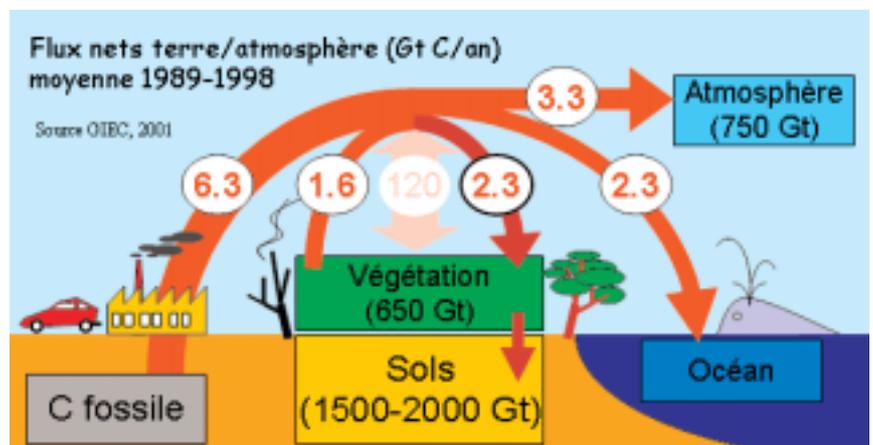


BIENVENUE A
l'IRD, nouveau
membre du Gis Sol
www.ird.fr

A l'échelle mondiale, les sols sont la principale source des émissions de N₂O (70%), essentiellement par dénitrification sous l'effet des processus bactériens. Ainsi, pour ce gaz, toutes les mesures conduisant à éviter la présence d'azote minéral excédentaire dans le sol sont favorables à la réduction des émissions.

Dans le cas du CO₂, il est possible d'accroître le rôle de "puits" temporaire que joue la végétation, en captant le CO₂ par le processus de photosynthèse pour constituer la biomasse dont la majeure partie des résidus alimente les matières organiques du sol. L'accroissement de la matière organique des sols pourrait ainsi jouer un rôle important dans la prévention du changement climatique. La quantité de carbone organique contenue dans les sols du monde est évaluée à 1 500 milliards de tonnes, soit deux fois plus que dans l'atmosphère, et trois fois plus que dans la végétation. Une augmentation de ce puits, même très limitée en valeur relative, pourrait ainsi mettre en jeu des quantités de carbone très importantes. Il est donc important de connaître le potentiel offert par ce "puits" selon les pratiques et les usages.

Dominique.Arrouays@orleans.inra.fr



La biosphère continentale se comporte dans l'hémisphère nord comme un puits absorbant environ 20 % des émissions anthropiques de CO₂. Les sols et la végétation stockeraient du carbone, contribuant ainsi à réduire l'augmentation du CO₂ atmosphérique (GT = Gigatonne = milliard de tonnes)

Stocks de carbone dans les sols français et potentiel de stockage additionnel

La constitution d'une base de données permet d'évaluer et de cartographier la répartition du stock de carbone dans les sols de France.

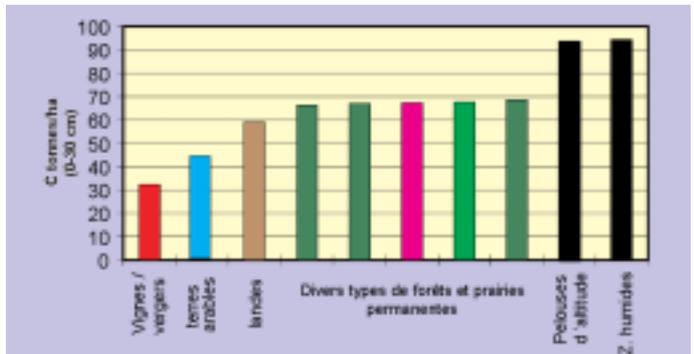
Une base de données géoréférencées rassemble toutes les données issues des programmes du Gis Sol permettant le calcul des stocks de carbone des sols français.

On constate un effet majeur des types d'occupation. Vignes et vergers se distinguent nettement par des stocks plus faibles. Les terres arables sont également caractérisées par des stocks relativement faibles. Les prairies et les forêts présentent des stocks similaires, proches de 70t/ha. Enfin, les stocks les plus importants sont présents dans les pelouses d'altitude et les zones humides.

La carte des stocks de carbone fait ressortir de grandes zones du territoire français et l'influence de quelques déterminants majeurs. Les stocks les plus faibles (<40 t/ha) sont observés en Languedoc-Roussillon, région fortement viticole caractérisée par des climats chauds et des sols peu épais, et également dans quelques zones de culture très intensive (Nord, Beauce Chartraine). Les stocks faibles (40-50t/ha) sont caractéristiques des grandes plaines de culture intensive ainsi que des

sols limoneux plus ou moins dégradés. Ils se trouvent principalement dans tout le grand Bassin Parisien, une partie du Bassin Aquitain, la Chalosse et le Tursan, le Toulousain, le Languedoc et le Sillon Rhodanien.

Les stocks moyennement élevés (50-70t/ha) sont caractéristiques des grandes régions forestières et/ou fourragères de France (Est, Bretagne et Normandie, Massif Central). Les stocks les plus élevés correspondent à des situations climatiques (sols situés en altitude), ou hydriques extrêmes (marais de l'Ouest, delta du Rhône).

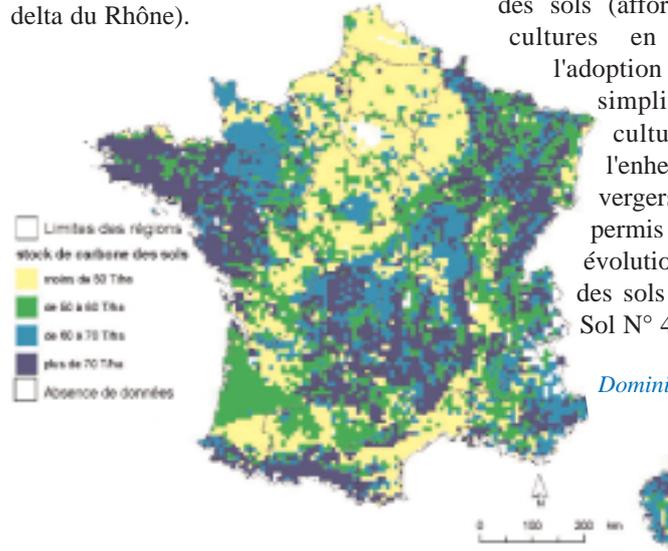


Stock de carbone dans la couche supérieure des sols en fonction de leur usage

Le stock global estimé est de 3,1 milliards de tonnes pour l'ensemble du territoire pour la couche 0-30cm. Les actions permettant d'augmenter ces stocks de façon significative à l'échelle du territoire sont principalement les changements d'usage des sols (afforestation et conversion de cultures en prairies permanentes),

l'adoption de techniques culturales simplifiées, l'implantation de cultures intermédiaires et l'enherbement des vignes et des vergers. Par ailleurs, la BDAT a permis de mettre en évidence des évolutions de la teneur en carbone des sols bretons (cf. Lettre du Gis Sol N° 4)

Dominique.Arrouays@orleans.inra.fr



Distribution géographique du carbone organique dans les sols de France (Arrouays et al., 2001)

Vers une méthode de compartimentation de la matière organique du sol

L'AFNOR s'apprête à démarrer le travail de normalisation sur le fractionnement de la matière organique en vue de quantifier les matières organiques particulières.

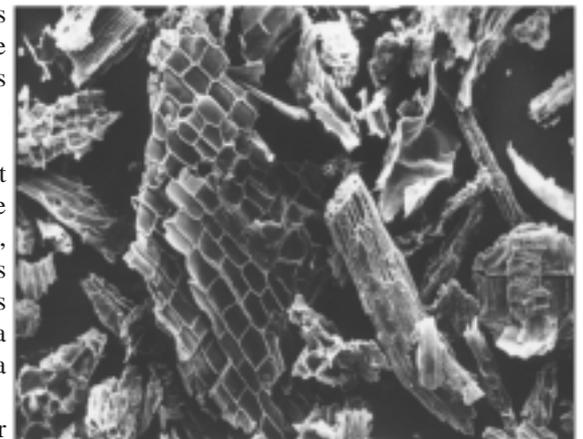
Une préoccupation majeure et permanente dans l'étude des matières organiques des sols est de compartimenter cet ensemble, c'est-à-dire de décomposer cette "boîte noire" en sous-ensembles possédant des comportements et des propriétés homogènes. Les fractions grossières des matières organiques (>50µm), dites "matières organiques particulières" (MOP), revêtent un intérêt particulier. En effet, ces fractions, qui correspondent à des débris végétaux en cours de décomposition, ont un temps de renouvellement rapide dans les sols. Elles pourraient donc être un estimateur de compartiments cinétiques dans les modèles des dynamiques du

carbone et elles sont proposées comme indicateur précoce de changement de statut organique des sols.

Des travaux méthodologiques ont été conduits par des équipes de l'INRA (Science du Sol Versailles, Infosol Orléans) sur différents types de sols. Les résultats obtenus permettent d'envisager la standardisation d'une méthode et sa proposition à l'AFNOR.

La méthode proposée est basée sur une séparation des matières organiques particulières par flottation après une dispersion mécanique du sol. Elle est applicable à des sols possédant moins de 2% de carbone ; pour les sols plus riches en carbone, une méthode de dispersion plus drastique doit être utilisée.

Les personnes intéressées peuvent prendre directement contact avec J. Balesdent (balesdent@cea.fr) et C. Chenu



Matières organiques particulières d'un sol cultivé, observées au microscope électronique à balayage (Photo INRA Versailles, Puget & Jaunet)

(chenu@grignon.inra.fr) pour discuter du protocole ou avec G. Trouche (g.trouche@enesad.fr) pour participer à cette normalisation.

Antonio.Bispo@ademe.fr

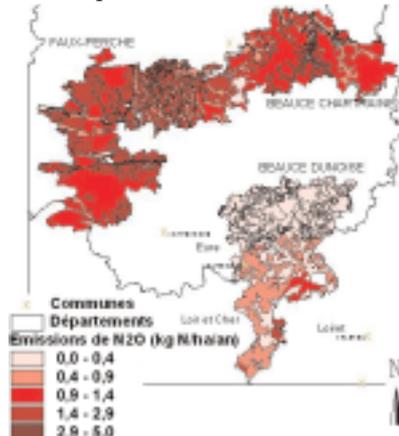
Evaluation à l'échelle régionale des émissions de protoxyde d'azote (N₂O) d'origine agricole

Les travaux développés par les équipes de l'INRA de Dijon, Grignon et Orléans ont porté sur la mise au point d'un modèle opérationnel d'évaluation des émissions dans un premier temps, puis sur une méthodologie d'application spatialisée du modèle dans un second temps, permettant une évaluation des flux de N₂O sur des entités territoriales définies à une échelle régionale.

Cette démarche a reposé sur l'intégration des principaux paramètres de régulation accessibles au plan agronomique. Les travaux ont été développés selon plusieurs orientations :

□ La mise au point d'un modèle d'émission de N₂O qui a permis de souligner l'intérêt de prendre en compte et de distinguer les contributions respectives de la dénitrification et de la nitrification (modèle NOE).

□ Le couplage du modèle d'émission de N₂O au modèle de cultures CERES. L'utilisation du modèle NOE nécessite la disponibilité de données quotidiennes concernant notamment l'état hydrique du sol et la disponibilité en azote minéral.



Cartographie des émissions simulées sur les trois petites régions agricoles

Le couplage de CERES et de NOE permet d'utiliser certaines données de sortie du premier modèle comme données d'entrée du second.

□ L'application du modèle couplé NOE-CERES à l'échelle régionale, faisant appel à l'utilisation d'un système d'information

géographique, a été réalisée : elle s'appuie sur la définition d'entités spatiales au comportement défini à partir du type de sol, des itinéraires techniques appliqués aux cultures (de céréales dans le cas présent) et des données climatiques disponibles. Elle a permis une évaluation des flux de N₂O sur les 3 zones définies (Beauce dunoise, Beauce chartraine et Faux-Perche). Une procédure de spatialisation des données a été définie et un important travail d'élaboration de bases de données a été réalisé, intégrant les paramètres de fonctionnement biologique des sols.

Ces premiers résultats confirment que les niveaux d'émission dépendent pour une large part du potentiel d'émission défini pour la région considérée. Il repose notamment sur le fonctionnement hydrique et les capacités de production et de réduction de N₂O de la microflore. Il en résulte la nécessité de renforcer, au sein des bases de données, les connaissances permettant de mieux estimer les propriétés hydrodynamiques des sols.

Bernard.Nicoulaud@orleans.inra.fr
Catherine.Henault@dijon.inra.fr
Benoit.Gabrielle@grignon.inra.fr



Téléchargement du rapport : http://eusols.jrc.it/ESDB_Archive/eusols_docs/doc.html

Vers une meilleure gestion de la matière organique des sols en Europe ?

En Europe, la perte de matière organique des sols est considérée comme étant à l'origine de dégradations sévères du sol (ex : perte de structure, érosion) et de ses fonctions (ex : rétention en eau, perte de biodiversité) conduisant parfois jusqu'à la désertification. Le rapport "Matière Organique et Biodiversité" publié dans le cadre de la Stratégie Thématique pour la Protection des Sols (voir également lettres n°2, 3 et 5 du Gis Sol) présente la matière organique du sol (origine, devenir), ses fonctions dans le sol et recommande des actions à mettre en place afin de garantir une meilleure gestion de la matière organique du sol.

Ce rapport rappelle tout d'abord le rôle central et prépondérant de la matière organique dans les sols puis le fait que la question de la matière organique du sol soit notamment liée aux trois conventions internationales que sont le protocole de Kyoto (le sol représente le plus grand réservoir de carbone pour la biosphère continentale), la convention sur la

désertification, et la convention sur la biodiversité. Les quantités de matière organique dans les sols sont liées au type de sol, au climat, à l'occupation et à l'usage du sol ainsi qu'aux pratiques culturales. Ainsi, il faut distinguer deux grandes situations, en fonction des teneurs initiales en matière organique, qui devront être gérées différemment :

□ les sols avec des teneurs importantes (ex : sols forestiers, sols alpins, prairies permanentes, tourbières) qu'il s'agit de gérer de façon à éviter une minéralisation trop importante et donc d'éviter un déstockage de carbone. La mesure phare est bien évidemment de ne pas mettre en culture ces espaces (ex : déforestation, retournement de prairies).

□ les sols agricoles cultivés qui présentent généralement des teneurs faibles à très faibles qu'il devient urgent d'augmenter. Parmi les solutions permettant d'y arriver, il faut citer :

- l'utilisation des cultures intermédiaires (pouvant ensuite servir d'engrais verts),
- la mise en place de bandes enherbées,
- la meilleure utilisation des résidus de culture,
- l'utilisation de matière organique exogène de qualité (ex: lisiers, fumiers,

composts),

- la réduction du travail du sol.

Ces mesures permettent non seulement d'augmenter la teneur en matière organique des sols mais également, pour certaines d'entre elles, de lutter contre l'érosion, de restaurer la biodiversité du sol, de limiter les pertes d'azote et de pesticides, etc.

Dès lors, le rapport conclut que les politiques (notamment agricoles) à mettre en place se doivent de promouvoir ces pratiques permettant d'accroître la teneur en matière organique des sols et de limiter voire supprimer, selon les contextes locaux, d'autres pratiques telle que le brûlage des pailles. Ces incitations passent notamment par la promotion de l'agriculture biologique (1) et des "bonnes pratiques agricoles" (2), une meilleure définition des mesures agro-environnementales issues de la réforme de la Politique Agricole Commune de 2003, en cohérence avec le concept de "bonnes pratiques agricoles" assorties de soutiens adéquats.

Antonio.Bispo@ademe.fr
Didier.Rat@agriculture.gouv.fr

(1) : règlement CE n° 2092/91.

(2) : règlement CE n° 1257/99.

Système d'Information Régional Poitou-Charentes : le sol, parmi les thèmes les plus consultés (www.iaat.org)

En Poitou-Charentes, la Région et l'Etat ont constitué un Système d'Information Régional commun : le SIR.

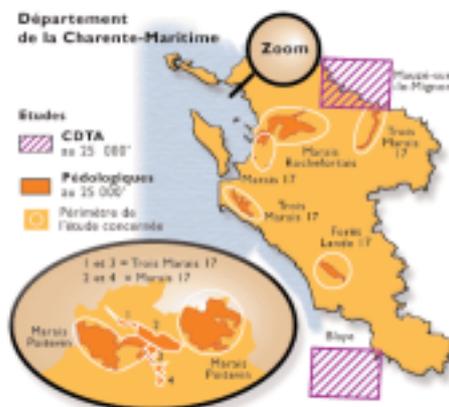
Ce système, géré par l'Institut Atlantique d'Aménagement des Territoires (IAAT), est renseigné par plusieurs observatoires thématiques. Il est accessible au grand public via internet.

C'est dans ce système, ouvert à un public très large, que les informations sur les sols de la région et sur le programme Inventaire Gestion et Conservation des Sols (IGCS) sont disponibles via le thème "Milieu physique". La Chambre Régionale d'Agriculture a en charge l'animation de ce thème avec l'appui de l'IAAT.

La base de données sur les sols n'est pas encore accessible via le site, mais celui-ci fournit des informations globales :

généralités sur les sols, géologie et pédologie régionale, études et cartes sous format PDF.

Le site comporte deux utilitaires originaux qui sont fortement consultés :



Un référentiel d'appui aux diagnostics Phytosanitaires caractérise les modes de transfert de l'eau pour les

principaux sols de Poitou-Charentes. Ce référentiel s'appuie sur les bassins versants et donne pour chacun d'eux les grandes unités cartographiques et les modes de transfert principaux. Cette approche très sommaire ne dispense bien sûr pas d'études plus détaillées.

Un Répertoire des études pédologiques en Poitou-Charentes permet d'accéder, via une carte interactive, aux informations sur plus de 200 études conduites en région. Le résultat de la recherche est une fiche sommaire de l'étude avec ses caractéristiques et les modalités de consultation.

En activité depuis maintenant deux ans, le thème "sol" constitue un des thèmes les plus visités dans le SIR, preuve que le sol constitue un centre d'intérêt bien vivant.

e.capelli@iaat.org
Jean-luc.fort@poitou-charentes.chambagri.fr

<http://gissol.orleans.inra.fr>

Vient de paraître :

Sols et environnement, 2005, M. Girard *et al.*, Dunod, 816 pages. Un ouvrage qui traite de tous les aspects de l'étude et de la conservation des sols, à destination des professionnels concernés par les problèmes d'environnement et des étudiants de second cycle/master et écoles d'ingénieurs.

Carte des sols de la région Centre, feuille d'Argent sur Sauldre au 1/50 000, 2004, Chambre d'Agriculture du Cher, J. Servant, M. Berthet, J. Dupont, carte et notice explicative (104 pages).

Les changements d'occupation des sols de 1990 à 2000 : plus d'artificial, moins de prairies et de bocages, F. Naizot, Les données de l'environnement n° 101, Ifen, 4 pages.

Base géographique CORINE Land Cover 2000 : la base de données géographique CORINE Land Cover de l'occupation du sol, couvrant l'ensemble du territoire français, a été réactualisée. Trois versions sont disponibles : version 1990, version 2000, base des changements d'occupation des sols. Informations : www.ifen.fr

Conférences - formation :

Pollutec 2005 ; conférence : "Le système d'information sur les sols de France au service de l'évaluation environnementale et de la gestion des territoires", Paris-Nord Villepinte, 29/11/2005 : www.pollutec.com

Initiation à l'utilisation des bases de données sur le sol : stage s'adressant à toute personne, non spécialiste du sol, souhaitant intégrer le sol dans des problématiques territoriales ; 6-7/07/2005 ; Futuroscope - Poitiers.18-19/10/2005 ; Avignon.

Information auprès de : Nathalie.Schnebelen@orleans.inra.fr ou site du Gis Sol, rubrique formation.

Le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les sols

Le Gis Sol a été créé en 2001. Il regroupe le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP), le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD), l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), l'Institut Français de l'Environnement (IFEN), l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Son objectif est de constituer et de gérer un système d'information sur les sols de France répondant à échéance réaliste aux besoins régionaux et nationaux, dans le contexte européen. Le Gis Sol organise la concertation et la coopération entre ses membres dans le but de concevoir, orienter, coordonner, et s'assurer que se réalisent dans les meilleures conditions, des actions d'inventaire géographique des sols, de suivi opérationnel de leurs qualités, de création et de gestion d'information répondant aux demandes des pouvoirs publics et de la société.

<http://gissol.orleans.inra.fr>

La lettre du Gis Sol

Directeur de la publication :

Bruno TREGUET (Directeur de l'IFEN)

Equipe de rédaction :

ADEME : Antonio BISPO

IFEN : Jacques THORETTE

INRA ORLEANS/INFOSOL :

Dominique ARROUAYS

Nathalie SCHNEBELEN

Gérald YART

MAP : Didier RAT (co-président du Gis Sol)

MEDD/D4E :

Eric VINDIMIAN (co-président du Gis Sol)

André-Bernard DELMAS

CHAMBRES REGIONALES D'AGRICULTURE :

Languedoc-Roussillon : Sylvie BARTHES

Poitou- Charentes : Jean-Luc FORT

Contact Gis Sol :

INRA ORLEANS/INFOSOL :

Dominique ARROUAYS

Directeur d'Infosol

Av. de la Pomme de Pin - BP 20619 Ardon

45166 OLIVET CEDEX

Tél : 02.38.41.78.45

Fax : 02.38.41.78.69

Courriel : infosol@orleans.inra.fr

Responsable Communication-édition

IFEN : Jacques THORETTE

Courriel : Jacques.thorette@ifen.fr

Tél : 02.38.79.78.78

Fax : 02.38.79.78.60

Infographie :

INRA ORLEANS/INFOSOL :

Sacha DESBOURDES

Courriel : Sacha.Desbourdes@orleans.inra.fr