

Colloque

# Le tassement, un risque majeur pour les sols ?

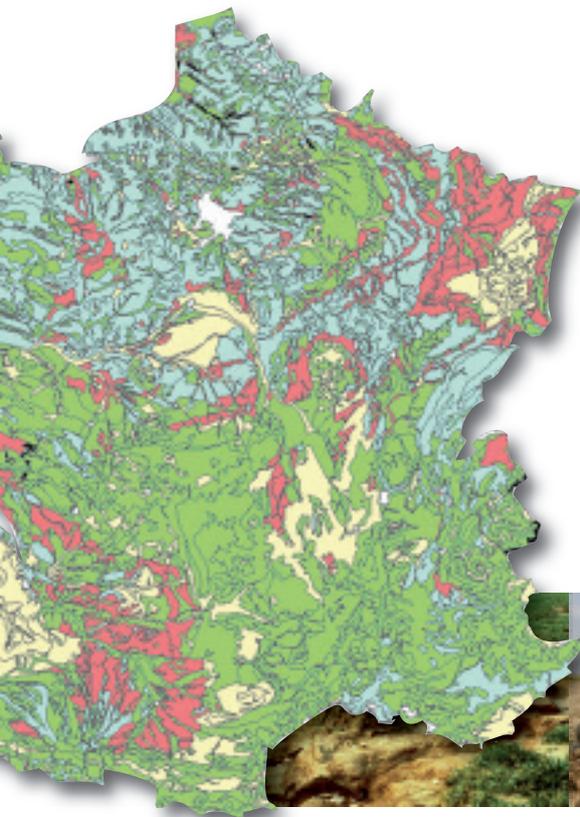
Colloque organisé par l'Institut national  
de la recherche agronomique  
dans le cadre du Salon international  
du machinisme agricole

Mercredi 25 février 2009

RÉSUMÉ DES INTERVENTIONS

Centre de conférences Jean Thèves • Hall 4 • Salle 402  
Parc des expositions de Paris-Nord Villepinte

Photos : © Inra



# La prévention des sols en Europe et la menace « Tassement »

## RAT DIDIER

• Ministère de l'Agriculture et de la Pêche,  
3, rue Barbet de Jouy  
75349 PARIS 07SP France,  
didier.rat@agriculture.gouv.fr

1. « Le Sol : Interface dans l'environnement, ressource pour le développement »  
Michel ROBERT  
Ed. Masson Paris 1996

Il n'existe pas actuellement en France ni à l'échelle de l'Union européenne de politique globale et cohérente dédiée à la préservation des qualités des sols. Il serait cependant inexact d'en déduire que l'Europe et la France n'ont pas conscience de la nécessité de protéger le sol, cet élément naturel vital, « Interface dans l'environnement et ressource pour le développement »<sup>1</sup>.

L'Europe a en effet initié l'élaboration d'une « Stratégie thématique pour la protection des sols » en juin 2002, qui a abouti à la proposition par la Commission européenne, le 22 septembre 2006, d'une directive-cadre pour la protection des sols. Cette proposition qui a été adoptée par le Parlement européen le 14 novembre 2007, avec de nombreux amendements, n'a toutefois pas encore recueilli l'accord du Conseil de l'Union européenne ; la présidence tchèque du Conseil de l'Union tente actuellement d'obtenir cet accord afin de permettre un examen du projet par le Parlement européen, en seconde lecture, au début de 2010.

L'élaboration de la stratégie thématique européenne de protection des sols a été motivée par l'observation de dégradations sérieuses des sols, en grande partie provoquées par des activités humaines telles que l'expansion urbaine et industrielle, les grands travaux, des activités industrielles, des pratiques agricoles et sylvicoles inadéquates et le tourisme. Même si les processus de dégradation des sols varient considérablement d'un Etat à l'autre, cette situation touche l'ensemble de l'Union européenne et les tendances indiquent que les facteurs de menaces liés à l'Homme sont en augmentation. De plus, le changement climatique, sous la forme de hausses de température et de phénomènes météorologiques extrêmes, accroît les émissions de gaz à effet de serre provenant des sols et aggrave les menaces telles que l'érosion, les glissements de terrain, la salinisation et les diminutions des teneurs en matière organique des sols.

Aussi la stratégie thématique européenne vise-t-elle à garantir la protection et l'utilisation durable des sols sur la base de principes directeurs forts :

- prévenir la dégradation ultérieure des sols et préserver leurs capacités à remplir leurs multiples fonctions au bénéfice de l'Homme et des écosystèmes ;
- restaurer les sols dégradés de manière à les ramener à un niveau de fonctionnalité correspondant au moins à leur utilisation actuelle ou prévue.

Le tassement est provoqué par le passage d'engins mécaniques lourds sur des sols, particulièrement en conditions d'excès d'humidité. Il apparaît en cinquième position dans la liste des principales menaces pesant sur les sols, après l'érosion, la perte de teneur en matière organique, les contaminations et l'imperméabilisation, et avant la perte de biodiversité, la salinisation, les glissements de terrain et l'acidification. Mais la notion de classement revêt ici peu d'importance, tant le tassement est lié à la stabilité du sol, à sa capacité de stockage d'eau, à sa fertilité et à son activité biologique. Aussi et comme pour les autres menaces dont l'apparition est essentiellement liée à un contexte environnemental particulier, le projet de directive Sols envisage de demander aux Etats membres d'identifier les parties de leur territoire « à risques » au regard de la menace « tassement des sols ».

Pour répondre à cet objectif de délimitation de « zones prioritaires », il est nécessaire de disposer, d'une part d'indicateurs de caractérisation des menaces, tant en intensité qu'en étendue, et, d'autre part, de la connaissance, basée sur ces indicateurs, de la qualité des sols à l'échelle des territoires concernés.

Si le projet de directive propose une série de huit éléments communs de caractérisation du risque de tassement, il n'existe pas encore de méthodologie reconnue permettant d'appréhender l'importance spatiale de ce risque. Or, de fiabilité d'une telle méthode dépend l'efficacité des mesures de protection des sols contenues dans la stratégie.

Dans ce contexte, la restitution des résultats du programme de recherche conduit par M. Guy Richard sur « La dégradation des sols liés au tassement » revêt un fort intérêt d'actualité.

# Le projet de cartographie des risques de tassement en France

---

## **GUY RICHARD**

*et tous les participants au projet « Dégradation des sols liée au tassement » financé par les programmes GESSOL du MEEDDAT et ADD de l'ANR*

• Centre de Recherche INRA d'Orléans  
Unité de Science du Sol  
2163 Avenue de la Pomme de Pin - CS 40001 ARDON  
45075 ORLEANS Cedex 2  
France  
Guy.Richard@orleans.inra.fr

Ressource non renouvelable à l'échelle humaine, les sols posent aujourd'hui de nombreuses questions quant à leur évolution et à leur possible dégradation en fonction des changements d'usage et de climat à venir. Le tassement est une des causes possibles de cette dégradation. Il est principalement lié à la mécanisation des activités agricoles et forestières. Les passages successifs d'engins, surtout en conditions humides, engendrent des processus de compression et de cisaillement qui aboutissent à une diminution de la porosité structurale. En réduisant les capacités d'aération et d'infiltration, en limitant l'enracinement des cultures, le tassement affecte la plupart des fonctions agronomiques et environnementales des sols. Cependant, de nombreuses questions subsistent concernant l'ampleur de cette dégradation qui dépend de nombreux facteurs (nature des sols et du climat, pratiques culturales, type d'équipement,...) ce qui rend délicat l'évaluation du risque de tassement à l'échelle de la France.

Le projet DST visait à mobiliser l'ensemble des connaissances actuelles pour élaborer une première cartographie du risque de tassement des sols français. Compte tenu du manque de données expérimentales sur les conséquences des tassements, le projet DST s'est appuyé sur plusieurs modèles de simulation ; modèle de déformation des sols (COMPSOIL, SOILFLEX), modèle de culture (STICS), modèle d'érosion (KINEROS), modèle économique (AROPAJ). Leur paramétrage a été effectué à partir de mesures issues de quelques sites expérimentaux français, complétées par des données de la littérature internationale.

Les résultats obtenus permettent de discuter de la notion de sol tassé et de teneur en eau critique : c'est en dessous d'un indice des vides structuraux de  $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  (correspondant à une masse volumique de  $1,45 \text{ g cm}^{-3}$  en sol limoneux) sur 15 cm d'épaisseur que l'on peut considérer un sol comme étant tassé. Cet indicateur dépend de couples « teneur en eau au moment de l'application de la charge / pression appliquée » qui sont spécifiques à chaque type de sol. Une méthodologie pour établir la carte des risques de tassement des sols français a été proposée dans le cadre de ce projet. Elle est basée sur le nombre de jours durant lesquelles une intervention a lieu lorsque la teneur en eau du sol est supérieure la valeur critique. C'est le modèle STICS qui, paramétré à partir de la base de données géographique des sols français au millionième, calcule l'évolution de la teneur en eau du sol en fonction de la culture et pour 30 années climatiques. Une première cartographie a été dressée, sur la base d'un paramétrage par défaut du comportement hydromécanique des sols français. Sa confrontation aux données de masse volumique mesurées dans le cadre du programme national de surveillance des sols (RMQS) devrait permettre de fournir une évaluation qualitative des résultats obtenus.

À l'échelle régionale, les simulations effectuées avec le modèle économique pour deux régions de grande culture ont montré que le tassement aboutissait à une diminution de la marge brute des principales cultures d'environ 10 %. Par contre, l'assolement varie peu. Enfin, les simulations réalisées dans les mêmes régions ont montré qu'en tenant compte de la quantité de  $\text{N}_2\text{O}$  émis, les producteurs auraient intérêt, dans le cas d'une succession betterave/blé, à avancer la date de récolte de la betterave et à avancer la date de semis du blé plutôt qu'à retarder au maximum la récolte de la betterave (pour maximiser le rendement de la betterave). Il est ainsi démontré la faisabilité de mesures de politique publique visant à inciter les agriculteurs à diminuer le tassement.

**ADD** : appel à proposition de recherche Agriculture et Développement Durable  
**ANR** : Agence Nationale de la Recherche  
**AROPaj** : modèle économique  
**KINEROS** : modèle de ruissellement et d'érosion à l'échelle du bassin versant et de l'épisode pluvieux  
**GESSOL** : appel à proposition de recherche sur la GESTion des SOLs  
**MEEDDAT** : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire  
**COMP SOIL et SOILFLEX** : modèle de déformation calculant l'augmentation de la masse volumique liée au tassement par les engins  
**STICS** : modèle de culture intégrant le bilan hydrique et le cycle de l'azote dans le système sol/plante  
**RMQS** : Réseau de mesures de la qualité des sols, programme du Groupement d'Intérêt Scientifique SOL

**Pour en savoir plus :**

- Richard G., et collaborateurs 2008. Dégradation physique des Sols agricoles et forestiers liée au Tassement : impact, prévision, prévention, suivi, cartographie. Rapport final ADD et GESSOL, 45 pages.
- Keller T., Défossez P., Weiskopf P., Arvidsson J., Richard G., 2007. SOILFLEX : a model to predict soil compaction due to traffic. Soil and Tillage Research, 93, 391-411.

# Régénération de la structure du sol sous l'effet des lombriciens et du climat : diagnostic et suivi au champ.

## JEAN ROGER-ESTRADE

et tous les participants au projet « Dégradation des sols liée au tassement » financé par les programmes GESSOL du MEEDDAT et ADD de l'ANR.

• AgroParisTech, département SIAFEE  
BP 01, F-78850  
Thiverval-Grignon  
Jean.Roger-  
Estrade@grignon.inra.fr

L'observation du profil cultural est indispensable à la réalisation de diagnostics précis sur la structure du sol, afin d'en comprendre le déterminisme, d'en évaluer les répercussions sur le fonctionnement du sol et des plantes, d'en prévoir l'évolution. La méthode de caractérisation morphologique développée en France depuis la fin des années soixante s'est avérée particulièrement efficace pour atteindre ces objectifs, dans un contexte où les facteurs de structuration du sol sont essentiellement d'origine anthropique (tassement, fragmentation par les outils,...). Cependant, cette approche est relativement lourde à mettre en œuvre. Elle est de surcroît destructive, ce qui ne facilite pas le suivi des états en continu, par exemple pour étudier l'effet du climat ou de la faune du sol. Ces considérations ont poussé à explorer d'autres voies pour caractériser la structure du sol, comme la tomographie aux rayons X ou la tomographie électrique.

La résistivité électrique est sensible aux variations de masse volumique, et ceci pour une grande gamme de teneurs en eau et de types de sol. Un suivi par tomographie électrique au champ (ou en forêt) permet non seulement de cartographier les parties du profil tassées par les passages de roues, mais également les zones d'agencement hétérogène de fragments terreux de différents diamètres issus de la fragmentation de volumes tassés. Par contre, la quantification des diamètres des fragments n'est pour l'instant pas possible. La tomographie à rayons X est réalisée sur des échantillons cylindriques de quelques décimètres cubes et permet quant à elle de reconstituer en 3-D des réseaux de galeries de vers de terre anéciques et, dans certaines conditions, d'identifier des zones plus ou moins tassées. Ces méthodes peuvent donc très utilement compléter les approches morphologiques au champ pour l'étude des mécanismes de régénération de la structure sous l'effet des agents biologiques (lombriciens) et climatiques (fissuration), mécanismes qui sont désormais très importants pour l'étude de l'évolution de la structure en non labour.

Concernant la régénération par l'activité des vers de terre, les expérimentations menées à Mons ont montré qu'ils étaient capables de coloniser des zones tassées même si, au sein de ces zones, leur activité est réduite. La capacité des vers à contribuer à la disparition des zones tassées dépend de leur comportement : ainsi *L. terrestris* a tendance à perforer les semelles de labour alors que les zones tassées sous roues sont plutôt colonisées par des espèces endogées ou à comportement intermédiaire comme *N. giardi*. Grâce à ce processus, la capacité d'infiltration du sol de Mons a retrouvé son niveau d'avant tassement après 15 mois d'activité des vers de terre.

S'agissant de la régénération de la structure des sols tassés sous l'effet du climat, la fissuration a été étudiée sur le même site par analyse d'image sur des échantillons de sol non perturbés de quelques décimètres cubes, imprégnés par une résine. On a observé la création de structures lamellaires et polyédriques attribuables à l'action des variations d'humidité et aux séquences de gel/dégel. Cinq années après la création d'un tassement, ces structures apparaissaient sur une épaisseur de sol de l'ordre de 20 centimètres. Enfin, on a également suivi l'évolution de la résistivité d'une bande tassée au cours de la saison. En période de dessèchement, on peut interpréter l'augmentation locale très importante de résistivité en certains endroits de la bande comme de la fissuration, ce qui est encourageant pour une utilisation des méthodes géoélectriques pour l'étude et le suivi de la fissuration au champ, même si, en conditions humides, des progrès restent à faire.

D'une manière plus générale, il est nécessaire de développer les recherches sur les facteurs non anthropiques agissant sur l'évolution de la structure du sol, dans un contexte où se développent fortement les modes de préparation du sol simplifiés. Il faut mieux comprendre la dynamique des communautés lombriciennes (jusqu'ici beaucoup étudiée dans les écosystèmes non cultivés et sous prairies) et leurs effets sur le sol, continuer à progresser sur la prévision de la fissuration par le climat et, surtout aborder l'effet des racines sur la structure du sol.

# Prévision et prévention des tassements

---

## **PAULINE DÉFOSSEZ**

• UMR INRA/URCA FARE,  
Reims, CREA -  
Esplanade Roland Garros  
BP 224  
F-51686 Reims cedex 2  
Pauline.Defossez@reims.inra.fr

• **A. Chanzy,**  
UMR INRA/UAPV EMMAH,  
Avignon

• **S. Debuissou, O. Garcia,**  
Comité Interprofessionnel  
du Vin de Champagne CIVC,  
Epernay

• **C. Royer,**  
Institut Technique  
de la Betterave

Dans le cadre du projet DST nous avons utilisé des modèles de fonctionnement physique des sols comme des outils de diagnostic des tassements. Ces modèles simulent le comportement physique (hydrique et mécanique) des sols en fonction des propriétés du sol, des conditions aux limites (climat, contrainte appliquée...) et des équations de physique qui régissent les transferts d'eau ou les déformations du milieu. Appliquer de tels modèles issus de la recherche à la gestion des interventions agricoles (choix des équipements, dates d'intervention) suppose de tenir compte d'un contexte où les informations disponibles sont limitées (ex : climat, propriétés standards du sol telle que la texture et la porosité). Tout l'enjeu est donc d'évaluer le bénéfice que l'on peut tirer d'une estimation des risques de tassement par modélisation par rapport à des choix empiriques.

## **Nos résultats concernent deux axes dans le projet DST :**

- le développement d'un outil opérationnel de prévision des tassements COMPSOIL intégrant des références sur les équipements agricoles et les propriétés mécaniques des sols français ;
- la mise en œuvre opérationnelle d'un outil de prévention des tassements SOLUCION basé sur la prévision des jours disponibles. Les dates d'intervention sont déterminées par l'humidité du sol, celle-ci estimée par un modèle de transferts hydriques dans le sol, puis comparée à un seuil déterminé avec l'outil COMPSOIL au-delà duquel le risque de tassement est avéré.

Concernant le premier axe, nous avons établi une classification des contraintes appliquées à la surface du sol pour des grands types de cultures. Cette classification est basée sur des mesures in situ, des enquêtes et des estimations de surface de contact pneu/sol par modélisation. De plus, des mesures de laboratoire ont permis de proposer des corrélations pour les propriétés mécaniques en fonction de paramètres facilement accessibles. L'ensemble de ces informations a été intégré dans un modèle de tassement COMPSOIL pour permettre de réaliser des simulations pour des situations peu renseignées.

Concernant le deuxième axe, un outil de prévision de la teneur en eau a été mis en œuvre et testé en conditions « opérationnelles » en se limitant à des informations facilement accessibles (texture du sol, données météorologiques). Cet outil repose sur des stratégies de modélisation qui permettent de traiter plusieurs difficultés relatives à la prévision de la teneur en eau, à savoir l'estimation des propriétés hydrodynamiques des sols, l'initialisation du modèle et la détermination des conditions aux limites. Cette méthode permet de prévoir l'humidité de la couche superficielle de sol (0-30 cm) avec une précision de 4% (0.04 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>). Cette précision est réduite si des mesures d'humidité du sol complémentaires sont réalisées par les agriculteurs. Une comparaison quantitative avec d'autres modes de prise de décision montre le gain apporté par les modèles de simulation par rapport à des approches plus empiriques.

De tels résultats démontrent l'intérêt de la modélisation du fonctionnement physique des sols en proposant des méthodes innovantes pour évaluer et prévenir les tassements. D'un point de vue de la recherche, les modèles existant doivent encore être améliorés pour prendre en compte l'interaction entre les déformations, la structure du sol et les transferts d'eau. Cela peut se faire par des modèles dont les équations physiques couplent des variables mécaniques et hydriques ou plus simplement par un paramétrage des modèles qui tient compte par exemple de l'effet du tassement sur les paramètres hydriques.

# Le tassement des sols en régions de grande culture : enjeux et perspectives

---

## **MICHEL MARTIN**

• ARVALIS - Institut du végétal,  
2 Chaussée Brunehaut -  
Estrées-Mons BP 70156  
80203 PERONNE Cedex,  
m.martin@arvalisinstitutdu  
vegetal.fr

• **Cédric Royer,**

Institut Technique  
de la Betterave

• **Jérôme Labreuche,**

ARVALIS - Institut du végétal

• **Hubert Boizard,**

Institut National de la  
Recherche Agronomique

• **Annie Duparque,**

Agro-Transfert - Ressources  
et Territoires

L'accroissement continu depuis plusieurs années de la taille des exploitations agricoles s'est traduit par une évolution du parc matériel permettant globalement d'augmenter les débits de chantier avec la recherche concomitante d'une réduction du nombre d'interventions si les obligations agronomiques du système de culture l'autorisent. Cette recherche d'une performance accrue pour les agroéquipements débouche sur des puissances de traction croissantes et l'utilisation d'outils plus larges et plus lourds. Les travaux menés au sein du projet DST, avec l'utilisation du modèle de simulation de tassement des sols : Compoil, ont permis de mieux hiérarchiser les contraintes imposées au sol en fonction du type de matériel pour différents systèmes de production (grandes cultures, viticulture, sylviculture).

En dehors d'effets agro-environnementaux négatifs communs à toutes (perturbation du comportement hydrologique des eaux de pluie et d'irrigation, ruissellement et érosion, effet sur les Gaz à Effet de Serre ...), c'est certainement dans les régions de grande culture fortement orientées vers les cultures industrielles (betteraves, légumes, pommes de terre) que le risque de tassement est le plus élevé et que son impact peut être le plus important. Dans ce contexte, le recours à des méthodes de diagnostic fiables est recommandé pour rationaliser le recours aux outils de décompactage pour accélérer la régénération des volumes tassés d'un cycle cultural au suivant. Si l'interprétation de profils culturaux demeure la référence, des avancées ont été obtenues pour des méthodes moins fastidieuses et plus rapides qui progressent vers la vulgarisation.

Par ailleurs, même si les observations réalisées ont montré que les tassements peuvent être progressivement résorbés par la succession des scénarios climatiques et l'activité de la faune tellurique, la prévention des tassements passe avant tout par une utilisation raisonnée des agroéquipements. Ce raisonnement doit tout d'abord se faire au travers de la bonne conception des chantiers de travail (répartition de la charge à l'essieu, choix et pression des pneumatiques ...), en veillant à calculer le plan de charge en fonction de capacités de travail réalistes. Celui-ci passe par la prise en compte initiale d'un nombre de jours disponibles identifiés a priori par analyse fréquentielle intégrant les volumes de précipitations variables de scénarios climatiques pluriannuels. L'intégration de modèles prévisionnistes devrait permettre de se caler au mieux au contexte de l'année en cours de façon à n'intervenir qu'en condition favorable.

En système purement céréalier, certaines cultures sont peu perturbées par la présence de zones tassées. Néanmoins la tendance à la simplification du travail du sol des systèmes céréaliers pose la question du tassement du sol en sol à tendance hydromorphe ou avec des cultures de printemps. Même si les observations réalisées ont montré que les tassements peuvent être progressivement résorbés par la succession des scénarios climatiques et l'activité de la faune tellurique, le temps pour que le sol retrouve ses propriétés initiales est supérieur à plusieurs années. La prévention des tassements devient aussi une priorité dans de tels systèmes.

Pour l'avenir, l'intégration grandissante des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication dans les pratiques agricoles par l'intermédiaire de la mise en œuvre des dispositifs GPS et DGPS embarqués pourraient déboucher sur une meilleure connaissance et une meilleure localisation des zones tassées (Control Traffic Farming). Cette méthode de culture d'origine australienne semble toutefois pouvoir tirer son meilleur profit en systèmes céréaliers pour lesquels les opérations de récolte peuvent s'opérer à l'aide de moissonneuses de grande largeur de coupe à condition de ne pas laisser pénétrer les remorques sur les parcelles.

Les acquis du programme DST et les mises en œuvre pratiques qui en découleront constituent une voie de progrès non négligeables dans l'amélioration de la prise en compte du risque tassement au niveau de l'exploitation agricole.

# Enjeux et gestion du risque de tassement des sols en forêts

---

## **DIDIER PISCHEDDA**

• Office National des Forêts,  
2 avenue de Saint Mandé  
75570 Paris Cedex 12,  
didier.pischedda@onf.fr

• **Alain Brêthes**,  
Office National des Forêts

• **Jacques Ranger**,  
Institut National de la  
Recherche Agronomique

## **Conséquences du tassement et remédiation**

Les travaux forestiers, entretien, éclaircie, récolte, etc., sont de nos jours réalisés avec des engins de plus en plus lourds. De ce fait, les sols forestiers sont soumis à des contraintes physiques dont les incidences sur leur porosité et par conséquent sur leur fonctionnement (transferts des fluides, géochimie, activité biologique) mais aussi sur l'avenir des peuplements (développement des racines, respiration, parasites, etc.) sont loin d'être négligeables. De nombreuses études ont abordé les modifications des propriétés des sols suite à ce compactage et ont montré l'importance des impacts sein d'une parcelle forestière et les difficultés de restauration. Une synthèse de ces études a été réalisée par M. Lamandé et al. (2005).

Pour suivre la restauration naturelle ou assistée des sols, l'INRA et l'ONF ont mis en place, en Lorraine, deux dispositifs de suivi à long terme (Ranger, 2008). Ces installations étaient nécessaires car il n'existe pas dans les forêts françaises de tels dispositifs relatifs à l'effet des tassements sur le sol et les peuplements. Ces sites ont été installés sur des sols limoneux car les plus sensibles aux phénomènes de tassement et dans deux contextes d'acidité différente afin d'évaluer la restauration naturelle liée simplement aux effets du climat (gel-dégel, humectation-dessiccation), ou dépendant de l'activité des végétaux et des lombrici-dés. Les effets d'un amendement calcique ou d'un labour sont testés.

## **De l'évaluation du risque aux conseils pour une exploitation respectueuse des sols**

L'Office National des Forêts a inclus dans sa politique environnementale le maintien d'un état du sol favorable au milieu forestier. L'objectif visé est de limiter le tassement des sols tout particulièrement dans les forêts de plaine. Cette politique répond aux principes retenus lors de la conférence d'Helsinki de 1993, aux conclusions du Grenelle de l'environnement et à la certification ISO 14001.

Un projet pluridisciplinaire en partenariat avec le FCBA, l'INRA, la forêt privée et les Entrepreneurs de Travaux Forestiers a été lancé dès 2003 avec pour objectif de faire le lien entre les connaissances scientifiques sur la sensibilité des sols (Lamandé et al., 2005) et l'identification des systèmes d'exploitation les plus adaptés (Bartoli et al., 2006). L'un des résultats est une méthode de diagnostic pragmatique basée sur la texture du sol et son taux d'humidité permettant au gestionnaire et à l'intervenant en forêt de prendre des précautions ciblées en terme soit d'organisation raisonnée de la circulation des engins, soit d'adaptation du matériel ou du système d'exploitation.

Un guide de vulgarisation (Pischedda, 2009) regroupe l'ensemble de ces recommandations et sera diffusé auprès d'un large public : services de l'ONF et de la forêt privée, les entrepreneurs de travaux forestiers, les centres de formation, les services de l'état, etc. A l'ONF, une note de service sur la protection des sols accompagnera sa diffusion. Elle mettra particulièrement l'accent sur la nécessité de mettre en place, dans le cadre général, des cloisonnements sur lesquels doivent circuler impérativement tous les engins forestiers pour le bûcheronnage, le débardage et les travaux sylvicoles. Cette note décline les prescriptions du Règlement national d'exploitation forestière de l'ONF, cahier des charges unique opposable à tous les intervenants, quel que soit leur statut. Ce règlement a été rédigé après une large concertation avec ses partenaires et ses ministères de tutelle et adopté fin 2007. Il permet de disposer d'un cadre contractuel adapté qui tient compte de la diversité des situations tant forestières que d'organisation des entreprises mobilisatrices de bois. Deux paragraphes traitent tout spécialement de la préservation des sols et de l'utilisation des cloisonnements d'exploitation pour contrôler la circulation des engins forestiers et limiter leurs impacts.

### **Un nouveau projet pour améliorer notre capacité de prévision des risques à l'échelle d'une région**

Un projet de recherche multidisciplinaire est en cours de mise en œuvre sur les sites lorrains pour étudier les processus sous jacents à la dynamique de restauration du sol pour toutes ses fonctions. Ce projet associant recherche et développement, vise par ailleurs à simuler le comportement d'un sol forestier en fonction de son état hydrique compte tenu de ses propriétés mécaniques mesurées ou simulées, afin d'identifier les risques de dégradation liées aux opérations sylvicoles. L'ensemble de ces travaux devrait combler au moins partiellement le déficit de connaissances permettant d'identifier des indicateurs pertinents de l'état physique des sols qui permettraient de fournir des recommandations pour leur gestion durable multifonctionnelle.

#### **Pour en savoir plus :**

- Bartoli M., Pishedda D., Chagnon J-L., 2006. Pour une exploitation respectueuse des sols. Chantiers de démonstration. Rapport final 2006. 75 p. + annexes
- Lamandé M., Ranger J., Lefèvre Y., 2005. Effets de l'exploitation forestière sur la qualité des sols. Les dossiers forestiers, n° 15, 131 pages.
- Pishedda D., coordinateur, 2009. Pour une exploitation forestière respectueuse des sols et de la forêt. « PROSOL ». Guide pratique. Edition O.N.F., à paraître.
- Ranger J., coordinateur, 2008. Effet de la mécanisation des travaux sylvicoles sur la qualité des sols forestiers : dynamique de la restauration naturelle ou assistée de leurs propriétés physiques. Volet forestier du projet "Dégradation physique des sols agricoles et forestiers liée au tassement (DST)", GESSOL2. Premier rapport d'étude, 37 pages.

# Conclusion : les avancées pour l'évaluation du tassement des sols en France

---

## **MARION BARDY**

• Ministère de l'Écologie,  
de l'Énergie,  
du Développement durable  
et de l'Aménagement  
du territoire,  
Marion.BARDY@  
developpement-durable.gouv.fr

Le programme GESSOL, piloté par le MEEDDAT, finance depuis 1998 des recherches finalisées en appui aux politiques publiques, qui visent à fournir aux décideurs et aux gestionnaires de l'environnement des indicateurs et des outils pour gérer les sols de façon durable. Le projet « Dégradation des Sols liée au Tassement » s'est inscrit dans cette perspective, en abordant la question du tassement, identifié comme un des processus majeurs de dégradation physique des sols en Europe. Si ses conséquences en termes de réduction de la production agricole sont relativement bien documentées, peu de références existaient jusque là concernant l'ampleur de cette dégradation et l'évaluation de ses conséquences environnementales.

Le projet DST a mobilisé une équipe fortement pluridisciplinaire associant laboratoires de recherches et organismes professionnels agricoles (grandes cultures, vigne) et forestiers. Les partenaires du projet ont développé une démarche de recherche originale, articulée en plusieurs volets, afin d'explorer de nombreux aspects de la problématique du tassement, depuis l'évaluation de ses conséquences environnementales jusqu'aux outils permettant de suivre, prévoir et prévenir cette dégradation.

### **Nous pouvons citer parmi les avancées principales issues de ce projet recherche :**

- La mise en évidence et quantification, via des simulations, des conséquences environnementales indirectes du tassement sur les cycles de l'eau, de l'azote et du carbone, l'activité biologique des sols et l'érosion.
- La définition d'un indicateur de tassement des sols.
- La proposition de méthodes non-destructives innovantes pour le suivi du tassement, et étude de la réversibilité des phénomènes de tassement.
- La proposition d'une méthodologie pour la cartographie du risque de tassement.

Les résultats issus du projet DST permettent ainsi d'envisager des transferts opérationnels pour répondre à la fois aux besoins des décideurs (ex : cartographie des risques de tassement à l'échelle de la France) et des acteurs de terrain (ex : outils d'aide à la décision) afin de mieux prendre en compte le risque de tassement dans les politiques d'une part et l'organisation des travaux agricoles, viticoles et forestiers d'autre part. Le projet DST répond donc bien aux objectifs finalisés du programme GESSOL.