

L'érosion des sols

Véronique ANTONI (MEDDE/CGDD/SOeS) et Frédéric DARBOUX (UR0272 Science du Sol, INRA, Orléans)

L'érosion est un des processus majeurs de la dégradation des sols à l'origine d'une perte annuelle de 25 milliards de tonnes de sol à l'échelle mondiale [1]. Une perte de sol supérieure à une tonne par hectare et par an est considérée comme irréversible sur une période de 50 à 100 ans.

Description du phénomène

L'érosion est un phénomène naturel, qui dégrade les sols sous l'action du vent, de la glace et surtout des pluies. En effet, l'*érosion hydrique* affecte pratiquement 20 % de la surface du territoire européen, soit 26 millions d'hectares, alors que l'*érosion éolienne* ne concerne qu'un million d'hectares.

Deux propriétés complémentaires se combinent pour altérer les couches superficielles des sols en facilitant le déplacement des matériaux dont ils sont composés : la battance et l'érodibilité. La *battance* traduit la sensibilité des sols à la formation d'une croûte superficielle qui, en colmatant la surface du sol, réduit l'infiltration des précipitations et favorise le ruissellement. L'*érodibilité* exprime la sensibilité d'un sol à l'arrachement et au transport des particules qui le composent, sous l'action des gouttes de pluie ou du ruissellement. [2a, 2b].

Formes d'érosion

Lorsque le sol n'a plus la capacité d'absorber les précipitations, l'excédent ruisselle. Le ruissellement génère différentes formes d'érosion :

- l'érosion diffuse de versant : les particules détachées par l'impact des gouttes de pluie sont emportées par l'eau qui ruisselle à la surface du sol ;
- l'érosion linéaire (ou érosion concentrée) : elle résulte de l'arrachage des particules du sol par l'écoulement rapide de l'eau et se présente sous forme de rigoles, appelées ravines lorsqu'elles sont de grande taille. Elle peut apparaître lorsque l'érosion diffuse alimente les passages de roues des engins agricoles ou les lignes de travail du sol. On parle d'érosion en rigoles parallèles quand elle se manifeste sur un versant et d'érosion concentrée de talweg, quand elle génère des incisions dans le fond des vallons.



© Micheline EIMBERCK - Inra/Gis Sol

Début d'érosion concentrée en Pays de Caux : l'eau de ruissellement a décapé une partie de la surface du sol au sein d'une parcelle de maïs sur pente faible (inférieure à 5%), occasionnant des griffes (tracé sinueux, peu profond et peu étendu) à la surface du sol et le recouvrement de plants.

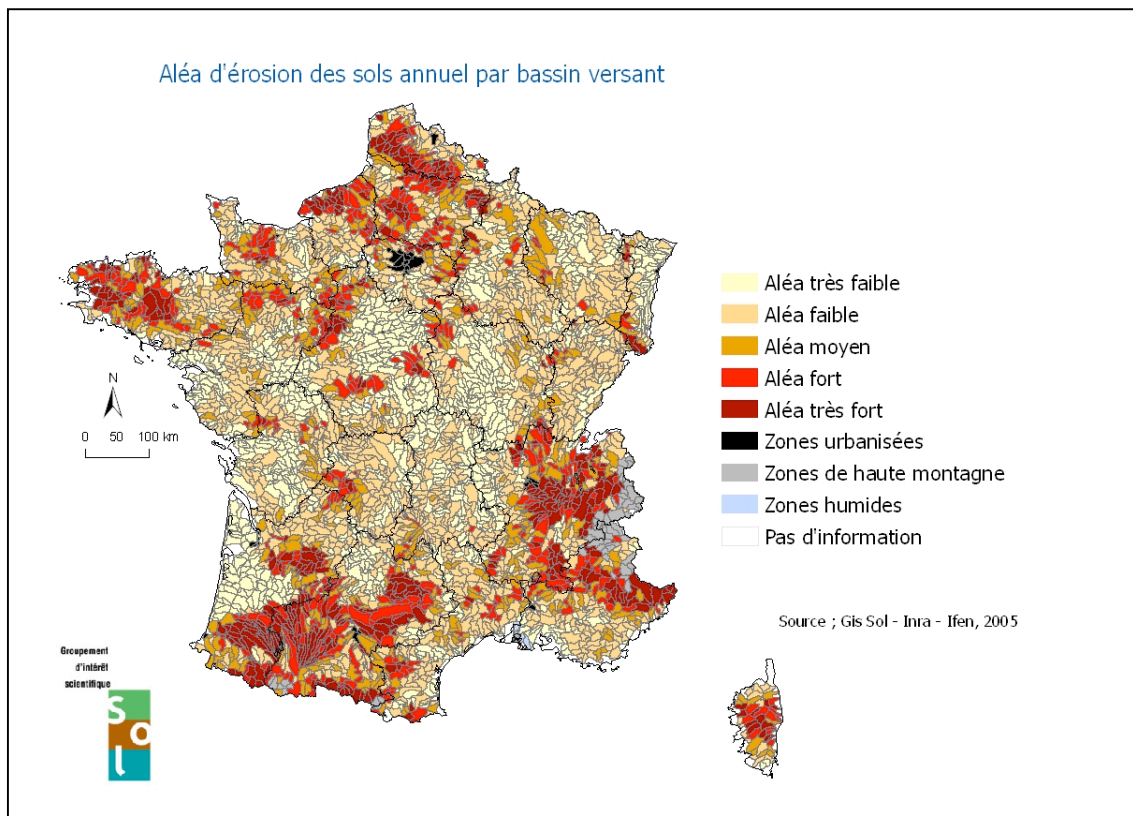


© Jacques THORETTE – Medde-CGDD-SOeS/Gis Sol

Érosion en rigole dans un vignoble du Languedoc-Roussillon : le ruissellement de l'eau en surface génère ici une érosion concentrée à l'origine de la formation d'une rigole (tracé linéaire et étendu, mais ne gênant pas les travaux agricoles) dans un inter-rang de vignes en pente.

L'érosion affecte environ 20 % du territoire, principalement dans le Nord et en Picardie, en Bretagne, en Corse, dans le sud-ouest et dans la vallée du Rhône. C'est ce que montre la carte d'aléa d'érosion (ci-dessous) obtenue à l'aide d'un modèle développé à l'Inra d'Orléans. **L'aléa d'érosion des sols** exprime la probabilité d'occurrence d'une érosion d'une intensité donnée. Dans certaines régions où l'aléa d'érosion est fort à très fort, la pression démographique et l'urbanisation (qui entraîne l'imperméabilisation des sols) ou le changement climatique (doublement de la fréquence des fortes pluies en hiver sur la façade ouest) peuvent accentuer le risque d'érosion. [3]

Source : [4]



Carte de l'aléa d'érosion annuel des sols par bassin versant

Les coulées boueuses

L'érosion se manifeste souvent sous la forme d'événements catastrophiques tels que des coulées boueuses. Celles-ci sont recensées comme des catastrophes naturelles et leur fréquence constitue un bon indicateur d'une érosion chronique et importante des sols. De 1985 à 2000, 17 282 coulées boueuses, survenues dans 11 415 communes, ont fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle [3]. Il s'agit de phénomènes fortement saisonniers :

- en automne dans les régions méditerranéennes ;
- en hiver dans les régions du nord et de l'ouest de la France (Bretagne, Haute et Basse-Normandie), en Lorraine et dans le Languedoc-Roussillon ;
- en été et au printemps dans les régions de grandes cultures (Nord - Pas-de-Calais, Haute-Normandie, Aquitaine).

Qu'est-ce qui provoque l'érosion des sols ?

Les facteurs qui conditionnent l'apparition de l'érosion sont de deux types : les facteurs naturels et ceux liés à l'activité humaine. Les facteurs naturels favorisant l'apparition de l'érosion regroupent : les occupations peu couvrantes du sol, les pentes fortes, les pentes longues, les forts cumuls de pluie, les sols défavorables. En effet, des sols pauvres en argile et riches en limons sont très sensibles à la battance, même sous pente faible (1 à 2 %). En revanche, des sols riches en matière organique ou en éléments grossiers en surface sont favorables à l'infiltration et les risques d'érosion y sont atténués.

L'érosion est souvent renforcée ou accélérée par les modifications du paysage par l'homme. Ainsi, parmi les facteurs anthropiques accentuant l'érosion des sols, on peut citer : la déforestation, la conversion d'occupations couvrantes du sol vers des occupations peu couvrantes (mise en culture de prairies, etc.), la mise en culture de parcelles sur pentes fortes, le surpâturage, la présence de sols nus en périodes pluvieuses, l'artificialisation et l'imperméabilisation des surfaces.

En France on distingue quatre grands phénomènes érosifs en fonction des principaux facteurs déclenchant et des situations géographiques [2] :

- Les sols limoneux des zones de grandes cultures d'hiver du nord et de l'ouest de la France sont particulièrement sensibles à ***l'érosion automnale et hivernale par concentration du ruissellement*** mais également lors des orages de printemps et d'été lorsque les sols ne sont pas ou peu couverts par la végétation. Les semis de septembre-novembre ne produisent une couverture végétale protectrice qu'à partir de mars-avril : des croûtes de battance à l'origine du ruissellement se mettent alors en place dès la fin novembre ;

- ***L'érosion de vignobles et de vergers*** peut apparaître par concentration du ruissellement lorsque le désherbage chimique provoque un tassement et une imperméabilité croissante. *A contrario* dans les vignobles entretenus par un désherbage mécanique, l'intensité de l'érosion est liée à la forte érodibilité, accélérée par l'ameublissement régulier du sol. Dans les deux cas, des coulées boueuses catastrophiques peuvent se produire en aval, accentuées par des pentes souvent fortes en position de coteau (15 à 20 %) ;

- ***L'érosion de montagne*** s'observe sur sols instables sur pente forte (supérieure à 30 %) et lorsque les précipitations sont intenses. Elle provoque des ravinements ;

- Enfin, ***l'érosion méditerranéenne*** est liée aux orages violents d'été ou d'automne sur des sols souvent peu épais et pauvres en matière organique. Localisées dans le sud-est de la France, des figures d'érosion typiques s'y développent, comme les ***badlands***, ravinements nombreux et profonds creusés dans les pentes fortes (voir photo ci-dessous).



© Anne RICHER DE FORGES - Inra/Gis Sol

Paysage de Badlands au pied de la montagne Sainte-Victoire (Aix-en-Provence, département des Bouches-du-Rhône). De profonds et nombreux ravins sont creusés par l'érosion sur les pentes fortes et dans des matériaux meubles. L'exploitation agricole de ces paysages ruiniformes est impossible.

Conséquences de l'érosion des sols et risques environnementaux associés

Les dégâts occasionnés par l'érosion des sols sont fonction de leur localisation dans le paysage, mais dans les régions tempérées, il s'agit principalement de dégâts matériels accompagnés de risques environnementaux pour la qualité des sols et des eaux à plus ou moins long terme.

En amont, de profondes ravines apparaissent et entraînent la perte de la couche fertile superficielle des sols. Une érosion chronique diminue durablement la fertilité du sol et agit indirectement sur la biodiversité des sols en accélérant son déclin. Des dégâts peuvent aussi être occasionnés sur les plants et semis avec arrachement à l'amont et recouvrement à l'aval. Les dommages à l'aval peuvent atteindre des infrastructures ou des zones résidentielles en recouvrant les réseaux routiers par des coulées boueuses, en comblant les réseaux de collecte des eaux, etc. [3]

Des matières présentes en surface, comme les pesticides, les fertilisants (azote (N), phosphore (P), potassium (K)) ou parfois des éléments métalliques (cadmium, mercure, plomb, etc.) peuvent être entraînées vers l'aval sous forme dissoute ou sous forme adsorbée sur les particules de sol érodées. Ces phénomènes peuvent générer des problèmes de phytotoxicité dans les parties basses des versants et altérer la qualité des eaux superficielles ou profondes par concentration de matières en suspension. Des problèmes d'eutrophisation¹ peuvent alors survenir lorsque les eaux subissent un apport excessif de nutriments (NPK) par les amendements minéraux ou organiques (fumiers, lisiers). Les phénomènes de concentration de certains contaminants sous l'effet de l'érosion peuvent

¹ **Eutrophisation** d'un milieu aquatique (cours d'eau, mare, lac) : phénomène résultant du déséquilibre induit par un apport excessif de nutriments : azote (nitrates, ...), carbone (carbonates, hydrogénocarbonates, matières organiques...) et phosphore notamment. Il est à l'origine d'une prolifération d'espèces végétales (blooms algaux) et de la dégradation du milieu : diminution du niveau d'oxygène des eaux et de la biodiversité aquatique.

avoir des conséquences sur leur accumulation dans certaines plantes, favorisant ainsi leur entrée dans la chaîne alimentaire.

Que faire pour limiter l'érosion des sols ?

Pour limiter l'érosion sur le parcellaire agricole, on peut appliquer des méthodes de conservation des sols, en favorisant : la couverture des sols nus par des couvertures végétales couvrantes, des résidus de récoltes ou l'épandage d'écorces dans les inter-rangs de vignobles pour protéger les sols de l'agressivité des pluies, l'adoption d'un sens de travail du sol perpendiculaire à la pente, la culture de bandes enherbées, le maintien ou la création de haies permettant d'interrompre des systèmes érosifs favorables à l'érosion linéaire, des techniques de désherbage chimiques ou mécaniques selon la nature des sols, une forte rugosité des sols par l'emploi de modes de travail du sol limitant le battance ou l'érodibilité des sols, la canalisation du ruissellement dans des collecteurs le long des parcelles, l'enherbement des talwegs, etc. Des aménagements collectifs permettent de protéger les zones aval en prévenant l'érosion dans les zones amont, en incluant le raisonnement collectif de l'emplacement des cultures à l'échelle d'un bassin versant et l'aménagement de bassins de rétention à l'aval.

Le remembrement

Le remembrement rural consiste à regrouper les parcelles agricoles de superficies trop faibles ou trop dispersées pour améliorer la structure des exploitations agricoles. Il permet également de restructurer le parcellaire agricole lors d'aménagements fonciers ou de l'amélioration des réseaux de communications. Parmi les conséquences induites par les opérations de remembrement on peut noter : l'augmentation de la longueur des pentes, la suppression des haies et talus, la réduction des alternances de types de culture au sein du bassin versant. Le ruissellement est ainsi accéléré et augmente le risque d'érosion.

Si les opérations de remembrement ont été particulièrement prégnantes entre 1960 et 1980, elles sont actuellement plus rares et souvent menées à l'occasion de la construction d'infrastructures routières et ferroviaires. Depuis 1976, une étude préalable et une étude d'impact sont obligatoires lors d'un remembrement. Les travaux susceptibles de modifier le fonctionnement hydrologique du territoire remembré, tels que l'arrachage des haies, l'arasement des talus, le comblement ou l'ouverture de fossés, sont soumis à autorisation depuis 1992 [1]. L'instauration d'un « *Remembrement environnemental ou écologique* » visant à compenser les dégâts induits par le remembrement a été proposé lors du *Grenelle de l'Environnement* de 2007 organisé par le Ministère en charge de l'Écologie.

Au niveau des collectivités locales, les pouvoirs publics disposent d'outils complémentaires pour limiter les dégâts potentiels engendrés par les coulées boueuses : les plans de prévention des risques (PPR) et les documents d'urbanisme (carte communale², PLU³, SCOT⁴, DTA⁵). Des mesures de lutte anti-érosives peuvent également être mises en place au niveau d'unités fonctionnelles par l'intégration dans des Sage⁶, ou des contrats de rivière⁷.

Enfin, le décret d'application du 14 mai 2007 [5] précise les termes de la mise en œuvre de la loi du 30 juillet 2003 (visant à définir des mesures de lutte contre l'érosion des sols) en indiquant notamment la nécessité de « réaliser un zonage des risques d'érosion » sous la responsabilité des préfets sur le territoire agricole. Un guide méthodologique pour un zonage départemental de l'érosion des sols a été rédigé à la demande du Ministère en charge de l'Écologie pour faciliter la mise en place de ces zonages [6]. De même, au niveau européen, la Stratégie thématique pour la protection des sols en Europe [7] précise l'importance de délimiter les risques d'érosion des sols pour les États membres.

² Carte communale : document de planification de l'urbanisme communal pour les petites communes

³ Plan local d'urbanisme : principal document d'urbanisme de planification de l'urbanisme communal ou éventuellement intercommunal

⁴ Schéma de cohérence territoriale

⁵ Directive territoriale d'aménagement

⁶ Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux : définit les objectifs et les règles pour une gestion intégrée de l'eau au niveau local.

⁷ Contrat de rivière : programmes d'action pour la réalisation d'objectifs et de gestion et de restauration des milieux aquatiques.

Références

- 1 - M-C Girard, C. Walter, JC Rémy, J. Berthelin, et JL Morel, 2011. Sols et environnement, Co-éditeur : ADEME (7048) / DUNOD Dunod, Paris, 2011, 881 p.
- 2a - INRA-IFEN, 2002. L'érosion hydrique des sols en France [online]. Disponible sous <http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>, (vérifié le 16 août 2012).
- 2b - Ifen, 2005. « L'érosion des sols, un phénomène à surveiller », Les données de l'environnement, n° 106, septembre 2005, 4p.
- 3 - Synthèse du groupe érosion de Haute-Normandie (Programme de Recherche "Risque Décision Territoire" du Ministère en charge de l'Écologie), [online]. Disponible sous http://www.rdrisques.org/projets/digetcob/bib/techniques_ruis/
- 4 - Cartographie de l'aléa d'érosion des sols en France : <http://erosion.orleans.inra.fr/index2.php> ou <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/cartographie/ar/cartographie-interactive-geoidd-france.html>
- 5 - Le décret d'application n°2005-117 du 7 février 2005 du volet « risques naturels » de la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages et le décret n° 2007-882 du 14 mai 2007 :
- Portail de la prévention des risques majeurs du Ministère en charge de l'Écologie :
http://www.prim.net/cgi_bin/professionnel/decretsloirisques.pdf
- Application Gaspar (Gestion Assistée des Procédures Administratives relatives aux Risques naturels et technologiques) de la direction de la prévention des pollutions et des risques (Ministère en charge de l'Écologie): consultation des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle par commune <http://macommune.prim.net/gaspar/>
- Site légifrance :
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000420195&dateTexte=>
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000821509&dateTexte=>
- 6- Guide méthodologique pour un zonage départemental de l'érosion des sols. Rapport n° 1, 2 et 3 - Rapports : BRGM/RP-55049-FR et BRGM/RP-55103-FR et BRGM/RP-55104-FR), [online]. Disponible sous <http://www.brgm.fr/>
<http://www.brgm.fr/publication/pubDetailRapportSP.jsp?id=RSP-BRGM/RP-55049-FR>
<http://www.brgm.fr/publication/pubDetailRapportSP.jsp?id=RSP-BRGM/RP-55103-FR>
<http://www.brgm.fr/publication/pubDetailRapportSP.jsp?id=RSP-BRGM/RP-55104-FR>
- 7- Stratégie thématique pour la protection des sols en Europe (communication sur les sols COM(2006) 231 final, proposition de Directive Européenne COM(2006) 232): http://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm