

## L'érosion hydrique des sols

> François GOOR

avec la collaboration de Sylvia DAUTREBANDE, Catherine SOHIER et Vincent BRAHY

*Les précipitations et le ruissellement de l'eau sur les terres agricoles peuvent être à l'origine d'une érosion hydrique des sols, incluant éventuellement le déplacement des particules érodées jusqu'aux cours d'eau. Ce processus peut avoir des conséquences écologiques et financières significatives. La formation de rigoles et de ravines, ainsi que les coulées et les inondations boueuses peuvent en effet entraîner des dégâts importants, tant aux parcelles agricoles et aux cultures qu'aux infrastructures situées aux alentours. A plus long terme, l'érosion de la couche superficielle des sols peut causer une baisse des rendements agricoles. Les coulées de boue liées à l'érosion hydrique augmentent par ailleurs la charge en sédiments des cours d'eau, des collecteurs d'égouts et des bassins d'orage, avec notamment comme conséquence une hausse du risque d'inondation. Enfin, des quantités non négligeables de nutriments et de micropolluants, fixés sur les particules de sol et la matière organique érodées, peuvent être déplacées vers les cours d'eau et les autres agro-écosystèmes, affectant la qualité écologique de ces différents milieux.*

### QUANTIFICATION DE L'ÉROSION HYDRIQUE DIFFUSE DES SOLS ET ÉVALUATION DES RISQUES

La quantification de l'érosion hydrique diffuse<sup>(1)</sup> peut porter soit sur les pertes en sol, à l'échelle de la parcelle, soit sur le rendement en sédiments. Ce dernier correspond à la quantité de sédiments issue de l'érosion des sols d'un bassin versant qui parvient à son exutoire. Les modèles actuels de calcul des pertes en sol et des rendements en sédiments sont généralement basés sur l'équation universelle de pertes en sol USLE<sup>(2)</sup>, régulièrement complétée et adaptée. Cette équation se formule comme suit :

$$A_w = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P_w$$

avec :

$A_w$  : perte en sol moyenne annuelle [t/(ha.an)]

R : indice d'érosivité<sup>(3)</sup> des précipitations [(MJ.mm)/(ha.an.h)]

K : indice d'érodibilité du sol, fonction de la texture du sol, du taux d'humus, de la structure de la couche superficielle de sol ainsi que de sa perméabilité [(t.h)/(MJ.mm)]

LS : indice topographique, fonction de la longueur (L) et de l'intensité (S) de la pente

C : indice de couverture végétale et de pratiques culturales<sup>(4)</sup>

$P_w$  : indice d'aménagement antiérosif<sup>(5)</sup>

Une variante de cette équation existe aussi pour le calcul des rendements en sédiments, à l'échelle d'un bassin versant [📄 dossier scientifique]. Dans ce cas, la longueur de pente L est remplacée par la longueur du versant ( $L_v$ ), et l'indice d'érosivité R par l'évaluation des flux de ruissellement (volumes d'eau et débits).

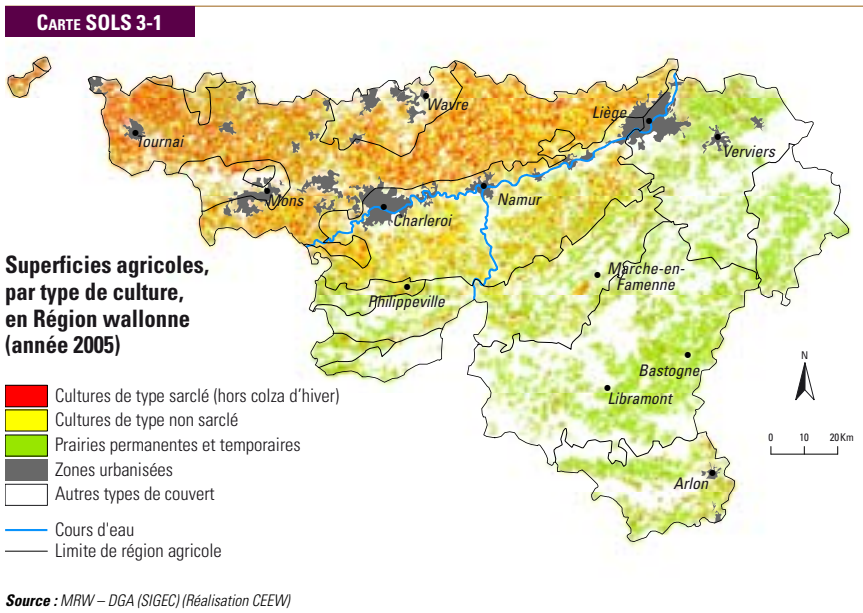
Par ailleurs, le risque associé aux pertes en sols peut être défini par rapport à une valeur de référence ( $A_w = 5 \text{ t}/(\text{ha.an})$ ) et un maximum toléré ( $A_w = 10 \text{ t}/(\text{ha.an})$ )<sup>(6)</sup> [📄 dossier scientifique]. L'OCDE distingue par exemple 5 classes de risque. Le calcul du risque pour les eaux de surface peut de son côté aussi se baser sur les pertes en sol, en fixant une valeur seuil (généralement 10 %) par rapport aux pertes en sol considérées comme « critiques » [📄 dossier scientifique]. Sur base du maximum toléré pour les pertes en sol ( $A_w = 10 \text{ t}/(\text{ha.an})$ ), le seuil critique pour les rendements en sédiments sera donc de 1 t/(ha.an).

### PRINCIPAUX DÉTERMINANTS DE L'ÉROSION HYDRIQUE DIFFUSE DES SOLS

#### Le type de couverture du sol influence le risque d'érosion hydrique

L'affectation du sol (bâti, zones agricoles, superficies boisées...) et l'usage qui en est fait (mode de gestion, présence d'équipements antiérosifs) peuvent influencer le risque d'érosion hydrique, en raison de leur impact sur le ruissellement. En particulier, plus la couverture du sol est importante (paramètre C), moins le risque érosif est élevé.

Dans le cas des parcelles agricoles, le risque d'érosion hydrique<sup>(7)</sup> est le plus élevé lorsque les sols sont occupés par des cultures de type sarclé<sup>(8)</sup>, peu couvrantes, suivies des cultures de type non sarclé, plus couvrantes, puis des prairies où le risque est minimal, voire inexistant. Les cultures de type sarclé se retrouvent essentiellement dans les zones de grandes cultures, au nord du sillon Sambre-et-Meuse [📄 CARTE SOLS 3-1]. L'espace dévolu à l'agriculture a diminué au cours des 20 dernières années, en particulier dans le nord (Régions limoneuse et sablo-limoneuse), surtout au profit de l'urbanisation. En termes absolus, on note une diminution des superficies de prairies permanentes et temporaires jusqu'au début des années 1990, suivie d'une stabilisation. Cette

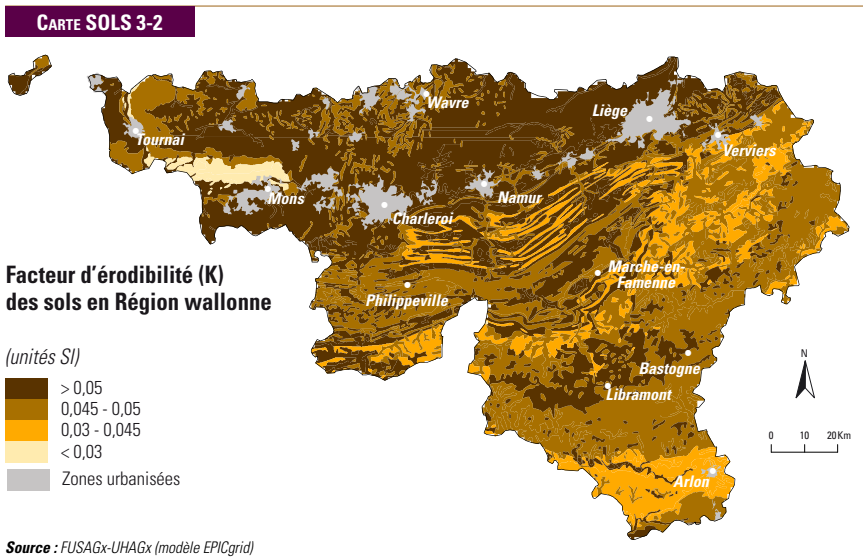


évolution, marquée dans les zones de grandes cultures, a principalement profité aux cultures de printemps, incluant les cultures fourragères. Les surfaces occupées par le maïs fourrager ont ainsi progressé dans la plupart des régions au cours des années 1990 ; c'est aussi le cas pour la pomme de terre, qui affiche la plus forte augmentation [voir AGR].

D'autre part, les terres boisées sont restées relativement stables au cours des dernières décennies [voir TERRIT 1]. Le risque érosif correspondant est similaire à celui des prairies, excepté dans le cas des coupes à blanc, pour lesquelles la valeur du risque est maximale. Les

superficies mises à blanc annuellement représentent cependant moins d'1 % du total des surfaces boisées en Région wallonne.

La sensibilité du sol à l'érosion dépend également du type de travail du sol en surface. Les cultures de type sarclé nécessitent en particulier un affinement important de la couche superficielle du sol. Ce dernier peut entraîner la formation accélérée d'une croûte de battance en cas de forte pluie, ce qui diminue l'infiltrabilité du sol et accélère par conséquent le ruissellement [voir SOLS 6].



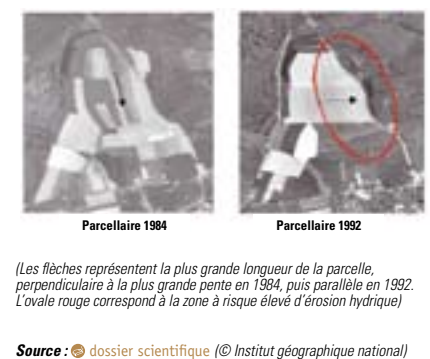
**Les sols limoneux sont parmi les plus sensibles à l'érosion hydrique**

Le facteur d'érodibilité (paramètre K) dépend de la texture du sol, de sa teneur en carbone organique, de sa structure et de sa perméabilité. Ce paramètre a été déterminé pour les différents types de sols de la Région wallonne [voir CARTE SOLS 3-2]. On constate en particulier que les sols à texture limoneuse sont parmi les plus sensibles à l'érosion, malgré leur forte capacité de rétention en eau (liée à la distribution favorable de leur porosité)<sup>(9)</sup>. A noter que la baisse du taux de carbone organique du sol est une cause mais surtout une des conséquences de l'érosion [voir SOLS 2].

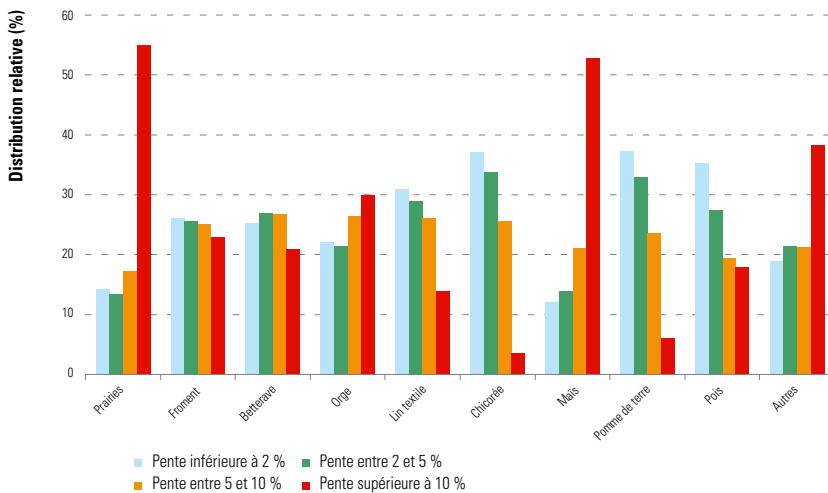
**Les effets de la longueur des pentes**

La topographie du milieu est un facteur sensible pour l'érosion hydrique en Région wallonne, étant donné l'aspect vallonné de nombreux paysages. Une augmentation de la longueur de la pente (paramètre L), pour une pente (paramètre S) donnée, accroît le risque érosif global<sup>(10)</sup>. Cette évolution peut notamment découler du remembrement des terres agricoles (agrandissement des parcelles) [voir Fig SOLS 3-1] ou être liée à la présence d'un continuum de parcelles occupées par des cultures dont le risque érosif est similaire<sup>(11)</sup>.

**FIG SOLS 3-1** Illustration de l'impact de l'évolution du parcellaire agricole sur la longueur de pente



**FIG SOLS 3-2** Distribution des principales cultures agricoles, par classe de pente, pour une zone limoneuse située en Hesbaye (2002)



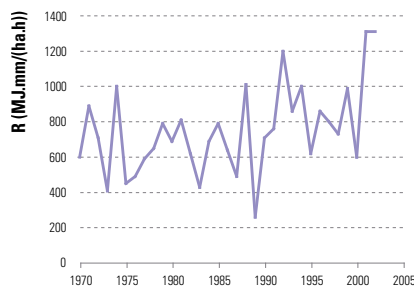
Source : FUSAGx-UHAGx

A noter que la distribution observée des cultures diffère selon l'intensité de la pente. A titre d'exemple, on a ainsi constaté pour une zone limoneuse de Hesbaye [↘ FIG SOLS 3-2] que plus de la moitié des surfaces de prairie mais aussi de maïs étaient localisées sur des parcelles de pente supérieure à 10 % (en 2002).

### L'érosivité des pluies a plutôt tendance à augmenter

Le climat joue un rôle déterminant dans le risque d'érosion hydrique des sols, par le biais des précipitations (fréquence, durée et intensité). En termes quantitatifs, les volumes de précipitations annuelles ont affiché une tendance à la hausse, de l'ordre de 20 % au total entre 1951 et 2005, pour différentes stations de mesure en Région wallonne [📄 dossier scientifique]. Un autre élément à prendre en compte est l'érosivité des précipitations. La détermination du paramètre R est assez complexe ; il peut néanmoins être déduit de façon empirique de la quantité moyenne annuelle de précipitations sur l'ensemble du territoire de la Belgique [📄 dossier scientifique]. Les valeurs à Uccle (moyennes annuelles) [↘ FIG SOLS 3-3] mettent en évidence une tendance à la hausse de l'érosivité depuis les années 1970, malgré une forte variation interannuelle. A noter que l'érosivité des précipitations est globalement supérieure durant les mois d'été.

**FIG SOLS 3-3** Evolution de l'érosivité annuelle des pluies (paramètre R) à Uccle



Source : IRM

## QUANTITÉS DE SOLS ÉRODÉS ET DÉPLACÉS VERS LES COURS D'EAU

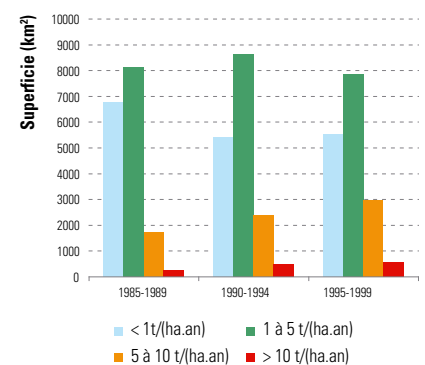
En pratique, la résolution de l'équation empirique de référence USLE (voir ci-avant) permettant de quantifier l'érosion nécessite le recours à la modélisation hydrologique. Différents modèles ont été développés dans ce cadre [📄 dossier scientifique] ; une série de travaux concernant la Région wallonne ont notamment été basés sur le modèle EPICgrid (FUSAGx-UHAGx).

### Les superficies affectées par des pertes en sol élevées sont en augmentation

Pour rappel, les pertes en sol par érosion hydrique sont déterminées au niveau des parcelles<sup>(12)</sup> de sol, tandis que les quantités de sol déplacées vers les cours d'eau (ou rendements en sédiments) sont évaluées à l'exutoire des bassins versants<sup>(13)</sup>.

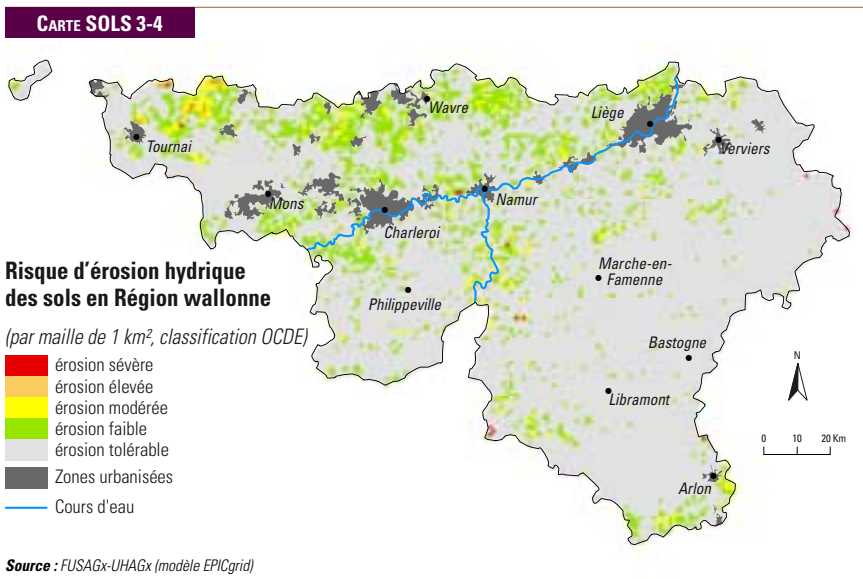
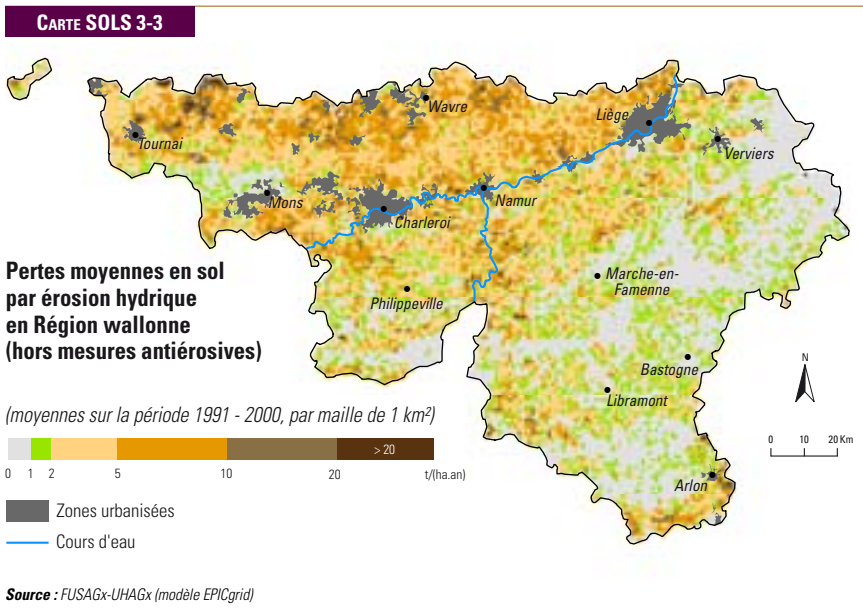
Selon le même modèle EPICgrid, la perte en sol annuelle moyenne à l'échelle de la Région wallonne était de 2,53 t/ha et 3,03 t/ha, respectivement, pour les périodes 1971-2000 et 1991-2000 [↘ CARTE SOLS 3-3]. Cette évolution est liée essentiellement à l'augmentation des aléas climatiques (érosivité des précipitations), ainsi qu'à la proportion croissante des surfaces occupées par des cultures de type sarclé. Dans une moindre mesure, on pourrait également citer comme facteur explicatif la diminution généralisée des teneurs en matières organiques dans les sols cultivés, au cours des 40 dernières années [voir SOLS 2]. Les résultats pour la période 1991-2000, présentés conformément à la classification OCDE [↘ CARTE SOLS 3-4], révèlent de leur côté que la grande majorité du territoire de la Région est soumis à un risque d'érosion tolérable, voire faible. En moyenne, les pertes en sols sont inférieures à la valeur de référence (5 t/(ha.an), voir ci-avant), même si la proportion relative des classes supérieures est en augmentation [↘ FIG SOLS 3-4].

**FIG SOLS 3-4** Superficies par classes de pertes moyennes en sol, en Région wallonne



Source : FUSAGx-UHAGx (modèle EPICgrid)

Les rendements en sédiments annuels moyens représentaient quant à eux 0,4 t/ha et 0,5 t/ha, respectivement, au cours des périodes

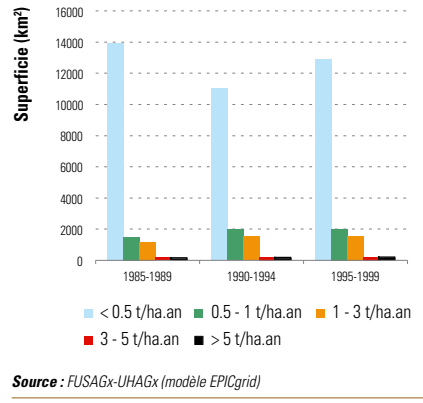


1971-2000 et 1991-2000, ce qui correspond à un total de respectivement 670 000 t/an et 815 000 t/an de sédiments (secs) d'origine agricole, à l'échelle de la Région wallonne<sup>(14)</sup> [↘ CARTE SOLS 3-5]. Bien que les sols les plus sensibles à l'érosion hydrique soient situés dans les Régions limoneuse et sablo-limoneuse, le bassin de la Semois-Chiers contribue à plus de 14 % du total des sédiments exportés vers les cours d'eau. Les sols du bassin de la Chiers sont en effet argileux et très peu perméables, ce qui favorise le ruissellement. Ce dernier est en outre renforcé dans la région considérée par des pluies assez abondantes ainsi que par

une croissance des superficies de maïs, ce qui accroît la vulnérabilité des sols par rapport à l'érosion. Ces effets sont néanmoins tempérés en Lorraine belge par une organisation du parcellaire en harmonie avec le paysage (notamment cultures en bandes alternées suivant la pente (voir ci-après)).

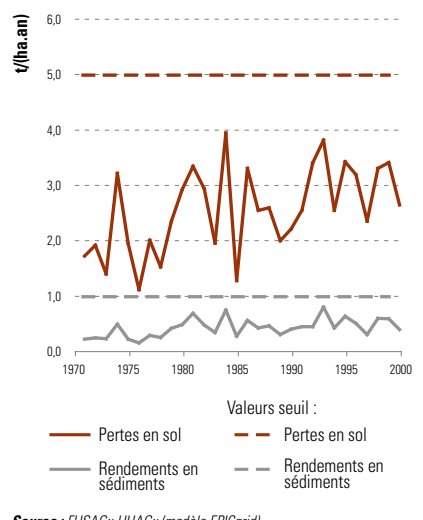
De son côté, la proportion de superficie dont le rendement en sédiments est supérieur au maximum acceptable (1 t/(ha.an)) est relativement faible (12 % pour la période 1995-1999) [↘ FIG SOLS 3-5].

**FIG SOLS 3-5** Superficies de sols par classes de rendements moyens en sédiments, en Région wallonne

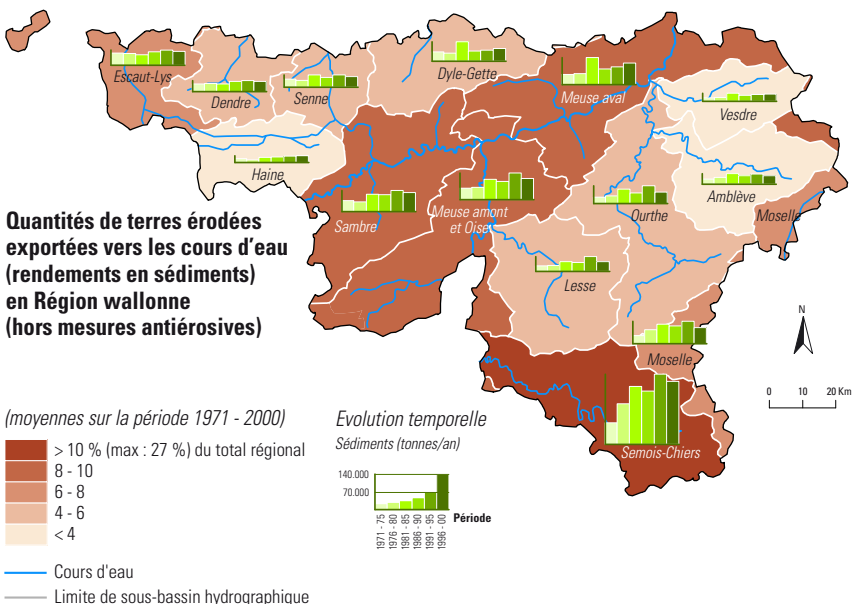


Par ailleurs, les fluctuations interannuelles des pertes moyennes en sol et des rendements moyens en sédiments sur la période 1971-2000 [↘ FIG SOLS 3-6] révèlent une légère tendance à la hausse, pour les raisons mentionnées ci-avant (érosivité des pluies, cultures de type sarclé, diminution des teneurs en matière organique...). Les valeurs restent néanmoins inférieures aux seuils indicatifs dans les deux cas. Il faut toutefois rappeler qu'il s'agit de valeurs moyennes issues de la modélisation, qui peuvent par conséquent occulter l'existence de situations ponctuelles plus problématiques sur le terrain. La proportion moyenne de particules de sol érodées qui atteignent l'exutoire des bassins versants<sup>(15)</sup> est estimée (modèle EPICgrid) à 16 % des pertes totales en sol par érosion hydrique, en moyenne sur la période 1970-2000. Les fortes variations interannuelles sont principalement liées aux aléas climatiques (précipitations).

**FIG SOLS 3-6** Evolution des pertes en sol et des rendements en sédiments (moyennes pour la Région wallonne)



CARTE SOLS 3-5



Source : FUSAGx-UHAGx (modèle EPICgrid) (Réalisation CEEW)

### LE PHOSPHORE ET LES PESTICIDES FIXÉS SUR LES PARTICULES DE SOL ÉRODÉES

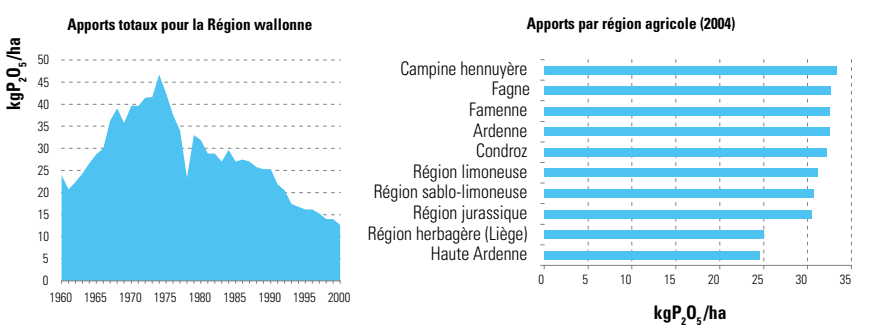
Une partie du phosphore présent dans les couches superficielles du sol est susceptible d'être entraîné avec les particules érodées.

Les apports d'engrais minéraux et organiques constituent une des principales sources de phosphore dans les sols. L'utilisation moyenne d'engrais minéraux phosphorés sur les sols agricoles en Belgique a tendance à baisser depuis plusieurs décennies, après avoir atteint un pic au milieu des années 1970 [voir Fig SOLS 3-7]. D'autre part, bien qu'il n'existe pas encore à

l'heure actuelle de bilan des apports de phosphore organique tel que réalisé pour l'azote [taux de liaison au sol, voir AGR], des données relatives aux teneurs moyennes en phosphore dans les effluents d'élevage ont pu être rassemblées<sup>(16)</sup>. Selon ces informations, les teneurs en phosphore varient entre 1,6 et 23 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/t, selon le type d'effluent.

Les quantités de phosphore (organique et minéral) d'origine agricole qui atteignent les eaux de surface par érosion diffuse et ruissellement superficiel peuvent être déterminées à l'aide de modèles hydrologiques. Dans le cadre du projet PIRENE<sup>(17)</sup>, ces pertes ont été estimées, par le modèle EPICgrid, à 2 kg/(ha de SAU.an) sur la période 1991-2000. Les pertes

Fig SOLS 3-7 Apports moyens de phosphore minéral sur les terres agricoles, en Région wallonne

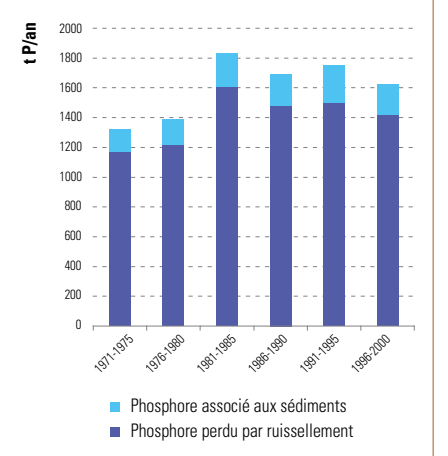


Source : CEA ; MRW - DGA (Comptabilités agricoles)

de phosphore sont cependant assez variables selon les caractéristiques des bassins hydrographiques [dossier scientifique] ; elles dépendent notamment du contenu initial en phosphore (taux de saturation) et des formes sous lesquelles ce phosphore est présent dans les sols [voir SOLS 1]. Par ailleurs, même si les conditions ne sont pas comparables, ces données sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans une série de bassins versants du nord de l'Europe, qui s'échelonnent entre 0,1 et 5 kg/(ha.an) [dossier scientifique]. De leur côté, les pertes de phosphore d'origine non agricole (rejets domestiques et industriels), même si elles ne concernent pas la problématique de l'érosion hydrique des sols, sont du même ordre de grandeur, voire légèrement supérieures, aux pertes agricoles en Région wallonne [dossier scientifique] [voir EAU 2].

En termes d'évolution, on constate une tendance à la baisse des pertes totales en phosphore au cours des dernières années [voir Fig SOLS 3-8]. Cette évolution est notamment liée à une diminution des apports d'engrais phosphorés par le secteur de l'agriculture [voir AGR], et ce malgré l'augmentation observée de la pluviométrie (voir ci-avant).

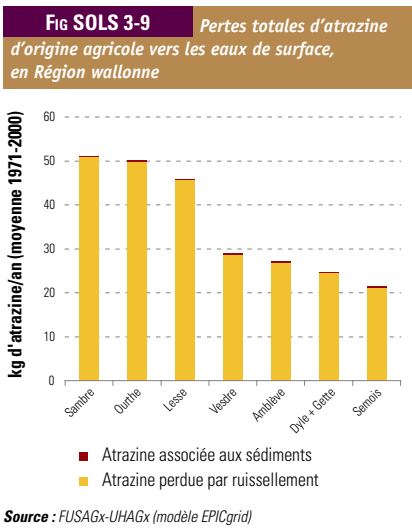
Fig SOLS 3-8 Pertes totales de phosphore d'origine agricole vers les eaux de surface, en Région wallonne



Source : FUSAGx-UHAGx (modèle EPICgrid)

Dans le cas des pesticides, la situation est plus complexe, étant donné la diversité des matières actives appliquées sur les sols à l'échelle du bassin versant, ainsi que les spécificités du comportement de ces molécules dans l'environnement [voir SOLS 4]. En termes d'apports sur les sols agricoles, les quantités de matières actives utilisées ont tendance à diminuer ces dernières années, à l'exception de certaines situations plus problématiques (lutte contre le mildiou en cultures de pomme de terre par exemple) [voir AGR].

En Région wallonne, les quantités d'atrazine d'origine agricole qui atteignent les eaux de surface par érosion diffuse et ruissellement superficiel ont pu être déterminées pour les bassins versants de la Meuse, ainsi que pour le bassin de la Dyle-Gette [voir SOLS 3-9]. Les valeurs totales varient du simple au double, les quantités d'atrazine associées aux sédiments ne représentant qu'une très faible proportion (entre 0,3 et 1,6 %, selon les bassins versants).



## DOMMAGES AUX PARCELLES AGRICOLES ET À L'ENVIRONNEMENT

Les indicateurs d'impact ont pour but de traduire l'importance des dommages existants (ou prévisibles) causés par l'érosion hydrique des sols, éventuellement par rapport à des valeurs seuil ou à des coûts «acceptables» sur le plan socioéconomique et environnemental. Dans une situation donnée, les valeurs de référence dépendent aussi parfois des enjeux locaux liés spécifiquement à la protection des sols, des eaux de surface ou de certains biens matériels (infrastructures par exemple).

### Les dégâts aux parcelles agricoles et aux cultures

Au niveau des parcelles agricoles, les dommages occasionnés à court terme par l'érosion des sols se traduisent par différentes formes de dégâts aux cultures (destruction des semis, baisses de rendement...) [voir SOLS 3-10]. Ces dégâts peuvent entraîner une surcharge de travail pour l'agriculteur, le travail du sol étant rendu souvent plus difficile (accumulation de boues, nécessité de niveler les terres à cause des ravines...). A plus long terme, il peut y avoir une perte de productivité en raison de la dégradation des propriétés physiques des sols (réduction de la macroporosité, glaçage des horizons de surface, mise à nu de couches inférieures de sol plus compactes et moins drainantes, plus pierreuses, moins riches en matière organique...). L'érosion hydrique des sols modifie aussi leurs propriétés chimiques (concentration ou dilution d'éléments fertilisants et/ou de produits phytopharmaceutiques, redistribution des matières organiques [voir SOLS 2] et des couches de sol les plus fertiles...) et biologiques (appauvrissement de la microfaune et de la microflore du sol [voir SOLS 1]).

En pratique, l'évaluation de ces impacts se fait généralement de façon indirecte, à partir des valeurs maximales recommandées ou tolérées pour les pertes en sol (respectivement 5 et 10 t/(ha.an)), éventuellement regroupées sur une base qualitative (classification OCDE par exemple, voir ci-avant)). A l'échelle de la Région wallonne, les impacts potentiels peuvent être déduits de la carte des pertes en sol [voir CARTE SOLS 3-3]. Par ailleurs, la tendance actuelle est d'exprimer l'intensité de l'érosion en épaisseur de sol déplacée plutôt qu'en volume. Cette approche permet en particulier de comparer les pertes réelles en sol à la quantité de sol meuble «disponible» pour les racines, qui peut être évaluée de façon dynamique (épaisseur de sol naturellement renouvelable)<sup>(18)</sup>.

### Les impacts environnementaux de l'érosion hydrique ne se limitent pas aux parcelles agricoles

En dehors des parcelles agricoles, les coulées et les eaux boueuses peuvent causer des dégradations aux habitations, aux voiries ainsi qu'aux ouvrages d'art (ponts, collecteurs, bassins d'orage...) [voir SOLS 3-11]. Plus en aval, les eaux de surface (étangs, lacs, cours d'eau...) peuvent subir des dégâts liés à l'accumulation des sédiments (curage, dragage, problèmes de navigabilité...) [voir EAU 5] et faire l'objet de contaminations diverses en raison des apports de matières fertilisantes (azote, phosphore, matières organiques...), de pesticides et autres types de micropolluants associés à ces sédiments. Ces substances peuvent être à l'origine de phénomènes d'eutrophisation [voir EAU 2], d'acidification [voir EAU 3], ou encore de



pollution par des micropolluants [voir EAU 4]. La mise en décharge des boues de dragage contaminées par des substances d'origine agricole, industrielle ou domestique, peut également poser un certain nombre de problèmes [voir DEC 3].

Comme c'est le cas pour les dégâts occasionnés aux parcelles agricoles, l'évaluation des impacts des rendements en sédiments se fait de façon indirecte, par référence à une valeur maximale, fixée par exemple à 10 % des pertes en sols maximales tolérées (voir ci-avant). D'autre part, le déversement de phosphore dans les cours d'eau peut entraîner un risque d'eutrophisation [voir EAU 2], tandis que la présence de (résidus de) pesticides peut s'avérer dangereuse pour les organismes aquatiques [voir EAU 4]<sup>(19)</sup>.

Les implications financières directes des mesures de lutte contre l'érosion en Belgique ont récemment fait l'objet d'une évaluation<sup>(20)</sup>. Le coût de l'installation de chenaux ou de tournières enherbées a ainsi été estimé à 1050 €/ha (hors valorisation des sous-produits (foin) et primes éventuelles). De son côté, le coût d'un bassin de retenue et de décantation se situe entre 100 000 et 1 000 000 €, en fonction de sa taille, les coûts d'entretien variant entre 10 et 65 €/t de boue évacuée.

A l'échelle européenne, l'analyse d'impact effectuée par l'Agence européenne de l'environnement (AEE) dans le cadre de l'élaboration de la directive cadre pour la protection des sols évaluée à 115 millions d'hectares (soit 12 % du territoire européen) les superficies concernées par le phénomène d'érosion hydrique, tandis que 42 millions d'hectares subissent des dégradations dues à l'érosion éolienne, les dégradations graves ne concernant que 2 % de cette dernière superficie. En outre, les montants annuels liés aux coûts de la dégradation des sols pour ce type d'altération se situeraient dans une fourchette allant de 0,7 à 14 milliards d'euros.

## MESURES PRÉVENTIVES ET CORRECTIVES

Un certain nombre de mesures peuvent être prises en vue de limiter l'érosion hydrique des sols, de façon à diminuer les impacts sur les parcelles agricoles et sur les autres composantes de l'environnement<sup>(21)</sup>. Les actions envisageables peuvent concerner soit le phénomène d'érosion lui-même, soit les pertes en sol (à l'intérieur et en dehors des parcelles agricoles). Dans le premier cas, il s'agit surtout de mesures préventives visant à réduire les risques d'érosion (modification des pratiques agricoles, réorganisation du parcellaire, nivellement des terres...). Dans le second cas, les mesures mises en oeuvre sont surtout de type correctif, de façon à limiter les conséquences de l'érosion des terres en aval. Globalement, dans une situation donnée, le choix des mesures à appliquer doit être adapté aux spécificités du milieu, et tenir compte en particulier de l'érodibilité du sol, de la pente des parcelles et des aléas climatiques (intensité, durée et fréquence des précipitations).

Ces différentes mesures ont été reprises dans le cadre de la stratégie européenne pour la protection des sols<sup>(22)</sup>, et plus particulièrement de la proposition de directive définissant un cadre pour la protection des sols (COM(2006) 232 final). Celle-ci prévoit le recensement des zones exposées à des risques d'érosion, la fixation d'objectifs et l'établissement de programmes de mesures destinées à lutter contre ce type de dégradation.

La lutte contre l'érosion hydrique des sols est également prise en compte au niveau de la conditionnalité des aides PAC (AGW du 22 juin 2006) [voir AGR], des normes spécifiques étant d'application dans les parcelles agricoles à risque d'érosion élevé<sup>(23)</sup>. A l'échelle des bassins versants, des actions visant à limiter l'érosion des sols et le ruissellement des eaux sont aussi envisagées dans le cadre du plan de Prévention et de Lutte contre les Inondations et leurs Effets sur les Sinistrés (PLUIES<sup>(24)</sup>) [voir EAU 6]. Par ailleurs, l'avant-projet d'AGW relatif à l'octroi de subventions pour l'établissement de dispositifs de protection contre l'érosion des terres agricoles et pour la lutte contre les inondations et les coulées

boueuses dues au ruissellement a été adopté début 2007. Il prévoit notamment une intervention financière de la Région, à destination des pouvoirs publics subordonnés (communes, provinces...), pour les ouvrages et aménagements visant à limiter l'érosion des sols et à retenir les eaux de ruissellement, afin de maintenir la valeur agronomique des terres et de limiter les dégâts aux biens situés en aval. Cette intervention financière s'élève à 60 % du coût total, et peut encore être majorée de maximum 20 % sous certaines conditions (réalisation de plantations).

### Limiter les risques d'érosion à l'échelle de la parcelle agricole

Les mesures préventives appliquées à l'échelle de la parcelle agricole englobent la gestion de l'occupation du sol et du couvert végétal (rotations, maintien des prairies permanentes, intercultures, sous-semis...), ainsi que les méthodes de travail du sol<sup>(25)</sup>. Les techniques culturales sans labour (non labour, semis directs...), qui évitent d'émietter trop finement le sol en surface, visent notamment à maintenir un taux de couverture minimal du sol en surface (résidus de culture) et conduisent à des teneurs en matière organique plus élevées à la surface du sol<sup>(26)</sup> [voir FIG SOLS 3-12]. L'apport de matières organiques exogènes, permettant la formation d'un humus stable en vue de réduire l'érodibilité du sol, a également été évalué [voir dossier scientifique].



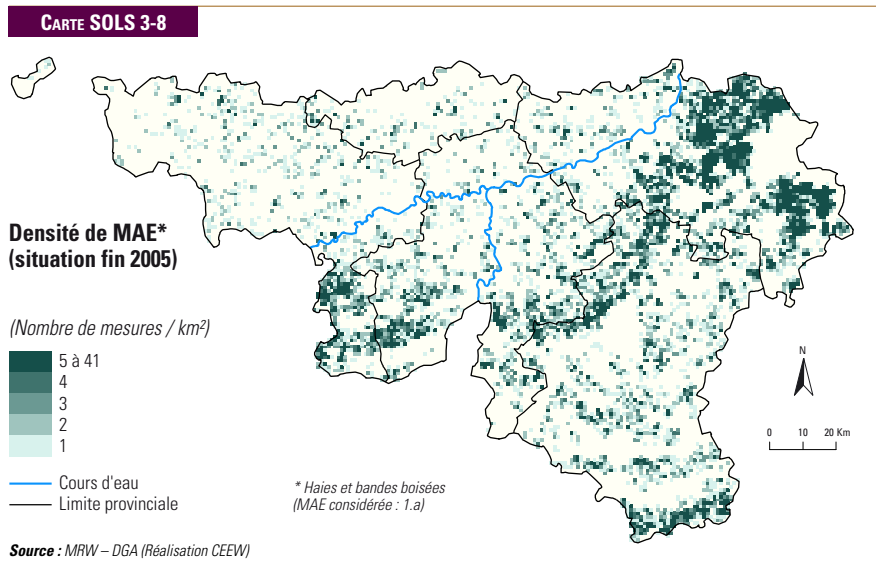
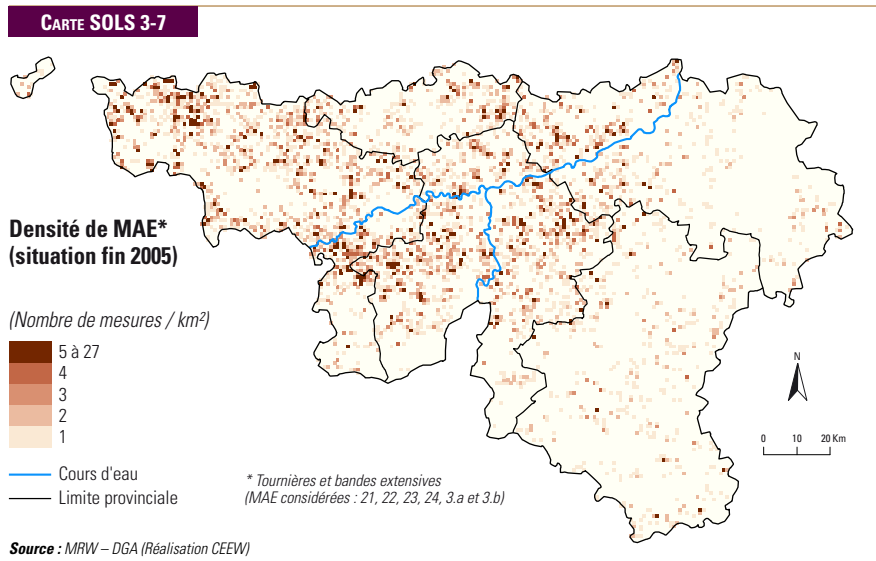
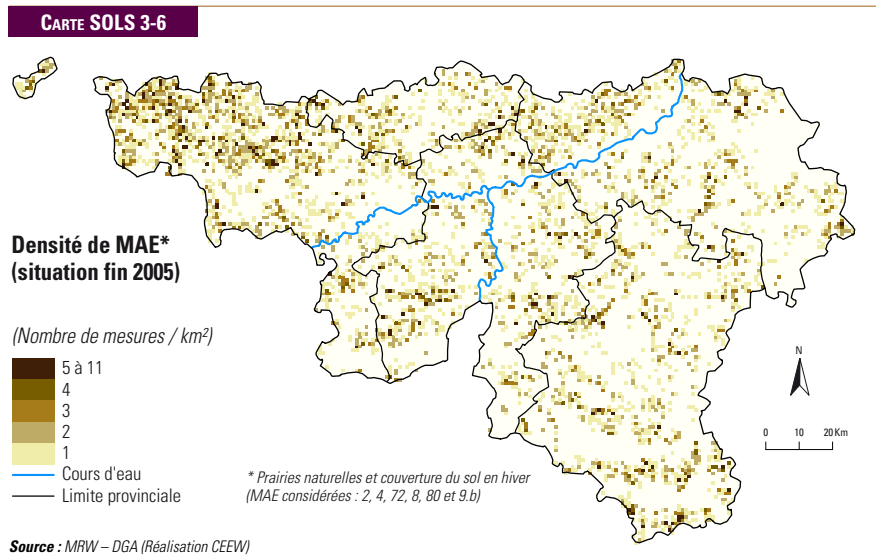
Par ailleurs, certaines mesures agri-environnementales (MAE) appliquées en Région wallonne peuvent jouer un rôle dans la lutte contre les pertes en sol à partir des parcelles agricoles.

C'est le cas par exemple des mesures concernant les prairies naturelles et la couverture du sol en hiver. En première analyse, la répartition géographique de ces mesures révèle une densité de mesures un peu plus élevée dans les zones les plus sensibles à l'érosion hydrique en Région wallonne [↘ CARTE SOLS 3-6]. A noter que les mesures de type «tournières» et «bandes de prairies extensives» ne sont pas efficaces en tant que telles pour prévenir l'érosion : elles permettent tout au plus de retenir les terres érodées à l'intérieur des parcelles.

**Il faut aussi intervenir à l'échelle du bassin versant**

À l'échelle du bassin versant, il est possible d'agir sur la longueur des pentes en alternant les cultures couvrantes et moins couvrantes, notamment pour compenser, dans une certaine mesure, la tendance à l'agrandissement des parcelles agricoles. Des fossés de récolte des eaux peuvent aussi être intercalés, surtout si le risque érosif est élevé. Des interventions plus lourdes, telles que la création de terrasses ou le labour suivant les courbes de niveau, ne sont par contre généralement pas appropriées dans les conditions rencontrées en Région wallonne [📄 dossier scientifique]. En outre, l'installation et la conservation de tournières, de bandes de prairies extensives [↘ CARTE SOLS 3-7] et, dans une moindre mesure, de haies et de bandes boisées [↘ CARTE SOLS 3-8] permet de limiter les pertes en sol dans les cours d'eau. Les bandes enherbées sont aussi efficaces pour réduire les quantités de fertilisants et de produits phytopharmaceutiques transportés vers les cours d'eau [voir EAU 2].

Par ailleurs, lorsque les irrégularités de la topographie<sup>(27)</sup> sont trop prononcées et qu'elles sont susceptibles de concentrer les eaux de ruissellement, des aménagements spécifiques dits d'«hydraulique douce», tels que des fossés de dérivation, des chenaux enherbés ou empierrés peuvent s'avérer efficaces pour orienter les flux d'eau.





## Enjeux et perspectives

L'érosion hydrique des sols est un phénomène complexe, dont l'intensité et les conséquences dépendent d'une série de paramètres sur lesquels il est plus ou moins facile d'agir. Parmi ceux-ci, la topographie et les facteurs climatiques (importance et érosivité des précipitations) sont de nature exogène, donc difficiles voire impossibles à contrôler. Des éléments tels que le type de couvert, les longueurs de pente ou les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de la couche superficielle du sol peuvent par contre être gérées, dans une certaine mesure, de façon à limiter le risque érosif.

Les activités agricoles, qui s'étendent sur près de la moitié du territoire de la Région wallonne, jouent un rôle important en termes de risque d'érosion, même s'il ne s'agit pas de la seule source de pression. Les tendances observées au niveau de la couverture du sol (progression relative des cultures de printemps), du travail du sol (exigences de certaines cultures pour la préparation du lit de semence, incluant un ameublissement marqué des couches superficielles) ou l'agrandissement des parcelles cultivées sont en général assez défavorables. L'aménagement du territoire, et en particulier l'urbanisation, intervient également, tant au niveau des causes (imperméabilisation du sol, concentration de l'écoulement des eaux) que des conséquences possibles de l'érosion (dommages aux infrastructures, liés notamment aux inondations boueuses).

Les interventions à réaliser pour limiter les risques d'érosion hydrique peuvent concerner les causes ou les conséquences du phénomène. La mise en oeuvre de pratiques (agricoles et autres) adaptées aux conditions locales (topographie, précipitations, types de sol), ainsi que la prise en compte de ce type de risque dans l'aménagement du territoire, permettent de limiter les pressions et les dommages potentiels.

Une série de recommandations complémentaires peuvent par ailleurs être formulées, de manière à limiter davantage les risques d'érosion hydrique des sols en Région wallonne. Il s'agit par exemple :

- d'évaluer le risque érosif de façon globale et intégrée, en tenant compte de l'importance relative des pressions (agricoles et non agricoles), de la vulnérabilité du milieu (parcelles agricoles, eaux de surface, infrastructures) et des différents types de composés associés à la problématique (sédiments, phosphore, pesticides, matières organiques...);
- d'envisager l'aménagement du territoire, notamment les projets d'urbanisation mais aussi les plans de lutte contre le ruissellement des eaux, l'érosion et les pertes en sol, à une échelle spatiale appropriée, à savoir celle du petit bassin versant; dans ce contexte, les processus de décision doivent impliquer les autorités locales et inclure la sensibilisation et la concertation avec l'ensemble des acteurs concernés (agriculteurs, propriétaires et gestionnaires forestiers, habitants, gestionnaires d'infrastructures, administrations publiques...);
- de définir des critères de bon état qualitatif des eaux de surface vis-à-vis des sédiments [voir EAU 5], qui soient fonction de la vulnérabilité des masses d'eau, en complément des normes déjà existantes pour le phosphore et les pesticides par exemple;
- de promouvoir les pratiques agricoles les plus adéquates, visant à protéger durablement les ressources en sol (couverture du sol, succession et répartition spatiale des cultures, enfouissement des résidus organiques...), en tenant compte du contexte socioéconomique dans lequel le secteur de l'agriculture évolue [voir AGR]; dans ce cadre, un appui tant financier que technique (incluant des travaux de recherche, des expérimentations et des activités de démonstration *in situ*) doit pouvoir être mis à disposition des acteurs de terrain;
- de favoriser en priorité les mesures antiérosives qui agissent en amont du risque, plutôt que celles qui agissent au niveau des conséquences des pertes en sol (mesures palliatives); il convient aussi de développer et de suivre des indicateurs d'avancement et d'efficacité des mesures mises en oeuvre, dans l'espace et dans le temps;
- de développer et de maintenir des outils efficaces d'aide à la décision, basés sur une modélisation validée des processus et sur une analyse spatialisée des phénomènes impliqués, en tenant compte des spécificités des situations ponctuelles.

## Remerciements

Nous remercions pour leur collaboration et/ou relecture :

Charles BIELDERS, Jean-Pierre DESTAIN, Catherine HALLET, Jean-Paul LEDANT, Béatrice LETEINTURIER et Robert OGER

## Sources principales

☉ Dautrebande, S., Sohier, C., 2006. *L'érosion hydrique et les pertes en sols agricoles en Région wallonne*. Dossier scientifique réalisé dans le cadre du rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon. FUSAGX-UHAGx. Gembloux. 121p.

Bielders, C.L., Ramelot, C., Persoons, E., (2003). «Farmer perception and erosion and extent of flooding in the silt-loam belt of the Belgian Walloon Region». *Environmental Science and Policy*, 6: 85-93.

Bock, L., Hebberecht, Ch., Hanotiaux, G., Mathieu, L. (1987). «Campagne de sensibilisation et de lutte contre l'érosion des sols – premiers résultats de l'enquête 1987». FUSAGX, Unité de Sciences du Sol, 39p.

Dautrebande, S., Colard, Fr. (2003). «Méthodologie de détermination et cartographie des zones à risque d'érosion diffuse et des zones à risque de ruissellement concentré». Rapport UHAGx-FUSAGX, pour la DGA-RW, 40p.

Martin, Ph., Papy, Fr., Souchère, V., Capillon, A. (1998). «Maîtrise du ruissellement et modélisation des pratiques de production». *Cahiers Agriculture*, 7 : 111-9.

Sohier, C. et Dautrebande, S. (2005). «EPICgrid : Modélisation hydrologique des sols et des sous-bassins hydrographiques de la Meuse et de l'Escaut en relation avec les pratiques agricoles». Rapport final du Projet PIRENE du GW (2001-2004), 80p.

Wischmeier, W.H., Smith, D.D. (1978). «Predicting rainfall erosion losses – a guide for conservation planning». U.S.D.A., *Agricultural Handbook* 537, 58p.

- (1) C'est-à-dire hors rigoles et ravines. Les autres principales formes d'érosion des sols sont l'érosion éolienne, peu fréquente en Région wallonne, et l'érosion aratoire (liée au travail du sol), qui n'entraîne en général pas de pertes importantes de particules de sols hors des parcelles agricoles.
- (2) *Universal Soil Loss Equation* (Wischmeier and Smith, 1978)
- (3) Cet indice est lié à l'intensité de la pluie et à la vitesse de chute (et donc à l'énergie cinétique) des gouttes de pluie, qui dépend elle-même de l'intensité des précipitations.
- (4) Cet indice tient compte de la couverture du sol (notamment de la densité de végétation), du type de travail du sol, ou encore des pratiques culturales comme l'incorporation de matière organique fraîche (mulching).
- (5) Indice adimensionnel, compris entre 0 et 1, qui reflète la présence d'aménagements antiérosifs tels que par exemple les terrasses ou l'organisation du parcellaire selon les courbes de niveau.
- (6) A noter que pour certaines cultures comme la betterave par exemple, la terre retirée lors de la récolte (tare) peut atteindre 10 t/ha, et même plus si les conditions d'arrachage sont mauvaises.
- (7) Déterminé sans tenir compte des équipements spécifiques permettant de lutter contre l'érosion (cultures intermédiaires, bandes enherbées...)
- (8) Une culture sarclée est une culture disposée en ligne, de façon à faciliter la destruction des adventices par le sarclage ou le binage (maïs, betterave, pomme de terre...).
- (9) Ceci s'explique par le fait que les particules limoneuses (2-50 µm) qui dominent dans ces types de sols présentent une faible cohésion entre elles, ce qui facilite leur détachement et favorise la formation d'une croûte de battance. Leur petite taille les rend par ailleurs facilement transportables par les eaux de ruissellement.
- (10) A ce sujet, une cartographie détaillée des valeurs de pentes à l'échelle de la Région wallonne est en voie de finalisation dans le cadre du projet ERRUISSOL (DAUTREBANDE, S. et MOKADEM, A.I. 2006. *Erosion hydrique et ruissellement : le projet ERRUISSOL*. MRW – DGATLP, Aménagements et Urbanisme n°7).
- (11) Non alternance de cultures de type sarclé et non sarclé, absence d'interruptions hydrauliques (fossé, voirie...), etc.
- (12) Dans le cas d'EPICgrid, les valeurs sont calculées pour des parcelles théoriques d'1 km<sup>2</sup> (maille), dont les caractéristiques sont basées sur celles des différentes sous-parcelles (réelles) qui les composent.
- (13) Les simulations EPICgrid discutées ici ne tiennent pas compte des mesures antiérosives éventuellement mises en oeuvre au niveau des parcelles agricoles (intercultures, incorporation des résidus de récolte...). A noter par ailleurs qu'une comparaison des résultats fournis par le modèle EPICgrid avec ceux issus d'autres modèles développés au sein de l'Union européenne n'a pas révélé de différences significatives (☉ dossier scientifique).
- (14) A titre de comparaison, le gisement d'entretien récurrent annuel des cours d'eau en Région wallonne est estimé à 600 000 m<sup>3</sup> (soit 660 000 t, en supposant une densité moyenne de 1.1) de sédiments [voir EAU 5].
- (15) *Sediment delivery ratio* = rendement en sédiments / perte en sol par érosion hydrique
- (16) Convention SATUPHOS (UCL-MILA pour la DGRNE)
- (17) <http://www.iwallon.be/pirene>
- (18) A ce sujet, il est intéressant de noter que les régions agricoles correspondent globalement avec les régions éco-climatiques, qui sont elles-mêmes bien discriminées en termes d'épaisseur de sol meuble. Les régions agricoles constituent donc a priori une échelle pertinente en termes d'analyse de l'érosion en Région wallonne (☉ dossier scientifique).
- (19) A noter que des calculs du risque PRIBEL pour la Belgique, incluant le risque pour les eaux de surface (organismes aquatiques), sont disponibles pour la période 2000-2002 [voir AGR].
- (20) Institut royal pour la Gestion durable des Ressources naturelles et la Promotion des Technologies propres (IRGT-KINT), 2005. *Erosion de sols en Belgique : état de la question*. Cahier n°10, 80 p. ([www.irgt-kint.be/medias/docs/Erosion.pdf](http://www.irgt-kint.be/medias/docs/Erosion.pdf))
- (21) A noter que les aspects liés à la conservation des sols en milieu forestier sont développés par ailleurs [voir RES FOR 2].
- (22) <http://ec.europa.eu/environment/soil/index.htm>
- (23) Une parcelle agricole est considérée comme à risque d'érosion lorsque plus de 50 % de sa superficie présente une pente supérieure ou égale à 10 %. Dans ce cas, les cultures de type sarclé sont interdites, sauf si la parcelle est équipée de bandes enherbées ou si une prairie est située en aval.
- (24) [http://environnement.wallonie.be/de/dccn/plan\\_pluies/](http://environnement.wallonie.be/de/dccn/plan_pluies/)
- (25) Voir notamment à ce sujet le projet Mesam ([www.mesam.be](http://www.mesam.be))
- (26) En Région wallonne, des essais de travail simplifié du sol sont notamment réalisés par l'asbl Greenotec ([www.greenotec.be](http://www.greenotec.be)). Ces techniques ne sont cependant pas adaptées à tous les types de cultures et de sols. Leur efficacité en termes de lutte contre l'érosion dépend aussi des caractéristiques du milieu (types de sols, topographie...) ou encore de l'organisation des exploitations agricoles. Dans certains cas, un labour mouche peut être préférable.
- (27) D'origine naturelle (talwegs ...) ou anthropique (voies...)