

Notice méthodologique

TITRE DE LA FICHE D'INDICATEURS

Érosion hydrique des sols

CATÉGORIE PRINCIPALE

Composantes environnementales et liens environnement-santé

THÉMATIQUE PRINCIPALE

Sols

CATÉGORIE SECONDAIRE

-

THÉMATIQUE SECONDAIRE

-

SECTION 1 : AUTEUR

Nom	MAES
Prénom	Emmanuel
E-mail	emmanuel.maes@spw.wallonie.be
Tél	081/33.60.28

SECTION 2 : CONTEXTUALISATION DE LA FICHE D'INDICATEURS

Titre	Érosion hydrique des sols
Définition(s) de la fiche d'indicateurs	<p>La fiche dresse un état des lieux pour la Wallonie des pertes en sol par érosion hydrique diffuse, c'est-à-dire causées par le détachement et le transport des particules de sol sous l'action des précipitations et du ruissellement de surface, hors phénomènes aigus d'érosion linéaire (ravines...) ou en masse (coulées boueuses, glissements de terrain...). Ces derniers entraînent sur le terrain les dommages les plus visibles mais ne font l'objet d'aucun monitoring à l'heure actuelle.</p> <p>La fiche est illustrée par les indicateurs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none">• un graphique présentant l'évolution entre 1971 et 2017 (i) des pertes en sol par érosion hydrique diffuse et (ii) des rendements moyens en sédiments¹ ;• un graphique présentant l'évolution entre 1996 et 2017 des superficies agricoles affectées par 4 niveaux croissants de pertes en sol (< 1 t/(ha.an), [1 - 5 t/(ha.an)] ; [5 - 10 t/(ha.an)] ; ≥ 10 t/(ha.an)) ;• une cartographie des pertes en sols par érosion hydrique diffuse (moyenne 2013 - 2017). <p>Les pertes en sols sont estimées par modélisation (modèle hydrologique de bassin versant EPICgrid) (Sohier, 2011) <i>via</i> l'équation universelle des pertes de sol (<i>Universal soil loss equation</i> - USLE) (Wischmeier, 1965), modèle empirique devenu référentiel mondial.</p> <p>Les rendements en sédiments sont estimés par le même modèle <i>via</i> l'équation modifiée des pertes de sol (MUSLE) (Williams, 1975).</p>

¹ Quantité de sol érodé qui atteint les eaux de surface, exprimée en t/(ha.an). Cette quantité est évaluée à l'exutoire du bassin versant. Le terme de rendement peut prêter à confusion dans la mesure où il ne s'agit pas de la proportion (%) des quantités totales de sol érodé qui atteint les eaux de surface mais bien des quantités de sol érodé (t/(ha.an)) qui les atteignent.

Référence(s) (définition)	<ul style="list-style-type: none"> • Sohier C. 2011. Développement d'un modèle hydrologique sol et zone vadose afin d'évaluer l'impact des pollutions diffuses et des mesures d'atténuation sur la qualité des eaux en Région wallonne (thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique). [http://hdl.handle.net/2268/86912] • Wischmeier WH & Smith DD. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from croplands east of the rocky montains. USDA Agr. Res. Serv. Handbook 282. [https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/PDF] • Williams JR. 1975. Sediment-yield prediction with universal equation using runoff energy factor, 244-252. In : Present and prospective technology for predicting sediment yield and sources. Proceedings of the sediment-yield workshop, USDA Sedimentation Lab., Oxford, MS, November 28-30, 1972. ARS-S-40.
Raison d'être de la fiche d'indicateurs	<p>Si l'érosion hydrique est un phénomène naturel, elle peut être accentuée par les activités humaines : couverture insuffisante du sol, dégradation de sa structure par un travail du sol inapproprié ou par des carences en matière organique, pentes trop longues sans aménagements anti-érosifs, aménagements du territoire favorisant le ruissellement au détriment de l'infiltration...</p> <p>Les conséquences de l'érosion hydrique des sols sont multiples :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pertes en sol, en particulier de sa couche superficielle, pouvant entraîner à long terme des pertes de rendement ; - dégâts aux cultures, tant par la perte que par l'accumulation (dépôt) de terre à certains endroits ; - risque de coulée boueuse et d'inondation, avec impacts potentiels sur les infrastructures situées à proximité ; - altération écologique de certains milieux par l'apport d'éléments nutritifs (engrais) et de produits phytopharmaceutiques transportés par les particules de sols déplacées ; - altération de la qualité des eaux de surface en raison de l'augmentation de la turbidité et de l'apport d'éléments nutritifs (engrais) et de produits phytopharmaceutiques transportés par les particules de sols parvenant aux cours et plans d'eau ; - sédimentation dans les cours et plans d'eau, avec des conséquences à long terme sur la navigabilité pour les cours d'eau concernés et sur l'ampleur des travaux de dragage. <p>Ces conséquences à la fois agronomiques, environnementales et économiques justifient que le phénomène soit suivi et que des mesures soient prises pour le limiter autant que possible.</p>

SECTION 3 : MÉTHODOLOGIE

INDICATEUR N°1

Titre	<p>Pertes en sol* par érosion hydrique diffuse et rendements en sédiments** en Wallonie***</p> <p>* Application de l'équation universelle de perte en sol (USLE) <i>via</i> le modèle EPICgrid ** Application de l'équation modifiée de perte en sol (MUSLE) <i>via</i> le modèle EPICgrid *** Tous types de surface confondus (hors sols artificialisés)</p>
Description des paramètres présentés	<p>Évolution des pertes en sol par érosion hydrique diffuse (+ courbe de régression) et rendements moyens en sédiments sur la période 1971 - 2017</p>

Unité(s)	t/(ha.an)
DONNÉES UTILISÉES POUR CONSTRUIRE LES PARAMÈTRES	
Pertes en sol par érosion hydrique diffuse	
Fournisseur des données	ULiège - Gembloux Agro-bio Tech
Description des données	<p>Les pertes moyennes en sol sont estimées par modélisation (modèle hydrologique de bassin versant EPICgrid) (Sohier, 2011, <i>op. cit.</i>) via l'équation universelle des pertes de sol (USLE) (Wischmeier, 1965, <i>op. cit.</i>). Cette équation, qui regroupe les facteurs qui influencent la vitesse de l'érosion, se présente sous la forme suivante :</p> $A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> A : la perte de sol (tonnes US/(acre.an)) ; R : l'indice d'érosivité de la pluie, fonction de la quantité de pluie tombée par unité de temps ((centaine de pieds.tonnes-force.pouces)/(acre.heure.an)) ; K : l'indice d'érodibilité du sol, fonction de la texture du sol et de sa teneur en carbone organique ((tonnes US.acre.heure)/(centaine d'acre.pied.tonne-force.pouce)) ; LS : l'indice topographique, fonction de la pente et de la longueur de pente (sans dimension) ; C : l'indice de couverture végétale et de pratiques culturales, fonction du couvert en place (sans dimension) ; P : l'indice d'aménagement antiérosif (sans dimension). <p>Cette équation permet d'estimer les pertes en sol moyennes annuelles causées par l'érosion hydrique diffuse (en nappe et en rigole).</p> <p>Le pas de temps du modèle EPICgrid est journalier et la maille considérée est de 1 km². Le modèle nécessite en input les données de précipitation de l'Institut royal météorologique (IRM).</p> <p>Voir Sohier (2001) (<i>op. cit.</i>) pour plus de détails.</p> <p>Les données de pertes en sol sont fournies en t/(ha.an).</p>
Traitement des données	<p>Les chiffres de pertes en sol fournis en t/(ha.an) sont repris sans traitement.</p> <p>L'évolution des données de pertes en sol sur la période 1971 - 2017 est estimée par une régression polynomiale de degré 2.</p> <p>La valeur seuil est fixée à 5 t/(ha.an) considérée par Panagos <i>et al.</i> (2015) comme seuil d'érosion non soutenable, c'est-à-dire incompatible avec le maintien à long terme des fonctions que remplissent les sols.</p> <p>Panagos <i>et al.</i>, 2015. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. Environmental Science & Policy, 54, 438-447. [https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.012]</p>

Rendements moyens en sédiments	
Fournisseur des données	ULiège - Gembloux Agro-bio Tech
Description des données	<p>Les rendements en sédiments² sont estimés par modélisation (modèle hydrologique de bassin versant EPICgrid) (Sohier, 2011, <i>op. cit.</i>) via l'équation modifiée des pertes de sol (MUSLE) (Williams, 1975, <i>op. cit.</i>). Cette équation tient compte du fait que la quantité de sédiments arrivant effectivement au cours d'eau est inférieure à la quantité érodée sur les versants, étant donné que des dépôts se font entre l'endroit où les sédiments sont produits et leur arrivée dans le cours d'eau.</p> <p>L'équation MUSLE, applicable à des événements pluvieux particuliers, se présente sous la forme suivante :</p> $Y = 11,8 \cdot (Q \cdot q_p)^{0,56} \cdot K \cdot C \cdot P \cdot LS$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> Y : la production en sédiments d'un événement particulier (t) ; Q : le volume d'écoulement de crue (m³) ; q_p : le débit de pointe de la crue (m³/s) ; K : l'indice d'érodibilité du sol, fonction de la texture du sol et de sa teneur en carbone organique (sans dimension) ; LS : l'indice topographique, fonction de la pente et de la longueur de pente (sans dimension) ; C : l'indice de couverture végétale et de pratiques culturales, fonction du couvert en place (sans dimension) ; P : l'indice d'aménagement antiérosif (sans dimension). <p>Le pas de temps du modèle EPICgrid est journalier et la maille considérée est de 1 km². Le modèle nécessite en input les données de précipitation de l'Institut royal météorologique (IRM).</p> <p>Voir Sohier (2001) (<i>op. cit.</i>) pour plus de détails.</p> <p>Les données de rendements en sédiments sont fournies en t/(ha.an).</p>
Traitement des données	<p>Les chiffres de rendements en sédiments sont repris sans traitement.</p> <p>FUSAGx - UHAGx, 2006. L'érosion hydrique et les pertes en sols agricoles en Région wallonne. Dossier scientifique réalisé pour le compte du SPW - DGO3 - DEMNA. En ligne. http://etat.environnement.wallonie.be/files/Publications/Rapport%20analytique%202006-2007/Chap11/4_ErosionHydriqueSols/dossier_SOLS_dautrebande_2.pdf (consulté le 30/07/2018).</p>
INDICATEUR N°2	
Titre	<p>Superficies agricoles* du territoire wallon par classe de pertes en sol** dues à l'érosion hydrique diffuse</p> <p>* Superficie agricole utilisée (SAU) et autres terres agricoles hors mailles de 1 km² où les superficies agricoles sont inférieures à 10 %</p> <p>** Application de l'équation universelle des pertes en sol (USLE) via le modèle EPICgrid</p>

² Quantité de sol érodé qui atteint les eaux de surface, exprimée en t/(ha.an). Cette quantité est évaluée à l'exutoire du bassin versant. Le terme de rendement peut prêter à confusion dans la mesure où il ne s'agit pas de la proportion (%) des quantités totales de sol érodé qui atteint les eaux de surface mais bien des quantités de sol érodé (t/(ha.an)) qui les atteignent.

Description des paramètres présentés	<p>Superficie du territoire wallon distribuée selon les classes suivantes de pertes en sol par érosion hydrique diffuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 1 t/(ha.an), • [1 - 5 t/(ha.an)[• [5 - 10 t/(ha.an)[• ≥ 10 t/(ha.an)
Unité(s)	x 1 000 ha
DONNÉES UTILISÉES POUR CONSTRUIRE LES PARAMÈTRES	
Superficie par classe de pertes en sol	
Fournisseur des données	ULiège - Gembloux Agro-bio Tech
Description des données	<p>Les superficies agricoles de Wallonie attribuables à chaque classe de pertes en sol dues à l'érosion hydrique diffuse sont un output du modèle EPICgrid précité. Les superficies agricoles attribuées à une classe donnée sont la somme des superficies agricoles de chaque maille de 1 km² prise comme base de calcul par le modèle, dont les pertes sont comprises entre les bornes qui définissent cette classe.</p> <p>Pour chaque année, les données comprennent la superficie en ha correspondant à chaque classe.</p>
Traitement des données	<p>Les données de superficie sont reprises sans traitement.</p> <p>L'évolution des données sur la période 2007 - 2017 est estimée par une régression polynomiale de degré 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour les données de pertes en sol supérieures à 5 t/(ha.an) - pour les données de pertes en sol supérieures à 10 t/(ha.an). <p>Les résultats de ces régressions sont présentés dans le texte, sans illustration graphique.</p>

INDICATEUR N°3 (CARTE)	
Titre de la carte	<p>Pertes estimées en sol* par érosion hydrique diffuse (moyenne 2013 - 2017)</p> <p>* Application de l'équation universelle de perte en sol (USLE) <i>via</i> le modèle EPICgrid - Maille de 1 km²</p>
Fournisseur des données	ULiège - Gembloux Agro-bio Tech
Description des données	<p>Cartographie du territoire wallon selon les classes suivantes de pertes en sol par érosion hydrique diffuse :</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 1 t/(ha.an), • [1 - 5 t/(ha.an)[• [5 - 10 t/(ha.an)[• ≥ 10 t/(ha.an) <p>Les superficies du territoire wallon attribuables à chaque classe de pertes en sol dues à l'érosion hydrique diffuse sont un output du modèle EPICgrid précité. Le calcul est effectué par le modèle par maille de 1 km². La superficie du territoire wallon attribuée à une classe donnée est la somme des mailles de 1 km² dont les pertes sont comprises</p>

	<p>entre les bornes qui définissent cette classe.</p> <p>Un graphique en secteurs joint à la carte reprend les proportions de chaque classe, soit le pourcentage du nombre total de mailles couvrant la Wallonie (16 905 mailles de 1 km²) que compte chaque classe.</p>
--	---

SECTION 4 : LIMITES DES INDICATEURS

Fiabilité et imprécision des données	<p>Les données présentées dans la fiche d'indicateurs sont des outputs du modèle EPICgrid. Comme pour tout résultat de modèle, leur incertitude résulte de l'incertitude sur la structure du modèle, sur les variables d'entrée et sur les paramètres utilisés.</p> <p>En ce qui concerne la structure du modèle, le module relatif à l'érosion hydrique diffuse reprend les équations de référence au niveau international (USLE, MUSLE). Les variables utilisées en input (variables climatiques, texture et teneur en carbone des sols, topographie, couverture végétale...) et les paramètres du modèle présentent une incertitude sur leur valeur et sur sa répartition spatiale. Les variables utilisées en input sont cependant connues avec une bonne précision en Wallonie.</p> <p>Les données de terrain manquent encore à l'heure actuelle pour une véritable validation du modèle. Une comparaison des simulations aux données de quelques études sur des petits bassins versants indique ponctuellement que les ordres de grandeur des pertes en sol sont concordants. Par ailleurs, une comparaison du modèle EPICgrid à d'autres modèles européens montre également une bonne concordance.</p> <p>Une discussion approfondie de ces aspects est présentée dans Sohier (2011) (<i>op. cit.</i>).</p>
Manque de données	<p>Seul le phénomène d'érosion hydrique diffuse est considéré dans la fiche d'indicateurs. Les phénomènes aigus d'érosion linéaire (ravines...) ou en masse (couloirs boueux, glissements de terrain...) ne font l'objet d'aucun enregistrement systématique à l'heure actuelle.</p>

SECTION 5 : ÉLABORATION DE L'ÉTAT ET DE LA TENDANCE

Paramètre évalué par le pictogramme	Part de superficie agricole affichant des pertes en sol par érosion hydrique diffuse supérieures au seuil d'érosion non soutenable (> 5 t/(ha.an))
ÉTAT	
Méthode d'attribution	L'évaluation de l'état se fonde sur la part de superficie agricole affichant des pertes en sol par érosion hydrique diffuse > 5 t/(ha.an). En moyenne sur les 5 dernières années disponibles, l'état est jugé "favorable" si cette part est proche de 0 %, "légèrement défavorable" si elle reste inférieure à 25 % et "défavorable" si elle est supérieure à cette valeur.
Norme utilisée (si pertinent)	Seuil d'érosion non soutenable estimé à 5 t/(ha.an) (voir plus haut)
Référence(s) pour cette norme	Panagos <i>et al.</i> , 2015. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. Environmental Science & Policy, 54, 438-447. [https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.012]
TENDANCE	
Méthode d'attribution	La tendance est évaluée sur base de la progression de la part de superficie agricole affichant des pertes en sol par érosion hydrique diffuse supérieures au seuil d'érosion non soutenable (> 5 t/(ha.an))

Norme utilisée (si pertinent)	Idem "État"
Référence(s) pour cette norme	Idem "État"

SECTION 6 : MISES À JOUR

Date de dernière mise à jour de cette fiche méthodologique	Juin 2019
---	-----------