

## RUSLE

---

### Présentation générale :

Le département de recherche agronomique des USA a développé dans les années 1960 une méthode empirique d'estimation des pertes en terre moyennes annuelles, dénommée la méthode USLE (Universal Soil Loss Equation). Cette méthode a depuis fait l'objet de révisions sur la base de résultats empiriques sur plus de 10.000 parcelles expérimentales dans le monde ([33] Wischmeier W. & Smith D., 1978). Cette version révisée, nommée RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), permet de calculer les pertes de sol annuelles moyennes suite à une érosion sous l'action des pluies (USDA/ARS, National Sedimentation Laboratory ([32] Wall et al.) et Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales, Ontario ([31] Stone et al.)).

Le modèle RUSLE a été sélectionné pour son caractère universel (grande base de données aujourd'hui disponible), sa robustesse et sa validation sur un grand nombre de sites. Il est reconnu par la communauté scientifique comme l'un des modèles empiriques le plus approprié pour estimer les pertes en terre moyennes annuelles. Il est cependant très important de retenir que ce modèle prend en compte uniquement l'érosion des sols à la parcelle, soit l'érosion diffuse et en rigole inter rigole sur les versants.

L'estimation des pertes en terre suivant le modèle RUSLE est décrite par la formule suivante, pour chaque unité spatiale élémentaire : le pixel (25 x 25 m<sup>2</sup> par exemple), sans relation amont aval :

$$A = R K LS P C$$

avec :

A = perte en terre moyenne et annuelle exprimée en Tonnes/ha/an

R = facteur d'érosivité de la pluie

K = sensibilité à l'érosion des sols ou érodabilité

LS = facteurs topographiques (longueur et pente)

P = facteur de gestion du sol (pratiques agricoles)

C = facteur de couverture végétale

L'objectif de la cartographie de l'aléa érosion est de classer en relatif les zones entre elles sur la base des pertes en terre A et non de déterminer précisément une valeur de ces pertes en terre. Il est donc nécessaire d'une part de fixer une valeur constante au facteur R d'érosivité des pluies et d'autre part, de considérer les facteurs d'ordre agronomiques comme constant d'où un facteur P et C identique pour toutes les parcelles cultivées et cultivables (prairies). C'est pourquoi, la valeur des facteurs R (érosivité de la pluie), P (pratiques agricoles) et C (couverture végétale) est homogène à l'ensemble du territoire.

La cartographie des pertes en terre d'après le modèle RUSLE est une cartographie relative et non absolue du facteur A. D'après la classification internationale de l'USDA, les valeurs restent dans la gamme d'une érosion très faible (< 6t/ha/an) à faible (>6 t/ha/an). Néanmoins à l'échelle de la France, le seuil de 0.5 T/ha/an est déjà significatif.

## Paramètres retenus

### *Facteur R : érosivité de la pluie*

Le facteur R est une mesure de l'érosivité de la pluie, c'est-à-dire de l'énergie apportée par la pluie au sol permettant l'arrachement des particules solides. Le calcul du facteur R, exprimé en MJ mm/ha/h/an, est fonction de :

- l'énergie cinétique de la pluie ;
- l'intensité maximale pendant 30 minutes.

L'analyse d'environ 10 000 précipitations a permis à [26] Pihan J., 1979) de cartographier la valeur R moyenne annuelle pour toute la France, avec R = 40 pour le département de la Seine Maritime.

Il existe d'autres formules permettant d'estimer le paramètre R. Néanmoins, ce facteur ne contribuant pas à la variabilité des pertes en terre au sein du bassin versant, **une valeur de 40 est attribuée au facteur R** dans le présent cas.

### *Facteur K : érodabilité du sol (sensibilité à l'érosion)*

Le facteur K décrit la sensibilité du sol à l'érosion. Ce facteur intègre plusieurs processus élémentaires : la résistance qu'oppose le sol à l'impact des gouttes de pluie, la cohésion du sol opposé au cisaillement exercé par le ruissellement et la sensibilité à la battance du sol (c'est-à-dire la vitesse de formation d'une croûte à la surface du sol). Plusieurs paramètres du sol contrôlent ce facteur, les plus importants sont ([5], Bollinne A. et Rosseau P., 1978) :

- texture du sol (granulométrie), notamment le taux d'argile ;
- matière organique ;
- teneur en eau.

Les grands types de sol présents dans le bassin versant ont été retenus pour définir le facteur K, d'après la formule de [28] Renard et al., en 1997 suivant la granulométrie des particules constituant le sol.

Plusieurs types de sol sont présents sur le bassin versant, regroupés en trois catégories de texture et donc de facteur K :

- K = 0,012 : Sableux (alluvions anciennes) ;
- K = 0,019 : Sablo limoneux (alluvions anciennes) ;
- K = 0,029 : argilo limono sableux (formations calcaires, colluvions de pente et de fond de vallons, alluvions récentes) ;
- K = 0,033 : limono argileux (sol brun profond sur loess des collines).

### Facteurs LS : topographie (longueur et pente)

Le facteur LS décrit la topographie du terrain, en tenant compte de la pente (facteur S) et la morphologie du terrain (facteur L), par rapport aux conditions standards des parcelles expérimentales ayant permis de mesurer la perte en terre annuelle : parcelles d'une déclivité de 9% et d'une longueur totale de 22,1 mètres. Plus la longueur L et la pente S sont grandes, plus l'énergie de cisaillement exercée par le ruissellement sur le sol (force d'arrachement des particules solides) et plus la capacité de transport des sédiments sont élevées.

La procédure de la version révisée de l'USLE repose sur un calcul séparé des facteurs L et S ([34] Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales, Ontario, 2000, et [15] Haan C.T. et al, 1994).

Le facteur L de longueur de pente est estimé avec la formule suivante :

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m$$

avec :

$\lambda$  : projection horizontale de la longueur du segment (valeur maximale limitée de 300 m), ici 250 mètres en corrélation avec la longueur moyenne des parcelles calculée sur le secteur d'étude;

$m$  : facteur correctif suivant la pente. Pour simplifier, plus la pente est raide, plus la longueur L sera élevée. Le paramètre m est calculé avec les formules suivantes:

$$m = \frac{\xi\beta}{1 + \beta}$$

avec :

$\xi$  : indice de rugosité. La rugosité d'un sol travaillé est fonction de la nature des travaux réalisés et de l'évolution du sol sous l'action climatique. Or ce critère varie au cours du temps indépendamment, d'une parcelle à l'autre. C'est pourquoi il n'a pas été retenu comme critère de variabilité.  $\xi$  prend la valeur 1 ;

$\beta$  paramètre correctif de l'effet de la pente, obtenu avec la formule suivante :

$$\beta = \frac{(\sin(\theta)/0.0896)}{3.\sin(\theta)^{0.8} + 0.56}$$

avec  $\theta$  : pente locale du terrain.

Le facteur S est également déterminé sur la base du modèle numérique de terrain (MNT) et des pentes locales. Le MNT est converti en carte des pentes (angle d'inclinaison de la pente :  $\theta$ ). Le facteur S est estimé grâce à deux régressions simples appliquées en fonction de la pente locale inférieure ou supérieure à 9% :

$$S = 10.8 \sin \theta + 0.03 \quad \text{si la pente est inférieure à 9\%}.$$

$$S = 16.8 \sin \theta - 0.50 \quad \text{si la pente est supérieure ou égale à 9\%}.$$

Le facteur LS est obtenu par simple multiplication des facteurs L et S calculés indépendamment.

### *Facteurs P : gestion du sol (pratiques culturales et actions de protection)*

Le facteur P est un indicateur de l'effet des pratiques agro environnementales de lutte contre l'érosion des sols. Ces mesures peuvent être l'implantation de haies, de bandes enherbées, de zones boisées, la gestion de pratiques culturales conservatives (travail du sol épousant les courbes de niveau, cultures intermédiaires, ...).

L'estimation des pertes en terre réalisée pour le bassin versant pour zoner l'aléa érosion sans mesures conservatives c'est pourquoi, **le facteur P est fixé à 1** pour l'ensemble des parcelles cultivées ou cultivables (incluant les prairies et les vergers).

### *Facteurs C : occupation du sol*

Le facteur C décrit l'effet protecteur du couvert végétal. Il est un des facteurs les plus importants dans la formule du RUSLE. En effet, le couvert végétal assure une protection du sol à l'impact des gouttes de pluie et forme un frein au ruissellement. Ce facteur permet également d'évaluer l'effet d'un changement d'occupation du sol, en complément du facteur P (action de protection du sol et mesures agro environnementales conservatives).

Le facteur C est un paramètre sans dimensions, variant de 0 (protection parfaite, pas d'érosion) à 1 (sol nu directement soumis aux agents climatiques et érosifs).

Dans le cadre de l'étude, le facteur C est fixé par grande catégorie d'occupation du sol, soit :

- C = 0 zone urbaine, industrielle et artificialisée;
- C = 0 surfaces en eau ;
- C = 0,01 bois et forêt ;
- C = 0,01 surface en herbe;
- C = 0,3 terres cultivées.

**Tableau 1; Paramètres retenus pour la modélisation**

<b>Erosivité des pluies</b>	<b>Facteur R</b>
Valeur R de Pihan pour la France	40
<b>Erodabilité des sols</b>	<b>Facteur K</b>
Alluvions anciennes (Sableux)	0.012
Alluvions anciennes (Sablo limoneux)	0.019
Formations calcaires, colluvions de pente et de fond de vallons, alluvions récentes (Argilo-limono-sableux)	0.029
Sol brun profond sur lœss des collines (Limono argileux)	0.033
<b>Pratiques culturales</b>	<b>Facteur P</b>
Autres (pas de pratiques conservatrices)	1
<b>Occupation du sol</b>	<b>Facteur C</b>
Zone urbanisée	0
Surfaces en eau	0
Bois & Forêt	0.01
Pâtures, vignes & vergers	0.01
Terres cultivées	0.3