



## ÉQUATION UNIVERSELLE DES PERTES EN TERRE (USLE)

R.P. Stone et D. Hilborn

### Toile de fond

L'équation universelle des pertes en terre (EUPT, mieux connue par son abréviation anglaise, USLE) prévoit le taux annuel moyen d'érosion à long terme sur la pente d'un champ, en fonction de la configuration des pluies, du type de sol, de la topographie, de l'assolement et des pratiques de gestion des cultures. L'EUPT prévoit uniquement l'importance des pertes de terre qui résultent des érosions en nappe ou en rigoles sur une pente simple sans toutefois tenir compte des pertes de terre supplémentaires qui peuvent être attribuables aux autres formes d'érosion associées au ravinement, au vent ou au travail du sol. Ce modèle de prévision de l'érosion a été conçu pour mesurer l'influence de l'assolement et du système de gestion des cultures sur l'érosion, mais il peut aussi servir à prévoir l'érosion dans un cadre qui n'est pas agricole, notamment sur des chantiers. L'EUPT peut servir à comparer les pertes de terre provenant d'un champ donné soumis à un assolement et à un système de gestion des cultures particuliers, à des taux de « pertes de terre tolérables » ou à un autre type d'assolement ou système de gestion des cultures, afin de déterminer la pertinence des mesures de conservation du sol dans la planification des activités agricoles.

Cinq grands facteurs servent à calculer les pertes de terre en un endroit donné. Chaque facteur est une estimation numérique d'une composante précise qui affecte la gravité de l'érosion du sol à un endroit donné. Les valeurs d'érosion obtenues par l'application de ces facteurs peuvent varier considérablement en raison des différentes conditions météorologiques. Par conséquent, les valeurs obtenues par l'EUPT représentent avec plus de précision les moyennes à long terme.

On peut aussi calculer les pertes de terre données par l'EUPT à l'aide du logiciel de gestion des éléments fertilisants NMAN 2000 (ou une version ultérieure), commande n° SOF001. La valeur des pertes de terre établie par l'EUPT fournit la « composante érosion du sol » nécessaire au calcul de l'indice de phosphore (fiche technique du MAAARO intitulée *Détermination de l'indice-phosphore dans un champ*, commande n° 98-080).

### ÉQUATION UNIVERSELLE DES PERTES EN TERRE (EUPT)

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

**A** exprime les pertes de terre annuelles moyennes possibles à long terme en tonnes par acre par année. Cette valeur peut ensuite être comparée aux limites de « pertes de terre tolérables ».

**R** correspond au facteur de pluie et de ruissellement par secteur géographique, tel qu'il est indiqué au tableau 1, *Facteur R*. Plus les précipitations sont intenses et plus elles durent longtemps, plus grands sont les risques d'érosion. On trouve le facteur R dans le tableau 1 en fonction du comté et de la station météorologique où le calcul a été fait.

**K** représente le facteur d'érodibilité du sol (tableau 2, *Facteur K*). Il s'agit de la perte de terre moyenne en tonnes/acre par unité de superficie pour un sol particulier, dans un champ travaillé constamment laissé en jachère, qui possède une pente dont les caractéristiques ont été arbitrairement fixées à 72,6 pi pour la longueur et à 9 % pour l'inclinaison. Le facteur K est une mesure de la vulnérabilité des particules de sol au détachement et au transport par la pluie et le ruissellement. La texture est le principal facteur qui influence le facteur K, mais la structure, la teneur en matière organique et la perméabilité du sol ont aussi un rôle à jouer.

**LS** est le facteur de longueur et d'inclinaison de la pente. Le facteur LS représente un rapport des pertes de terre sous des conditions données, aux pertes de terre en un endroit caractérisé par une inclinaison « standard » de 9 % et une longueur de pente de 72,6 pieds. Plus la pente est forte et longue, plus élevé est le risque d'érosion. On établit le facteur LS à l'aide soit du tableau 3a, *Facteur LS*, soit de l'équation servant au calcul du facteur LS donnée plus bas.

**C** correspond au facteur de culture (végétation) et de gestion. Ce facteur sert à déterminer l'efficacité relative des systèmes de gestion du sol et des cultures en termes de prévention des pertes de terre. Le facteur C est un ratio qui

compare les pertes de terre provenant d'une terre faisant l'objet d'une culture et d'un système de gestion spécifiques et les pertes correspondantes dans un champ travaillé constamment laissé en jachère. On établit le facteur C en multipliant les éléments « type de culture » et « méthode de travail du sol » (tableau 4a, *Facteur de type de culture*, et tableau 4b, *Facteur de méthode de travail du sol*, respectivement) qui sont propres au champ.

Le facteur C ainsi obtenu est une valeur généralisée du facteur C pour une culture en particulier, et ne tient pas compte des rotations des cultures, du climat ni de la répartition annuelle des précipitations dans les différentes régions agricoles du pays. Toutefois, ce facteur C généralisé donne des chiffres relatifs pour différents assolements et systèmes de travail du sol; il aide ainsi à évaluer les avantages respectifs de chaque système.

**P** correspond au facteur de pratique de conservation. Il reflète les effets des pratiques qui réduisent la quantité d'eaux de ruissellement et la vitesse de ruissellement et qui réduisent de ce fait l'importance de l'érosion. Le facteur P représente le ratio des pertes de terre associées à une pratique de conservation aux pertes de terre associées à la culture en lignes dans le sens de la pente. Les pratiques de conservation les plus couramment utilisées sont le travail du sol à contre-pente, la culture suivant les courbes de niveau et la culture en bandes (tableau 5, *Facteur P*).

#### MÉTHODE D'UTILISATION DE L'EUPT

1. Trouver le facteur R (tableau 1).
2. En fonction de la texture du sol, trouver le facteur K (tableau 2). Si un champ comporte plus de un type de sol et que ceux-ci ne sont pas très différents, utiliser le type de sol qui caractérise la plus grande partie du champ. Répéter cette étape, au besoin, pour les autres types de sol.
3. Diviser le champ en sections d'inclinaison et de longueur de pente uniformes. Attribuer une valeur LS à chaque section (tableau 3a).
4. Trouver les éléments type de culture et méthode de travail du sol propres à la culture envisagée. Multiplier ces deux éléments afin d'obtenir le facteur C.
5. Trouver le facteur P en fonction des pratiques de conservation utilisées (tableau 5).
6. Multiplier les cinq facteurs afin d'obtenir la perte de terre par acre.

#### TAUX DE PERTES DE TERRE TOLÉRABLES

On entend par « perte de terre tolérable » la quantité annuelle maximale de terre qui peut être retirée avant que la productivité naturelle du sol à long terme ne soit compromise.

Les répercussions de l'érosion sur un type de sol donné et, par conséquent, le niveau de perte de terre tolérable varient selon le type de sol et la profondeur du sol. En général, on présume que les sols qui sont dotés d'une couche arable profonde, uniforme et dépourvue de pierre et/ou qui n'ont pas été soumis auparavant à l'érosion possèdent une limite tolérable supérieure à celle des sols qui sont peu profonds ou qui ont déjà subi une érosion.

Pour plus de renseignements, se référer au tableau 6, *Taux de pertes de terre tolérables*.

Le niveau tolérable suggéré pour la plupart des sols de l'Ontario est de 3 tonnes/acre/année ou moins.

**TABLEAU 1. Facteur R**

Station	Comté	Facteur R
<b>météorologique</b>		
Brantford	Brant	90
Delhi		100
Essex	Essex	110
Fergus	Dufferin, Wellington	120
Glen Allen		130
Guelph		100
Hamilton	Halton, Hamilton-Wentworth	100
Kingston	Frontenac, Lennox et Addington, Prince Edward	90
Kitchener	Waterloo	110
London	Lambton, Middlesex, Oxford	100
Mount Forest	Bruce, Grey, Haliburton, Muskoka, Simcoe	90
Niagara	Niagara	90
Nord de l'Ontario	Algoma, Cochrane, Kenora, Manitoulin, Parry Sound, Rainy River, Sudbury, Thunder Bay, Timiskaming	90
Ottawa	Dundas, Grenville, Glengarry, Lanark, Leeds, Nipissing, Ottawa-Carleton, Prescott, Renfrew, Russell, Stormont	90
Prospect Hill	Huron, Perth	120
Ridgetown	Kent	110
Simcoe	Haldimand / Norfolk	120
St. Catherines		100
St. Thomas	Elgin	90
Toronto	Metro-Toronto, Peel, York	90
Tweed	Durham, Hastings, Northumberland, Peterborough, Victoria	90
Windsor		110

*Nota : On attribue un facteur R de 90 à tous les autres comtés non mentionnés dans le tableau.*

## STRATÉGIES DE GESTION POUR RÉDUIRE LES PERTES DE TERRE

Une fois qu'il a établi les pertes de terre annuelles possibles pour un champ, l'agriculteur peut chercher des moyens de ramener ces pertes à un niveau tolérable. Le tableau 7, *Stratégies de gestion destinées à réduire les pertes de terre*, présente des stratégies de gestion envisageables pour y parvenir.

**TABLEAU 2. Facteur K**

Classe texturale	Teneur en matière organique		
	Moyenne	Moins de	Plus de
		2 %	2 %
Argile	0,22	0,24	0,21
Loam argileux	0,30	0,33	0,28
Loam sableux grossier	0,07	–	0,07
Sable fin	0,08	0,09	0,06
Loam sableux fin	0,18	0,22	0,17
Argile lourde	0,17	0,19	0,15
Loam	0,30	0,34	0,26
Sable fin loameux	0,11	0,15	0,09
Sable loameux	0,04	0,05	0,04
Sable très fin loameux	0,39	0,44	0,25
Sable	0,02	0,03	0,01
Terre franche argileuse	0,20	–	0,20
Loam sableux	0,13	0,14	0,12
Loam limoneux	0,38	0,41	0,37
Argile limoneuse	0,26	0,27	0,26
Loam limono-argileux	0,32	0,35	0,30
Sable très fin	0,43	0,46	0,37
Loam sableux très fin	0,35	0,41	0,33

**TABLEAU 3A. Facteur LS**

Longueur de la pente en pi (m)	Pente (%)	Facteur LS
100 (31)	10	1,3800
	8	0,9964
	6	0,6742
	5	0,5362
	4	0,4004
	3	0,2965
	2	0,2008
	1	0,1290
	0	0,0693
	200 (61)	10
8		1,4092
6		0,9535
5		0,7582
4		0,5283
3		0,3912
2		0,2473
1		0,1588
0		0,0796
400 (122)		10
	8	1,9928
	6	1,3484
	5	1,0723
	4	0,6971
	3	0,5162
	2	0,3044
	1	0,1955
	0	0,0915
	800 (244)	10
8		2,8183
6		1,9070
5		1,5165
4		0,9198
3		0,6811
2		0,3748
1		0,2407
0		0,1051
1600 (488)		10
	8	3,9857
	6	2,6969
	5	2,1446
	4	1,2137
	3	0,8987
	2	0,4614
	1	0,2964
	0	0,1207
	3200 (975)	10
8		5,6366
6		3,8140
5		3,0330
4		1,6015
3		1,1858
2		0,5680
1		0,3649
0	0,1386	

**ÉQUATION SERVANT AU CALCUL DU FACTEUR LS (SI L'ON N'UTILISE PAS LE TABLEAU 3A CI-DESSUS)**

$$LS = [0,065 + 0,0456(\text{pente}) + 0,006541(\text{pente})^2] \left( \frac{\text{longueur\_pente}}{\text{const}} \right)^{NN}$$

Où :

pente = inclinaison de la pente (%)  
 longueur\_pente = longueur de la pente (pi)  
 const = 72,5 en mesures impériales ou 22,1 en mesures métriques  
 NN = voir le tableau 3b ci-dessous

**TABLEAU 3B. Valeurs de NN**

Pente	< 1	1 ≤ Pente < 3	3 ≤ Pente < 5	≥ 5
NN	0,2	0,3	0,4	0,5

**TABLEAU 4A. Facteur de type de culture**

Type de culture	Facteur
Maïs-grain	0,40
Haricots, canola, maïs d'ensilage	0,50
Céréales (de printemps et d'automne)	0,35
Cultures horticoles saisonnières	0,50
Arbres fruitiers	0,10
Foin et pâturage	0,02

**TABLEAU 5. Facteur P**

Pratique de conservation	Facteur P
Culture dans le sens de la pente	1,0
Culture à contre-pente	0,75
Culture suivant les courbes de niveau	0,50
Culture en bandes, à contre-pente	0,37
Culture en bandes, suivant les courbes de niveau	0,25

**TABLEAU 4B. Facteur de méthode de travail du sol**

Méthode de travail du sol	Facteur
Labour d'automne	1,0
Labour de printemps	0,90
Déchaumage	0,60
Travail du sol sur billon	0,35
Travail du sol en bandes	0,25
Semis direct	0,25

**TABLEAU 6. Taux de pertes de terre tolérables**

Classe de risque d'érosion du sol	Perte de terre possible (tonnes/acre/année)
Très faible (tolérable)	< 3
Faible	3 – 5
Modéré	5 – 10
Élevé	10 – 15
Grave	> 15

**TABLEAU 7. Stratégies de gestion destinées à réduire les pertes de terre**

Facteur	Stratégies de gestion	Exemple
R	Le facteur R pour un champ ne peut être modifié.	–
K	Le facteur K pour un champ ne peut être modifié.	–
LS	L'aménagement de terrasses permet de réduire la longueur de la pente et du même coup les pertes de terre.	L'aménagement de terrasses exige un investissement supplémentaire et perturbe quelque peu les activités de la ferme. Envisager d'abord la possibilité de recourir à d'autres pratiques de conservation du sol.
C	Le choix de types de culture et de méthodes de travail du sol qui abaissent la valeur du facteur C amène une réduction de l'érosion.	Envisager les systèmes culturaux qui offrent une protection maximale des sols. Recourir le plus souvent possible aux systèmes de travail réduit du sol.
P	Le choix d'une pratique de conservation à laquelle est associé le facteur P le plus faible possible amène une réduction des pertes de terre.	Utiliser des pratiques de conservation, comme la culture à contre-pente, qui font en sorte que les sédiments se déposent près de leur source.

## EXEMPLE : CALCUL DE L'ÉROSION DU SOL À L'AIDE DE L'EUPY

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

### Facteur de pluie et de ruissellement (R)

Le champ-échantillon se situe dans le comté de Middlesex. On consulte le tableau 1 pour connaître le facteur R applicable à la station météorologique de London.

$$\text{Facteur R} = 100$$

### Facteur d'érodibilité du sol (K)

Le champ-échantillon est constitué d'un loam sableux fin ayant une teneur en matière organique moyenne. On trouve le facteur K en consultant le tableau 2.

$$\text{Facteur K} = 0,18$$

### Facteur de longueur et d'inclinaison de la pente (LS)

Le champ-échantillon mesure 800 pieds de long et possède une pente de 6 %. On peut trouver le facteur LS directement dans le tableau 3a ou on peut le calculer à l'aide de l'équation donnée plus haut, auquel cas, on consulte le tableau 3b pour connaître la valeur NN à utiliser, qui est en l'occurrence de 0,5.

$$\text{Facteur LS} = 1,91$$

### Facteur de culture ou de végétation et de gestion (C)

Le champ-échantillon a été labouré au printemps, puis semencé de maïs-grain. On obtient le facteur C par la multiplication de l'élément type de culture (tableau 4a) par l'élément méthode de travail du sol (tableau 4b).

Élément type de culture pour le maïs-grain = 0,4

Élément méthode de travail du sol pour un labour de printemps = 0,9

$$\text{Facteur C} = 0,4 \times 0,9 = 0,36$$

### Facteur de pratique de conservation (P)

Le champ-échantillon est cultivé à contre-pente. On obtient le facteur P en consultant le tableau 5.

$$\text{Facteur P} = 0,75$$

### Par conséquent,

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

$$= 100 \times 0,18 \times 1,91 \times 0,36 \times 0,75$$

$$= 9,28 \text{ tonnes/acre/année}$$

En se reportant au tableau 6, on voit que le taux de perte de terre de 9,28 tonnes/acre/année correspond à une valeur modérée, qui est beaucoup plus élevée que le niveau de pertes de terre tolérables de 3 tonnes/acre/année. Pour réduire les pertes de terre dans ce champ, sous la barre des 3 tonnes/acre/année, voici les changements qui pourraient être faits dans l'exemple qui précède :

Modifier la méthode de travail du sol en passant du labour de printemps (0,9) au semis direct (0,25).

∴ Facteur C révisé =  $0,4 \times 0,25 = 0,10$

### La valeur de la perte de terre annuelle rajustée devient :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

$$= 100 \times 0,18 \times 1,91 \times 0,10 \times 0,75$$

$$= 2,58 \text{ tonnes/acre/année}$$

Ainsi, en modifiant la méthode de travail du sol, on peut abaisser les pertes de terre annuelles moyennes en deçà du niveau de pertes de terre tolérables de 3 tonnes/acre/année.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche technique a été rédigée par **Robert P. Stone**, ing., spécialiste de la gestion des sols, MAAARO, Brighton, et par **Don Hilborn**, ing., spécialiste de la gestion des sous-produits, MAAARO, Woodstock. L'information nécessaire à la rédaction de cette fiche technique a été colligée par **Paul Muller**, étudiant en Génie mécanique, University of Western Ontario, et révisée par **Adam Hayes**, MAAARO, et **Ramesh Rudra**, Université de Guelph.

## NOTES PERSONNELLES

## NOTES PERSONNELLES

**POD**

ISSN 1198-7138

Also available in English  
(Order No. 00-001)

