

L'érodibilité des sols de Moyenne et Haute Belgique

Utilisation d'une méthode de calcul du facteur K de l'équation universelle de perte de sol *

par A. BOLLINNE et P. ROSSEAU**

Résumé. — Cette étude a été entreprise pour évaluer l'érodibilité des sols sous culture. Elle a été réalisée à l'aide du facteur K (W.H. Wischmeier, C.B. Johnson et B.V. Cross, [26]) de l'équation universelle de perte de sol (W.H. Wischmeier et D.D. Smith, [24]). Les calculs ont été exécutés à partir des cartes pédologiques publiées à ce jour et de documents annexes. Les résultats de cette étude ont été réunis sur une carte. De l'analyse de celle-ci il ressort : 1° que la majorité des sols de la région étudiée ont une érodibilité élevée liée à la grande extension des sols limoneux ; 2° que la Famenne et la Lorraine belge se distinguent de l'ensemble par la présence de sols moins érodibles (sableux et argileux).

Summary. — This study was realised to estimate the erodibility of cultivated soils. We used the soil-erodibility factor (K) (W.H. Wischmeier, C.B. Johnson and B.V. Cross, [26]) of the universal soil-loss equation (W.H. Wischmeier and D.D. Smith, [24]). Calculations were based on soil maps features and data from explanatory handbooks. Results were figured on a map. It is shown that: 1° most soils of the region being of loamy texture, their erodibility is high; 2° however less erodible soils occur in Famenne and Belgian Lorraine where sandy and clay soils are more frequent.

A. — INTRODUCTION

La mise en culture expose le sol à l'action directe des précipitations et déclenche habituellement une augmentation du ruissellement et de l'érosion, qui provoquent des dégâts aux sols et aux cultures et constituent un danger pour les ouvrages d'art.

(*) Recherches subventionnées par l'Institut pour l'encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A.).

(**) A. BOLLINNE, Assistant, Comité pour l'Étude de l'Altération du Milieu de Production Agricole (I.R.S.I.A.). — P. ROSSEAU, Ingénieur Agronome, Stagiaire au Laboratoire de la Science du Sol.

Aux Etats-Unis, où certaines régions ont été gravement touchées, des études importantes ont été entreprises à partir de 1930 (H.H. Bennet, [2]). Elles ont débouché sur un modèle pour la prédiction de l'érosion appelé « Universal Soil-Loss Equation » (W.H. Wischmeier et D.D. Smith, [24]).

La résolution de l'équation permet d'estimer l'érosion potentielle dans des conditions données. Ecrite sous sa forme simplifiée, elle comporte six facteurs qui représentent chacun une équation paramétrique. Elle a pour expression :

$$A = R.K.L.S.C.P$$

dans laquelle : A est l'érosion exprimée en t/ha ; R est le nombre d'unités de l'indice d'érosivité moyen annuel des pluies ; K est l'indice d'érodibilité du sol exprimé en t/ha par unité de R, L, S, C et P ; L et S sont des facteurs qui permettent d'évaluer à la fois l'influence de la longueur de la pente (L) et de sa valeur (S) ; C est le rapport entre la perte de sol d'une culture effectuée parallèlement à la pente et la perte de sol du même champ maintenu en jachère nue ; P apprécie l'effet des pratiques de lutttes antiérosives.

Des travaux récents ayant montré que l'érosion est loin d'être négligeable en Belgique (A. Bollinne, [4] [6] ; P. Macar, [16]), on a entrepris l'étude de différents facteurs qui contrôlent l'érosion.

L'étude de l'érosivité des pluies (facteur R de l'équation) a été exécutée pour plusieurs stations belges : Uccle (A. Laurant et A. Bollinne, [13]), Saint-Hubert et Spa (A. Laurant et A. Bollinne, [14]) ; elle est en voie d'achèvement pour la station de Florennes. Lorsque ce travail sera terminé, on disposera d'un outil très intéressant pour caractériser l'érosivité des pluies en Moyenne et Haute Belgique et il n'est pas exclu que les résultats obtenus à Uccle puissent être utilisables en Basse Belgique.

Le présent travail est consacré à l'étude de l'érodibilité (facteur K) des sols de Moyenne et Haute Belgique.

B. — L'INDICE D'ÉRODIBILITÉ DU SOL (K)

L'érodibilité du sol est définie comme étant sa sensibilité à l'érosion. Elle dépend uniquement des caractéristiques du sol qui influencent l'érosion (vitesse d'infiltration, détachabilité, transportabilité, résistance à la dispersion, ...).

Les valeurs du facteur K sont déterminées expérimentalement sur le terrain. Pour un sol donné, c'est l'érosion en t/ha lorsque tous les autres facteurs de l'équation ont une valeur unitaire, c'est-à-dire par unité de l'indice d'érosivité des pluies et lorsque les mesures sont effectuées dans des parcelles longues de 22,13 m, installées sur des pentes de 9 %, travaillées parallèlement à la pente et maintenues en jachère nue (W.H. Wischmeier et D.D. Smith, [24]).

Des valeurs de K ont été déterminées expérimentalement pour 55 sols types aux Etats-Unis. Ces valeurs varient de 0,03 à 0,69, mais la plupart sont comprises entre 0,10 et 0,50 (W.H. Wischmeier et D.D. Smith, [23] ; W.H. Wischmeier, C.B. Johnson et B.V. Cross, [26]). Ceci a permis à W.H. Wischmeier et à J.V. Mannering [25] de mettre au point une équation qui permet de calculer le facteur K lorsqu'on connaît les caractéristiques des sols.

Si cette équation est statistiquement précise et valable pour une large gamme de sols de texture moyenne, elle n'est pas applicable aux sols dont la fraction sableuse dépasse 65 % ou aux sols dont la fraction argileuse dépasse 35 %. De plus, l'utilisation de cette équation nécessite au préalable un travail de terrain et de laboratoire assez lourd : le facteur K est fonction de 15 propriétés du sol et de leurs interactions et ne comprend pas moins de 24 paramètres ; son calcul nécessite de nombreuses analyses et l'étude du profil pédologique.

Un nouveau modèle pour le calcul du facteur K a été proposé en 1971 par W.H. Wischmeier, C.B. Johnson et B.V. Cross. Il ne comprend plus que 5 paramètres simples qui sont : le pourcentage de la fraction

TABLEAU I. — Classes de structure* et numéros de code utilisés.

| Numéro de Code | Classes | Dimensions des éléments structuraux |
|----------------|--|-------------------------------------|
| 1 | très finement granulaire (grumeleuse) | < 1 mm |
| 2 | finement granulaire (grumeleuse) | 1-2 mm |
| 3 | moyennement ou grossièrement granulaire (grumeleuse) | 2-10 mm |
| 4 | polyédrique, feuilletée ou massive | — |

* Glossary of Soil Science Terms, [1].

TABLEAU II. — Classes de perméabilité* et codes utilisés.

| Codes | Classes | Conductivité hydraulique K (cm/h) | Perméabilité k (cm ²) |
|-------|--------------------|-----------------------------------|--|
| 6 | très lente | < 0,125 | < 3 · 10 ⁻¹⁰ |
| 5 | lente | 0,125-0,5 | 3 · 10 ⁻¹⁰ - 15 · 10 ⁻¹⁰ |
| 4 | moyennement lente | 0,5-2,0 | 15 · 10 ⁻¹⁰ - 60 · 10 ⁻¹⁰ |
| 3 | moyenne | 2,0-6,25 | 60 · 10 ⁻¹⁰ -170 · 10 ⁻¹⁰ |
| 2 | moyennement rapide | 6,25-12,5 | 170 · 10 ⁻¹⁰ -350 · 10 ⁻¹⁰ |
| 1 | rapide | > 12,5 | > 350 · 10 ⁻¹⁰ |

(*) D'après A.M. O'NEAL [18], cité par A. KLUTE [12].

de 0,002 à 0,1 mm contenu dans le sol (silt + sable très fin) ; le pourcentage de la fraction de 0,1 à 2 mm contenu dans le sol (sable) ; la teneur du sol en matière organique en % ; la structure ; la perméabilité.

Les trois premiers paramètres sont obtenus par analyses courantes. Après observation du sol en place, la structure reçoit un numéro de code allant de 1 à 4 (tableau I). Quant à la perméabilité, elle est divisée en 6 classes codées de 1 à 6 (tableau II). Théoriquement la perméabilité de chaque sol doit être mesurée. En fait la plupart de nos sols agricoles ont une perméabilité moyenne codée 3 (1). De plus, pour les sols présentant en profondeur des horizons moins perméables, les auteurs fournissent des règles empiriques pour l'utilisation des codes 4, 5 et 6.

La perméabilité k s'exprime en cm^2 par la formule $k = K\eta/\rho g$ dans laquelle : K est la conductivité hydraulique en milieu saturé ; η est la viscosité du fluide ; ρ est la densité du fluide ; g est la constante de gravité.

La conductivité hydraulique en milieu saturé, calculée à pression hydrostatique constante, s'exprime en cm/h par la formule $K = (Q/At)(L/\Delta H)$ dans laquelle :

Q est le volume du fluide qui traverse l'échantillon ; t est le temps nécessaire pour le transfert de Q à travers l'échantillon ; A est la section transversale de l'échantillon ; L est l'épaisseur de l'échantillon ; ΔH est la différence de pression hydrostatique (distance entre la base de l'échantillon et le niveau constant du fluide surmontant l'échantillon dans la colonne).

Les valeurs des 5 paramètres sont introduites successivement dans un abaque qui, contrairement à la précédente équation (W.H. Wischmeier et J.V. Mannerling, [25]), permet d'obtenir très facilement la valeur du facteur K pour un sol donné.

Le pourcentage de la fraction de 0,002 à 0,1 mm y est représenté par une échelle linéaire, le pourcentage de la fraction de 0,1 à 2 mm et la teneur en matière organique y sont représentés par 2 faisceaux de courbes en éventail, tandis que la structure et la perméabilité sont représentées par 2 faisceaux de droites parallèles.

Dans le calcul du facteur K , l'influence de la teneur en la fraction de 0,002 à 0,1 mm est prépondérante. Des pourcentages élevés en cette fraction correspondent toujours à des valeurs importantes du facteur K (tableau III). A titre d'exemple, une augmentation de 5 % de cette fraction entraîne un accroissement de 0,04 unités du facteur K (tableau III, ex. 1 et 5). On notera aussi le contraste entre les valeurs obtenues, d'une part pour les sols limoneux, et d'autre part pour les sols sableux et argileux. Ces derniers sont caractérisés par des pourcentages en la fraction

(1) Ces renseignements nous ont été communiqués par J. Dendas, assistant au Laboratoire d'Hydraulique Agricole de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'État à Gembloux. Nous l'en remercions vivement.

TABLEAU III. — Exemples de calcul du facteur K montrant l'influence des différents paramètres*.

| Exemple | Fraction de 0,002 à 0,1 mm en % | Fraction de 0,1 à 2 mm en % | Mat. org. en % | Structure n° de code | Perméabilité n° de code | K |
|---------|---------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|------|
| 1 | 80 | 5 | 2 | 2 | 3 | 0,42 |
| 2 | 80 | 5 | 1 | 2 | 3 | 0,47 |
| 3 | 80 | 5 | 2 | 3 | 3 | 0,45 |
| 4 | 80 | 5 | 2 | 2 | 4 | 0,44 |
| 5 | 85 | 5 | 2 | 2 | 3 | 0,46 |
| 6 | 20 | 75 | 2 | 2 | 2 | 0,09 |
| 7 | 20 | 75 | 1 | 2 | 2 | 0,11 |
| 8 | 40 | 20 | 1 | 2 | 3 | 0,17 |
| 9 | 40 | 20 | 2 | 2 | 3 | 0,15 |

* Dénomination des sols utilisés en classification belge et américaine [1] :

1 à 5 limon (silt loam) ; 6 et 7 sable limoneux (loamy sand) ; 8 et 9 argile lourde sableuse (clay).

0,002 à 0,1 mm nettement plus faibles que les sols limoneux (tableau III). Les valeurs du facteur K des sols argileux occupent une position intermédiaire entre celles des sols limoneux et des sols sableux.

La matière organique influence d'autant plus le facteur K que le pourcentage de la fraction de 0,002 à 0,1 mm est plus élevé. Ainsi, pour une augmentation de 1 % de la teneur en matière organique, le facteur K décroît de 0,02 unités dans les sols sableux et argileux (tableau III, ex. 6, 7, 8 et 9) et de 0,05 unités dans les sols limoneux (tableau III, ex. 1 et 2).

Comparées à l'influence sur le facteur K de la fraction de 0,002 à 0,1 mm et de la teneur en matière organique, la structure et la perméabilité provoquent des variations moindres. Le passage d'une classe à l'autre fait varier le facteur K de 0,03 unités pour la structure (tabl. III, ex. 1 et 3) et de 0,025 pour la perméabilité (tabl. III, ex. 1 et 4).

Les variations du facteur K sont dues principalement à la teneur en la fraction de 0,002 à 0,1 mm et à la teneur en matière organique, les variations dues à la structure et à la perméabilité sont nettement plus faibles et les variations dues à la teneur en sable (0,1 à 2 mm) sont liées aux variations dues à la teneur en silt et sable très fin (0,002 à 0,1 mm), car généralement une augmentation de l'un s'accompagne d'une diminution de l'autre.

On notera encore que ce modèle est prévu pour évaluer non seulement l'érodibilité des sols agricoles, mais aussi celle d'horizons profonds mis à jour à l'occasion de travaux de terrassement. De plus, contrairement à

la précédente équation (W.H. Wischmeier et D.D. Smith, [25]), ce nouveau modèle (W.H. Wischmeier, C.B. Johnson et B.V. Cross, [26]) est applicable aux sols sableux et argileux.

C. — MÉTHODE DE TRAVAIL

1. *Origine des documents.* — Pour effectuer le présent travail, il était nécessaire de disposer, d'une part d'informations concernant les types de sols et leur répartition et d'autre part, des résultats d'analyses nécessaires au calcul du facteur K.

Nous avons utilisé les cartes pédologiques qui distinguent notamment les types de sols et leur classe de drainage, ce qui permet d'apprécier directement l'extension des différents sols et indirectement la perméabilité du profil pédologique. Ces cartes sont accompagnées de livrets explicatifs qui contiennent de nombreuses descriptions de profils, des indications sur la structure des sols et des résultats d'analyses courantes, notamment la texture et la teneur en matière organique. En plus des textes explicatifs accompagnant les cartes, existent des fascicules contenant des descriptions de profils et des résultats d'analyses non repris dans les livrets explicatifs. Nous avons exploité les renseignements provenant de ces trois sources : cartes, livrets explicatifs et fascicules complémentaires quand ces derniers existaient.

2. *La méthode proprement dite.* — Les valeurs des trois premiers paramètres nous ont été fournies directement par les résultats d'analyses repris dans les documents cités ci-dessus. Pour la teneur en matière organique, nous avons cependant effectué un ajustement tenant compte de la méthode de référence du modèle américain (W.H. Wischmeier, C.B. Johnson et B.V. Cross, [26]).

On a attribué d'office le numéro 3 du code au paramètre de structure sauf : 1° lorsque la couche arable contenait plus de 2 % de matière organique ; dans ce cas le numéro 2 du code était utilisé ; 2° lorsque la description renseignait une structure massive, polyédrique ou feuilletée ; alors le numéro 4 du code était utilisé.

Pour la perméabilité, nous avons utilisé le numéro 3 du code sauf : 1° pour les sols sableux où le numéro 2 du code était utilisé ; 2° pour les sols à drainage imparfait, à savoir pour les classes de drainage c, d, ... de la classification belge (voir livrets explicatifs de la carte des sols) où le numéro 4 du code était utilisé.

L'usage des numéros 5 et 6 s'imposait pour certains sols, mais, étant donné l'extension limitée de ces sols, ces numéros du code ont été rarement utilisés.

Afin de mettre en évidence les disparités régionales de l'érodibilité des sols, on a subdivisé les valeurs du facteur K en quatre classes (2) : classe 1, $K \geq 0,45$: érodibilité très élevée ; classe 2, $0,45 > K \geq 0,35$: érodibilité élevée ; classe 3, $0,35 > K \geq 0,25$: érodibilité moyenne ; classe 4, $K < 0,25$: érodibilité faible et très faible.

Chaque carte pédologique correspond à une carte topographique de 8×10 km. Pour chaque carte, on a calculé l'indice d'érodibilité des sols décrits dans le livret explicatif et le fascicule annexe lorsque ce dernier existait.

Chaque rectangle correspondant à une carte pédologique est divisé par ses diagonales en quatre quarts représentés par des triangles. Sur la carte pédologique, on évalue la surface occupée par chaque classe de K. Si une des classes considérées correspond à $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ ou à la totalité de la surface de la planchette, elle est représentée comme telle sur le document. Si, ce qui est le cas général, chaque classe de K ne correspond pas à un quart de la surface, on arrondit au quart le plus proche. On représente ces classes de K dans le rectangle par le figuré adéquat, en commençant par la classe la plus élevée. Dans le rectangle, on occupe d'abord le triangle de gauche puis, en se déplaçant dans le sens des aiguilles d'une montre, on occupe successivement le triangle du haut, celui de droite et enfin le triangle du bas. Cette façon de procéder élimine les classes peu représentées et fait ressortir l'importance des classes dominantes.

On notera que les indices ont été calculés en vue d'évaluer l'érodibilité potentielle des sols des plateaux et versants. Il n'a pas été tenu compte des sols d'accumulation (colluvions et alluvions). De plus, la carte (fig. 1) a été établie comme si l'entière du territoire était sous culture. Or les forêts et les prairies occupent une part importante de territoire, surtout au sud du sillon sambro-mosan et comparée à l'érosion sous culture, l'érosion sous forêt et sous prairie est très différente (A. Bollinne, [5]). La carte a été dessinée à seule fin de caractériser l'érodibilité potentielle des sols cultivés.

Pour la Moyenne et la Haute Belgique, les cartes pédologiques publiées au 1 : 20 000 couvrent environ la moitié du territoire. Nous avons d'abord effectué le travail pour ces cartes. Ensuite nous avons étendu à l'ensemble du territoire les résultats obtenus à partir des cartes pédologiques. Pour ce faire, nous avons utilisé les cartes suivantes : 1° La carte des associations de sols de R. Maréchal et R. Tavernier [17] ; 2° La carte lithologique de M.A. Lefèvre [15] ; 3° La carte géologique

(2) Rappelons que le facteur K des sols types aux États-Unis varie de 0,03 à 0,69 et que pour la plupart, il est compris entre 0,1 et 0,5 (W. H. WISCHMEIER et D. D. SMITH, [23]; W. H. WISCHMEIER, C. B. JOHNSON et B. V. CROSS, [26]).

de P. de Béthune [8] ; 4° La carte des divisions régionales de Th. Brulard, F. Dussart, H. Nicolaï et F. Snacken [7].

Mais, plus que ces cartes, les renseignements que nous a communiqués P. Avril (3) nous ont été utiles.

Les résultats de notre travail sont contenus dans la figure 1.

D. — RÉSULTATS

La figure 1 donne une vue d'ensemble de l'érodibilité des sols de la Moyenne et Haute Belgique. On distingue aisément 4 grandes zones.

1. *Les Bas-Plateaux limoneux et le Condroz.* — Ils constituent un vaste territoire où dominent largement des sols très érodibles. Quelques disparités méritent cependant d'être signalées.

a) Dans le Hainaut Occidental, la présence de sols sablo-limoneux détermine l'apparition de plages de sols moyennement érodibles ($\frac{1}{4}$ du territoire environ).

b) Dans le Brabant, la présence de sols faiblement érodibles est liée à l'affleurement de sables tertiaires qui correspond à des plages de sols sableux, sablo-limoneux et limono-sableux.

c) Sur la ligne de partage des eaux de la Meuse et de l'Escaut et en Hesbaye sèche, on a noté la présence de sols à érodibilité élevée qui en fait se regroupent dans la partie supérieure de cette classe ($0,40 < K < 0,45$). Cette zone est constituée d'une majorité de sols bien drainés, dont la teneur en éléments de 0,002 à 0,1 mm est légèrement plus faible que dans l'ensemble de la région limoneuse. Ces deux facteurs constituent une explication de cette disparité intra-régionale.

d) Dans la Thudinie, le Condroz, le Pays de Herve, le sillon sambro-mosan et la vallée de la Vesdre, la classe d'érodibilité 2 est présente à des degrés divers sur toutes les cartes. Elle domine dans la vallée de la Vesdre. Dans ces régions, les sols limoneux sont en général moins épais qu'au nord du sillon sambro-mosan et sont souvent mêlés à des éléments du substrat. Ils forment alors des sols limono-caillouteux dont la charge reflète la nature du substrat.

2. *La dépression Fagne-Famenne.* — Entre le Condroz et l'Ardenne, on distingue une zone caractérisée par la présence dominante des classes d'érodibilité élevée et moyenne et par la présence occasionnelle de sols faiblement érodibles. Les sols de cette région sont essentiellement limono-caillouteux à charge schisteuse. Ils sont parfois riches en argile issue de

(3) P. AVRIL, Chef cartographe principal, Centre de Cartographie des Sols de la Belgique Méridionale, nous a fourni de précieuses informations concernant des cartes pédologiques levées mais non encore publiées. Nous tenons à lui exprimer ici nos plus vifs remerciements.

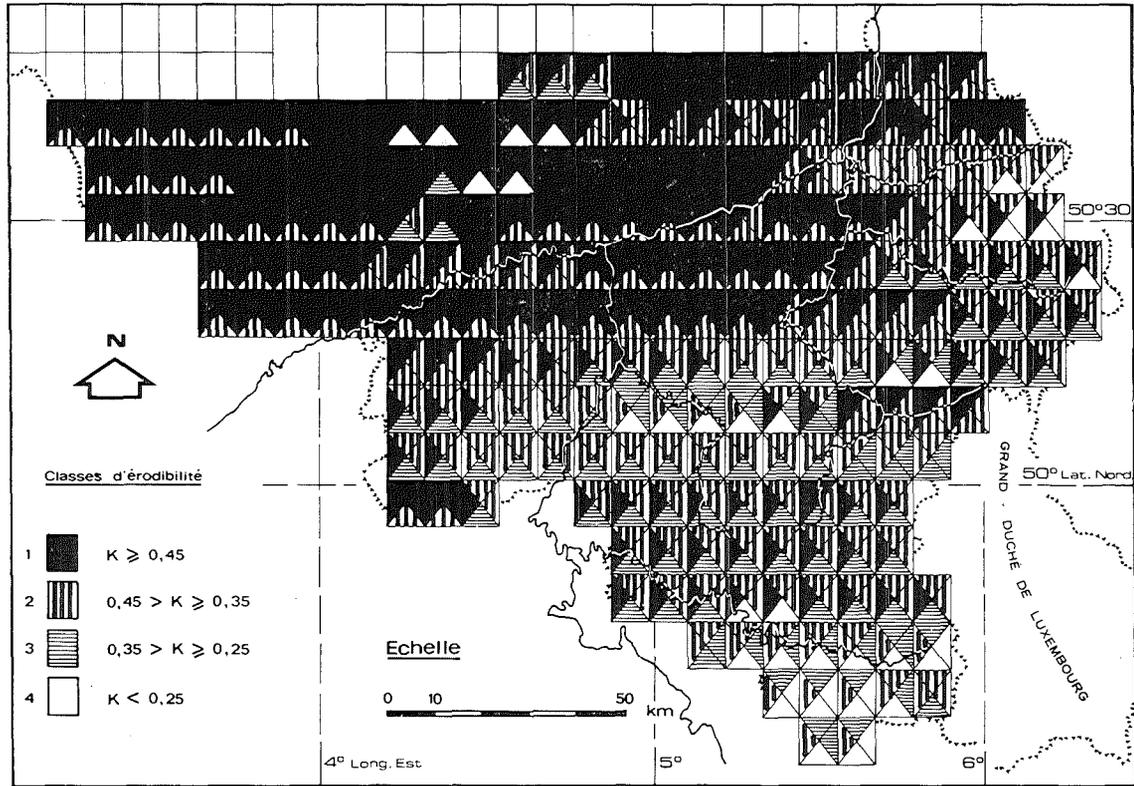


FIG. 1. — Carte de l'érodibilité potentielle des sols sous culture.

l'altération des schistes sauf dans la partie méridionale où apparaissent des sols limono-caillouteux à charge calcaire.

3. *L'Ardenne*. — Les classes d'érodibilité 1, 2 et 3 sont largement représentées en Ardenne. La classe 1 est liée à la présence de placages limoneux relativement épais (4). Mis à part ces placages limoneux les sols ardennais sont essentiellement des limono-caillouteux développés sur des substrats quartzo-schisto-phylladeux dont l'altération fournit un matériau tantôt plus argileux, tantôt plus sableux suivant la nature du substrat et les conditions d'altération.

En Thiérache, l'étendue des placages limoneux (4) explique l'extension importante de la classe 1.

La présence de la classe 4 en Ardenne Orientale est due à l'existence de sol tourbeux (teneur en matière organique élevée). On remarquera cependant que ceux-ci sont rarement cultivés.

4. *La Lorraine belge*. — La Lorraine belge se distingue nettement de l'Ardenne par des sols moins érodibles et très hétérogènes, rangés par ordre d'extension décroissante dans les classes 4, 2 et 3. Dans cette région, les sols sableux et argileux occupent une grande partie du territoire et la plupart se rangent dans la classe 4.

E. — SIGNIFICATION DU FACTEUR K ET LIMITE D'UTILISATION DE LA CARTE D'ÉRODIBILITÉ DES SOLS

Il n'est pas inutile de rappeler que le facteur K calculé ici traduit uniquement une propriété du sol, à savoir son érodibilité, et que la carte a été établie en considérant que l'ensemble du territoire était cultivé. Le facteur calculé ici n'est pas utilisable pour les sols sous forêt ou sous prairie.

Quant à la carte, elle est une représentation spatiale des principales variations de l'érodibilité potentielle des sols de plateaux et versants. Elle ne peut, en aucune façon, être considérée comme une carte des dangers d'érosion pour laquelle le calcul des 5 autres paramètres de l'équation universelle de perte de sol devrait être effectué. En effet, les pentes (facteurs L et S) sont dans l'ensemble plus fortes au sud du sillon sambro-mosan que dans la région des Bas-Plateaux limoneux. De même, l'indice d'érosivité des pluies (facteur R) est nettement plus élevé au sud du sillon sambro-mosan qu'au nord : il est de 65 unités à Uccle, de 123 unités à Saint-Hubert et de 143 unités à Spa (A. Laurant et A. Bollinne [13] [14]). Enfin, les types de cultures (facteur C) et les pratiques de luttes antiérosives (facteur P) influencent de façon sensible la vitesse de

(4) P. AVRIL, communication orale.

l'érosion. Une carte des dangers de l'érosion en milieu cultivé aurait sans aucun doute une toute autre allure que celle de l'érodibilité des sols.

Trois remarques s'imposent pour l'utilisation de la carte d'érodibilité.

1° Des sols très différents ont été regroupés au sein de classes d'érodibilité identiques. Les classements effectués pour la vallée de la Vesdre et pour la Lorraine constituent des exemples typiques de regroupements. De plus, ces regroupements éliminent les classes d'érodibilité peu représentées sur une carte pédologique donnée.

2° L'indice d'érodibilité des sols sableux et argileux de la classification américaine [1] est habituellement faible, alors qu'on a signalé des phénomènes de liquéfaction dans les premiers (J. De Ploey [9]) et que X. Stainier [21] a souligné l'importance du ruissellement dans les seconds. L'érodibilité de quelques-uns de ces sols devrait être contrôlée expérimentalement.

3° L'amplitude des variations du facteur K ne semble pas toujours correspondre à l'amplitude des variations de l'érosion observée sur le terrain, notamment en région limoneuse. Le pourcentage d'agrégats stables ou l'indice d'instabilité structurale (I_s) déterminés l'un et l'autre par la méthode S. Hénin [11] semblent être des indices plus représentatifs de l'amplitude des variations de l'érosion dans les sols limoneux de la Moyenne Belgique (tableau IV). L'érosion observée est directement proportionnelle à l'indice d'instabilité et inversement proportionnelle au

TABLEAU IV. — Caractéristiques analytiques et érodibilité de 4 sols types de Hesbaye gembloutoise.

| Sols | Erosion observée sur le terrain | Texture % | | | M.O. % | I_s | % Ag | K |
|------|---------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------|-------|------|------|
| | | 0-2 μ | 2-100 μ | > 100 μ | | | | |
| 1 | Faible | 17,3 | 81,6 | 1,1 | 2,09 | 2,05 | 11,1 | 0,40 |
| 2 | Moyenne | 14,4 | 83,3 | 2,3 | 1,25 | 7,56 | 1,8 | 0,48 |
| 3 | Faible | 10,7 | 87,4 | 1,9 | 1,92 | 5,91 | 5,6 | 0,50 |
| 4 | Elevée | 10,3 | 87,8 | 1,9 | 1,54 | 17,59 | 0,8 | 0,53 |

M.O. % Ajustée pour le calcul du facteur K (W.H. Wischmeier, C.B. Johnson et B.V. Cross, [26]).

I_s Indice d'instabilité de Henin, [10] [11].

% Ag Pourcentage d'agrégats > 200 μ stables à l'eau - sables > 200 μ (Méthode Henin, [10] [11]).

K Indice d'érodibilité des sols (W.H. Wischmeier, C.B. Johnson et B.V. Cross, [26]).

pourcentage d'agrégats stables. Des travaux expérimentaux permettront de choisir l'indice le plus adéquat.

F. — CONCLUSIONS

De cette étude, il ressort que les sols de Moyenne et Haute Belgique sont essentiellement rangés dans les classes 1 (érodibilité très élevée, $K \geq 0,45$) et 2 (érodibilité élevée, $0,45 > K \geq 0,35$). Sur les Bas-Plateaux limoneux et en Condroz, les sols de la classe 1 occupent environ les $\frac{3}{4}$ du territoire tandis que les sols de la classe 2 sont les plus répandus dans les autres régions, sauf en Lorraine où les sols de la classe 3 et 4 (érodibilité moyenne et faible, $K < 0,35$) sont les plus représentés.

En fait, les sols de Moyenne et Haute Belgique sont essentiellement des sols limoneux. Au nord du sillon sambro-mosan, les limons sont épais et généralement purs ; au sud, ils sont habituellement moins épais, souvent mêlés à des éléments du substrat et de ce fait, classés dans la série des sols limono-caillouteux. Les limons purs se rangent principalement dans la classe 1 et les limons caillouteux dans la classe 2. Les classes 3 et 4 correspondent généralement à des sols sableux, argileux ou tourbeux. Mis à part les affleurements de sable tertiaire dans le Brabant, les 2 premiers ne se rencontrent qu'en Famenne et en Lorraine où ils résultent de l'altération du substrat et sont mêlés de limon en proportions diverses. Des sols tourbeux n'existent qu'en Ardenne Orientale.

Etant donné la grande extension des sols limoneux, il ne fait aucun doute que les résultats de l'étude de l'érosion effectuée en Hesbaye pourront être utilisés dans d'autres régions.

Le travail, synthétisé par la carte (fig. 1), n'a d'autre ambition que de donner une vue générale de l'érodibilité potentielle de sols sous culture et de mettre en évidence les disparités régionales. Dans l'interprétation de la carte, on ne perdra pas de vue que des regroupements de sols ont été effectués au sein de mêmes classes d'érodibilité et que les classes les moins représentées sur chaque carte pédologique n'apparaissent pas sur la carte de synthèse. Des études plus fouillées et des documents à plus grande échelle seraient nécessaires pour des travaux tels que remembrements et études de risques dans le cas d'ouvrages d'art. De plus, étant donné que l'amplitude des variations du facteur K ne semble pas toujours correspondre à l'amplitude des variations de l'érosion observée, des études complémentaires doivent être poursuivies pour vérifier l'applicabilité dans nos régions du modèle tel qu'il est utilisé aux Etats-Unis ou rechercher tout autre indice mieux adapté à notre pays.

Enfin, nous pensons qu'il serait utile de revoir cette étude lorsque l'ensemble des cartes pédologiques de la région aura été publié. Rappelons

que les cartes pédologiques publiées actuellement ne couvrent qu'environ la moitié du territoire de la Moyenne et Haute Belgique.

(Laboratoire de Géologie et de Géographie physique de l'Université de Liège, dir. Prof. A. Pissart, et Laboratoire de la Science du Sol de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat à Gembloux, dir. Prof. G. Hanotiaux).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ANONYME. — *Glossary of Soil Science Terms*, dans *Soil Science Soc. Am. Proc.*, n° 29, 1965, pp. 330-351.
- [2] BENNET H. H. — *Soil Conservation*. Mc Graw-Hill, New York-London, 1939, 993 p.
- [3] BOLLINNE A. — *Contribution à l'étude de l'érosion des sols limoneux cultivés en Hesbaye gembloutoise*. Mémoire de licence en Sciences géographiques, Université de Liège, 1971, 148 p. (inédit).
- [4] BOLLINNE A. — *L'érosion des sols limoneux cultivés (aperçu général - première estimation)*, dans *Bull. Rech. Agron.*, n° 9, 1974, pp. 353-369.
- [5] BOLLINNE A. — *L'évolution du relief à l'Holocène. Les processus actuels*, pp. 159-168 dans *La géomorphologie de Belgique. Hommage au Prof. P. MACAR*. Laboratoire de Géologie et de Géographie physique, Université de Liège, 1976, 222 p.
- [6] BOLLINNE A. — *La vitesse de l'érosion sous culture en région limoneuse*, dans *Pédologie*, sous presse.
- [7] BRULARD TH., DUSSART F., NICOLAI H., SNACKEN F. — *Carte des divisions régionales*. Atlas de Belgique, planche n° 50A, Comité national de Géographie, 1969.
- [8] DE BETHUNE P. — *Carte géologique*. Atlas de Belgique, planche n° 8, Comité national de Géographie.
- [9] DE PLOEY J. — *Liquefaction and rainwash erosion*, dans *Zeitschr. Geomorph., N.F.*, n° 15, 1971, pp. 491-496.
- [10] FEODOROFF A. — *Evaluation de la stabilité structurale d'un sol (indice S). Nouvelles normes d'emploi pour l'appareil à tamiser*, dans *Ann. Agron.*, n° 11, 1960, pp. 651-659.
- [11] HENIN S., GRAS R., MONNIER G. — *Le profil cultural*, 2^e éd., Masson, Paris, 1969, 332 p.
- [12] KLUTE A. — *Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil*, dans *Methods of soil analysis*, Part 1, *Physical and Mineralogical Properties including Statistics of measurement and Sampling*, pp. 210-220. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 1965.
- [13] LAURANT A. et BOLLINNE A. — *L'érosivité des pluies à Uccle (Belgique)*, dans *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, n° 11, 1976, pp. 149-168.
- [14] LAURANT A. et BOLLINNE A. — *Caractérisation des pluies en Belgique du point de vue de leur intensité et de leur érosivité* (en préparation).
- [15] LEFEVRE M. A. — *Carte lithologique*. Atlas de Belgique, planche n° 9, Comité national de Géographie.
- [16] MACAR P. — *Etude en Belgique des phénomènes d'érosion et de sédimentation récents en terres limoneuse*, dans *Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Mat. — Phys. Kl.*, III, Folge 29, 1974, 354-371.
- [17] MARECHAL R. et TAVERNIER R. — *Carte des Associations de sol*. Atlas de Belgique, planche n° 11B, Comité national de Géographie, 1970.
- [18] O'NEAL A. M. — *A key for evaluating soil permeability by means of certain field clues*, dans *Soil Science Soc. Am., Proc.* 16, 1952, 312-315.
- [19] SPRINGER U. et KLEE J. — *Prüfung der Leistungsfähigkeit von einigen wichtigeren Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs Schnellmethode*, dans *Zeitschr. Pfl. Ernähr. Düng.*, 64, 1954, 1-26.

- [20] SPRINGER U. et KLEE J. — *Feststellung der optimalen Reaktionsverhältnisse beim reduktometrischen Chromschwefelsäureverfahren zur Schnellbestimmung von Kohlenstoff und Vorschlag einer verbesserten Arbeitsweise*, dans *Zeitschr. Pfl. Ernähr. Düng.*, n° 71, 1956, pp. 193-208.
- [21] STAINIER X. — *Phénomènes de solifluxion dans le Sud du Luxembourg*, dans *Bull. Soc. Géol. de Belg.*, n° 37, 1928, pp. 49-54.
- [22] WALKLEY A. and BLACK J.A. — *An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter*, dans *Soil Science*, n° 37, 1934, pp. 29-38.
- [23] WISCHMEIER W. H. and SMITH D.D. — *Soil-loss estimation as a tool in soil and water management planning*, dans *Association internationale d'hydrologie scientifique*, n° 59, 1962, pp. 148-159.
- [24] WISCHMEIER W. H. and SMITH D. D. — *Rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains*. Handbook n° 282, Washington, U.S. Dep. Agric., 1965, 47 p.
- [25] WISCHMEIER W. H. and MANNERING J. V. — *Relation of soil properties to its erodibility*, dans *Soil Science Soc. Am.*, Proc. n° 33, 1969, pp. 131-137.
- [26] WISCHMEIER W. H., JOHNSON C.B. and CROSS B.V. — *A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites*, dans *Journal of Soil and Water Conservation*, n° 26, 1971.
-