

## **Cartographie des risques d'érosion: une approche multidisciplinaire**

A. Crole-Rees, ing. agronome, Service Vaudois de Vulgarisation Agricole, Lausanne.

P. Baril, ing. génie rural, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, IGRHAM.

D. Schaub, géographe, Institut de Géographie, Université de Bâle.

Lausanne et Bâle, septembre 1988

### **1. Introduction**

La nécessité de maintenir la fertilité des sols à long terme et de réduire les atteintes à l'environnement est un thème d'actualité. Dans le cadre de cette prise de conscience, le problème de l'érosion hydrique est devenu une préoccupation majeure.

La première approche a d'abord été celle de l'observation du phénomène et donc de ses dégâts. Plus tard, l'optique change. On s'attache de plus en plus à tenter de réduire l'érosion elle-même, à l'anticiper. Dès lors, des classifications sont élaborées dans le but de repérer des sols ou des régions à risques d'érosion selon divers critères tels que le profil du sol et sa texture, la pente et sa longueur ou la pluviométrie; les types de classifications variant selon les domaines de travail des chercheurs (géographie, météorologie, pédologie, agronomie, etc.).

Dans un cadre informel d'échange d'expériences, l'IGRHAM, le SVVA et l'Institut de Géographie de Bâle se proposent de mettre en commun les résultats de leurs recherches. L'originalité de ce présent rapport est la juxtaposition des cartographies de risques érosifs émanant de différentes études et appliquées sur une région. Ces résultats sont ensuite comparés avec les dégâts réels.

### **2. Description de la région cartographiée**

Le périmètre concerné fait partie d'un réseau d'observation du projet du Fonds National pour la Recherche Scientifique sur l'érosion des sols agricoles. Elle présente l'avantage d'être proche d'une grande ville (Lausanne) et d'accès facile. Plusieurs instituts se sont penchés sur le périmètre :

1. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, par son Institut de Génie Rural a effectué des travaux sur l'aménagement rural, l'érodibilité des sols (parcelle-test) et la cartographie des risques érosifs.

2. La Station Fédérale de Recherche Agronomique (RAC-Changins) gère des essais sur les engrais verts et le travail minimum du sol.

3. L'Institut de Géographie de l'Université de Bâle cartographie les risques érosifs avec une approche géomorphologique.

4. Le Service Vaudois de Vulgarisation Agricole cartographie les dégâts et l'utilisation du sol et fait des mesures de quantité de pertes en terre sur des parcelles cultivées (érosion en nappe).

D'une superficie de 77 hectares et à une altitude de 600 m, le coteau de Sullens (VD) est situé dans le bassin versant de la Venoge, à quelques 10 km de Lausanne. Sa pente moyenne est de 10 %. Vers le haut du périmètre, on atteint jusqu'à 13 % tandis que le bas a une moyenne de 7 %. Le périmètre est délimité au nord par une route cantonale, à l'ouest par l'autoroute, au sud par une forêt et à l'est par un plateau, limite du bassin versant. Les sols sont de type brun lessivé ou brun calcaire sur moraine et colluvions. La texture moyenne des sols est limono-sableuse. Le drainage est normal. Les taux de matière organique varient entre 2 et 4 %.

Le module pluviométrique annuel est de 1000 mm. La région se trouve en moyenne 40 jours par année sous la neige et subit 60 à 70 jours de gel par année. Les températures annuelles moyennes sont de l'ordre de 9 à 10 C. Les vents prédominants sont sud-ouest / sud et nord-est.

Le coteau a subi un remaniement parcellaire dans les années 80 lors de la construction de l'autoroute. 47 parcelles sont répertoriées à cette époque. Aujourd'hui, on en compte 22 confirmant l'évolution observée dans le canton d'une augmentation des surfaces des parcelles.

Les cultures principales sont le maïs, la betterave, le colza, les pois protéagineux, le blé, l'orge, la pomme de terre et les prairies. Ces dernières occupent peu de surface du fait de l'abandon quasi systématique du bétail dans la région.

### **3. Cartographie des risques d'érosion**

Trois méthodes cartographiques ont été utilisées sur la zone: les indices L et S de l'équation universelle des pertes en terre (USLE), une cartographie dérivée d'une carte géomorphologique et, enfin, l'application d'une fiche d'érosion. Après une description de chaque méthode et de son application sur le périmètre, nous comparons les résultats entre eux et avec une carte de dégâts réels de l'année en cours.

#### **3.1 Application des indices K et LS de l'USLE**

Les indices L et S de l'USLE (Wischmeier et Smith, 1978) qualifient les risques érosifs dus aux effets de pente selon leur degré d'inclinaison et leur longueur. Plus ils sont grands et plus les risques le sont. La carte 1 donne les indices calculés sur le coteau de Sullens.

L'indice d'érodibilité K a été mesurés par les analyses de sol et par une évaluation des codes de perméabilité et de structure. Les parcelles présentent des valeurs sans grandes variations (entre 0,2 et 0,4). La moyenne du coteau est de 0,34. Les sols sont donc moyennement à fortement érodibles et ont des structures comparables. Il faut considérer le facteur R comme étant le même sur tout le coteau et les facteurs C et P ont été standardisés à 1 pour fin de comparaison des parcelles.

Carte 1: Indices L et S calculés au coteau de Sullens



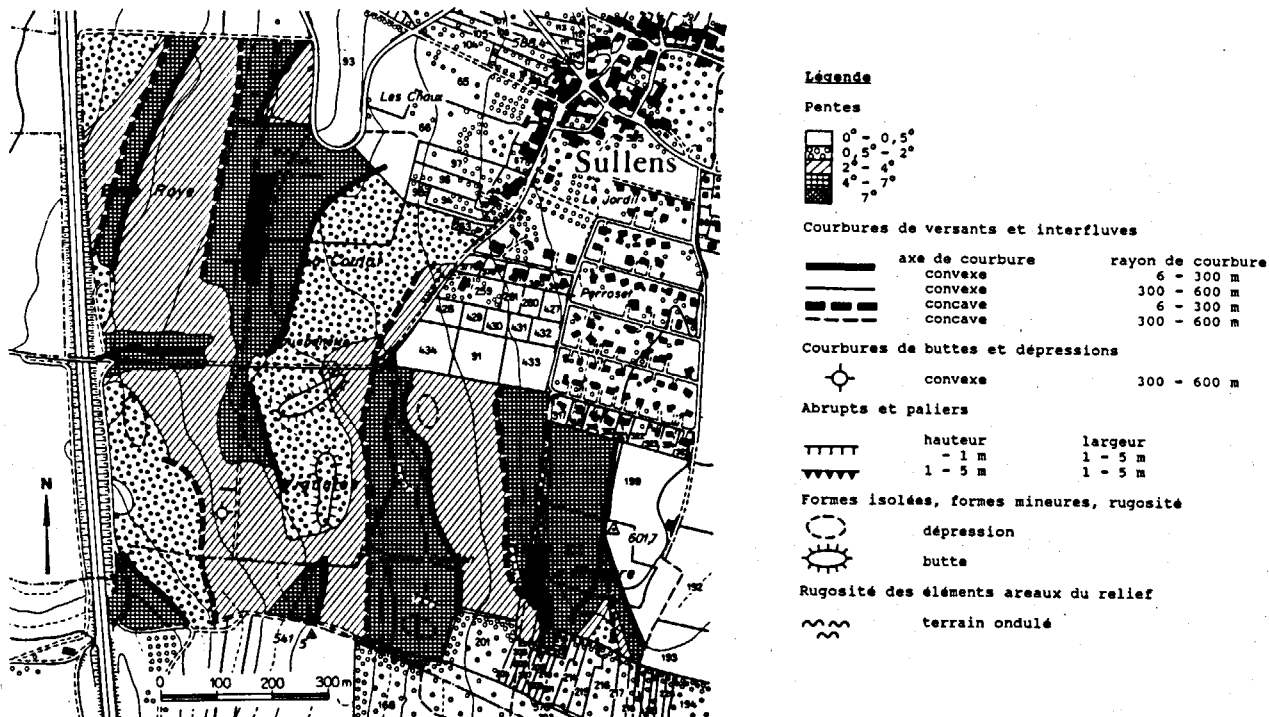
### 3.2 Evaluation des risques érosifs sur la base d'une carte géomorphologique

L'érosion du sol se manifeste de manière préférentielle le long des pentes. Le relief est ainsi le facteur déterminant du processus d'érosion. Un relevé topographique permet donc, de manière simple, une appréciation des risques érosifs. Les formes mineures de surface (Schaub, 1985), importantes pour la formation d'écoulement concentrée, ne sont pas suffisamment prises en considération par les facteurs L et S de l'USLE (Wischmeier et Smith, 1978). Une carte géomorphologique permet de mieux mettre ces formes en évidence avec la condition qu'une échelle de 1: 5000 au minimum soit utilisée. Ces données sont ensuite directement utilisables pour des mesures concrètes de lutte anti-érosive (Herweg, 1988).

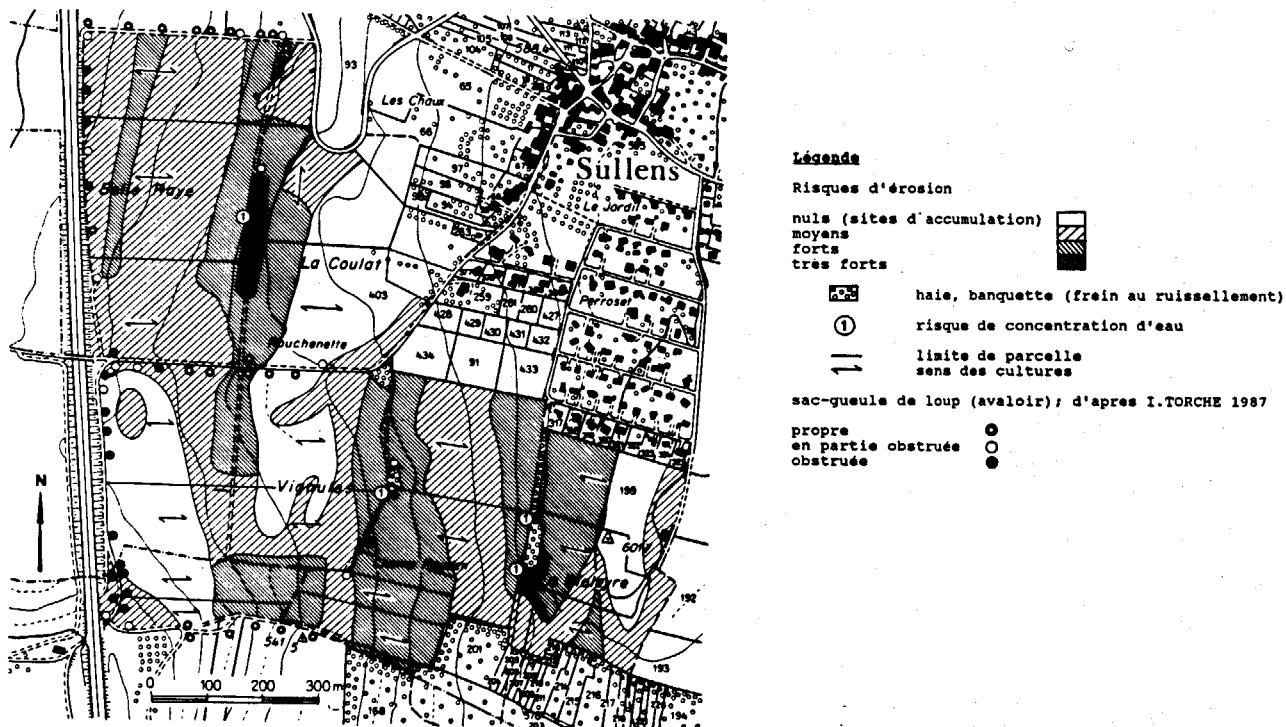
Cette approche a été appliquée au 1: 5000 pour la région de Sullens d'après les légendes de Leser et Stäblein, 1985 (carte 2). L'échelle et les niveaux d'information nécessaires (pente, morphographie, hydrographie et processus géomorphologique) dépendent du quadrillage utilisé. Certains éléments de l'utilisation du sol comme les banquettes, les haies et le drainage doivent être pris en considération dans l'appréciation des risques d'érosion. Cette méthode ne donne pas d'estimation quantitative précise de matériel érodé. Son intérêt réside plutôt dans le fait qu'en peu de temps et avec peu de moyens, elle procure une image différenciée de la répartition géographique des risques érosifs et, ceci d'autant plus lorsque l'érosion s'avère être un problème dans la région et qu'aucune donnée n'est disponible.

La carte des risques érosifs découlant de la carte géomorphologique est présentée par la carte 3. Elle peut encore être affinée si des informations supplémentaires et à d'autres niveaux sont relevées, par exemple, les propriétés du sol d'après lequel l'érodibilité peut être déduite. D'autres possibilités sont données par H. Vogt (1986). Du fait que des structures linéaires à écoulement préférentiel soient inexistantes dans la région, les risques érosifs proviennent essentiellement de la pente bien que les surfaces avec moins de 2 degrés de pente soient considérées comme sans risques. On remarque une nette répartition transversale de la région en parties plates et pentues. Le réseau des chemins et le remaniement parcellaire sont insuffisamment adaptés au relief. Si le chemin transversal en terre du haut diminue la longueur de pente érosive (effective), on constate aisément que l'eau s'y rassemble et, en quelques endroits, se déverse de manière concentrée sur les parcelles plus bas. La constatation reste valable pour les deux chemins du bas, mais de manière moins prononcée. Bien qu'un système de drainage soit existant, ce dernier ne peut absorber qu'une partie du ruissellement (I, Torche, 1987).

Carte 2: Carte géomorphologique du coteau de Sullens



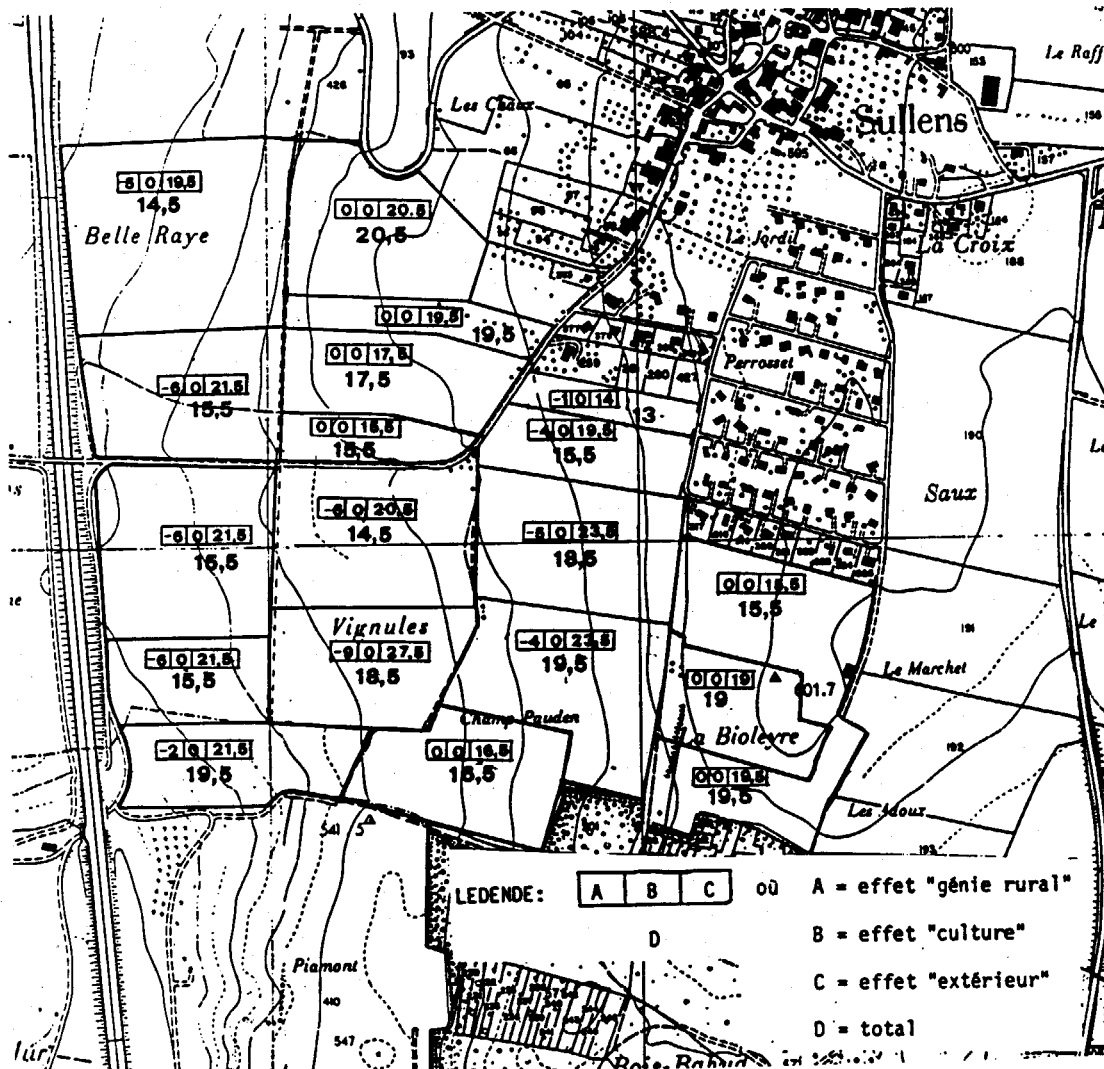
Carte 3: Carte des risques érosifs basés sur la carte géomorphologique



### 3.3 Utilisation d'une fiche d'évaluation des risques d'érosion

Une fiche d'évaluation des risques d'érosion hydrique de sols agricoles (Huguenin, 1986) a été développée. Cette fiche (voir annexe) évalue les effets des facteurs de pente, de sol, de culture, de géomorphologie et de structure d'amélioration foncière sur les processus érosifs. Ils ont été regroupés de façon à pouvoir distinguer les influences de type agronomique, de génie rural et du relief sur le phénomène. Cet instrument doit être considéré comme un guide à compléter avec d'autres moyens de cartographie de risques à l'érosion. Chaque type d'influence est noté selon des tableaux. La somme de ces notes (positives ou négatives) pour chaque parcelle séparée donne l'estimation du risque érosif de la parcelle. Plus cette note est élevée, plus les risques d'érosion le sont. Après un "callage" expérimental des résultats, une note supérieure à 20 est considérée comme un risque élevé d'érosion.

Carte 4: Estimations des risques érosifs selon une fiche d'évaluation



L'application de la fiche a été faite sur le coteau de Sullens (voir carte 4). La case A évalue les effets du génie rural (parcellaire, regard, route, drainage, etc.), la case B donne les effets des cultures (sens du semis par rapport à la pente et couverture végétale) et la case C qualifie les effets extérieurs (géomorphologie, déversement amont, pente, etc.). L'effet des cultures n'a pas été pris en considération (note = 0 dans la case B) afin de pouvoir comparer les facteurs intrinsèques à la parcelle. Les résultats montrent que beaucoup de parcelles se trouvent près du point critique 20 et sont donc à surveiller. D'autant plus que la note de 0 donnée pour les effets de culture est la plus petite attribuable et correspond à l'effet d'une prairie.

### 3.4 Analyse des méthodes

Une première remarque s'impose, la fiche d'érosion et les indices L et S se réfèrent à la parcelle alors que la carte dérivée de la carte géomorphologique dépend du relief et ne tient pas compte des limites de parcelles. Dans une zone où le remaniement parcellaire est fortement associé au relief, il est aisé de comparer les résultats. Ce n'est pas le cas en ce qui concerne notre application. Cependant, il y a quand même une bonne concordance de notations, démontrant une flexibilité des méthodes.

Sur 15 parcelles représentées, 5 d'entre elles sont classées en zone de forte érosion potentielle par les 3 méthodes, 4 parcelles sont en zone de moyenne érosion et 3 en zone de faible érosion. Dans tous ces cas, les critères choisis ont donné satisfaction dans l'évaluation des risques érosifs.

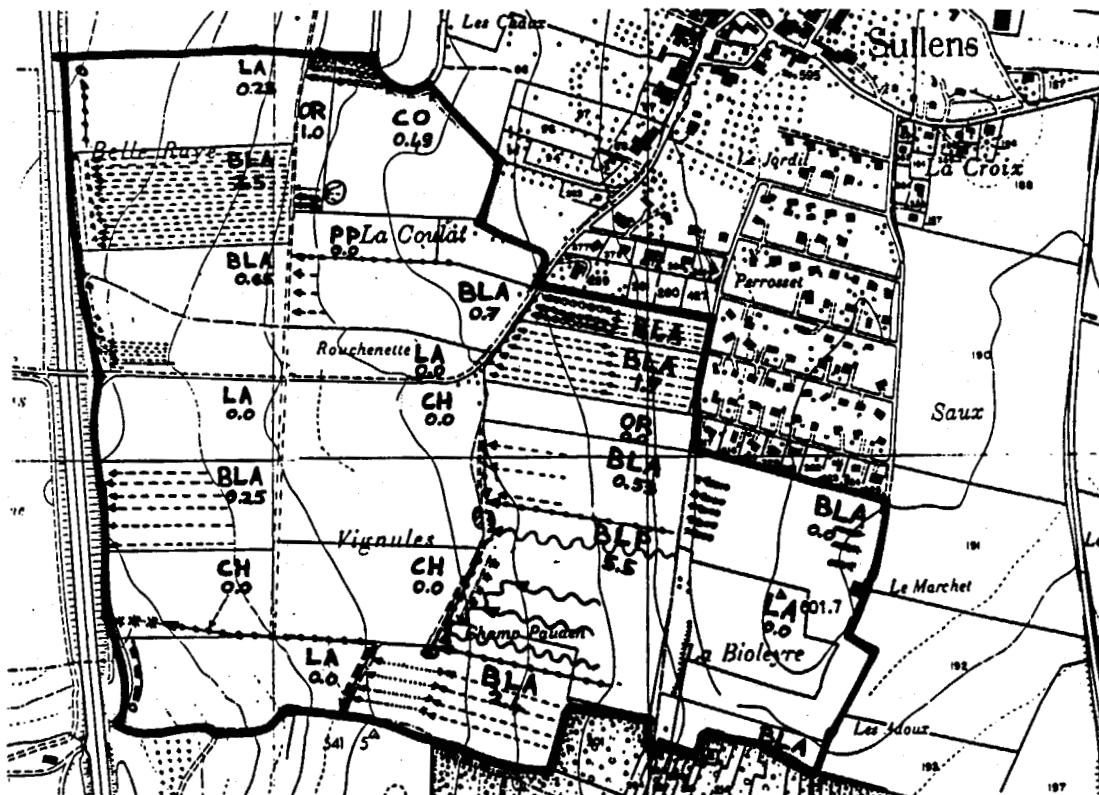
Les points d'achoppement se retrouvent au niveau des 3 parcelles restantes où il y a discordance des évaluations. Les ruptures de pente dans une parcelle et les formes favorisant la concentration des eaux de ruissellement ne sont pas prises en compte avec les indices L et S. Cela donne, en général une sous-évaluation de l'érodabilité. De même, l'absence de frein au ruissellement à l'amont de la parcelle, dont tient compte la fiche d'érosion, est un élément explicatif complémentaire lorsque cette note est de beaucoup supérieure aux autres. A cela, il faut ajouter la nature et la superficie du bassin versant amont susceptible d'amener des eaux sauvages. Une forêt, une prairie ou une culture sarclée auront des apports potentiels de volume de ruissellement très différents.

Les trois méthodes se complètent. La carte dérivée de la carte géomorphologique permet une première évaluation du milieu et d'avoir une vue d'ensemble. La fiche d'érosion ramène la vision à l'état parcellaire et intègre, en plus des critères morphologiques, ceux du sol, de la végétation et de la structure du parcellaire. Les indices L et S sont une référence testée et permettent de caller l'évaluation à un modèle reconnu.

#### 4. Comparaison avec un état ponctuel de dégâts

Les différentes cartographies présentées dans le chapitre ci-dessus sont des estimations "théoriques" de risques érosifs. La carte 5 est la cartographie des dégâts réels observés au printemps 88. Les légendes utilisées sont celles décrites par Bono et Mosimann (1986) simplifiées. Il est important de noter que les dégâts cartographiés sont les dégâts visibles (érosion en nappe relativement importante, rigoles et ravines). Le relevé a été fait juste avant la reprise des travaux cultureux du printemps. Certaines parcelles sont donc encore nues (sans cultures).

Carte 5: Cartographie des dégâts érosifs sur le coteau de Sullens (printemps 1988)



**LEGENDE**

Utilisation du sol :

- |     |                                      |
|-----|--------------------------------------|
| OR  | Orge                                 |
| BLA | Blé d'automne                        |
| BLP | Blé de printemps                     |
| CO  | Colza                                |
| PP  | Prairie permanente                   |
| LA  | Labour                               |
| CH  | Passage chisel et chaumes en surface |

Dégâts :

- |            |                                                                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>0.0</b> | Ampleur en t/ha                                                                                     |
| *          | Accumulation de faible importance, épaisseur moyenne de moins de 3 cm.                              |
|            | Accumulation de 3 à 10 cm d'épaisseur                                                               |
|            | Petites rigoles (forme simple, < 2 cm de profond et < 5 cm de large)                                |
|            | Réseau de rigoles                                                                                   |
|            | Erosion dans une raie de charrue                                                                    |
|            | Rigoles dans les passages de traitements (forme simple)                                             |
|            | Délavage en surface (destruction d'aggrégats, particules du sol transportées uniquement localement) |
|            | Fossé de captage                                                                                    |
|            | Rigoles (forme simple, 2-15 cm de profond, 5-20 cm de large).                                       |



Les dégâts les plus importants sont de 5.5 t/ha de matériel érodé. Ils proviennent de plusieurs systèmes de rigoles de 5 à 10 cm de profondeur et 10 à 20 cm de largeur (cf. carte 5). Les zones d'accumulation de ce matériel sont au bas de la parcelle et sur le chemin transversal de béton. Une partie du ruissellement se déverse dans les sacs-gueule de loup. L'érosion s'explique en partie par son relief et sa situation en amont ainsi que l'on décrit les cartographies selon la fiche et celle dérivée de la carte géomorphologique. Mais son ampleur est surtout due à l'état du sol au moment de fortes pluies: le blé de printemps venait d'être semé. On se trouve donc face à la situation de pluie sur une terre finement travaillée.

Les dégâts dans les autres parcelles en culture (toutes en céréales d'automne en cette période) sont essentiellement des petites rigoles dans les passages laissés pour les traitements, les soles étant toutes travaillées dans le sens de la pente. Le matériel déplacé varie entre 0 et 2,5 t/ha selon la pente et sa longueur.

Toutes les parcelles sans cultures (labourées ou juste travaillées de manière superficielle avec chaumes en surface) ne présentent pas de dégâts sauf une dans laquelle une raie de charrue (première raie de la chaintre) a servi à l'écoulement de matériel provenant de la parcelle d'à côté.

La comparaison des dégâts réels avec l'estimation des risques érosifs est intéressante. Les parcelles considérées à risques érosifs faibles n'ont effectivement pas de dégâts. Elles sont en labour. Toutefois une parcelle, cultivée en blé et dans le sens de la pente, montre que les passages de traitement sont des chemins préférentiels pour le ruissellement d'eau. Les dégâts sont de 0,5 t/ha. Les parcelles classifiées à risques moyens présentent des dégâts plus élevés, tous causés par l'écoulement d'eau libre dans les passages sauf pour une parcelle en labour dans laquelle une raie de charrue a servi de "canalisation". Cinq des parcelles à hauts risques n'ont pas de dégâts d'érosion. La culture et les techniques culturales expliquent cette discordance. Trois d'entre elles ont un assolement avec des engrais verts (par exemple entre blé et maïs) et ont donc toujours une couverture végétale. Le type de culture est aussi un facteur important. Trois autres parcelles, aussi classées à hauts risques, ont des dégâts peu importants. Le colza, au printemps, a une couverture végétale relativement élevée et cultivé en travers de la pente permet de réduire fortement les risques d'érosion (parcelle avec 0,49 t/ha). L'orge, à cette époque est aussi plus avancé que le blé, ce qui explique les taux bas de matériel érodé dans ces parcelles (0,53 et 1,0 t/ha).

## 5. Conclusion

L'objectif de ce travail est d'appliquer trois types de cartographies sur un même lieu connu et d'ensuite, les confronter avec les dégâts réels. Les trois méthodes semblent concorder entre elles concernant l'évaluation des risques d'érosion. Bien que la comparaison avec les dégâts réels n'a été faite que pour une seule période, on remarque que pour affiner ces méthodes de prévision, l'effet des systèmes de production doit être inclus. Les critères considérés pourraient être le sens des cultures par rapport au sens de la pente, le type de culture qui détermine le taux de couverture végétale, les techniques culturales telles que les engrais verts, les dérobées et autres techniques de conservation du sol. Le paramètre de couverture végétale est très peu connu en Suisse. Il dépend du climat et de l'altitude, de la culture et parfois aussi de la variété en place. De plus, ce taux doit être corrigé selon un facteur encore moins connu: l'effet de la couverture végétale d'une culture spécifique sur le processus érosif. En effet, un taux de couverture végétale égal de blé ou de maïs n'a pas la même influence sur le processus érosif (effet splash, vitesse des gouttes de pluies, frein à l'érosion par les tiges, etc.). De plus, il est difficile de pondérer la couverture végétale par rapport aux autres facteurs intervenant dans l'évaluation de l'érodabilité. L'équation USLE inclut les critères de systèmes de production, mais mesurés aux Etats-Unis. Ces facteurs ne sont pas adaptés à nos conditions climatiques. De plus, on a vu que des risques dûs, par exemple, à des cassures de pente ou des ruissellement d'eau provenant des surfaces en amont ne sont pas pris en considération. La fiche décrite au chapitre 3.3. note le sens de la culture et la couverture végétale de la parcelle mais les bases d'estimations de ces critères doivent encore être affinés.

Concernant l'application pratique de ces méthodes, les temps de travail sont identiques pour les trois types de cartographies (1 jour de terrain et 1 jour de bureau). L'échelle au 1:5'000 est suffisante.

Dans la région de Sullens, on s'interroge sur une méthode qui pourrait être utilisée comme aide lors de la décision des types d'assolement et de techniques culturales pour les agriculteurs afin de diminuer les risques érosifs. Les méthodes décrites dans ce travail donnent une évaluation correcte des risques érosifs intrinsèques des parcelles, évaluation qu'il faudrait encore corriger selon les critères agronomiques pour permettre un pas de plus dans la lutte pratique contre l'érosion.

## Bibliographie

Clément J.-P., Crole-Rees A., Pellet D., 1987. Méthode de classification du risque érosif des exploitations agricoles en fonction de leur couverture végétale. Rapport intermédiaire, Erosion des sols en Suisse : ampleur et remèdes, pp 42-78.

Crole-Rees A., 1988. Maîtrise de l'érosion. La Terre Romande no. 29, 16.07.88, pl, 16.

Gréco J., 1987. La défense des sols contre l'érosion. Paris.

Herweg K., 1988. The applicability of large-scale geomorphological mapping to erosion control and soil conservation in a research area in Tuscany. Ztschr. f. Geomorphologie N. F., Suppl.-bd. 68, p 175-187.

Huguenin L., 1986. Développement d'une méthodologie de classification des sols agricoles par risque d'érosion et application sur le plateau vaudois. Travail de diplôme 1986, EPFL-IGRHAM, Lausanne.

Leser H., Stäblein, 1985. Legend of the Geomorphological Map 1: 25000 (GMK25) - fifth version in the GMK-Keypoint-program. Berliner Geogr. Abh., H.39.

Mosimann T., Bono R., 1986. Aufnahme von Bodenerosionsformen und -Schäden auf Ackerflächen. Geographisches Institut, Universität Basel. 32 p.

Schaub D., 1985. Bodenerosion auf Ackerflächen im Möhlener Feld und Tafeljura. Materialien z. Physiogeographie, H.8, Basel, p 53-65.

Torche I., 1987. Intégration de lois de conservation des sols lors de travaux d'améliorations foncières. Travail de diplôme, EPFL-IGRHAM, 110p.

Vogt H., 1986. Une méthode cartographique d'évaluation de processus physiogéographique appliquée à l'érosion hydrique des sols. L'espace géographique, no. 3, p 204-210.

Wischmeier W. H., Smith D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. USDA, Agricultural Handbook no. 537, 58p.

Annexe: Fiche d'évaluation du risque érosif d'une parcelle

Pente \_\_\_\_\_ % \_\_\_\_\_ de longueur (tableau 1)

Sol  
Type de sol \_\_\_\_\_ % Argile \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ % Limon M.O. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ % Sable pH \_\_\_\_\_ (tableau 2).  
cailloux: oui  non

Culture  
Culture en place: \_\_\_\_\_ oc-no dé-ma av-ju aou-sept. (ta 3)   
\_\_\_\_\_ (ta-bleau 4)   
Sens de culture

Facteurs géographiques  
Position haut (0) milieu (2) bas (4)   
Surface amont: 0 à 2 ha (0) 2 à 4 ha (2) 4 et plus ha (4)   
Culture amont: prairie (- 1)   
forêt (- 2)   
cultivée (0 à 4)

Forme  
Favorisant plus ou moins le rassemblement des eaux (0 à 4)

Facteurs extérieurs  
Haie (0 à -3) talus (0 à -1)   
replat (0 à -4) raie de charrue (-1)

Collecte de l'eau amont  
route, canal (-4 à -12)

Autres  
bord de route (0 à 2)   
déversement des eaux (0 à 4)

total par colonne

Divers

A facteurs extérieurs en relation avec le ruissellement  -A  B  C  
B facteurs agronomiques  
C autres   
TOTAL

**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Crole-Ress, A.; Baril, P.; Schaub, D. - Cartographie des risques d'érosion : une approche multidisciplinaire, pp. 37-48, Bulletin du RESEAU EROSION n° 8, 1988.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)