



**HAL**  
open science

## Prévenir les risques de ruissellement et d'érosion. Techniques culturelles et modélisation spatiale

Philippe Martin, Véronique Souchère

### ► To cite this version:

Philippe Martin, Véronique Souchère. Prévenir les risques de ruissellement et d'érosion. Techniques culturelles et modélisation spatiale. FaçSADe, 1999, 2, pp.1-4. hal-01829202

**HAL Id: hal-01829202**

**<https://hal.science/hal-01829202>**

Submitted on 1 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## Prévenir les risques de ruissellement et d'érosion Techniques culturales et modélisation spatiale

Les collectivités locales sont de plus en plus confrontées aux nuisances des phénomènes érosifs liés aux activités agricoles. L'installation de bassins d'orage limite les effets des grandes inondations. Mais pour lutter contre les phénomènes chroniques et éviter ainsi le comblement progressif de ces bassins, il faut trouver d'autres moyens de prévention applicables à l'ensemble des bassins versants. Une recherche menée dans le pays de Caux apporte deux solutions : l'une, au niveau individuel, propose de nouveaux itinéraires techniques pour réduire l'érosion et le ruissellement sur le territoire agricole, l'autre, au niveau de bassins versants, permet la mise en place d'un nouvel agencement des parcelles et des cultures.

Philippe Martin, Véronique Souchère

Le ruissellement érosif dans le Pays de Caux s'explique en grande partie par la nature de ses sols et sa morphologie. Le sol limoneux, sous l'effet des pluies se bat avant qu'une végétation suffisante ne le protège. Le ruissellement diffus, qui apparaît alors, se charge en terre par érosion diffuse. Le relief vallonné concentre ce ruissellement boueux dans des talwegs secs, y créant des rigoles et des ravines et, plus loin, des dépôts de terre. Les bêtouilles, très nombreuses dans les vallées sèches, favorisent la circulation de l'eau à travers la craie fortement karstifiée qui supporte le limon. Elles établissent ainsi des correspondances entre le ruissellement de surface, plus ou moins chargé en terre, et le réseau souterrain dans lequel puisent les captages d'eau potable. De ce fait, les eaux sortant du karst sont souvent turbides et polluées peu de temps après une séquence pluvieuse. Les nuisances (eaux turbides, inondations,

érosion) peuvent donc apparaître à distance du lieu d'origine d'un ruissellement aléatoire.

Au cours des dernières décennies, les agriculteurs ont spécialisé leurs activités, accru leurs surfaces et agrandi leurs parcelles. Certains ont abandonné l'élevage pour la culture de pommes de terre ou des ateliers hors sol ; d'autres se sont spécialisés dans des cultures de vente ; d'autres encore, sans s'agrandir, ont intensifié leur production laitière en développant la culture du maïs fourrage.

Ces évolutions ont entraîné le retournement de prairies. Or, près des habitats en sommet de plateau, ces prairies réduisaient le ruissellement, tandis que sur les plus fortes pentes et dans les talwegs, elles empêchaient les départs de terre. Depuis 30 ans, cette évolution des modes d'occupation du sol a augmenté la fréquence des sinistres pour les agriculteurs eux-mêmes et les populations résidant en aval.

Pour réduire l'importance de ces phénomènes, les auteurs proposent de lutter à la fois contre le ruissellement et contre l'érosion diffuse et concentrée par deux actions complémentaires : modifier les techniques culturales pour réduire les quantités de ruissellement boueux produites sur les parcelles ; raisonner l'organisation des techniques dans l'espace d'un bassin versant pour éviter la concentration du ruissellement boueux dans le talweg.

Pour cela, Philippe Martin a expérimenté, au niveau de la parcelle, différentes gestions de l'interculture et Véronique Souchère a modélisé la circulation de l'eau au niveau du bassin versant pour mesurer les impacts des pratiques agricoles. Ils ont mené ces travaux en partenariat avec des institutions locales, notamment l'Association Régionale pour l'Étude et l'Amélioration des Sols (AREAS) et la Chambre d'Agriculture de Haute Normandie.



## L'interculture, un moyen de prévention au niveau de la parcelle.

### Une période critique.

L'interculture se définit comme la période qui sépare la récolte d'une culture, LE PRÉCÉDENT, de l'implantation de la culture suivante, LE SUIVANT. Elle conjugue des risques élevés de ruissellement du fait des précipitations automnales importantes et des larges possibilités d'interventions culturales en l'absence de cultures en place. Elle se caractérise par sa durée, par sa position au cours de l'année climatique et par l'état des parcelles qui peuvent présenter plus ou moins de résidus végétaux et de traces de roues. Quatre types d'interculture permettent de classer les risques d'érosion et de définir les différentes possibilités d'intervention de l'agriculteur :

**le type A** comporte des précédents à récolte précoce avec des résidus végétaux, laissant peu de traces de roues (blé, escourgeon, colza, pois) et des cultures d'hiver comme suivants (colza, blé, escourgeon). La maîtrise du ruissellement est liée aux conditions climatiques de la période d'interculture et elle ne peut donc être anticipée.

**le type B** correspond à des cultures dont les chantiers de récolte, réalisés tardivement, laissent sur le sol de nombreuses traces de roues et peu de résidus végétaux (lin, pomme de terre, maïs ensilage, betterave), suivies de cultures d'hiver (blé, escourgeon). Les récoltes sont souvent réalisées en conditions humides et les semis de céréales sont soumis en général au phénomène de battance. Pour ce type, la maîtrise du ruissellement est donc difficile.

**le type C** se caractérise par des cultures à récolte précoce avec des résidus végétaux et peu de traces de roues (blé, escourgeon, colza, pois) et des suivants semés au printemps (pois, lin, betterave, pomme de terre, maïs ensilage). Le ruissellement peut être facilement maîtrisé, car la culture précédente laisse un état du sol favorable qu'il est possible de travailler en conditions sèches.

**le type D** comprend des précédents à récoltes tardives avec peu de résidus végétaux et beaucoup de traces de roues (lin, pomme de terre, maïs ensilage, betterave) suivies de cultures semées au printemps (pois, lin, betterave, pomme de terre, maïs ensilage). Comme dans le type A, la maîtrise du ruissellement est dépendante des conditions climatiques de la période d'interculture.

Sur la base de cette typologie, il est donc possible de mieux cibler le conseil technique à donner aux agriculteurs d'un territoire défini selon la prédominance du type rencontré. Mais quelles solutions proposer ?

### Les expérimentations

Pour préciser l'effet des pratiques culturales sur le ruissellement boueux émis au niveau de la parcelle agricole, des itinéraires techniques ont été testés sur différents états à la récolte [en encadré] représentatifs des types d'interculture longue (types A et C).

Les traitements expérimentaux ont été soumis aux pluies naturelles sur des surfaces de 20 m<sup>2</sup> situées sur un limon moyen sableux avec une pente homogène de 2%. Les résultats obtenus en fin d'interculture, pour le type C, sont illustrés par la figure 1. Celle-ci décrit la position des cinq itinéraires techniques selon le ruissellement et les départs de terre pour l'ensemble des trois états à la récolte. Les traits horizontaux et verticaux délimitent des groupes statistiquement homogènes (test de Newman-Keuls à 95 %).

On peut ainsi constater que l'itinéraire Néotar ruisselle quatre fois plus que l'itinéraire MOUT et conduit à des départs de terre neuf fois plus importants que l'itinéraire Témoin. Les itinéraires SOC et MOUT permettent de réduire significativement le ruissellement. Par contre, toute intervention culturale conduit à des départs de terre supérieurs ou égaux à ceux que l'on constate sur les surfaces de Témoin.

Le choix d'un itinéraire technique en interculture doit dépendre du risque que l'on souhaite réduire en priorité : soit le ruissellement, soit le départ de terre. L'itinéraire SOC permet de limi-

### Les états à la récolte

**BB** : Blé, paille broyée sur place (100 % de couverture du sol par les résidus végétaux).

**BE** : Blé, paille exportée (50 % de couverture du sol par les résidus végétaux).

**POIS93** : Pois protéagineux de printemps et fanes exportées (30 % de couverture du sol par les résidus).

### Les itinéraires techniques testés

**SOC** : déchaumage fin août à l'aide d'une déchaumeuse à socs (petite charrue) qui donne une surface très rugueuse mais enfouit tous les résidus végétaux.

**MOUT** : implantation fin août d'une culture intermédiaire de moutarde soit par labour et semis après un blé, soit par semis direct après un pois.

**Néopré** : déchaumage fin août à l'aide d'un néodéchaumeur, outil à dents qui confère à la surface un modelé très bilonné et n'enfouit que partiellement les résidus végétaux.

**Néotar** : déchaumage début octobre à l'aide d'un néodéchaumeur. En octobre les conditions sont plus humides qu'en août et on s'attend à une dégradation plus rapide de la surface qu'avec Néopré.

**Témoin** : aucune intervention pendant toute l'interculture.

ter le ruissellement mais conduit à un accroissement des départs de terre. Seul l'itinéraire MOUT diminue le ruissellement sans augmentation des départs de terre. Néanmoins, sa mise en œuvre est plus délicate, car le semis de moutarde doit être effectué avant le 15 septembre pour être efficace et il reste plus coûteux qu'un simple déchaumage.

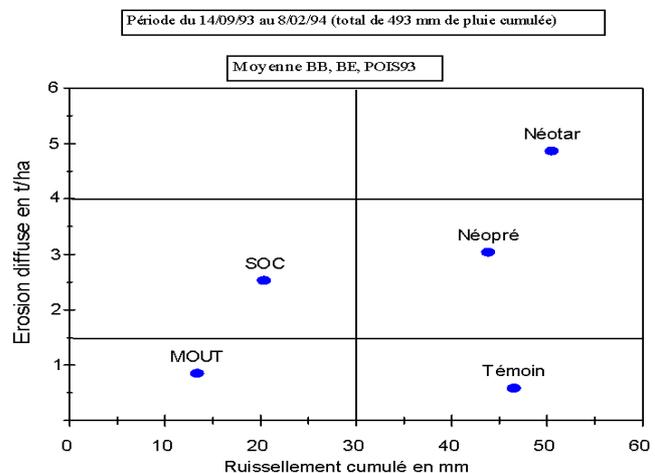


Figure 1 : Ruissellement et érosion diffuse ne sont pas systématiquement corrélés.

Ainsi, la solution idéale n'existe pas. Si plusieurs types d'intervention sont possibles (travail du sol, culture intermédiaire, ne rien faire), le choix de l'agriculteur est dépendant du type d'interculture, de la localisation de la parcelle (versant ou talweg) et de l'organisation du travail dans l'exploitation.

### La modélisation spatiale, un outil pour la gestion des bassins versants ?

Cette deuxième étude a pour objectif d'identifier les risques d'érosion dans les bassins versants et de les modéliser.

En premier lieu, il est indispensable de distinguer les zones responsables du ruissellement, les impluviums, de celles qui subissent l'érosion par concentration des ruissellements diffus, les talwegs. Ensuite, certaines pratiques des agriculteurs, comme le travail du sol doivent être prises en compte, tant pour leur action sur l'importance du ruissellement que sur le sens de cheminement de ce dernier. L'introduction de ces pratiques dans des modèles de prévision des risques d'érosion doit permettre de mieux raisonner le choix et la localisation des aménagements anti-érosifs.

Pour obtenir une diversité de situations topographiques et agraires, plusieurs bassins versants agricoles de taille variée, de quelques ha à plus de 100 ha, ont été sélectionnés, et pour chacun d'eux, la topographie, la pluviométrie, le parcellaire et la localisation des routes ou des chemins ont été relevés.

Tout au long de l'année culturale, le sens du travail du sol de chaque parcelle, la position des chemins d'eau et l'état de surface des parcelles ont été enregistrés.

Ces informations ont été combinées dans deux modèles de ruissellement développés au sein d'un Système d'Information Géographique (Arc/Info). Le premier, dénommé TOPO est un modèle d'écoulement topographique classique. La direction des flux est déterminée uniquement en fonction de la pente. Dans le second, appelé TILLAGE, les directions d'écoulement sont modifiées selon les résultats d'une analyse discriminante basée sur des observations de terrain. L'eau s'écoule alors selon deux directions, soit dans le sens de la pente descendante la plus forte, soit dans la direction imposée par le sens du travail du sol. Chaque modèle fournit un réseau de circulation de l'eau au sein des bassins versants. En introduisant dans les modèles les données sur l'évolution des états de surface et la pluviométrie, on obtient les flux d'eau cumulés transitant en tout point d'un bassin versant.

Les pratiques agricoles entraînent des modifications du réseau de circulation de l'eau et en particulier des différents points de concentration au niveau du talweg. Or ces points sont des lieux privilégiés d'initiation de ravine. Il convient donc de leur porter une attention toute particulière lorsqu'il s'agit de localiser un aménagement destiné à lutter contre l'apparition d'un symptôme érosif. En outre, dans le pays de

Caux, région à relief doux, les différentes activités agricoles induisent des variations de forme et de surface des bassins versants.

### Vers l'utilisation concrète de ces modèles

L'association des flux d'eau calculés en tout point de l'espace par le modèle TILLAGE avec deux autres déterminants de l'érosion, la pente locale et la sensibilité du sol à l'incision (estimée sur le terrain à partir de notations dont la pertinence a été vérifiée en utilisant une sonde gammamétrique), permet de repérer les zones sensibles.

La figure 2 donne un exemple de zonage du risque érosif pour le bassin versant de la *Ferme du Moulin*. Sur la carte de gauche, issue du modèle, les zones présentant un risque érosif élevé sont essentiellement localisées sur les axes de concentration d'origine topographique ou agricole (bordures de champs). Sur celle de droite, la position réelle de la ravine principale correspond aux zones à risque élevé du modèle. La zone A est une zone de sédimentation que le modèle considère comme peu érosif. La lecture simultanée des deux cartes montre que l'emploi d'un modèle de ruissellement intégrant les techniques culturales est pertinent pour localiser les axes de concentration susceptibles d'être érodés et donc de prévoir les zones *sensibles à l'incision*.

Des modifications de pratiques (changement des formes ou des limites de parcelles) peuvent donc être

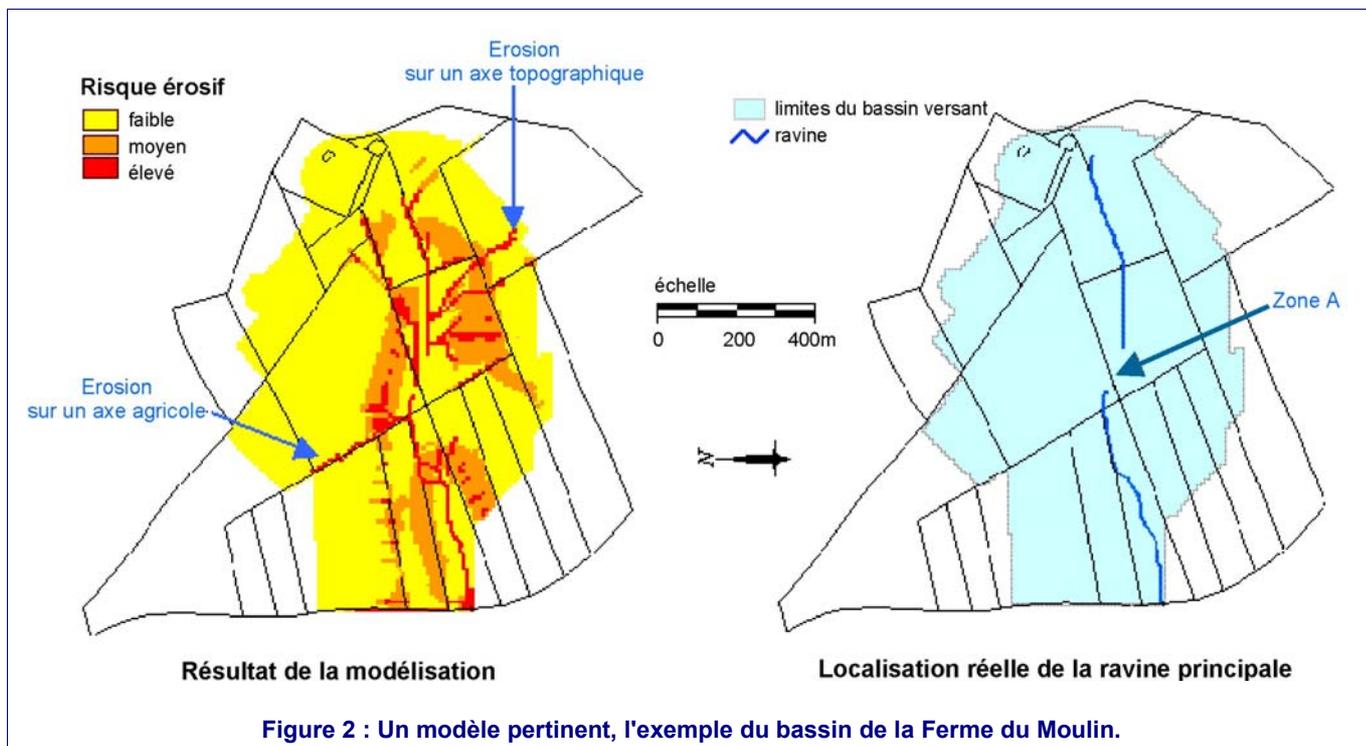


Figure 2 : Un modèle pertinent, l'exemple du bassin de la Ferme du Moulin.

envisagées avec les agriculteurs afin d'éviter les phénomènes d'érosion ou, du moins, de limiter leur ampleur. C'est une véritable simulation de l'organisation de l'espace des bassins versants qui est ainsi proposée.

Cependant, ce modèle doit être amélioré pour intégrer une meilleure description des mécanismes d'infiltration. Celle-ci peut varier de 0% à 100% selon les sites et l'état des sols. Cette étape réalisée, le modèle pourra être utilisé pour simuler les risques d'érosion selon les systèmes de culture ou les scénarios climatiques. Les conséquences des modifications de parcellaire, comme le remembrement, sur les phénomènes érosifs pourront ainsi être testées. Il peut donc être un outil efficace pour étudier à moindre coût, différentes solutions d'aménagement de l'espace agricole.

Les itinéraires techniques proposés peuvent s'adapter aux particularités d'autres systèmes de production locaux. De même, les modèles de ruissellement peuvent être paramétrés pour intégrer les spécificités de différents bassins versants.

## Glossaire

**Bassin d'orage** : Dépression artificielle, fermée par une digue, destinée à retenir les eaux de pluie lors d'événements climatiques exceptionnels. La vidange du bassin s'effectue progressivement par une buse calibrée.

**Battance** : Après le travail du sol, la surface des parcelles est très fragmentée, ce qui la rend perméable. Sous l'effet de pluies, même peu intenses, les mottes de terre se désagrègent (on dit que le sol se bat). Ce mécanisme accentué par la faible stabilité structurale des sols limoneux conduit à la formation d'une croûte très peu perméable, à l'origine de fréquents ruissellements. Ces derniers sont plus ou moins chargés en terre par une érosion diffuse qui ne laisse pas de traces visibles à la surface du sol.

La perméabilité de la surface du sol varie périodiquement. Des phases d'encroûtement de la surface succèdent à la fragmentation de la croûte de battance par le travail du sol et/ou le développement des cultures. Les conditions climatiques modifient ces cycles : ainsi, un sol travaillé en conditions humides se dégrade plus vite que s'il est travaillé en conditions sèches. A précipitations identiques, des températures plus élevées permettent un développement plus rapide des cultures qui constituent alors un écran protecteur de la surface du sol. Les cycles perméabilité/imperméabilité sont aussi modifiés par des facteurs culturaux. La battance est retardée quand la surface du sol est occupée par des mottes de gros calibre ainsi que par des résidus végétaux.

**Bétoire** : Puits naturel, de petites dimensions, où se perdent les eaux de ruissellement.

**Talweg** : Ligne de fond d'une vallée.

**Karst** : Plateau calcaire percé de galeries par l'érosion chimique.

**Eaux turbides** : Eaux troublées par de la terre et autres matériaux en suspension.

**Rigole et Ravine** : Fossés creusés naturellement dans la terre par la concentration du ruissellement. Elles se distinguent par leurs dimensions.

**Sensibilité du sol à l'incision** : Sensibilité du sol à être entaillé par une accumulation d'eau et à former une ravine. Elle dépend des caractéristiques texturales, de la compacité et de l'état hydrique du sol. Elle a été estimée par notation.

Avec ces modifications, les solutions présentées ici permettraient une meilleure maîtrise des risques d'érosion dans l'ensemble des bassins limoneux du Nord-Ouest de l'Europe.

Ces résultats constituent une base solide pour l'établissement d'un conseil technique en direction des

agriculteurs. Leur application dans le cadre d'actions concertées entre les différents acteurs sociaux (agriculteurs, collectivités locales, animateurs de bassin,...) devrait apporter des éléments pour organiser plus efficacement la lutte contre les problèmes d'érosion

## Pour en savoir plus

- **Boiffin J., Papy F. and Eimberck M.**, 1988. Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I - Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion. *Agronomie*, 8, pp. 663-673.
- **Martin P., Meynard J.M.**, 1997. Systèmes de culture, érosion et pollution par l'ion nitrate. In Riou C., Bonhomme R., Chassin P., Neveu A., Papy F. (eds). *L'eau dans l'espace rural*. INRA. pp. 303-322.
- **Martin P., Papy F., Souchère V., Capillon A.**, 1998. Maîtrise du ruissellement : intérêt d'une modélisation des pratiques de production. *Cahiers Agricultures*, 7, (2), pp. 111-119.
- **Souchère V., Daroussin J., King D., Papy F.**, 1996. Modélisation de l'évolution des états de surface d'un parcellaire agricole producteur d'érosion par ruissellement concentré. In Christophe C., Lardon S., Monestiez P; (eds) *Etude des phénomènes en agriculture*, Coll. Les Colloques, INRA Editions. pp. 287-292.

## Les auteurs

**Philippe Martin**, Maître de Conférence à l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, est chercheur associé à l'Unité SAD Ile de France.

**Véronique Souchère**, Ingénieur de Recherche à l'Unité SAD Ile de France, site de Versailles, mène ses travaux de modélisation en étroite collaboration avec l'Unité Science du Sol du Centre INRA d'Orléans.

