

Maîtrise du ruissellement et de l'érosion

**CONDITIONS D'ADAPTATION
DES MÉTHODES AMÉRICAINES**



CEMAGREF
Antony

Jean-Joël GRIL
Bernard DUVOUX

Jean Joël GRIL
Bernard DUVOUX

Maîtrise du ruissellement et de l'érosion

**Conditions d'adaptation
des méthodes américaines**

1^{ère} édition

Avec la collaboration de :

J.F. OUVRY, Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols -
76460 Saint-Valéry-en-Caux.

C. LILIN, Ministère de l'Environnement - Atelier Central de l'Environnement -
92524 Neuilly-sur-Seine.



**CENTRE NATIONAL
DU MACHINISME AGRICOLE
DU GÉNIE RURAL
DES EAUX ET DES FORÊTS**

**GRUPEMENT ANTONY
DIVISION G.E.P.P.**
14, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris
Tél : (1) 43 43 97 84

Chez le même éditeur
Collection "Guide pratique"

Récolte et traitements du sang des abattoirs - 1988 - 2ème édition - Bruno HOULIER - Volume broché 17 x 24 - 90 pages - 195 F TTC.

L'irrigation localisée - 1988 - Fascicule de 6 cahiers 21 x 29,7 - 52 pages - 90 F TTC.

Filets brise-vent - Choix et mise en place - 1989 - 1ère édition - Michel TILLIE, Jacques JAUBOURG, Georges CARROTTE - Volume broché 17 x 24 - 63 pages - 80 F TTC.

Les moteurs à essence - Technologie et fonctionnement des moteurs à allumage commandé - 1989 - 1ère édition - Daniel GAUTHIER, Camille CEDRA, Marc BAZIN, Didier LOUIS - Volume 17 x 24 - 168 pages - 185 F TTC.

Produits de graissage et de protection - 1989 - 5ème édition - Amor BOUHAGEB - Volume broché 17 x 24 - 262 pages - 185 F TTC.

Les moteurs diesel - Technologie et fonctionnement - 1990 - 1ère édition - Camille CEDRA, Daniel GAUTHIER, Marc BAZIN, Didier LOUIS - Volume broché 17 x 24 - 195 pages - 185 F TTC.

Irrigation - Guide pratique - 1990 - 1ère édition - Léopold RIEUL - Volume broché 17 x 24 - 319 pages - 240 F TTC.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés,
réservés pour tous pays

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que "les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, "toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite" (alinéa 1er de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Maîtrise du ruissellement et de l'érosion - Conditions d'adaptation des méthodes américaines - 1991- 1ère édition - ISBN 2-85362-235-5 - Jean Joël GRIL et Bernard DUVOUX, CEMAGREF Antony - Dépôt légal 2ème trimestre 1991 - Photo de couverture : Aménagement antiérosif dans l'Iowa. SCS. Des Moines Iowa (USA) - Coordination de l'édition : Julienne Baudel - Mise en page PAO : Valérie Pagneux - Impression : Imprimerie Louis Jean à Gap - Édition et diffusion : CEMAGREF - DICOVA - BP 22 - 92162 Antony Cedex - Diffusion aux libraires : TEC et DOC, 14 rue de Provigny, 94236 CACHAN - Prix : 120 F TTC.

Le CEMAGREF est un organisme de recherches dans les domaines de l'eau, de l'équipement pour l'agriculture et l'agro-alimentaire, de l'aménagement et de la mise en valeur du milieu rural et des ressources naturelles.

En contact permanent avec les agents économiques et les collectivités, il cherche à constituer des outils mieux adaptés dans différents secteurs d'activités :

- eau, hydrologie, hydraulique agricole, qualité des eaux
- risques naturels et technologiques
- montagne et zones défavorisées
- forêts
- machinisme et équipement agricoles
- équipement des industries agro-alimentaires
- production et économie agricoles.

Le CEMAGREF est un Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique sous la tutelle des ministères de la Recherche et de la Technologie, de l'Agriculture et de la Forêt.

Il emploie 970 agents dont 420 scientifiques répartis en 10 groupements : Aix-en-Provence, Antony, Bordeaux, Clermont-Ferrand, Grenoble, Lyon, La Martinique, Montpellier, Nogent-sur-Vernisson, Rennes.



SOMMAIRE

RÉSUMÉ	7
INTRODUCTION	9
1. LES DÉGÂTS CAUSÉS PAR LE RUISSELLEMENT ET L'ÉROSION	11
2. LES CONTEXTES PHYSIQUES ET HUMAINS.	21
3. LES MÉTHODES DE CONSERVATION DES SOLS ET DES EAUX EMPLOYÉES AUX ÉTATS-UNIS.	31
4. L'APPLICATION AU NORD-OUEST DE LA FRANCE.	45
5. L'APPLICATION À D'AUTRES RÉGIONS DE FRANCE. ...	53
CONCLUSION.	57
BIBLIOGRAPHIE.	59
ANNEXES.	65





RÉSUMÉ

Les Etats-Unis sont confrontés depuis longtemps à de graves problèmes d'érosion des terres agricoles et, dès 1935, un service chargé de la mise en oeuvre des mesures de protection des sols et des eaux a été créé : *le Soil Conservation Service (SCS)*.

Cet organisme a acquis une grande expérience en la matière et dispose d'une panoplie de techniques bien éprouvées, qu'il pourrait être intéressant d'expérimenter en France.

Cependant, avant de proposer la transposition de ces techniques dans un environnement différent, il est nécessaire de comparer attentivement la nature des problèmes et les contextes dans lesquels ils sont posés ; après quoi, l'adoption ou l'abandon de certains procédés pourra être effectué en fonction de leur opportunité dans le contexte qui nous intéresse.

Dans cet esprit, l'exposé aborde successivement les points suivants :

- La comparaison des contextes naturels et humains des Etats-Unis et du Nord-Ouest de la France.

- Les Etats-Unis subissent avant tout un problème de conservation du sol ; l'érosion de versant et l'érosion concentrée y sont également représentées. Dans le nord-ouest de la France, les dégâts agricoles sont présents mais beaucoup plus modestes qu'aux USA et secondaires par rapport aux dégâts subis par les habitations et les équipements collectifs ; le ruissellement et l'érosion concentrés dominent largement, l'érosion de versant restant en général modérée.

- Parmi les facteurs naturels, la différence d'agressivité des pluies paraît être le principal facteur expliquant la différence d'amplitude de l'érosion.

- Enfin, l'orientation du parcellaire est mieux adaptée aux USA qu'en France à la lutte contre l'érosion.

- L'inventaire des procédés employés par le SCS (aménagement et techniques culturales), en précisant le rôle de chacun dans le dispositif général de lutte : techniques d'aménagement et pratiques culturales anti-érosives
- Les deux procédés finalement sélectionnés pour le nord-ouest de la France : ce sont les chenaux enherbés et les "Wascobs" (sorte de petits bassins créés par le barrage de talwegs à l'intérieur des parcelles).

Ces deux techniques ont en commun d'être conçues spécifiquement pour réduire le ravinement concentré et non l'érosion de versant et de ne pas nécessiter de modifications sensibles du parcellaire existant.

Cependant, dans les situations où la maîtrise de l'érosion de versant est nécessaire (cas particuliers dans le nord-ouest de la France, sans doute plus fréquents dans d'autres régions comme le Sud-Ouest), d'autres techniques mises en oeuvre par le SCS (banquettes, cultures en courbes de niveau, techniques culturales) mériteraient d'être testées.

INTRODUCTION

Depuis les années 1970, les dégâts liés à l'augmentation du ruissellement et à l'érosion des terres agricoles ont connu une aggravation notable dans certaines régions de France [4]. Cette évolution a provoqué une sensibilisation croissante et, parallèlement, le lancement de recherches et d'études. Cet ensemble de travaux permettra à terme l'élaboration de techniques de lutte adaptées aux différents contextes régionaux.

Mais actuellement, il reste difficile de répondre à des interrogations pressantes. Aussi, a-t-il paru opportun d'examiner comment ces problèmes étaient résolus dans un pays tel que les Etats-Unis ; les dégâts causés par l'érosion y ont pris très tôt une gravité extrême et, de ce fait, certaines méthodes de lutte y sont bien rodées et largement appliquées.

Il ne s'agit évidemment pas de proposer une copie conforme des techniques de lutte antiérosives mises en oeuvre aux Etats-Unis sans discuter leur applicabilité dans un contexte différent : en l'occurrence, celui des **plateaux limoneux du Nord-Ouest de la France**.

Analyser l'applicabilité de techniques étrangères conduit à poser deux questions :

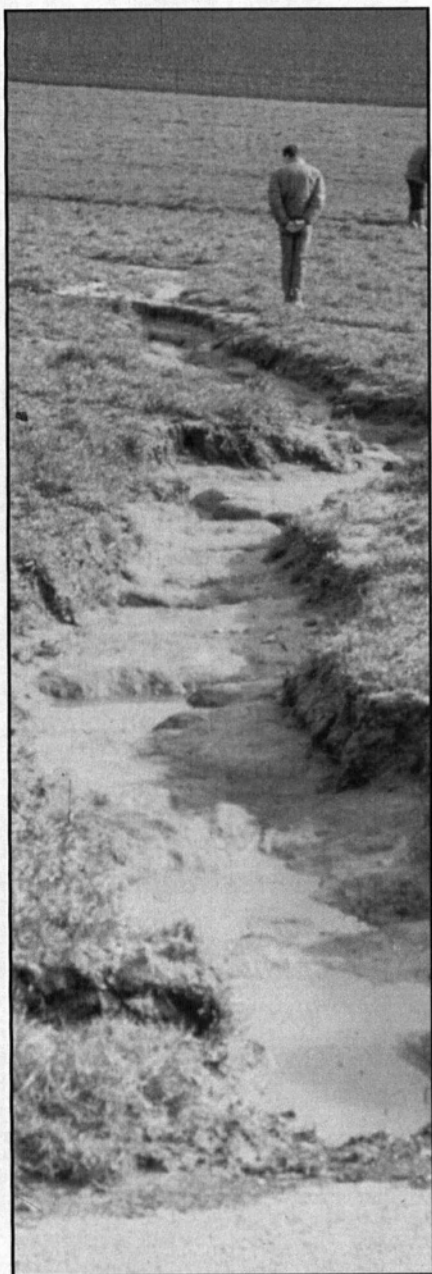
- Les objectifs poursuivis sont-ils les mêmes et, dans l'affirmative, sont-ils hiérarchisés d'une manière identique ?
- Comment tenir compte des différences entre les deux milieux pour procéder à une transposition adéquate ?

Cette réflexion devra permettre d'examiner si, parmi les méthodes "américaines", certaines conviennent au contexte qui nous intéresse ici et, le cas échéant, de suggérer des adaptations.

Tel est l'objet du présent document qui s'appuie :

- sur l'information recueillie au cours de deux missions aux USA [2,3] * et dans la documentation qui a pu être réunie.
- sur les connaissances acquises dans deux secteurs caractéristiques du quart nord-ouest de la France :
 - le Val d'Oise, qui a fait l'objet d'une étude menée par le CEMAGREF.
 - le Pays de Caux (Seine Maritime), qui, dans le cadre d'une "opération pilote" d'étude de l'érosion, a fait l'objet de l'intervention de l'Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols (AREAS) et de l'INRA.

* [...] : voir bibliographie p.59



- La classification des dégâts 14
- Situation aux États-Unis 16
- Situation dans le Nord-Ouest de la France 17
- Conclusion 19

Rappel

Nous ne reviendrons pas ici sur la description des mécanismes du ruissellement et de l'érosion, qui ont déjà fait l'objet de nombreuses publications [4,15,34,35]. Nous nous en tiendrons à un bref rappel :

- *Les gouttes de pluie brisent les mottes ("splash"), projettent la terre en tous sens et réduisent la perméabilité du sol (battance). La fraction de l'eau qui ne s'infiltré pas commence par ruisseler selon la pente naturelle (**ruissellement en nappe**) pour rapidement se concentrer dans le modelé cultural (lignes de semis et traces de roues), si la pente n'est pas trop forte et si ce modelé est suffisamment marqué. Lorsque il s'efface, il y a débordement et le ruissellement suit à nouveau la pente naturelle pour aboutir dans un nouveau collecteur. Son tracé reste rectiligne si le modelé cultural suit lui-même la pente naturelle ou s'il est suffisamment marqué pour qu'il n'y ait pas débordement. Ce ruissellement possède une énergie dont la déperdition permet l'érosion : tout d'abord **érosion en nappe**, puis **érosion en rigole** (fig. 1).*
- *Le ruissellement, après avoir circulé sur le versant de la manière qui vient d'être décrite, se concentre dans les dépressions naturelles (talwegs) en provoquant le **ravinement** (fig. 2). Ce ravinement peut être temporaire s'il est susceptible d'être effacé par les travaux culturaux annuels, ou permanent lorsqu'il est suffisamment marqué pour nécessiter une intervention plus lourde de terrassement.*

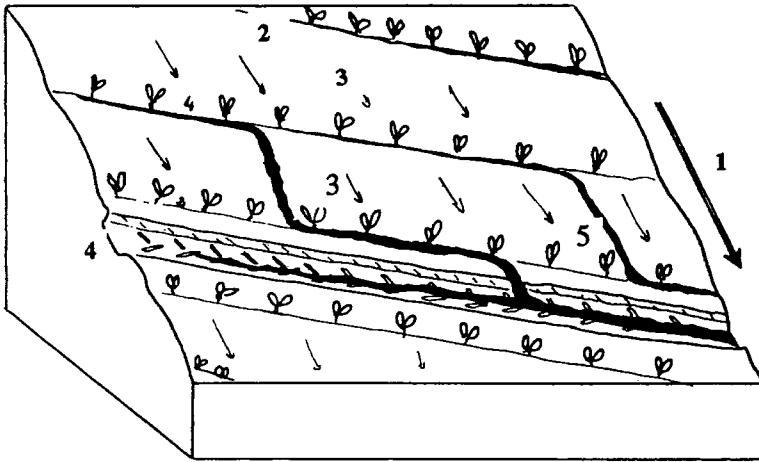


Figure 1 : L' "érosion diffuse"

- | | |
|---------------------|---|
| 1 : pente naturelle | 3 : ruissellement et érosion en nappe |
| 2 : ligne de semis | 4 : concentration dans les lignes de semis et les traces de roues ; formation des rigoles |
| 5 : débordement | |

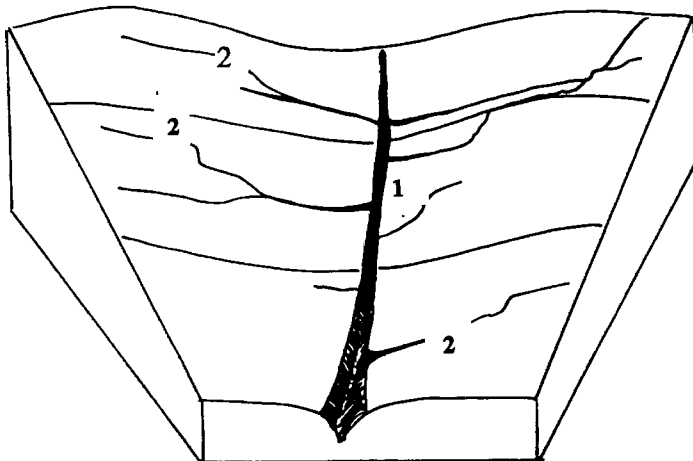


Figure 2 : Ruissellement concentré et ravinement des talwegs (1) et liaison avec l' érosion diffuse (2)

La classification des dégâts

• Les dégâts causés à l'agriculture

Quatre catégories peuvent être distinguées :

- *La diminution d'épaisseur de la couche arable.* La gravité de ce phénomène dépend de la vitesse de l'érosion et de l'épaisseur de la couche, mais aussi de la nature du substrat : l'ablation d'un sol développé sur un matériau loessique épais n'a pas les mêmes conséquences que celle d'un sol sur argile à silex ou sur substrat rocheux.

- *La réduction de la superficie cultivable* du fait du ravinement permanent.

- *La gêne occasionnée aux travaux agricoles* par le ravinement permanent.

- *Les dégâts annuels occasionnés aux cultures* par arrachement (rigoles et ravinement temporaire) et ensevelissement.

• Les dégâts en aval des terres agricoles

Les dégâts aux collectivités.

Il s'agit des dégâts à l'habitat, à la voirie et aux autres équipements collectifs, causés par la brutalité de l'écoulement, l'enneigement temporaire et les dépôts de terre qui subsistent ensuite. Aux dommages matériels, qui peuvent être importants, s'ajoutent parfois la perte de vies humaines.

Dans le cas des dégâts causés aux cultures, seuls les mouvements de terre (ravinelements, dépôts) sont mis en cause, les dommages causés par l'excès d'eau (hydromorphie) étant de toute autre nature : le

ruissellement n'est incriminé qu'indirectement, comme étant un des facteurs de l'érosion. Dans le cas des dégâts aux collectivités, l'eau et la terre apparaissent comme causes distinctes de dégâts.

L'incidence sur la qualité des eaux

Les eaux superficielles sont principalement concernées : envasement des plans d'eau, atteinte à la reproduction des organismes aquatiques, pollution des prises d'eau potable, etc...

Des problèmes de pollution de nappes sont parfois signalés, notamment en milieu karstique.

• Coût des dégâts et "fréquences de projet"

Le coût - économique, mais aussi social - des dégâts varie selon leur type. La fréquence d'apparition du risque qui est prise en compte pour une action de prévention va dépendre de l'importance de ce coût.

Ainsi, l'agriculteur - s'il se place d'un point de vue strictement économique - ne s'intéresse à la lutte anti-érosive que dans la mesure où les dommages causés aux récoltes se produisent fréquemment. Il ne se préoccupe des événements plus rares que si ses parcelles risquent d'être sérieusement endommagées (atteinte à la valeur vénale ou patrimoniale de la terre).

Une collectivité est en revanche peu concernée par des phénomènes annuels qui ne font qu'endommager des récoltes. Par contre, elle sera éventuellement prête à investir dans des ouvrages de protection destinés à maîtriser des événements dont la probabilité d'occurrence est faible, mais qui peuvent provoquer des dommages considérables.

Situation aux Etats-Unis

Dès 1930 environ, l'érosion hydrique des terres s'est avérée être un problème très grave, susceptible de mettre en cause la production agricole sur d'immenses territoires - au même titre que l'érosion éolienne. Cette situation a abouti à la création du *Soil Conservation Service* (SCS), organisme chargé de la mise en oeuvre de la protection contre l'érosion (annexe p.66). Les actions de recherches sont menées par un organisme distinct : *Agricultural Research Service* (ARS).

L'importance des moyens déployés est en relation avec l'ampleur des dégâts subis par l'agriculture. Le taux annuel d'érosion des terres cultivées (1982) indiqué dans le tableau 1 (12 t/ha) est très élevé, s'agissant d'une moyenne à l'échelle nationale (bien que la lutte antiérosive soit appliquée sur une proportion importante des terres). Dans le Mississippi et le *Corn-Belt*, cette valeur moyenne atteint 17 t/ha [5,6]. Ces moyennes cachent une grande disparité et les zones sensibles sont loin de faire toutes l'objet d'aménagements antiérosifs. Nous ne disposons pas de statistiques au niveau national mais, dans le Mississippi, un tiers seulement des terres à protéger l'étaient effectivement en 1982.

Occupation du sol	Surface totale 10 ⁶ ha	Lutte antiérosive		Érosion (t/ha)	
		Surface	% S. tot.	hydrique	éolienne
Cultures	169	92	54	12	8
Prairies	53	25	47	4	0
Ranges (*)	162	104	64	3	3
Forêts	158	24	15	2	0

(*) Parcours d'élevage extensif

Selon des résultats déjà anciens (1962) mais obtenus sur un échantillon important [7], un tiers de la quantité de terre érodée est produit par des pluies de période de retour inférieure à l'année, un tiers par des pluies de périodicité de 1 à 2 ans et un tiers pour une périodicité supérieure à 2 ans : l'érosion chronique est donc importante, tout en étant aggravée par les événements de type "catastrophique".

Les dégâts aux collectivités sont parfois signalés et, de plus en plus, les effets de l'érosion sur la qualité des eaux sont présentés comme méritant une attention particulière. Mais, encore actuellement, ils n'arrivent que derrière l'érosion agricole.

Situation dans le Nord-Ouest de la France

Comme cela a été dit précédemment, nous prendrons pour exemple le Val d'Oise et le Pays de Caux qui ont été particulièrement étudiés. Les conclusions qui vont être rappelées ici restent globalement valables pour l'ensemble du Nord-Ouest, en particulier le Nord-Pas-de-Calais et la Picardie.

• Le Val d'Oise

Les dommages causés à la production agricole sont globalement faibles, même s'il peuvent avoir localement et épisodiquement une certaine importance. Il s'agit alors de perte de récolte, surtout par recouvrement de semis. Le ravinement temporaire domine, les ravines permanentes sont très rares [1,15].

Les dommages causés aux eaux superficielles dans le département existent, mais leur importance par rapport à d'autres sources de pollution est mal connue, et sûrement marginale.

Les dégâts causés aux collectivités, en revanche, ont une ampleur significative. Ils concernent les villages isolés, mais surtout la frange de contact entre l'agglomération parisienne et les terres agricoles.

A la différence des inondations fluviales, ces dégâts sont causés par des flots boueux qui transitent très rapidement en provoquant des dommages dus à la brutalité de l'inondation, mais aussi et surtout à la boue : une bonne partie du coût (financier et psychologique) est à attribuer aux dépôts sur les routes, dans les maisons, dans les réseaux et dans les bassins d'orages.

Ces dommages sont causés par des événements pluvieux intenses survenant généralement au printemps. Leur occurrence en un point donné est assez faible, mais ils apparaissent assez souvent en un point ou un autre du département.

• Le Pays de Caux

Les dégâts agricoles dans le Pays de Caux ne sont pas négligeables ; il s'agit pour l'essentiel de dégâts aux cultures : atterrissements et ravinements, ces derniers occasionnant parfois une gêne pour la circulation dans les parcelles [24,32,33].

Le BDPA, qui a réalisé la carte des terres agricoles de la région de MONTIVILLIERS-LE HAVRE, a estimé les superficies de cultures détruites par les atterrissements et le linéaire de ravines à partir d'une mission photographique aérienne de 1983 [36].

Sur un territoire de 30.000 ha de Surface Agricole Utile (dont 45 % de prairies permanentes) environ 30 ha de surfaces couvertes par des atterrissements et 55 km de ravines ont été recensés. En admettant une largeur moyenne de 0,50 m pour ces dernières, elles représentent une superficie de moins de 3 ha : *la superficie totale concernée* par les dégâts agricoles cette année-là est donc de 33 ha, soit 0,11 % de la SAU ou 0,24 % des terres labourables, ce qui est très peu.