

LA LUTTE CONTRE L'EROSION HYDRIQUE AUX U.S.A.

TRAVAUX DE RECHERCHE ET D'APPLICATIONS

DANS L'INDIANA ET LE MISSISSIPI

J.-J. GRIL

G. OBERLIN

Mars 1986

La présente note est la synthèse, pour la partie érosion, d'un compte rendu de visite aux ETAT-UNIS portant sur les thèmes érosion agricole et aménagement de cours d'eau. Cette mission (organisée par le Soil Conservation Service) a été effectuée par G. OBERLIN (1) et J.-J. GRIL (2) du 14 au 25 Octobre 1985.

Le compte rendu complet et toutes informations complémentaires peuvent être obtenus auprès des auteurs.

- (1) CEMAGREF Division Hydrologie Hydraulique 3, Quai Chauveau 69009 LYON
78 83 49 48
- (2) CEMAGREF Division Qualité des Eaux, 14 avenue de St-Mandé 75012 PARIS
43 43 97 84

Nous avons visité des Centres de Recherche et des Services d'application.

Les Centres de Recherche étaient les suivants :

- National Soil Erosion Laboratory, laboratoire de l'ARS (Agricultural Research Service, équivalent de l'INRA) à l'Université de Purdue (West-Lafayette, Indiana)
- Sedimentation Laboratory (ARS) à l'Université d'Oxford (Mississippi)
- Waterway Experiment Service du US Army Corps of Engineers à Vicksburg (Mississippi)

Les Services d'application du Soil Conservation Service (SCS) étaient

- Le "State Office" du Mississippi à Jackson
- Deux "County Offices" des "Counties" du Hinds et Rankin, et rapidement la cellule "Aménagement de Bassin" située à côté du laboratoire d'Oxford.

Le compte-rendu détaillé des visites se trouve au §3.

Nous avons tenté, dans ce qui suit, une synthèse par thème des informations recueillies pendant les visites concernant l'érosion.

1/ Les travaux de Recherche : l'ARS

1.1/ Un objectif : aller plus loin que l'USLE

Rappel

L'"Universal Soil Loss Equation" (USLE) est un modèle mis au point par Wischmeier et Smith (1965) qui permet de calculer la perte moyenne en sol produite par l'érosion en nappe et en rigole (A) en fonction de l'érosivité de la pluie (R), l'érodibilité du sol (K), la pente (S) et la longueur de la parcelle selon la ligne de pente (L), l'effet de la culture (C), et celui des pratiques anti-érosives (P).

Il est exprimé sous une forme très élémentaire de monôme multipliant tous ces paramètres : $A = R.K.LS.C.P$

Cette équation est largement utilisée par le SCS et a fait l'objet de nombreux travaux à l'étranger pour tenter d'adapter ces facteurs à d'autres conditions locales.

Si le rôle important joué par l'USLE et sa grande utilité pratique ne semblent pas mis en cause par les chercheurs, elle est néanmoins l'objet de nombreuses critiques qui peuvent être resumées et rassemblées de la manière suivante :

a) C'est un modèle obtenu empiriquement, à partir de très nombreux résultats expérimentaux (ce qui explique son efficacité) mais sans analyse des mécanismes en jeu. En particulier ses paramètres sont considérés comme indépendants, ce qui est contestable.

b) l'USLE a été mise au point essentiellement à partir de mesures sur parcelles d'érosion d'environ 20 m de long. De ce fait, elle ne prend en compte, et sans les distinguer, que l'érosion en nappe (sheet erosion) et une partie de l'érosion en rigole (rill erosion). Le ravinement (gullies) ne peut être mesuré sur une si faible longueur.

Or, d'après certaines mesures, les types d'érosion concentrée représenteraient de 20 à plus de 50 % de l'érosion totale (Est des USA) Il ne semble pas toutefois possible dans l'état actuel des connaissances et sans risque d'extrapolation abusive, de rajouter un nouveau coefficient à l'USLE compte tenu de la différence d'échelle, et des nombreux paramètres qui induisent l'érosion en ravine (géomorphologie, compaction des couches inférieures du sol, etc.)

*

La variante dite MUSLE, qui utilise le débit (ruissellement) au lieu de la pluie, n'est qu'un palliatif provisoire.

1.2/ Nouvelles orientations des recherches

Il est ressorti des discussions avec les chercheurs du SEL de Purdue et du SL d'Oxford que les recherches sont actuellement orientées dans deux directions complémentaires :

- une analyse fine du détachement et de la battance
- l'analyse et la modélisation du ruissellement et de l'érosion concentrés.

* "Modified U.S.L.E."

1.2.1/ Analyse du détachement et de la battance

Nous avons rencontré à Purdue trois chercheurs travaillant sur ce thème :

Etude de la détachabilité, sous l'action des gouttes de pluie, des agrégats au moyen de simulateur de pluie de laboratoire (proches des études de De Ploey à LOUVAIN(Belgique); étude de la détachabilité, sous l'effet conjugué de la pluie et du ruissellement, sous pluie et ruissellement en nappe simulés (cf. SFALANGA et CHISCI à Florence, Italie)

G. NORTON

Micromorphologie de l'horizon de surface en relation avec les pratiques antérosives (travail du sol, effet des résidus de culture). Il dispose d'un important et bon équipement d'analyse d'image. Son orientation est proche de celle de J. BOIFFIN (INAPG).

1.2.2/ Analyse et modélisation du ruissellement concentré

Classiquement les rigoles (rills), effacées par le travail du sol, étaient distinguées des ravines (gullies), trop entaillées et trop profondes pour être effacées. Depuis quelques années, dans le cadre de la réflexion sur le ruissellement concentré, les chercheurs américains ont introduits le concept de ravine temporaire (ephemeral gullies). Le terme de rigole (rill) étant alors réservé aux entailles qui suivent les rangs de la culture, et le terme de ravine (gully) regroupant les entailles, effacées ou non par le travail du sol, qui suivent un thalweg et collectent l'eau et la terre des rigoles. Cette distinction a un grand intérêt pratique et convient parfaitement aux conditions françaises, point sur lequel nous reviendrons plus loin.

Les chercheurs rencontrés travaillant sur ce sujet depuis quelques années semblent (relativement) nombreux aux USA.

Nous avons rencontré 4 de ceux-ci :

- George FC..STER à Purdue

Etudes assez fondamentales sur la ségragation de particules, leur densité humide, et réflexion théorique approfondie sur les mécanismes de formation de ravines temporaires.

- D. L. MEYER à Oxford

Etude au simulateur de pluie de laboratoire du ruissellement sur les "microversants", en particulier les pentes des ados en sols argileux.

- E. GRISSINGER à Oxford

Mise en place d'un équipement de bassin versant expérimental sur deux parcelles (de l'ordre de l'hectare) sujettes à l'érosion par ravinement temporaire.

- L. SMITH, au Waterways Experiment Station (WES) de l'USE Army Corps of Engineers Vicksburg (Mississippi).

Approche géomorphologique du ravinement temporaire, mesures et observations dans un champ équipé d'une station météo.

Par ailleurs, G. Foster nous a cités le nom et le rôle d'autres chercheurs contribuant au travail d'équipe sur le transport des sédiments dans les ravines temporaires :

- . John LAFLEN, Ames (Iowa) ; chargé de rassembler les données.
- . Adrien THOMAS, Athens (Georgia) ; photogrammétrie
- . Don Mac COOL, Pullman (Washington) : action du gel
- . Jimmy WILLIAMS, Temples (Texas) : modélisation.
- . Leward LANE, Tucson (Arizona) : théorie.

A cette liste, il convient d'ajouter :

- VOORHEES à Morris (Minnesota), qui étudie la compaction (voir revue de l'ISTRO)
- Jerry WELSH à la Direction du SCS à Washington, qui est au courant de tout ce qui se fait aux Etats-Unis sur ces sujets.

1.1.3/ Autres thèmes de recherches concernant l'érosion des sols

Les modèles "lourds".

Trois modèles nous ont été présentés par plusieurs chercheurs (notamment BEASLEY, Purdue).

a) ANSWERS

Modelisation de la perte de terre et de polluant au niveau d'un bassin versant. Ce modèle a été mis au point dans le cadre d'un programme USA-Canada de protection des grands lacs. La perte en sol de cette région est assez faible (environ 1 t/ha en moyenne) mais l'immensité du bassin versant concerné est telle que le problème du transfert de polluant se pose effectivement. L'utilité de ce modèle pour la Charente, voire le Léman et l'Orgeval, devrait être analysée.

b) EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator)

Une application de ce programme nous a été présentée par J. FLETCHER et P. ROMAND-HEUYER : calcul d'un indice de productivité en fonction de la quantité de terre érodée (cette dernière donnée étant fournie par ANSWERS).

c) CREAMS I et II

CREAMS I est un outil de calcul de l'érosion au champ (voir document fourni). CREAMS II en cours d'élaboration, doit permettre de passer à l'échelle du bassin versant. A ce niveau, la différence de conception et d'utilisation par rapport à ANSWERS ne nous est pas apparue très nettement.

Il convient de noter que si les chercheurs concernés présentent ces modèles comme étant actuellement bien au point, le SCS ne les considère pas encore comme "fully operational" (cf. programme de recherche programmé par le SCS pour 1985 et suite).

2/ L'application : le Soil Conservation Service (SCS)

2.1/ Remarques générales sur le SCS

Le SCS assure la maîtrise d'oeuvre des aménagements, tant au niveau des champs (terrasse...) que des rivières petites et moyennes : aménagement de berges et de seuils, de levées et de retenues. Le SCS n'assure jamais la maintenance des ouvrages : les aménagements dans les parcelles sont entretenus par les agriculteurs et les équipements de rivière sont à la charge des "drainage offices".

Hors la structure fédérale (Washington et 4 centres nationaux), le SCS est implanté au niveau de l'état et au niveau des "counties". L'ensemble "State Office - County -Offices" rappelle, à une autre échelle, le système "Services Départementaux - Subdivision" français. En particulier, les ingénieurs responsables des county-offices ont un type de travail (projets, contacts avec les agriculteurs et les collectivités) très similaire à celui des ingénieurs des travaux en DDAF (Service Hydraulique) (2).

Par ailleurs, le SCS formule des demandes en matière de recherches (voir : 1985, Soil and Water Conservation Research and Education Progress and needs (1)) au niveau de l'état ou de la confédération.

2.2/ Contacts avec le SCS lors de la mission

A part Arnold SNOWDEN, de l'Office général, qui a organisé notre mission et nous a accompagné la première semaine, nos contacts avec le SCS ont eu lieu exclusivement dans l'Etat du Mississippi :

- Peter FORSYTHE : Special Project Coordination
(qui représente en particulier le SCS dans le projet "Ephemeral Gully" du Mississippi.

(1) Disponible auprès de D. LOUDIERE, G. OBERLIN et J.J. GRIL

(2) Les travaux entrepris sous la direction du SCS sont subventionnés au niveau fédéral à hauteur de 50 %, et jusqu'à 90 % dans des situations critiques d'intérêt général.

- Frederick KEETER, responsable de la "planification des Bassins versants" "Watershed Planning".

- Larry GOLDEN et Larry MILNER, responsables respectivement des counties de Hinds et Ramkins.

2.3/ Le "Watershed Planning"

C'est l'outil de planification du SCS à l'échelon local. Une demande locale (souvent un problème d'inondation dans le Mississippi) conduit le SCS à établir un projet d'aménagement global pour un bassin. La base du projet est une monographie de bassin conclue par un plan d'aménagement indiquant les zones d'intervention avec le type des procédés à mettre en place, depuis les barrages et digues jusqu'aux aménagements à la parcelle (terraces, waterways). Les choix s'appuient sur un calcul économique à tous les niveaux. En particulier, la perte en sol avec et sans aménagements est évaluée. Cette évaluation est effectuée en additionnant l'érosion "diffuse" estimée grâce à l'USLE et l'érosion dans les ravines permanentes temporaires. L'estimation du ravinement est faite, dans l'attente de techniques plus élaborées et opérationnelles, grâce à des relevés sur le terrain du volume de terre érodée sur des parcelles considérées comme représentatives. On voit que les modèles complexes (CREAMS I...) ne sont pas encore utilisés à l'échelon des praticiens.

2.4/ "Les aménagements à la parcelle (Field Practices) et extraparcellaires ("Structure")

Les aménagements rencontrés lors des tournées sur le terrain (région de Jackson-Vicksburg principalement) étaient des "terrasses" (terraces), des chemins-évacuateurs d'eau enherbés (waterways) et des petits barrages de retenues collinaires. Ces aménagements sont conçus par le "County Office" du SCS qui assure la maîtrise d'oeuvre et la surveillance de chantiers. Les "terrasses" et les "waterways" équipent parfois des parcelles de petites dimensions (quelques hectares) : c'est

un enseignement intéressant de cette mission, car à travers la bibliographie on ne connaît habituellement que les aménagements de très grandes parcelles que l'on rencontre plutôt dans le nord et le Centre Ouest des U.S.A.

Les retenues collinaires, à but dans ce cas exclusivement de conservation, sont installées dans des thalwegs entaillés par une ravine permanente. L'altitude de la digue est celle du niveau supérieur amont de la ravine (début d'apparition). Chaque digue ne dépasse pas 8 pieds (2,50 m) de haut ; si la topographie et la gravité de l'érosion le nécessitent, plusieurs digues sont installées en séries.

3/ Conclusions

A partir de cet ensemble d'informations, nous soulignerons les points qui nous paraissent spécialement intéressants.

3.1/ Dans le domaine des recherches

. Orientation des laboratoires

- l'activité du laboratoire de Purdue est tournée vers la physique des sols appliquée à l'érosion, et à un niveau plutôt fondamental. Cette orientation pourrait être celle de l'INRA, si l'étude de l'érosion y était développée. Le travail sur la battance de J. BOIFFIN à l'INAPG représente une amorce dans ce sens.

L'activité du laboratoire d'Oxford, plus appliquée et tournée vers le transport (depuis les ravines temporaires jusqu'aux rivières) rappelle en revanche d'assez près l'orientation des divisions "Qualité des Eaux" et "Hydrologie-Hydraulique" du CEMAGREF (1).

(1) La liste des publications du Sedimentation Laboratory est à la disposition des intéressés auprès des auteurs de cette note.

On notera en particulier une activité hydrobiologique qui n'apparaît pas ici.

. Le programme "Ephemeral Gullies"

L'observation du ravinement temporaire est certainement aussi ancienne que les préoccupations en matière d'érosion (1). Il semble toutefois que la mise au point et l'amélioration de l'USLE aient absorbées aux U.S.A la quasi totalité des moyens de recherche pendant au moins deux décades. Cela expliquerait, au moins en partie, le caractère nouveau des recherches actuelles exposées précédemment.

Cette approche paraît être très intéressante dans le contexte français, quoique pour des raisons différentes. En effet, aux Etats-Unis, le problème posé est celui de la mesure complète de la quantité de terre érodée (2), ce qui ne permet pas l'emploi de la seule USLE. En France, les volumes érodés étant encore globalement assez faibles, la préoccupation majeure est celle des dégâts instantanés causés par des pluies aux collectivités, aux eaux superficielles et aux récoltes. Cependant, ces dégâts sont étroitement associés à la formation des ravines temporaires (les ravines permanentes sont, actuellement du moins, encore plutôt rares dans le paysage agricole français). Leur étude, et tout particulièrement l'analyse de mécanismes de leur formation, paraît particulièrement opportune et justifierait la mise en place d'un programme de recherche regroupant des volets agronomiques, pédologiques, géomorphologiques et hydrauliques.

3.2/ Dans le domaine de l'application

Un autre point intéressant est l'utilisation des aménagements de type "terraces" dans des champs de dimension relativement modeste (quelques hectares). Leur faisabilité en France serait à regarder de plus près. Il faut toutefois préciser que le parcellaire, même modeste, du Mississippi n'apparaît pas comme un découpage en lanières dans le sens de la pente (sans doute du fait d'une histoire différente en matière de partage et d'héritage des terres), comme on le rencontre souvent en France. Il faudrait donc, pour étudier cette faisabilité, prêter une attention toute particulière à la relation entre la forme des parcelles et leur situation dans le paysage et la topographie.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Gril, J. J.; Oberlin, G. - La lutte contre l'érosion hydrique aux U.S.A. : travaux de recherche et d'applications dans l'Indiana et le Mississipi., pp. 25-34, Bulletin du RESEAU EROSION n° 6, 1986.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr