

MAITRISE DE L'EROSION EN BAVIERE

=====

RAPPORT DE MISSION

B. DUVOUX et J.J. GRIL (CEMAGREF), Ch. LILIN (Ministère de l'Environnement), B. PAULET (Ministère de l'Agriculture)

I - CONTEXTE DE LA LUTTE ANTI-EROSIVE EN BAVIERE : QUELQUES POINTS DE REPERE

Les préoccupations rencontrées actuellement dans le nord-ouest du bassin parisien notamment ou en Bavière en matière de dégradation des sols et de lutte anti-érosive se développent dans des contextes naturels et socio-économiques différents.

Quelques données statistiques bavaroises datant de 1982-1983, mises en regard de données équivalentes du R.G.A. 1980, peuvent fournir à ce propos quelques points de repère, sans viser à une comparaison. (Pour le nord-ouest du bassin parisien, nous avons ici agrégées les statistiques concernant les régions d'Ile-de-France, Picardie, Nord-Pas-de-Calais et Haute-Normandie). [figure 1]

Quelques chiffres :

Le Land de Bavière est, avec une superficie de 70 500 km², le plus étendu de R.F.A. ; c'est également le plus agricole, avec une SAU de 3 500 000 ha proche des 3 770 000 ha de SAU du nord-ouest du bassin parisien.

Les données rassemblées dans le tableau 1 permettent de caractériser l'agriculture bavaroise :

- fondée sur des exploitations familiales petites ou moyennes (SAU moyenne = 13,8 ha)

- supportant de lourdes contraintes naturelles : 42,5 % de la SAU appartient aux "régions défavorisées" telles que définies par les programmes de la CEE en faveur de l'agriculture de montagne ; en dehors de la bordure alpine, les paysages sont cependant plus souvent des paysages de collines que des paysages montagnards.

Ces collines sont constituées généralement par un substrat morainique très peu fertile recouvert par un manteau loessique produisant des sols limoneux et peu épais sur les pentes. Ceci contribue sans doute beaucoup à sensibiliser les agriculteurs bavarois à un aspect "conservation du capital-sol".

La plaine du Danube (Dungau), avec ses pentes plus faibles, ses sols plus profonds et un peu plus argileux, pose plus de problèmes de compaction que de problèmes de conservation des sols.

- petites structures et milieu souvent difficile : cette situation favorise une importante activité d'élevage, qui représente 75 % de la valeur de la production agricole bavaroise tandis que l'alimentation animale mobilise 60 % de la production céréalière. L'importance de la STH et l'extension du maïs (13 % de la SAU) cultivé pour le grain maïs surtout pour l'ensilage correspondent à cette prépondérance de l'élevage.

Celui-ci fournit notamment en retour du lisier utilisé assez largement, semble-t-il, pour la fertilisation.

L'extension du maïs dans ce pays de collines à sols limoneux s'est accompagnée d'un essor de problèmes d'érosion hydrique gênant pour l'exploitation agricole.

TABLEAU 1

L'AGRICULTURE BAVAROISE : POINTS DE REPÈRE

	Bavière	Valeurs N.W. bassin parisien
- SUPERFICIE (ha)		
. superficie totale	7 055 000	3 854 000
. S.A.U.	3 500 000	3 770 000
. Bois et Forêts	2 300 000	96 200
- POPULATION AGRICOLE		
. Nombre de fermes > 1 ha	250 000	99 500
. Nombre de personnes		
- employées en agriculture	475 000	188 000
- vivant dans des fermes	1 100 000	413 000
- CULTURES : Répartition (%)		
. Terres labourables/S.A.U.	60 %	75 %
. STH/SAU	40 %	25 %
- CULTURES : Nature (% des terres labourables)		
. Blé	495 000 ha (16,5 %)	1 094 000 ha (39,4 %)
. Autres céréales à paille	734 000 ha (24,5 %)	540 000 ha (19,5 %)
. Total céréales (hors maïs)	1 229 000 ha (41,0 %)	1 634 000 ha (58,9 %)
. Maïs - grain	47 000 ha	242 000 ha
- fourrage	343 000 ha (13,0 %)	(8,7 %)
. Betterave	79 000 ha (2,6 %)	361 000 ha (13,0 %)
- BETAİL : effectif / % des fermes en ayant		
. Bovins	5 100 000/71 %	2 815 000/66 %
. Porcins	4 170 000/57 %	1 408 000/21 %
. Ovins	304 000/ 5 %	567 000/18 %

Quelques observations :

Les méthodes anti-érosives observées pendant notre court séjour ne faisaient pas appel à des aménagements hydrauliques (fossés, terrasses, etc.) mais à la maîtrise de techniques culturales permettant de protéger le sol de l'érosivité des pluies ou de celle des amorces de concentration du ruissellement au sein même de la parcelle cultivée.

Cette démarche "biologique" appelle quelques observations :

- la préoccupation anti-érosive semblait liée, chez les agriculteurs rencontrés, à un souci plus général de bonne maintenance des sols (portance, stabilité structurale, activité biologique, restitutions organiques, ...).
- cette attention portée aux sols peut être rapprochée de l'apparente prépondérance en Bavière du mode faire valoir direct et de la densité élevée du nombre d'agriculteurs par hectare de SAU.
- par ailleurs, la préoccupation "écologique" d'une agriculture soucieuse d'équilibres naturels et de protection de l'environnement est explicite dans les documents issus des organismes agricoles qui dépendent du gouvernement du Land de Bavière (présence politique des "verts").
- quoi qu'il en soit, la lutte anti-érosive reste pragmatique ; les organismes de recherche/développement privilégient les techniques visiblement efficaces et démonstratives pour convaincre des agriculteurs qui, sauf exceptions, ne veulent pas que ces techniques conduisent à des baisses de rendement de plus de quelques points.

2 - MAITRISE DE L'EROSION PAR LE TRAVAIL REDUIT DU SOL ET PAR L'INTRODUCTION DE CULTURES DEROBEEES

2.1. Travail réduit du sol : le système HORSCH '1'.

2.1.1. Présentation

L'exploitation de M. HORSCH à HELLMANNENBERG (près d'INGOLSTADT) couvre une superficie de 200 ha (50 % maïs, 50 % blé).

A cause de sérieux problèmes d'enfouissement de la paille, l'exploitant a abandonné le labour depuis 20 ans avant semis de blé et depuis 12 ans pour le maïs.

Le matériel HORSCH employé pour préparer le sol est une sorte de SEMAVATOR modifié qui permet le recouvrement de la graine par le mélange de terre ameublie et de paille (le travail ne descend pas au-dessous de 7 - 8 cm). Un "rail à semis" perforé produit une distribution aléatoire des graines reproduisant un semis à la volée, aussi bien pour le maïs que pour le blé : d'après l'exploitant la récolte de maïs dans ces conditions ne pose pas de problèmes techniques.

1.- Une description technique très complète du matériel HORSCH et de ses conditions d'emploi a été publiée par A. STRASMAN : "Rapport de mission en Allemagne Fédérale sur les systèmes de conduite de culture sans enfouissement profond des résidus végétaux (HORSCH et DUTZI)" BTMEA N° 10, octobre 1986 pp.19-33.

2.1.2. Avantages

Le mélange de paille (qui est simplement réparti à la surface) et de terre soufflée par la houe favorise l'activité biologique (vers de terre, ...).

La structure est remarquablement poreuse ; notre visite a eu lieu le lendemain d'un orage ; la comparaison d'une parcelle "HORSCH" et d'une parcelle témoin travaillée conventionnellement était très frappante : respectivement un sol poreux et soufflé contre une surface glacée. Une bonne infiltrabilité et une faible dégradation de la surface semblent résulter de la technique employée.

Le gain de temps par rapport au travail classique est important et le rendement ne s'en ressent pas - du moins dans le cas du maïs (teneur en matière sèche, maïs destiné à la fabrication de bouchons d'alimentation du bétail). La chute de rendement est plus sensible sur le blé mais serait compensée par la diminution des charges. Les traitements fongicides ne seraient pas nécessaires alors que des agriculteurs environnants font ces traitements.

2.1.3. Inconvénients

Le principal inconvénient semble être la sensibilité du système à la présence d'ornières : le terrain doit être bien nivelé préalablement pour obtenir une profondeur d'implantation de la semence correcte et constante. Dans ce but, M. HORSCH utilise un tracteur à trois grosses roues équipées de pneus à basse pression.

2.2. Introduction de cultures dérobées

L'introduction de cultures dérobées et l'adaptation des techniques de semis du maïs constituent des éléments d'une stratégie de réduction du risque d'érosion dans la culture du maïs pendant la plus grande partie de l'année.

Le procédé est adapté aux rotations maïs-céréales. L'introduction de cultures dérobées est d'autant plus facile que la récolte du précédent cultural céréale est précoce. Il ne convient pas pour les rotations maïs-maïs ni dans les régions où la récolte des céréales est très tardive.

Avantages

Les cultures dérobées protègent le sol contre l'érosivité de la pluie de l'automne jusqu'au début de l'été, même lorsqu'une incorporation superficielle de la masse végétale est effectuée au printemps.

Inconvénients

Cette technique exige une compétence solide de l'exploitant pour le choix de la culture dérobée, la préparation de son lit de semence (celui-ci constituant aussi celui du maïs l'année suivante), le traitement des adventices et la technique de semis du maïs.

Conditions préalables

Une grande attention doit être accordée à la culture dérobée.

Celle-ci a pour fonctions :

- de protéger le sol contre l'érosion et d'abord celle résultant de l'impact des gouttes de pluie,
- mais aussi d'étouffer la repousse de céréales et les mauvaises herbes, ce qui exige une culture dérobée dense et homogène.

La culture dérobée doit être mise en place avec le même soin qu'une culture principale, ce qui est possible lorsqu'un délai suffisant existe entre la récolte de la céréale et le semis de la culture dérobée. Cette période est utilisée pour la lutte contre les mauvaises herbes et permet un début de décomposition de la paille. En règle générale, dans le contexte climatique de la Bavière, ce délai existe après l'orge d'hiver, parfois encore après l'orge de printemps.

Façons culturales pour la culture dérobée

La levée de la culture dérobée est meilleure après un labour. Celui-ci permet, par ailleurs, de lutter efficacement contre la repousse des céréales et contre les adventices. Un, ou mieux, deux passages de chisel précèdent le labour lorsque c'est possible afin de permettre une meilleure incorporation de la paille dans le sol et une levée rapide de la repousse de céréales. Un épandage de lisier précède aussi le labour, l'épandage après le semis de la culture dérobée étant déconseillé (problèmes de traces de roues et de peuplement plus hétérogène).

Mais ce labour pose aussi des problèmes ; il aggrave le risque entre la date du semis de la culture dérobée et la période où celle-ci couvre le sol. Or, le mois d'août est, après celui de juillet, le mois où les précipitations sont les plus érosives. Sur sols lourds, le labour conduit aussi à une préparation du lit de semence plus coûteuse en énergie.

Le premier inconvénient peut être supprimé en semant la culture dérobée sans labour préalable, après les passages de chisel. Les résidus de chaumes protègent alors le sol contre l'érosivité de la pluie, mais ils peuvent s'opposer à une bonne levée de la culture dérobée en cas de sécheresse. Ces inconvénients peuvent être réduits par plusieurs passages de chisel décalés dans le temps. Lorsque l'importance des résidus de paille s'oppose au semis conventionnel de la culture dérobée, il convient de préparer le lit de semence avec un outil rotatif animé.

D'une façon générale, la préparation du lit de semence ne doit pas trop affiner le sol. Un affinement très poussé et l'utilisation de rouleaux lourds améliorent certes la levée mais réduisent la capacité d'infiltration du sol et favorisent la battance et l'érosion. Un peuplement dense et régulier sera obtenu en augmentant la dose de semences.

Choix des cultures dérobées

Les facteurs déterminants sont la date possible du semis et l'aptitude de la plante à être détruite par le gel hivernal.

La moutarde convient pour un semis tardif, jusqu'à début septembre. (Densité : jusqu'à 25 kg/ha). La moutarde peut être incorporée au printemps superficiellement avec des outils rotatifs. Lorsque le développement végétatif est très important en automne, il peut être

- 1 -

prudent de prévoir un passage de déchaumeuse en cette saison pour éviter des problèmes de bourrage lors du semis du maïs.

La phacélie doit, par contre, être semée avant le 25 août, à une dose allant jusqu'à 14 kg/ha. Elle exige un lit de semis plus affiné que la moutarde. Elle ne pose pas de problèmes de bourrage lors du semis du maïs du fait de la fragilité des tiges.

Le trèfle d'Alexandrie (Tabor) doit être semé avant le 10 août à une dose allant jusqu'à 30 kg/ha.

Le colza d'été a été écarté à la suite des essais effectués du fait de sa résistance au gel : il repousse au printemps et nécessite alors un traitement aux herbicides.

La féverole (Vicia Faba) assure certes une bonne protection du sol, mais la nature fibreuse des tiges favorise le bourrage lors du semis du maïs (sauf si celui-ci est effectué avec un semoir à disques). La pénétration de la lumière dans le peuplement de féveroles favorise un envahissement par les mauvaises herbes à la fin de l'automne.

Fertilisation

En règle générale, un épandage d'une dose moyenne de lisier suffit pour avoir un peuplement correct de la culture dérobée. Les non-légumineuses, moutarde et phacélie, peuvent nécessiter 40 unités d'azote pour leur démarrage, surtout lorsque de grosses quantités de paille ont été incorporées.

Incorporation superficielle de la culture dérobée à la fin de l'automne.

Cette mesure est nécessaire lorsque le développement de la moutarde ou de la féverole est important (hauteur dépassant 1 m) et laisse prévoir des difficultés lors du semis du maïs et si un passage de déchaumeuse paraît devoir être insuffisant.

Les avantages d'une incorporation réalisée avec une déchaumeuse (disques de 60 cm de diamètre) sont un assèchement plus rapide du sol au printemps, un semis du maïs plus facile et l'enfouissement des mauvaises herbes. Cette mesure doit être évitée lorsque la culture dérobée a un développement normal : l'incorporation dès l'automne de la masse végétale favorise la décomposition précoce de la matière organique et réduit l'effet anti-érosif de celle-ci.

Le semis du maïs

Divers procédés permettent le semis du maïs dans la culture dérobée.

1/- Le semis avec fraisage rotative en bandes

Celle-ci prépare une bande dans laquelle le maïs est semé avec les semoirs habituels. L'échauffement du sol est plus rapide sur cette bande. Nous n'avons pas observé de problèmes de bourrage, sauf avec la féverole. Le fraisage ne concernant qu'un tiers de la surface, le traitement des mauvaises herbes ayant résisté à l'hiver mérite une attention particulière.

2/- Le semoir à disques (marque Becker)

Il travaille sans difficultés même en conditions difficiles (masse végétale abondante et fibreuse).

La précision dans la profondeur du semis conduit à une bonne levée.

L'inconvénient principal, surtout sur sols compacts et froids, résulte du non-ameublissement du sol au printemps.

Cet inconvénient n'a pas été observé lors du semis direct après ray-grass d'Italie détruit à l'automne par 3 l de Round-up et 10 kg de sulfate d'ammoniaque, la faible densité des résidus du ray-grass favorisant l'échauffement du sol.

L'utilisation du semoir à disques nécessite d'accorder la même attention à la destruction des mauvaises herbes que dans le cas précédent.

3/- La herse rotative animée

Elle fait dès à présent partie des combinaisons d'outils utilisés sur de nombreuses exploitations pour préparer le lit de semence et réaliser le semis.

Certains exploitants utilisent déjà avec succès la herse rotative combinée au semoir lors du semis du maïs dans une culture dérobée détruite par le gel hivernal.

Cette technique ne nécessite pas l'acquisition de nouveaux outils. Par ailleurs, elle favorise le réchauffement du sol et détruit les mauvaises herbes sur l'ensemble de la surface. Enfin, il ne subsiste pas de traces de roues susceptibles de faciliter le démarrage de l'érosion concentrée après le semis.

Par contre, la herse rotative peut rencontrer des problèmes de bourrage avec une moutarde ou une féverole fibreuses. De plus, on peut parfois observer aussi du bourrage devant le soc du semoir. Il paraît souhaitable que les semoirs puissent être disponibles avec des disques en option. Les bourrages sont plus rares si le travail est réalisé lorsque la masse végétale est bien sèche.

La lutte contre les adventices

Les adventices et la repousse de céréales peuvent poser problème, en particulier lorsque l'ensemble de la surface n'est pas travaillé au printemps. Il existe des produits de traitement adaptés (par exemple "Fusilade" pour traiter les repousses de céréales à l'automne, "Round-up" avec sulfate d'ammoniaque au printemps, "Basta" associé à divers produits, également au printemps). Mais ces produits sont chers, ce qui conduit à privilégier l'usage de la herse rotative lors du semis. Les méthodes préconisées conduisent d'une façon générale à des dépenses accrues d'herbicides.

3 - MAITRISE DE L'EROSION DANS LE MAIS GRACE A DES CULTURES DE PROTECTION EN BANDES

Il s'agit toujours de céréales d'hiver (escourgeon, avoine, ...) associées au maïs, sensible au ruissellement et à l'érosion. Ces bandes peuvent être classées en trois catégories :

3.1. Les bandes larges

Elles sont cultivées pour la récolte, en aval de la culture de maïs (figure 2), sur une largeur suffisante pour permettre les travaux depuis la préparation du semis jusqu'à la récolte.

Il s'agit en fait d'une application à la lutte anti-érosive d'une technique que nous avons vu assez souvent pratiquée, même sur terrain plat, lors de notre tournée : la bande entoure en général complètement la culture de printemps, sans doute dans le but de "soulager" la bordure du champ de son compactage de fourrière.

L'intérêt de ces larges bandes, réalisées lorsque la pente longitudinale du semis est largement supérieure à la pente transversale, paraît triple :

- dépôt de la terre érodée en amont, avant sa sortie de la parcelle,
- création d'une zone d'infiltration préférentielle,
- dispersion du ruissellement amont.

L'organisation, sur un même versant, d'une alternance des cultures d'hiver et de printemps permet d'obtenir des effets similaires à ceux des bandes larges, mais sans que l'on puisse, ici, parler encore de cultures en bandes. Cet effet de damier sera d'autant plus important que les parcelles de culture sont de dimensions réduites. L'organisation de cette alternance suppose une bonne concertation entre propriétaires voisins.

3.2. Les bandes étroites transversales aux lignes de semis (figure 3)

Il s'agit de bandes d'escourgeon de 1 m de large environ, espacées de 20 à 50 m, et semées à dose élevée.

L'escourgeon est semé au printemps, à la même époque que le maïs, et n'est donc pas susceptible d'épier.

Sa végétation est interrompue par un apport d'herbicide. Idéalement, ces bandes devraient être implantées en courbes de niveau ; en pratique, elles sont généralement rectilignes et nous ne les avons vues que sur des secteurs à pente assez régulière.

D'après le Docteur DIEZ, cette technique est assez délicate à manier et est susceptible d'occasionner certaines années des pertes de rendement non négligeables. Elle ne semble pas destinée à être largement préconisée.

3.3. Les lignes d'escourgeon parallèles au semis du maïs (figure 4)

Des lignes de semis d'escourgeon sont mises en place au cours de la même opération que le semis du maïs, au prix d'une adaptation du semoir (ajout d'un bac et de tubulures pour l'orge) réalisable par l'agriculteur.

La céréale est détruite au moyen de l'herbicide utilisé normalement dans le maïs (atrazine à la dose de 2,5 l/ha). Le désherbage doit être retardé

par rapport à la culture traditionnelle (il est réalisé en moyenne 4 semaines après le semis).

En pratique, le problème posé par le choix de la date de traitement reste délicat car il est très dépendant des conditions climatiques.

D'après les essais conduits à FREYSING, l'espacement optimal serait de 1 rang d'orge tous les 4 rangs de maïs. La perte de récolte sera ainsi limitée à 5 % si les conditions sont favorables, mais peut atteindre 25 % en année difficile.

A HINTERBAUMTAL, sur limon sableux, nous avons pu constater l'efficacité de ces lignes d'escourgeon, en particulier dans un secteur relativement pentu (10 %). Les lignes de semis étaient plus ou moins perpendiculaires à la pente et l'orge en retenant la terre formait de petites marches d'escalier. Ce secteur était traversé par un talweg où l'agriculteur avait redoublé les lignes d'orge : l'effet était particulièrement net.

Il semblerait intéressant de proposer, en France, cette dernière pratique pour contribuer à limiter le ruissellement et l'érosion, au moins dans les talwegs, et lorsque l'impluvium amont reste de surface limitée.

4 - OBSERVATIONS, MESURES ET RECHERCHES

En Bavière, nous observons trois types de dispositifs d'observation et de mesure de l'érosion.

4.1. Premier type à l'Institut de Pédologie de l'Université de Munich

Les travaux de recherche sont entrepris par cet Institut sous la direction du Professeur H. SCHWERTMANN. Ces travaux utilisent des simulateurs de pluie perfectionnés et de grandes dimensions (Type "Swanson").

Ils ont conduit au paramétrage de l'équation universelle des pertes de terre (U.S.L.E.) pour la Bavière et ont donné lieu à la publication du document "Prévision de l'érosion des sols par l'eau en Bavière" (Die Vorausschaetzung des Bodenobtrags durch Wasser in Bayern).

4.2. Deuxième type à l'Institut Bavarois d'Agriculture (Bayerische landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau)

Cet Institut expérimente diverses techniques agronomiques en vue de maîtriser le ruissellement et l'érosion, sous la direction du Dr Th. DIEZ. Des essais sont mis en place chez les agriculteurs suivant un protocole précis défini par l'Institut. L'interprétation des résultats s'appuie sur des observations fréquentes et qui portent sur les différentes composantes du système de culture testé. Les parcelles d'essai servent également de parcelles de démonstration dans le cadre d'une politique de vulgarisation active. Sans recourir à des mesures du ruissellement ou de l'érosion, ces dispositifs donnent des résultats qui semblent intéressants.

4.3. Troisième type à l'Institut Bavarois pour l'Aménagement des Eaux (Bayerische landesamt für Wasserwirtschaft)

Cet Institut met en oeuvre des expérimentations chez l'agriculteur dans lesquelles la simulation de pluie joue un rôle central. Ces travaux sont réalisés sous la direction du Dr. KARL.

5

Les simulateurs de pluie utilisés sont de dimensions variables. Celui que nous avons vu fonctionner, à HINTERBAUMBERG, était de grandes dimensions (5 m x 20 m).

CONCLUSION

Il ressort de ce voyage d'étude qu'il existe un réel problème d'érosion des terres agricoles dans les collines loessiques de Bavière, qui justifie les programmes d'expérimentation et de recherches qui y ont été démarrés il y a une dizaine d'années.

Ces expérimentations s'inscrivent dans le cadre d'efforts pour mettre en place une agriculture optimisant le rendement, en tenant compte à la fois d'économies possibles avec des techniques moins intensives et de la préservation de l'environnement. Ces préoccupations "environnementales" semblent largement diffusées dans les services du développement agricole en Bavière.

Certaines des techniques agronomiques testées en Bavière pourraient s'avérer intéressantes dans le contexte français mais davantage sous forme de pistes à explorer, en valorisant les acquis, que d'innovations à transférer en l'état.

En effet, outre les différences climatiques qui influent sur les conditions dans lesquelles peuvent être appliquées des techniques agronomiques, il convient de rappeler les différences de géomorphologie.

Les techniques bavaroises sont bien adaptées à des pentes fortes mais courtes, à des régions de collines dans lesquelles les bassins de collecte des pluies ont une surface modeste. Cette morphologie limite en effet les risques d'avoir des débits élevés dans les talwegs et donc le besoin d'aménagements hydrauliques lourds.

La morphologie du nord-ouest du bassin parisien, avec des pentes faibles mais longues, des impluviums de superficie importante, est par contre favorable aux débits élevés, dont les conséquences érosives ne peuvent être résolues uniquement par des techniques agronomiques légères.

ANNEXE 2

LE SIMULATEUR DE PLUIE DE KARL ET TOLDRIAN ET SES APPLICATIONS

1 - Le dispositif de simulation de pluie

Il consiste (cf. figure 5) en deux rampes généralement espacées de 5 m, munies d'arroseurs à basse pression PERROT arrosant chacun une surface semi-circulaire. Le dispositif est décrit dans un article de KARL et al. (1985). L'intensité de la pluie est réglée en jouant sur le nombre d'arroseurs.

La surface est modulable. En grande culture, les parcelles d'essais ont généralement une superficie de 100 m² (5 m x 20 m) sous une intensité de 50 mm/h obtenue avec 10 arroseurs (5 sur chaque rampe). Les essais en montagne sont effectués avec une intensité de 100 mm/h.

L'énergie cinétique paraît cependant un peu faible d'après des calculs que nous avons effectués à partir des données de l'article précédemment cité. Cet inconvénient est compensé par l'intérêt de disposer d'un dispositif remarquablement léger et maniable compte tenu de la grande surface arrosée.

2 - Les expérimentations

Le simulateur utilisé depuis 1973 a permis de réaliser 900 essais en zone de culture et en région alpine.

Les essais en culture ont été effectués sur culture d'hiver, orge, houblon, et surtout maïs.

En ce qui concerne cette dernière culture, on peut distinguer trois groupes d'expérimentation :

- la comparaison maïs - céréale d'hiver à diverses époques de l'année (printemps à automne). Elle concerne un petit nombre d'essais qui mettent en évidence un rapport de ruissellement maïs/blé de 5 à 10 et un rapport de terre érodée proche de 100.

- la comparaison de la culture traditionnelle avec les techniques de cultures dérobées ou de semis de lignes d'orge entre les lignes de maïs, toutes techniques que nous avons pu voir en place lors de la tournée des jours précédents.

D'après l'article de KARL et al. les nombreux essais effectués mettent en évidence un rapport de ruissellement culture traditionnelle/technique expérimentale de 2 à 7 et un rapport d'érosion de 2 à 30.

- la mise en évidence de l'influence d'une bande large de céréale d'hiver (avoine, lors de notre visite à HINTERBAUMBERG) en bas de parcelle.

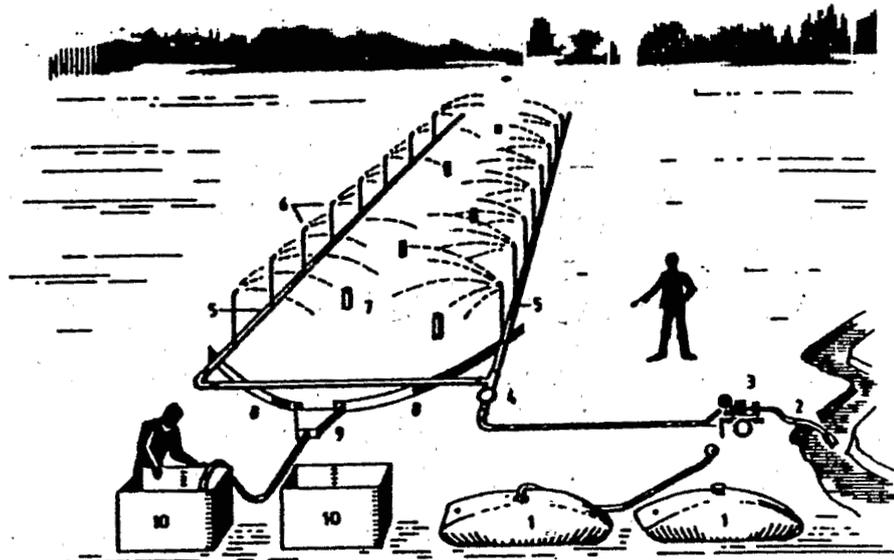


Bild 1: Halbschematische Darstellung der transportablen Erosionsmeßanlage nach KARL und TOLDRIAN

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1 Container mit 5000 l Inhalt oder | 6 Starre Regner (PERROT) |
| 2 Wasserentnahme aus Gewässer | 7 Regenmesser nach HELLMANN |
| 3 Motorpumpe | 8 Begrenzungsbleche |
| 4 geeichter Wasserzähler | 9 Auffangtrichter |
| 5 Beregnungsrohre | 10 kalibrierte Auffangwannen (Inhalt 500 l) |

Figure 5 - Le simulateur de pluie de KARL et TOLDRIAN
in : Beitrage zur Oberflächen Abfluss und
Stoffabtrag bei künstlichen Starckniederschlägen
DVWK Schriften n° 71 - 1985.

Energie cinétique	en J/m ² /mm. pluie	%
Simulateur KARL	9,82 J/m ² /mm	35
Simulateur ORSTOM	20	70
Pluies naturelles 50 mm/h.	29	100

67 -

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- BOIFFIN (J.), PAPY (F.), PEYRE (Y.), 1986 - Systèmes de production, systèmes de culture, et risques d'érosion dans le pays de Caux (France) - INAPG, INRA, Min. Agric - 154+65 p. multigr.
- GARBA (H.), 1987 - Influence de la préparation des lits de semence sur la naissance du ruissellement et de sa charge solide : simulation de pluie sur les terreforts du LAURAGAIS. Mém. CNEARC Montpellier 89 p.+ annexe -
- JARRY (F.), 1987 - Le ruissellement sur les terres agricoles. Approche par simulation de pluie et par télédétection. Thèse Doc. Géogr. Paris 7, Cemagref, 276 p.
- DELHOUME (J.P.), 1981 - Etudes en milieu méditerranéen semi-aride. Ruissellement et érosion en zone montagneuse de Tunisie Centrale (Djebel Semmama). Résultats 1975 à 1978. Tunis Mission ORSTOM, 1 vol., 188 p.
- DELHOUME (J.P.), 1985 - Etudes en milieu méditerranéen semi-aride. Ruissellement et érosion en zone de piedmont de Tunisie Centrale (Djebel Semmama). Résultats 1976 à 1981. Tunis Mission ORSTOM, 1 vol., 154 p.
- DELHOUME (J.P.), HAMZA (A.), HENTATI (A.), MOHDI (M.), 1977 - Etude pédologique et de l'érosion du bassin versant de l'Oued Hadjel (Tunisie Centrale). Tunis, Division des Sols, étude n°502, 46p., cartes.
- DELHOUME (J.P.), 1984 - Ruissellement et érosion en bioclimat méditerranéen semi-aride de Tunisie Centrale. Run-off and hydric erosion in mediterranean semi-arid bioclimate. Communication au 25ème Congrès International de Géographie, Paris, 27-31 août 1984, 26 p. multigr.
- DUGUE (P.), 1987 - Programme de Recherche/Développement du YATENGA: Synthèse 1986. Amélioration de la production végétale. Aménagement de l'espace agricole. Adoption des technologies par les producteurs. Rapport INERA/CIRAD : DSA, Ouagadougou, 98 p.+ annexe.
- GRIL (J.J.) et coll, 1986 - La genèse du ruissellement sur les terres agricoles. Approche par simulation de pluie dans le Val d'Oise. Cemagref, Min. Environnement 28 p.
- AINI (R.), 1987 - Efficacité des techniques culturales pour limiter le ruissellement et l'érosion. Méthodologie et expérimentation au simulateur de pluie. Cemagref, ENGREF 120 p.+ Ann.

- 69 -
- ELLEUCH (F.), 1987 - Etude de l'érosion hydrique des sols.
Application au bassin versant de l'Aille. (Var, France)
ERGM, ENGREF Montpellier : 84 p.+ ann.
- BOUDJEMLINE (D.), 1987 - Susceptibilité au ruissellement et aux transports solides de sols à texture contrastée. Etude expérimentale au champ sous pluie simulée. Thèse dr. 3ème Cycle Univ. Orléans, ORSTOM, ITCF, Ch. Agriculture, 266 p.
- DRESSAYRE (E.), 1986 - L'érosion dans les coteaux du Lauragais.
ENSAT. Ch. Agriculture, 105 p.+ Ann.
- RAHELLARISOA (M.A.), 1984 - Effets des techniques culturales sur le ruissellement, les transports solides et l'évolution de la structure de la surface du sol. Cas des lits de semence de maïs sur sol limoneux battant (Sarthe, France). ITCF, Univ. Orléans, ORSTOM, 141 p.+ Annexes
- BIOT (Y.), 1986 - Modelling of the ON-SITE EFFECT of sheet and RILL WASH on the productivity of the land: a research design UEA, School of Development Studies, paper 192, 23 p.
- Bassins versants expérimentaux de DRAIX, 1987 - Compte rendu de recherche n°1 en érosion et hydraulique torrentielle, Cemagref (Grenoble et Aix), ONTF, RTM AHP, 128 p.
- OLIVRY (J.C.), 1986 - Réflexions sur la mesure et l'estimation des bilans d'exportation de matières solides en zones sensibles à l'érosion. L'expérience des lers travaux sur les bassins des Marnes noires du Pic St Loup (Montpellier) et des Alpes du Sud (B.V. PACA), groupe ORSTOM, BRGM. 6 p.
- ROUX (P.), 1987 - Etude sur petit bassin versant représentatif : B.V. du Pic St Loup au nord de Montpellier, ORSTOM, USTL Montpellier, Verseau, 30 p.
- YOUNG (A.), 1987 - Soil productivity, soil conservation and land evaluation, in Agroforestry Systems 5 : 277-291
- KAIZER (B.), 1987 - Les versants de Vanoise. Enjeux traditionnels et fonctionnement morphoclimatique. Thèse dr. d'Etat géographie Paris 7.
- OSWALD (O.), 1985 - Bilan hydrique d'un bassin versant en zone semi-aride (Mide, Venezuela). Rapport DEA USTL Montpellier ENGREF, CIRAD, 65 p.+ ann.
- GODON (P.), 1985 - Précédent cultural et érosion sous culture de manioc. Agron. Trop. 40, 3 : 217-222
- ROOSE (E.), 1987 - Water efficiency and soil fertility conservation on steep slopes of some tropical countries. From the equipment logic to one development approach. Workshop SWSA + WASW, Puerto Rico, 19 p.

- 70 -
- OLIVRY (J.C.), HOORELBECK (J.), 1984 - Mesure et évaluation de l'érosion et des transports solides sur bassins versants des terres noires de la région PACA. Compte rendu des travaux réalisés en 1984 (infrastructures et équipements). Groupe d'étude BRGM-ORSTOM MONTPELLIER, 13 p.
- HOORELBECK (J.), 1987 - Données pluviométriques recueillies sur les bassins du projet PACA (hauteurs de précipitations et intensités 1984-1986).
- HOORELBECK (J.), FANTHOU (T.), MARQUET (A.), 1987 - Présentation des bassins. La pluviométrie de 1984 à 1986. Groupe d'étude BRGM-ORSTOM, Projet Erosion BVRE de Moyenne-Durance, 149 p.
- DESCROIX (L.), 1985 - Contribution à l'étude de la dynamique érosive dans les Baronnie orientales et les pays du Buech moyen : problèmes d'aménagement. Thèse 3ème cycle - Univ. LYON II
- DESCROIX (L.), 1987 - Résultats obtenus sur les bassins du Buech et de Moyenne-Durance, groupe BRGM-ORSTOM.
- EGLI (A.), 1985 - La conservation des sols à l'aide des méthodes agroforestières. Le cas du RWANDA. Bull. Rech. Agron. GEMBLAUX, 20,3 : 561-587.
- KANWAR (R.S.), BAKER (J.L.), LAFLEN (J.M.), 1985 - Effect of tillage systems and methods of fertilizer application on nitrate movement through the soil profile. ASAE n° 85-2031, 24p
- ILEIA Newsletter 1987, 3, 1. Integrated nutrient supply, 24 p.
- GODARD (A.), RAPP (A.), 1984 - Processus et mesure de l'érosion 25ème Congrès Int. Géographie, PARIS. Ed. CNRS, 572 p.
- HARVEY (A.M.), 1984 - Seasonality of processes on eroding gullies : a twelve year record of erosion rates. In 25ème Congrès UGI CNRS PARIS : 439-454
- MOREL (A.), SAFIRI (I.), 1984 - Mesures d'érosion dans le Sahel nigérien. In 25ème Congrès UGI PARIS : 509-520.
- LEPRUN (J.C.), 1984 - L'érosion hydrique dans le N.E. du BRESIL. Idem : 541-549.
- BOUGERE (J.) et GOPAL (A.), 1984 - Formes d'érosion et premières mesures sur parcelles à la REUNION. Idem : 483-486.
- LAUTRIDOU (J.P.) et GABERT (P.), 1984 - Mesures des mouvements superficiels et des températures dans les Alpes du Sud. Idem : 455-476.
- SOYER (J.), 1984 - Erosion par le splash en région tropicale humide. Idem : 487-508.

- DELHOUME (J.P.), 1984 - Ruissellement et érosion en bioclimat méditerranéen semi-aride de Tunisie Centrale. Idem : 487-508.
- ENDLICHER (W.), 1984 - Quantification de l'érosion du sol dans la cordillère côtière du Chili Central. Idem : 521-530.
- KERTESZ (A.), 1984 - Asoil erosion measurement project in Hungary. Idem : 531-540.
- LOYE-PILOT (M.D.), 1984 - Rythmes comparés de la dénudation chimique et de l'érosion mécanique dans un B.V. méditerranéen montagnard granitique (SOLEZARA, CORSE : 1979-81). Idem : 313-328.
- PARSONS (A.J.), 1984 - The role of slope and sediment characteristics in the initiation and development of rills. Idem : 313-328.
- MAINGUET (M.), CHEMIN (M.), 1984 - Nappes vives et nappes vêtues du Niger. Quantification de leur vulnérabilité vis-à-vis des actions éoliennes. Idem : 101-112.
- NICKLING (W.G.), 1984 - The initiation of grain movement by wind. Idem : 101-112.
- HEUSCH (B.), 1985 - Technique de lutte antiérosive. Ed. ? 199p.+ann.
- DENIS (E.), 1987 - Projet d'aménagements hydro-agricoles intégrés du cercle de KATI (MALI). AFVP-ENSAT Montpellier 120 p. + Ann.
- KLEMM (W), 1987 - Design of runoff irrigation systems in small catchment areas of semi-arid regions
Proc. Int. Symposium on "Water for the Future"
Rome 6-11 April 1987, Edib. Balkema, Rotterdam : 305-314
- SABATIER (J.-L.), 1986 - Lutte antiérosive et développement sur la bordure orientale du Plateau Central au Rwanda.
Comm. Séminaire Montpellier, décembre 1986 CIRAD-DSA.
p115-127 -

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Duvoux, B.; Gril, J. J. - Maîtrise de l'érosion en Bavière : rapport de mission, pp. 56-71, Bulletin du RESEAU EROSION n° 7, 1987.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr