

ERODIBILITE DES SOLS TROPICAUX RELATIONS ENTRE LEURS CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET LEUR DETACHABILITE

Jean COLLINET - Réseau EROSION, ORSTOM Paris, 17/9/1987

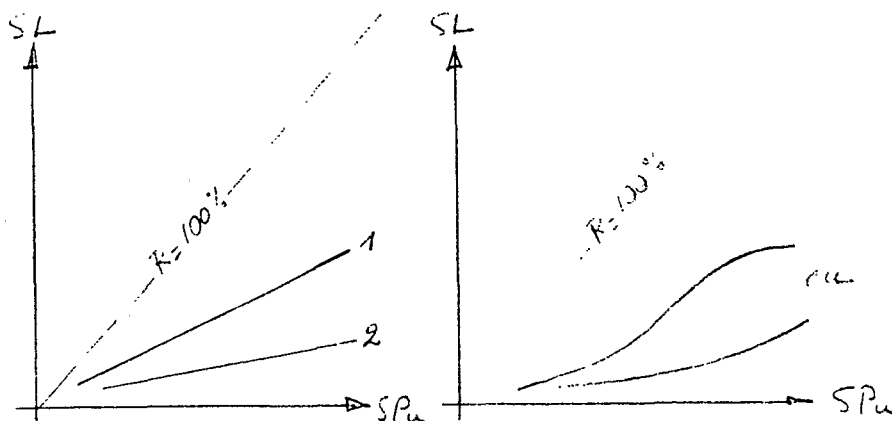
Différentes missions de simulation de pluie menées dans sept régions de l'Afrique de l'Ouest ont permis d'étudier les comportements hydrodynamiques et érosifs de nombreux types de sols représentatifs des domaines pédologiques isohumiques, ferrugineux tropicaux et ferrallitiques.

Le simulateur de pluie utilisé permet d'arroser simultanément deux parcelles contiguës de 50 m² de superficie selon des averses de durées et d'intensités variées. Les eaux de ruissellement sont collectées dans un dispositif permettant d'en enregistrer les débits et d'effectuer des prélèvements d'eau turbide. Toutes les données élaborées sont déterminées à partir de ces deux informations.

Une méthode de traitement permet d'isoler, dans l'érosion s.l. la part qui revient plus strictement à la détachabilité des sols et d'analyser l'influence des caractéristiques physiques des sols sur leur comportement érosif.

La détachabilité peut être obtenue en calculant la turbidité moyenne (CM2 en g/l) pondérée par la lame ruisselée cumulée (SL, en mm) depuis le début des averses à condition que le régime des ruissellements devienne rapidement constant après le début des essais. Cette condition est réalisée dans 75 % des cas correspondant aux zones sahéliennes (OURSIS et GALMI), nord soudanienne (lac de BAM), et sub-soudanienne (KORHOGO) (c.f. carte de localisation de la figure n°0)

Le régime du ruissellement dépend de la conductivité hydraulique de l'ensemble de la parcelle ; celle-ci peut être contrôlée par le sol à différents niveaux : a) soit par les caractéristiques profondes des sols, et alors ces régimes varient en fonction des profondeurs atteintes par le front d'humectation (surtout dans la zone guinéenne), b) soit par les organisations structurales de la surface du sol qui ont tendance à se colmater rapidement (zones sèches et semi-humides) . Dans ce second cas, le régime du ruissellement dépendra de l'infiltrabilité saturée des premiers centimètres de cette surface ; c'est cet exemple qui est retenu pour illustrer les développements qui suivent .



Ruissellement à régime constant
(zones sahélienne, soudanienne, 1
2 soudano-guinéenne)

Ruissellement à régime variable
(zone guinéenne)

Dans ces conditions, on a :

$$CM2 = SE / 10 SL$$

...avec CM2 = turbidité moyenne pondérée assimilable à une détachabilité dans le cas de régimes permanents du ruissellement (en grammes par litres),

SE = érosion cumulée depuis le début des averses (en kilogrammes par hectare),

SL = lame ruisselée cumulée depuis le début des averses (en millimètres d'eau)

Lorsque l'on exprime cette détachabilité en fonction des hauteurs de pluies cumulées (SPu en mm) - on pourrait d'ailleurs aussi l'exprimer en fonction des érosivités cumulées (SR en joules /mm/m² - , on constate différents types de comportements qui sont représentés sur les graphiques des figures n°1 , 2 et 3

1er type : la détachabilité connaît un maximum lors de la première averse puis décroît plus ou moins rapidement jusqu'à une valeur palier (ou un pseudo-palier) (c.f. figure n° 1 avec les exemples de GALMI 3, LOUMBILA et BATANGA),

2ème type : la détachabilité reste sensiblement constante tout au long des essais (c.f. figure n° 2 avec l'exemple de KORHOGO),

3ème type : la détachabilité augmente puis décroît jusqu'à une valeur palier (c.f. figure n° 2 avec l'exemple de GALMI 1),

4ème type : la détachabilité augmente continuellement ou atteint plus ou moins rapidement une valeur palier (c.f. figure n° 2 avec l'exemple de SAINT PAUL)

Les trois premiers types de comportement traduisent une stabilisation de la détachabilité qui peut être progressive (type 1) ou très rapide pendant la première averse et ne pas être détectée par le dispositif (type 2), ou encore être progressive et ne se manifester qu'à l'issue de la 4ème ou de la 5ème averse (type 3).

Le quatrième type de comportement suggère une dégradation persistante ou semi-persistante

Ces différents comportements ont été repérés aussi bien sur les sols non remaniés, en leur état naturel en fin de saison sèche, que sur les mêmes sols soumis à un labour, traitement de référence visant à les sensibiliser au maximum ; cette analyse a également été pratiquée sur des sols soumis à différentes façons culturales dont, par exemple, les billonnages isohypses et longitudinaux sur le site de GALMI . On se limitera, ici, à une comparaison "sols naturels" - "sols labourés".

La poursuite de l'analyse consiste à quantifier les vitesses d'évolution des parcelles se stabilisant ou se dégradant et ensuite à rattacher ces comportements aux caractéristiques intrinsèques des sols. Le traitement des données a permis d'obtenir un coefficient de la forme :

$$EVC2 = \Delta CM2 / \Delta SPU \quad (\text{c.f. encart en fig.n°1})$$

.. avec $\Delta CM2$ = écarts positifs (dégradation) ou négatifs (stabilisation) entre les détachabilités maximales et minimales, en grammes par litre,

ΔSPU = différences de hauteurs de pluies cumulées correspondant aux deux turbidités précédentes, en millimètres,

EVC2 = coefficient de vitesse d'évolution de la détachabilité.

Les évolutions conjointes des sols "naturels" et "labourés" ont ensuite été comparées selon une représentation graphique où chaque sol est repéré par un système d'axes orthogonaux portant les coefficients EVC2 de chacun des traitements (c.f. fig.n° 4).

Les sols se positionnent en différents ensembles :

- soit dans les secteurs I, II, III et IV, certains évoluant identiquement pour les deux traitements (secteurs II et IV), d'autres évoluant différemment (secteurs I et III),
- soit très près de l'intersection des deux axes ce qui traduit une non-évolution des parcelles quels que soient les traitements,
- soit sur l'un des deux axes ce qui correspond à une non-évolution de l'un ou de l'autre des deux traitements.

On constate que la distribution des ensembles de sols n'est pas aléatoire et qu'elle peut être reliée à leurs caractéristiques physiques ; les meilleures liaisons se manifestant avec :

- leur texture,
- leur stabilité structurale (test HENIN et MONNIER, 1957),
- leur charge en éléments grossiers (gravillons ferrugineux et (ou) graviers de quartz).

Compte-tenu de l'effectif des données (30 sols) et de leur provenance il n'a pas été possible de dégager l'influence de la pente car son inclinaison varie trop faiblement d'un site à l'autre pour pouvoir procéder à une analyse sérieuse au moins dans les zones sèches et semi-humides étudiées.

Les liaisons "comportement-caractéristiques des sols" sont résumées directement sur le graphique de la figure n°4, elles combinent:

- les deux principaux types d'évolution (stabilisation, dégradation),
- trois caractéristiques des sols (charge en éléments grossiers, stabilité de la structure, granulométrie),
- deux diagnostics de l'érosion (en nappe ou concentrée) déduits de l'observation du terrain mais aussi et surtout de celle de la succession des turbidigrammes tout au long des averses.

Ces liaisons peuvent être commentées de la façon suivante :

a) la conjonction de "moins mauvaises stabilités" (iso $I_s < 1,5$) et d'une charge en éléments grossiers posés sur la surface du sol, impose une non-évolution tout au long des averses et, signalons le, un faible niveau de détachabilité (qui ne peut cependant pas être lu sur le graphique)

b) les sols sableux ($< 7,0$ % argile) ne se stabilisent que lorsqu'ils se chargent en éléments grossiers (secteur IV), situation cependant rarement réalisée sur les textures les plus grossières pour des raisons de pédogénèse ; lorsqu'ils sont dépourvus d'éléments grossiers, l'augmentation de leur stabilité structurale n'amène guère de modifications et leur dégradation est rapide et intense et ce, qu'ils soient labourés ou en leur état naturel (secteur II),

c) les sols plus argileux (≥ 15 % argile) se stabilisent de façon proportionnelle à leur charge en éléments grossiers comme dans le cas précédent ; mais l'augmentation de leur stabilité n'agit que sur les sols en leur état naturel ; les sols sans éléments grossiers et labourés ne se stabilisent que pour des structures médiocres (secteur IV) et se dégradent par contre pour de structures plus stables (secteur III), effets apparemment paradoxaux que l'on peut cependant expliquer de la façon suivante (au moins pour les pentes faibles) :

* les structures très instables s'effondrent rapidement ce qui entraîne un lissage de la parcelle donc un étalement homogène de la lame

d'eau détenue superficiellement, participant au ruissellement et à l'infiltration ("Dm" en mm), d'où une interception générale et rapide de l'énergie des pluies, c'est particulièrement le cas des sols bruns tropicaux vertiques (site de BATANGA) à forte charge magnésienne dans le complexe absorbant (Mg / T \geq 50 %) et où Is (HENIN et MONNIER) $>$ 2,

* les structures qui, toutes proportions gardées, sont plus résistantes, maintiennent plus longtemps une "rugosité" en surface, donc une répartition hétérogène de "Dm", donc des portions de parcelles sans interception d'énergie et alors la turbidité est alimentée de façon intense et continue.

En conclusion, l'étude précédente constitue un exemple de premier niveau d'analyse permettant de sélectionner des comportements, d'isoler des situations sur lesquelles il devient possible d'opérer un second niveau d'analyse où l'on détecte les mécanismes de l'érosion en étudiant cette fois la répercussion des variations de contraintes climatique simulées (intensité des pluies) sur différents états physiques des sols (variation des humectations antérieures).

Toujours en ce qui concerne les comportements, d'autres analyses de phénomènes globaux (SE = f (Spu) p.ex.) montrent que les niveaux d'érosion varient dans des proportions importantes à l'intérieur d'un domaine pédologique donné. Il apparaît aussi que les érosions limites maximales et minimales se recouvrent d'un domaine à l'autre avec cependant des "fourchettes" variables en fonction des traitements des sols et de leur appartenance aux trois domaines. Il est cependant illusoire de vouloir rattacher les érodibilités à une classification des sols, fut-elle morpho-pédologique, ne serait-ce que parce que les critères taxonomiques utilisés sont hétérogènes d'un domaine à l'autre; on utilise par exemple les caractéristiques des épipedons pour les sols isohumiques et l'altérogénèse profonde pour les sols ferrallitiques. Il convient donc de privilégier l'étude des caractéristiques secondaires des sols pour pouvoir discriminer les comportements érosifs des sols, démarche que confirme l'exemple d'analyse précédente.

Fig. 0

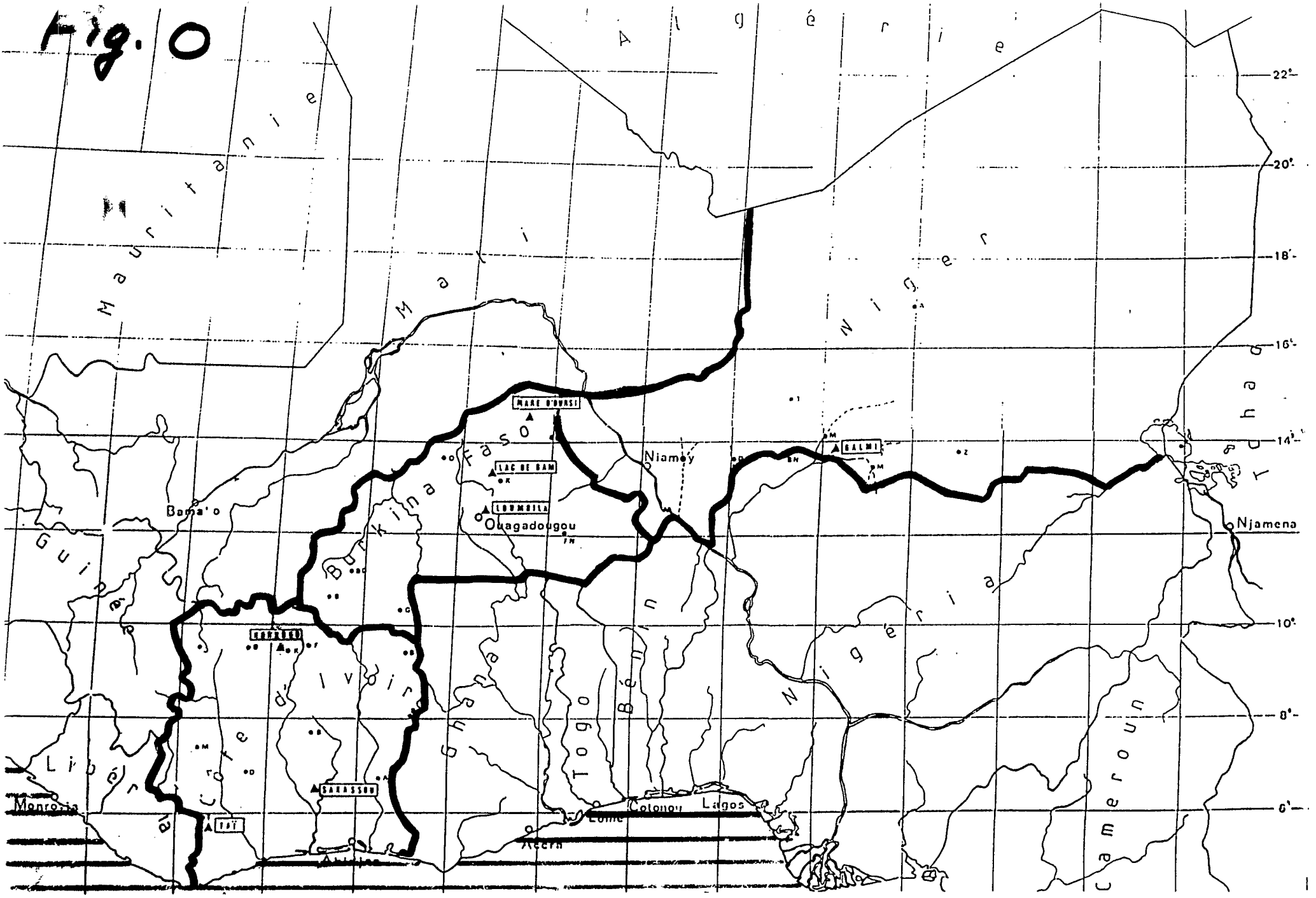


Fig. 1

Evolution des turbidités moyennes pondérées CM2
type: 1

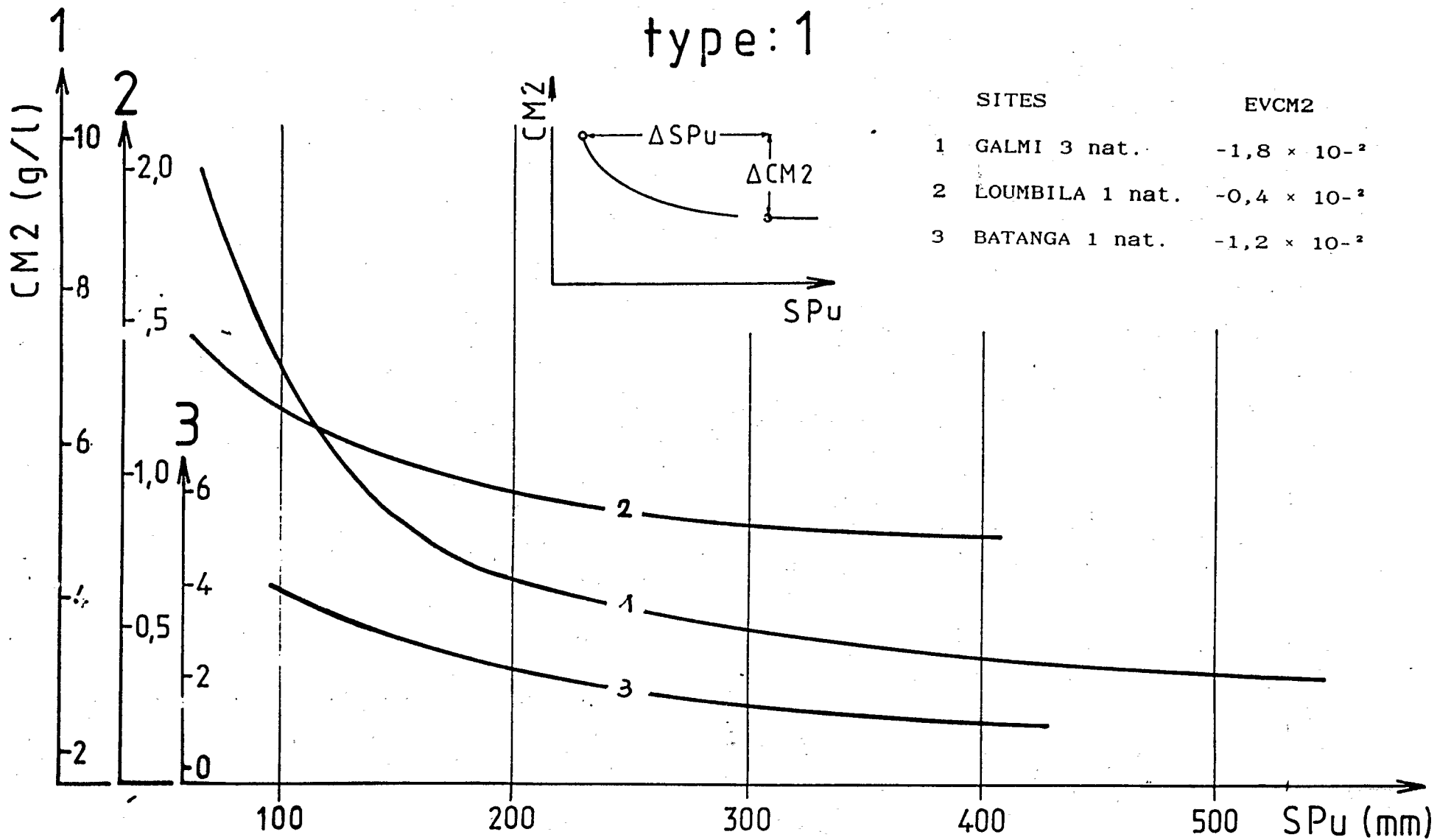


Fig. 2

Evolution des turbidités moyennes pondérées CM 2

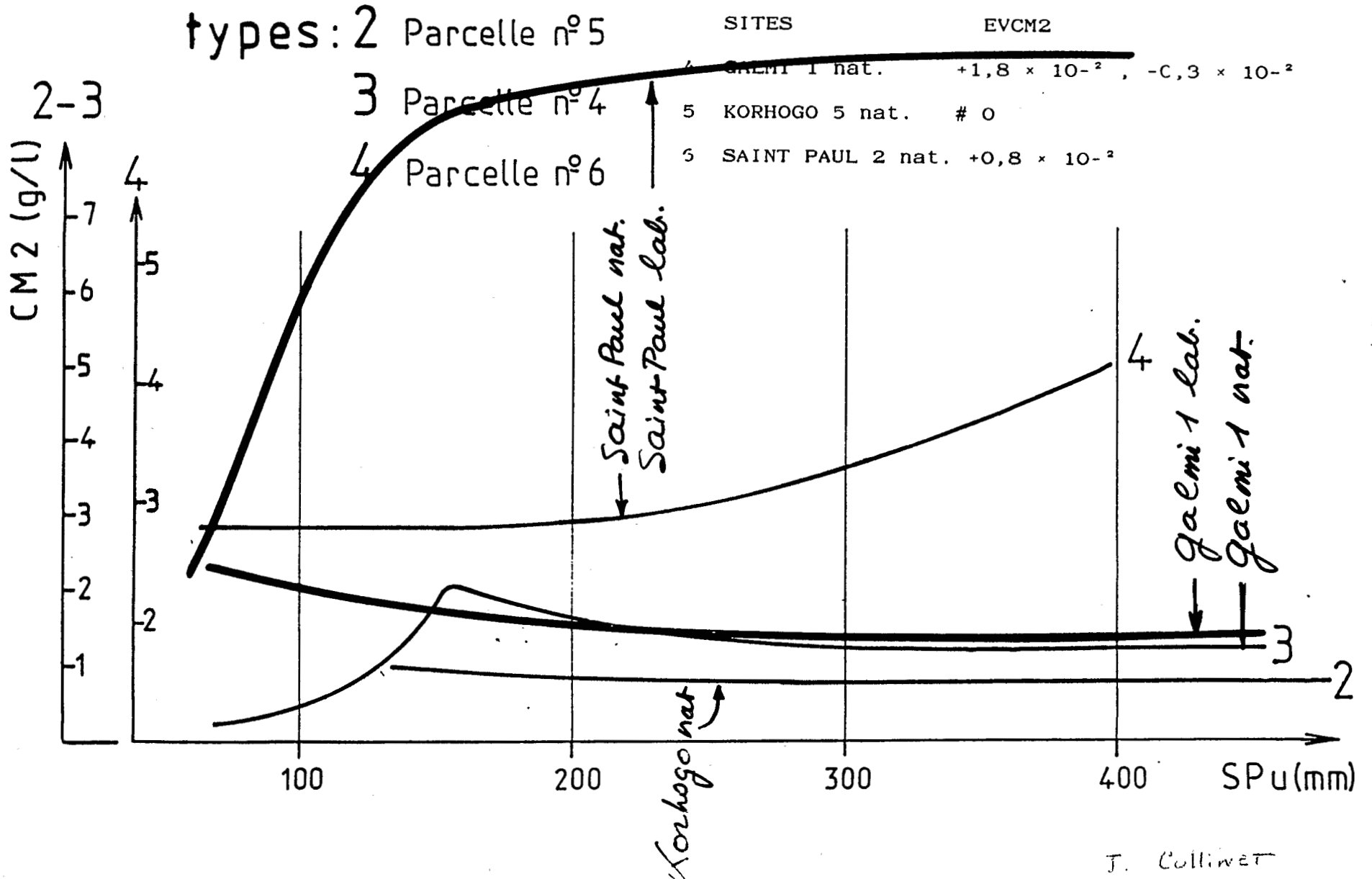


Fig. 3

GALMI: effets, du billonnage sur l'érosion hydrique

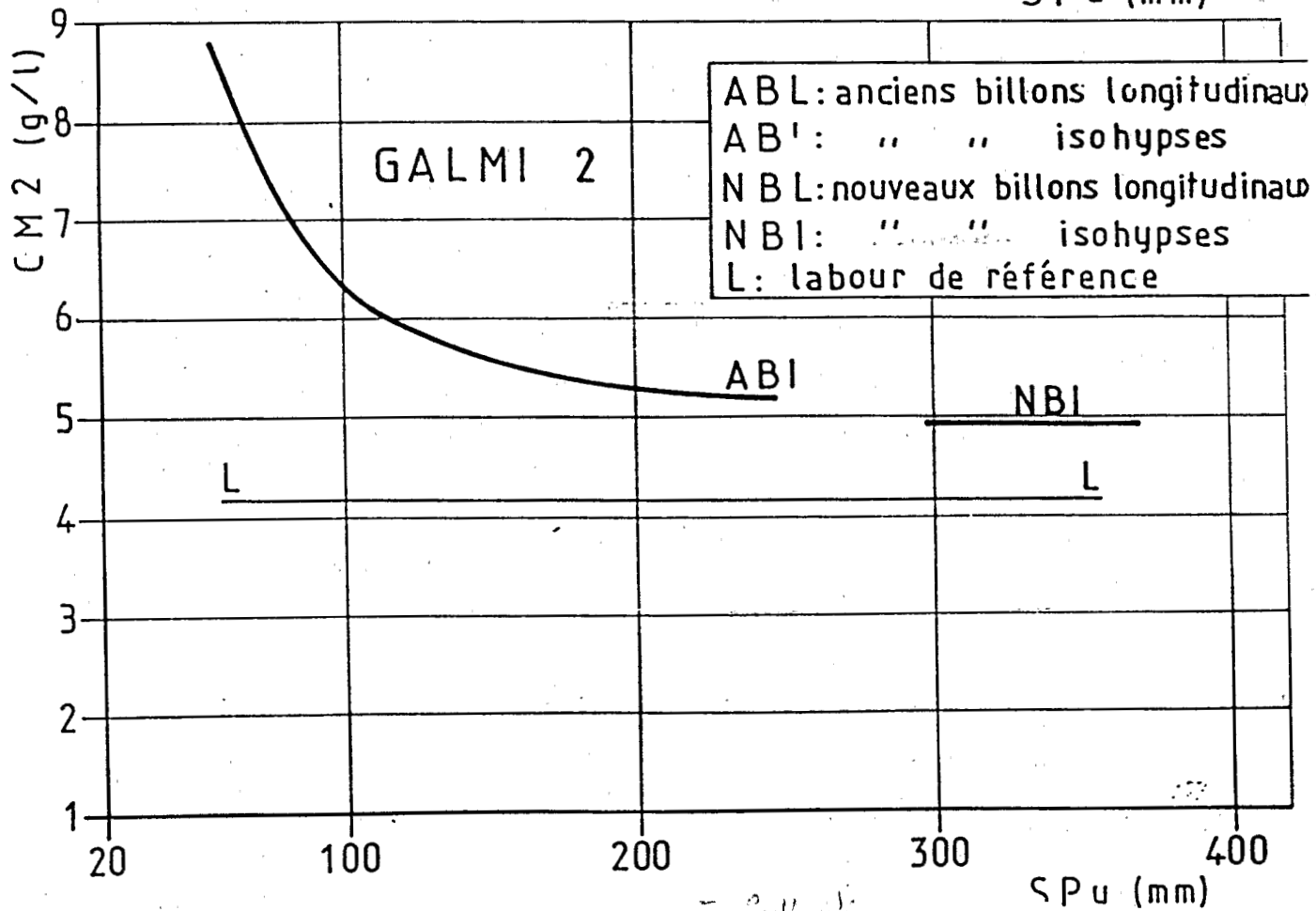
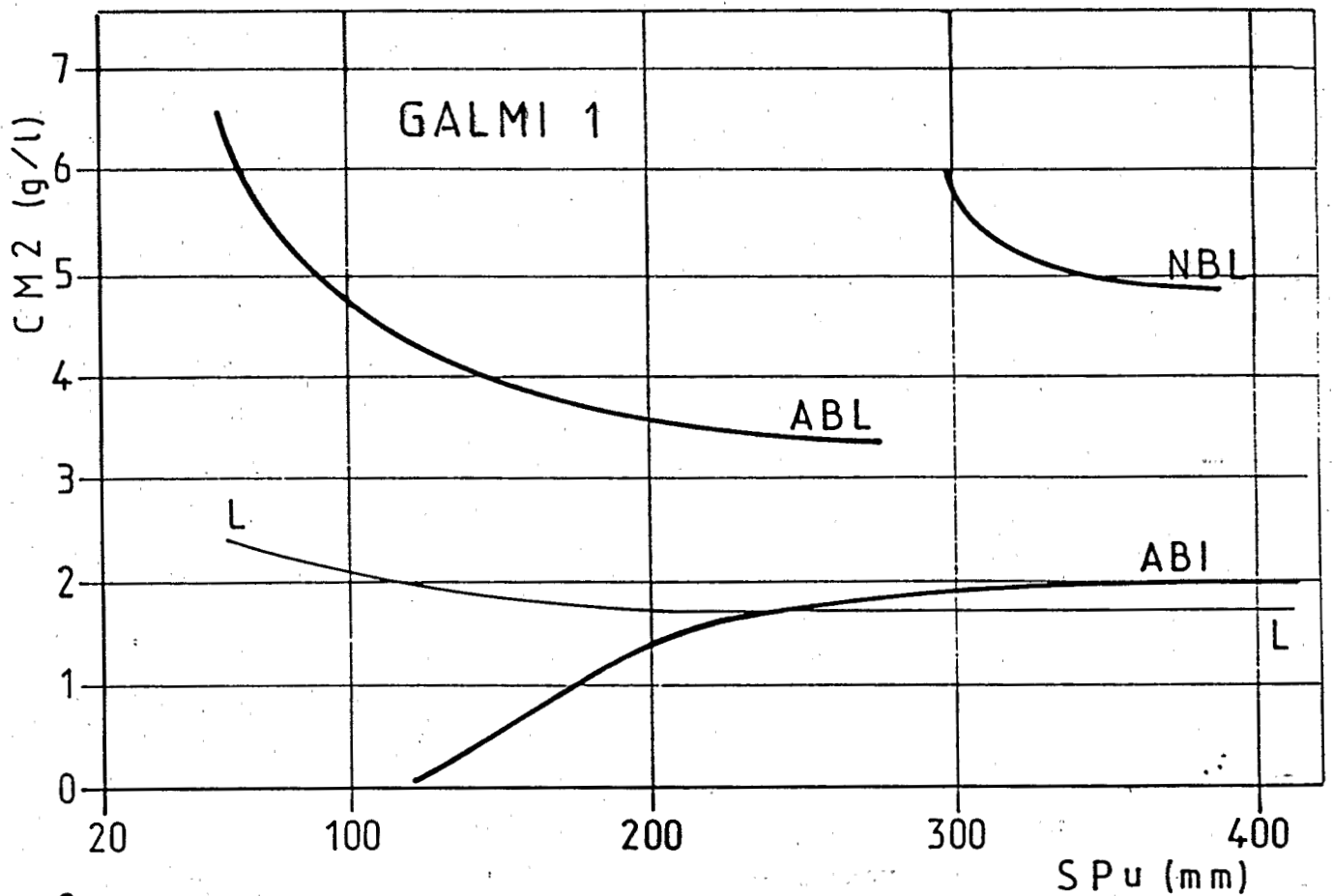


Fig. 4

Evolution des turbidités et caractéristiques des sols

