

# Paramétrisation du potentiel de ruissellement des bassins versants au moyen de la Télédétection et des systèmes d'Informations Géographiques. Application à des bassins versants du Pays de Caux

E. Blanchard, Christine King, Yves Le Bissonais, Anne Bourguignon, Jean-François Desprats, Véronique Souchère, T. Souadi, Pierre Maurizot, Nicole Lenôte

## ► To cite this version:

E. Blanchard, Christine King, Yves Le Bissonais, Anne Bourguignon, Jean-François Desprats, et al.. Paramétrisation du potentiel de ruissellement des bassins versants au moyen de la Télédétection et des systèmes d'Informations Géographiques. Application à des bassins versants du Pays de Caux. Pangea infos, Société Géologique de France, 1999, 31/32, pp.12-16. insu-00958467

HAL Id: insu-00958467

<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00958467>

Submitted on 12 Mar 2014

**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.

# Paramétrisation du potentiel de ruissellement des bassins versants au moyen de la Télédétection et des Systèmes d'Informations Géographiques. Application à des bassins versants du Pays de Caux

E. BLANCHARD<sup>1</sup>, C. KING<sup>1</sup>, Y. Le BISSONNAIS<sup>2</sup>, A. BOURGUIGNON<sup>1\*</sup>,  
J.-F. DESPRATS<sup>1</sup>, V. SOUCHÈRE<sup>2</sup>, T. SOUADI<sup>3</sup>, P. MAURIZOT<sup>3\*</sup>, N. LENÔTRE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BRGM, Direction de la Recherche, Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection ou \* Laboratoire de Métallogénie,  
3 avenue Claude-Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans cedex 2, France

<sup>2</sup> INRA, Unité de Science du Sol, Service d'Etude des Sols et de la Carte Pédologique de France, Centre de Recherche d'Orléans, 45160 Ardon, France.

<sup>3</sup> BRGM, Service Géologique Régional de Haute-Normandie, \* Service Géologique National

## ABSTRACT

*The increasing number of run-off damages occurring in Pays de Caux is a serious concern for regional authorities. The suggested method aims the assessment of run-off parameters using Remote Sensing and GIS. This method allows an objective comparison of the intrinsic and anthropic pressures of cultivated catchment from 1000 to 5000 ha. The potential run-off characteristics are analysed using land use components increasing or limiting run-off, and their spatial distribution on three different functional units. The selected parameters are the grassland proportion and compacity around concentrated surficial water channels (80 m wide), the proportion and compacity of the soil surfaces contributive to run-off on the top of catchments and, finally, the simple proportion of grassland and forest upon high sloped areas. The temporal evolution of these indices and the comparison between catchments show the significant recorded changes which favour the increase of surfaces contributing to run-off between 1990 and 1997. The interest of these indices is to identify areas sensitive to run-off and to act as a decision support tool for a territorial management policy aimed at run-off reduction on catchments. The outlook of this study is to generalize these parameters for regional applications.*

## INTRODUCTION

Dans le Pays de Caux où les sols sont uniformément limoneux, on note depuis une vingtaine d'années une augmentation de l'érosion des terres cultivées associée à des ruissellements excessifs (Papy & Douyer, 1991). Les états de surface des sols cultivés et la distribution de l'occupation du sol selon la saison sont déterminants sur la genèse du ruissellement (Souchère, 1995; Martin, 1997). La compréhension des effets des pratiques agricoles au sein de chaque bassin versant (Boiffin *et al.*, 1988; Ludwig, 1992; Souchère *et al.*, 1998) tout autant que le nombre important et croissant de coulées boueuses recensées en catastrophes naturelles (Ministère de

l'Environnement, 1996) ont justifié la mise en place récente d'une politique de réduction des risques de ruissellement en Haute-Normandie. Un pôle de compétences coordonné par la DRAF de Haute-Normandie a été constitué pour promouvoir des méthodes de gestion collective du ruissellement à l'échelle des bassins versants. Dans ce contexte, disposer d'outils de localisation et de suivi des zones de ruissellement potentiel est nécessaire pour orienter les mesures de protection.

Il est possible de proposer des paramètres d'estimation du potentiel de ruissellement de bassins versants fondé sur l'imagerie satellitaire du Pays de Caux (Normandie, France). L'approche proposée est d'évaluer par

télé-détection SPOT les surfaces contributives du ruissellement aux saisons critiques (King *et al.*, 1994; Mathieu *et al.*, 1996) et d'intégrer cette information dans un SIG.

## SITE ET MATÉRIEL

Le Pays de Caux est un des sites pilotes du projet européen de télé-détection (FLOODGEN) et il est, à ce titre, considérablement documenté (<http://dgrwww.epfl.ch/SIRS/projets/floodgen>).

Huit bassins versants ne présentant pas encore d'aménagements visant à réduire les risques de ruissellement excessif ont été choisis pour conduire une étude comparative (fig. 1). De taille homologue (750 ha minimum) et localisés en diverses situations hydro-climatiques, ces bassins présentent des disparités dans le nombre de déclarations de catastrophes naturelles recensées entre 1984 et 1998. Le bassin de Villers-Ecalles, qui a subi d'importants ruissellements en 1997 et qui a dû être totalement inventorié en terme d'occupation du sol, a servi de référence pour la classification.

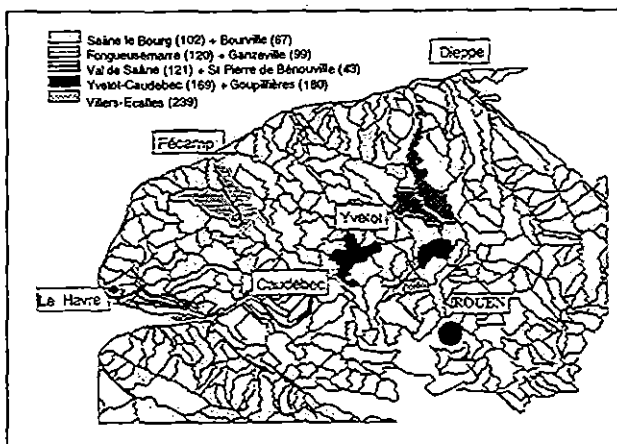


Fig. 1 – Localisation des bassins versants-tests dans le Pays de Caux.

Dans cette étude, quatre groupes de données sont utilisés :

- 1) les données permettant d'identifier les saisons critiques vis-à-vis des processus agressifs : pluviométrie journalière et mensuelle (MétéoFrance) et déclarations communales de catastrophes naturelles (coulées boueuses, Journal Officiel) ;
- 2) les données permettant de segmenter l'espace de la région pilote en bassins versants : ces limites ont été calculées à partir du Modèle Numérique de Terrain de l'IGN, à la maille de 50 mètres. En sont rejetés les espaces urbains, fournis par CORINE land Cover, et les formations alluviales fournies par la carte géologique ;
- 3) les données satellitaires permettant d'observer les

états de surface et de reconstituer l'occupation du sol à diverses saisons avec deux séries temporelles SPOT 1990 (février et mai) et 1997 (mars et septembre) ;

- 4) les données permettant de vérifier et contrôler la qualité ou la cohérence des résultats (Recensement Général Agricole de 1988, CORINE land Cover, et l'inventaire de l'occupation du sol sur Villers-Ecalles pour été 1997).

## MÉTHODE

Ces données ont été utilisées pour réaliser une étude qui vise à caractériser le potentiel ruisselant de chaque bassin versant au sein de chaque espace fonctionnel. La méthode comporte trois étapes :

- la première est une procédure semi-automatique de segmentation des bassins versants en trois espaces fonctionnels (fig. 2) : (i) les fortes pentes ( $\geq 8\%$ ) qui favorisent le ruissellement et l'érosion en rigoles, (ii) les zones de concentration du ruissellement localisées dans les talwegs, favorables au creusement de ravines, (iii) enfin, l'amont des versants, domaine du ruissellement diffus ;

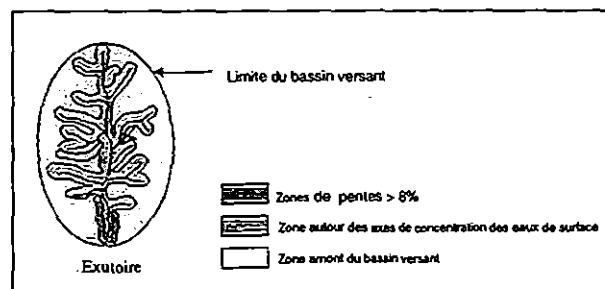


Fig. 2 – Localisation des 3 espaces fonctionnels de ruissellement au sein du bassin versant.

- la deuxième phase est une identification par classification multi-spectrale de l'occupation du sol. Les composantes de l'occupation du sol les plus déterminantes sont, d'une part, les prairies et les forêts, agissant comme frein au ruissellement et comme zone de réinfiltration, et d'autre part, les surfaces agricoles laissées à nu à la saison critique. Ces dernières constituent les Surfaces potentiellement Contributives au Ruissellement diffus : les SCR ;
- la dernière étape est une analyse de la distribution spatiale de l'occupation du sol et, quand les données le permettent, de son évolution temporelle. On calcule les différentes proportions de SCR, prairies et forêts pour chacun des espaces fonctionnels. Ensuite, un Indice de Compacité IC est calculé. Cet indice rend compte de l'organisation spatiale des polygones de l'occupation du sol dans chaque espace fonctionnel : plus cet indice est fort, plus les polygones sont compacts. En conformité avec Auzet *et al.* (1990) et Souchère (1995), nous avons supposé que l'IC des

SCR d'un espace fonctionnel est un bon indicateur de sa contribution potentielle au ruissellement de l'ensemble du bassin versant.

## RÉSULTATS

En préalable, soulignons que la classification multi-spectrale est performante en terme de reconnaissance de l'occupation du sol : 91 % des parcelles sont reconnues sur le site de Villers Ecalles. Les 9 % d'erreur sont dus soit à des distinctions difficiles entre cultures précoces ou tardives, soit à des prairies surestimées.

- 1) résultats cartographiques : exemple du bassin versant de Bourville (fig. 3). Quatre supports cartographiques permettent de visualiser l'occupation du sol étudiée dans les différents espaces fonctionnels. A chacun sont rattachés les résultats statistiques des indicateurs proposés ;
- 2) évolution temporelle des composantes de l'occupation du sol : sur les 6 bassins versants pour lesquels on dispose de données en 1990 et 1997, on constate une

augmentation des conditions favorisant le ruissellement excessif : simultanément (i) les surfaces de prairies se réduisent dans les zones à forte pente et les zones de concentration des écoulements où elles devraient jouer le rôle de tampon et (ii) les SCR augmentent dans les zones amont des bassins versants où elles sont justement susceptibles de générer du ruissellement ;

- 3) évolution des indices de compacité : on constate que pour les bassins où des données sont disponibles, l'indice de compacité des prairies a peu baissé en l'espace de 7 ans. Par contre, l'indice de compacité des SCR a augmenté pendant cette même période. Ceci montre une coalescence de plus en plus grande des parcelles subissant les mêmes pratiques agricoles et les mêmes choix de cultures défavorables ;
- 4) les indicateurs proposés permettent de comparer tous les bassins versants de façon synoptique. Le nuage A, avec de forts indices, (fig. 4), rassemble les situations qui semblent les moins favorables à la limitation du ruissellement, et le nuage B, avec des indices faibles, rassemble les situations les plus favorables.

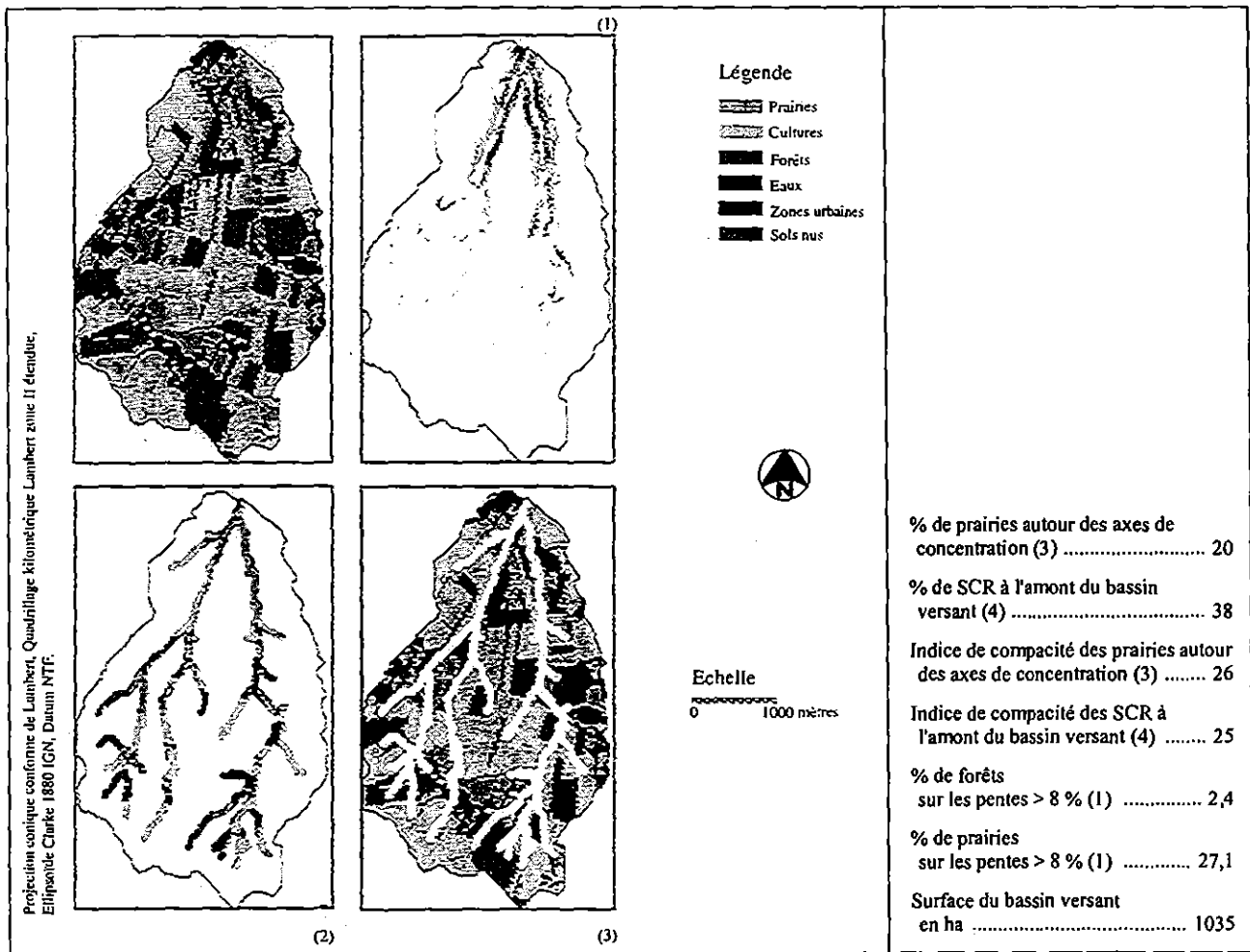


Fig. 3 – Résultats détaillés pour le bassin versant de Bourville du 12 mars 1997.

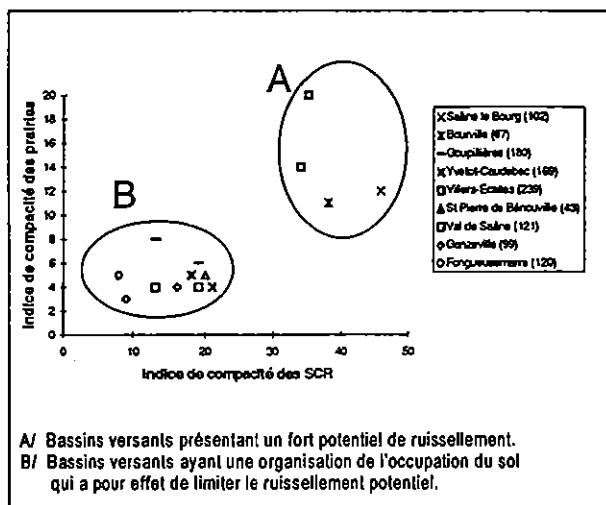


Fig. 4 – Comparaison des indices de compacité des prairies et des SCR.

## DISCUSSION

Cette méthode repose essentiellement sur la délimitation d'espaces fonctionnels au sein des bassins versants et sur la caractérisation de leur contenu en terme d'occupation du sol.

La délimitation des espaces fonctionnels dépend du choix des paramètres morphologiques retenus et de la résolution du MNT utilisé. La résolution de 50 m que nous avons utilisée peut paraître insuffisante lorsque le relief est peu marqué, en particulier sur le plateau de Caux. Sur cette zone, l'utilisation d'un MNT plus fin serait à envisager si l'on veut aborder une approche compatible avec le modèle déterministe du ruissellement développé par l'INRA. (Souchère *et al.*, 1999).

De plus, la qualité de l'analyse spatiale du contenu de ces espaces dépend largement de la qualité des classifications multi-spectrales de l'occupation du sol. Un taux de reconnaissance supérieur à 90 % est souhaitable pour les principales classes, ce qui est respecté dans cette étude.

En fournissant des indicateurs d'organisation des facteurs du ruissellement à l'intérieur même des bassins versants, cette méthode apporte des indicateurs plus fins que ceux utilisés lors des approches régionales (King *et*

*al.*, 1994, 1998). De plus, utilisés en multi-temporel, ces indicateurs satellitaires objectifs traduisent des évolutions de la physionomie des bassins versants cohérentes avec les données de statistiques agricoles du RGA ou de la DRAF ou avec ceux des études régionales de télé-détection dans le Pays de Caux (King *et al.*, 1997). Par contre les données satellitaires annoncent une croissance des surfaces contributives plus importante que celle perçue avec les données conventionnelles.

## CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de proposer une méthode reproductible permettant une meilleure analyse spatiale des causes de la genèse du ruissellement de surface à l'échelle des petits bassins versants. L'originalité de la méthode repose surtout sur le découpage des bassins versants en trois espaces fonctionnels. Cela permet de caractériser des unités géographiques d'échelle intermédiaire entre l'ensemble du bassin versant et le parcellaire agricole. La caractérisation fine de ces dernières reste en effet difficile à atteindre avec les résolutions actuelles des images satellitaires.

Cette approche permettrait d'accéder par la télé-détection et les SIG à un nombre limité de paramètres pertinents pour un modèle de ruissellement simplifié mais réaliste. Au-delà de cette comparaison relative à quelques bassins, la généralisation de la méthode proposée à la région Haute-Normandie permettrait de réaliser une cartographie des risques relatifs au ruissellement par bassin versant, et donc d'identifier les secteurs potentiellement sensibles. Il serait alors possible d'analyser les paramètres qui gouvernent cette sensibilité.

## Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet FLOODGEN, soutenu par le programme européen CEO de la DG XII et le programme de recherche du BRGM (PRD316). Elle a bénéficié du soutien considérable de l'équipe du pôle de compétence SOL-EAU dirigé par M. Bourget, Directeur de la DRAF Haute-Normandie et des données établies par M. Douyer (DRAF). Remerciements à M. Robin, relecteur de ce texte, pour ses propositions constructives. □

## Bibliographie

- Auzet A.V, Boiffin J., Papy F., Maucorps J., Ouvry J.-F. (1990) - An approach to the assessment of Erosion .... - in: Boardman J, Foster D.L & Dearing J.A. *Soil Erosion on Agricultural Land*. J. Wiley & sons Ltd, 383-400.
- Boiffin J., Papy F., Eimberck M. (1988) - Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion. - *Agronomie*, vol. 8, 663-673.
- Collectif Ministère de l'Environnement (1996) - Non publié : les coulées de boue liées à l'érosion des terres agricoles. - Dossiers et cartes nationaux et régionaux.
- King C., Mathieu R., Le Bissonnais Y., Souadi T. (1994) - Evaluation spatiale des risques d'érosion des sols : le potentiel des

- données SPOT et radar ... - *6e Symp. Int. signatures spectrales ISPRS*, CNES-CNRS-ESA-INRA, 1093-1102.
- King C. *et al.* (1998) - FLOODGEN 1st, 2nd & 3rd progress reports ENV4 CT96 0368 - BRGM reports R 39729, R 40088, R 40499.
- Ludwig B. (1992) - L'érosion par ruissellement concentré des terres cultivées du Nord du Bassin Parisien. Analyse de la variabilité des symptômes d'érosion à l'échelle du bassin versant élémentaire. - *Thèse Univ. Louis Pasteur Strasbourg*. CEREG-URA 95 CNRS, INRA Laon Péronne.
- Martin P. (1997) - Pratiques culturales, ruissellement et érosion diffuse sur les plateaux limoneux du Nord-Ouest de l'Europe. Application aux intercultures du Pays de Caux. - *Thèse, INA P-G*.
- Mathieu R., King C., Le Bissonnais Y. (1996) - Contribution of multitemporal SPOT Data to the mapping of a soil erosion index. - *Soil Technology*, 10, 1997, 99-110.
- Papy F., Douyer C. (1991) - Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques. - *Agronomie*, vol. 11, 201-215.
- Souchère V. (1995) - Modélisation spatiale du ruissellement à des fins d'aménagement contre l'érosion de talweg. Application à des petits bassins versants en Pays de Caux (Haute Normandie). - *Thèse INA P-G*, 199 p.
- Souchère V., King D., Daroussin J., Papy F., Capillon A. (1998) - Effects of tillage on runoff directions: consequences on runoff contributing area within agricultural catchments. - *Journal of hydrology*, 206, 256-267.
- Souchère V., Cerdan O., Le Bissonnais Y., Couturier A., King D., Papy F. (1999) - Incorporating field surface crusting phenomena and their spatial organisation in modelling runoff and erosion at watershed scale for anti-erosion schemes. - ISCO Conférence. LaFayette.