

ANTICIPATION DES DESORDRES HYDROLOGIQUES MAJEURS EN HIVER SOUS PLUIE PEU INTENSE EN SEINE- MARITIME

*Anticipating main runoff related issues caused by steady winter rains in
Seine-Maritime (France)*

Jean-Baptiste Richet

AREAS

2 avenue Foch, F-76460 Saint Valery en Caux

Tél: +33 (0)2 35 97 25 12, Fax: +33 (0)2 35 97 25 73, e-mail: jb.richet@areas.asso.fr

François Helloco

François Helloco consultant

21 chemin de Largentière, F-31620 Labastide Saint Sernin

Tél: +33 (0)5 61 84 26 01, e-mail: francois.helloco@wanadoo.fr

Résumé

En hiver, la Seine-Maritime est soumise à des ruissellements fréquents et dommageables pour les sols, les biens, les personnes et les ressources en eau. Ils surviennent lorsque la majorité des sols cultivés a une capacité d'infiltration inférieure à 2 mm/h. Dans ce contexte, ce travail avait pour but d'étudier la faisabilité d'un système d'anticipation de ces désordres hydrologiques hivernaux, basé sur la surveillance de cumuls de pluies. Pour cela, une liste exhaustive des désordres hydrologiques survenus d'octobre à avril entre 1992 et 2000 a été établie en compilant plusieurs sources d'informations de natures différentes. Au total 42 événements ont été identifiés et qualifiés. En comparant ces dates aux chroniques pluviométriques journalières disponibles sur la zone d'étude, nous avons pu montrer que le seuil de 80 mm de pluie en 10 jours à Goderville donne la meilleure détermination, tout en maintenant une bonne faisabilité opérationnelle : cette condition était remplie pour 74 % des désordres hydrologiques recensés. Pour améliorer ce score, il faut tenir compte des pluies locales et du détail des pluies directement responsables du ruissellement. L'étude des enregistrements de trois petits bassins versants a pu montrer que leurs événements hivernaux les plus importants ont en commun un cumul de pluies sur 10 jours, pluie génératrice incluse, supérieur à 70 mm, et une pluie génératrice d'au moins 15 mm. Un système d'anticipation des désordres hydrologiques hivernaux paraît donc possible.

Summary

The french area named Seine-Maritime (localized between the English Channel and the river Seine) often undergoes runoff related issues, causing erosion, economic losses, casualties, and underwater quality deterioration. Many of them appear in winter, as most ploughed fields infiltrates less than 2 mm/h. This work aims to assess the feasibility of an anticipation system for main runoff related issues based on the monitoring of cumulated rainfall thresholds. For this, an exhaustive list of main runoffs has been raised for the season between October and April from 1992 to 2000, using different sources. A total of 42 events have been pointed and qualified. Comparing them to daily rainfall records available on the study's area, we have shown that the threshold of 80 mm rained within 10 days at the rain gauge in Goderville gives the best results, while feasible for an operational system. This condition rates 74% of runoff events list. To increase this rate, we should take into account local rains and the rain directly generating the runoff. The study of records from three small watersheds has shown that their main runoffs shares over 70 mm of rain within 10 days, rain responsible for the runoff included, and a rain responsible for the runoff over 15 mm. Then, an anticipation system for main winter runoff related issues seems feasible.

I INTRODUCTION

Ces dernières années, le Département de la Seine-Maritime a été fréquemment concerné par des désordres hydrologiques répétés au cours de l'automne et de l'hiver, avec 1590 reconnaissances de catastrophe naturelle par coulées de boues et inondations entre octobre et avril sur un total de 2305 entre 1983 et 2001. Ces désordres sont généralement causés par des pluies hivernales prolongées de faible intensité. Ils se manifestent par des débordements de cours d'eau, brefs ou prolongés, mais aussi par des coulées de boues dans les nombreuses vallées sèches de cette région. Des vies humaines ont parfois été gravement mises en danger, et la vie quotidienne des habitants ainsi que la vie économique s'en sont toujours trouvées

perturbées. L'existence de nombreux points d'engouffrements karstiques en vallées sèches induit également des problèmes de préservation de la qualité de la ressource en eau, perturbant l'alimentation en eau potable.

Selon les travaux de PAPY et DOUYER [1], les problèmes causés par les ruissellements importants au cours de l'hiver dans cette région pourraient bénéficier d'une certaine anticipation, sur la base de la surveillance des épisodes pluvieux. La présente étude cherche à établir la faisabilité d'un tel système d'anticipation en vérifiant *i*) l'existence de seuils de précipitations conduisant, pour des conditions de sol propices, à des désordres hydrologiques ; ainsi que *ii*) la possibilité de définir le type de prévisions et les observations des zones de pluie à ce contexte.

II METHODE ET MATERIEL

Suivant le résultat de PAPY et DOUYER [1], on a choisi de tester différentes conditions pluviométriques de type « dépassement de seuil ». On a cherché à identifier la meilleure combinaison de conditions pouvant servir de base à un système d'anticipation, ce qui implique :

- que son examen sur les enregistrements passés montre qu'elle est à la fois nécessaire et suffisante (c'est-à-dire qu'il y a identité entre les périodes où les conditions sont remplies et les périodes de désordres hydrologiques) ;
- que les informations disponibles en temps réel (pluviométrie mesurée et prévisions) puissent permettre une anticipation dans des délais compatibles avec une utilisation opérationnelle.

La première étape de ce travail nécessite une connaissance exhaustive des pluies et des désordres hydrologiques sur la zone d'étude. La seconde relève du recensement des moyens disponibles pour la mise en œuvre d'un système opérationnel.

II.1 Zone et période d'étude

La zone d'étude a été choisie pour l'homogénéité croisée de la pédologie de ses terres labourées et de ses systèmes de culture. Elle est constituée de l'ensemble des vallées touchant le pays de Caux, soit approximativement la partie du département se situant à l'ouest d'une ligne Rouen—Dieppe. Sur cette zone, la quasi totalité des sols cultivés sont des limons épais pauvres en argiles et en matières organiques, présentant des pentes faibles (généralement inférieures à 5 %), et sur lesquels se pratique la grande culture.

Ces sols sont sensibles à la battance et à l'érosion, et leur capacité d'infiltration est contrôlée par les premiers millimètres de sol (système *hortonien*). Cette dernière décroît avec la fermeture de la surface du sol sous l'effet des pluies cumulées (voir notamment BOIFFIN [2]). Étant donné l'occupation du sol et les pratiques culturales, PAPY et BOIFFIN [3] ont montré que, sauf année exceptionnelle, on est certain d'avoir des capacités d'infiltrations inférieures à 2 mm/h sur plus de la moitié des terres cultivées de novembre jusque début mars. Dans ces conditions, les pluies hivernales peu intenses mais parfois longues de la bordure littorale du nord de la France peuvent générer des lames ruisselées et une érosion conséquente, avec les cortèges de dégâts qui s'en suivent.

C'est pourquoi cette étude ne porte que sur la période d'octobre à avril, au cours de laquelle on trouve à la fois des sols peu perméables et des pluies hivernales présentant une variabilité spatiale faible à l'échelle de la zone d'étude.

II.2 Liste des désordres hydrologiques

Pour établir une liste exhaustive des désordres hydrologiques significatifs à majeurs, plusieurs sources de données ont été croisées et compilées : *i*) les données issues du *dispositif d'indemnisation des catastrophes naturelles* (catnat) ; *ii*) les informations relevées dans la presse locale ; *iii*) les mesures de débits en rivières enregistrées par la DIREN ; *iv*) les mesures des débits sur trois petits bassins versants secs suivis par l'AREAS. Pour des raisons de disponibilités de données, cette étude a été menée sur 9 années civiles complètes, de 1992 à 2000.

Les désordres hydrologiques ont été désignés par la date d'apparition des premiers désordres. Une part de nos données étant d'ordre qualitative (catnat, presse), une note allant de 1 à 3 a été attribuée pour qualifier la gravité de ces désordres, la note de 3 correspondant aux événements les plus intenses et les plus étendus, généralement accompagnés de déclarations catnat. Les manifestations étant souvent nombreuses et répétées

sur des périodes courtes, nous avons eu recours aux données qualitatives à pas de temps fins (DIREN et AREAS) et à l'outil cartographique pour parvenir à distinguer le nombre exact d'événements distincts.

Cette démarche a permis d'identifier 42 événements. Parmi eux, douze ont été classés 3 et douze ont été classés 2. La Figure 1 montre leur répartition dans le temps. On note la forte variabilité inter-annuelle, et le poids des mois de décembre et janvier (plus de la moitié des événements).

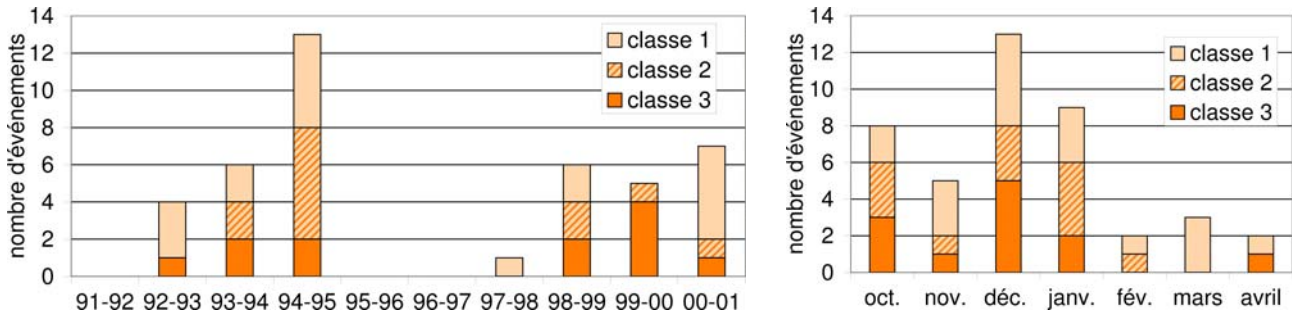


Figure 1 : répartition des désordres hydrologiques selon leur gravité ; répartition par saison à gauche, par mois à droite.

II.3 Chroniques de pluies utilisées

Nous avons retenu pour cette étude des données journalières de sept postes sur la zone d'étude, issus du réseau pluviométrique complémentaire (RPC) de l'Agence de l'eau Seine Normandie, et du réseau géré par Météo-France (MF). Ces données ont pu être complétées par les enregistrements des pluviomètres de l'AREAS, donnant les intensités instantanées, après validation et calage de leurs enregistrements par rapport aux données MF et RPC.

III RESULTATS

III.1 À l'échelle de la zone d'étude

Nous avons cherché à valider l'hypothèse du dépassement d'un seuil de pluies cumulées sur un poste pluviométrique unique comme marqueur des désordres hydrologiques. Il en est ressorti que :

- parmi les postes pluviométriques, celui de Goderville est représentatif de la zone d'étude ;
- parmi les durées de cumul de pluies testées (de 2 j à 190 j), la durée de 10 jours est un bon compromis entre la fiabilité de l'indicateur et la faisabilité opérationnelle ;
- pour le cumul de pluies sur 10 jours à Goderville, la meilleure détermination est donnée par le seuil de 80 mm.

En effet, cette condition est remplie par 74 % des désordres hydrologiques recensés (Tableau 1). De plus, parmi les 11 événements où le seuil n'était pas dépassé, 8 ont été qualifiés de « peu intenses » (note 1 sur une échelle de 3), n'ayant donné lieu ni à reconnaissance catnat, ni à une mention dans la presse locale.

Tableau 1 : tableau de contingences pour la condition « dépassement du seuil de 80 mm de pluies en 10 j à Goderville »

	présence de désordres hydrologiques	absence de désordre hydrologique
condition remplie	31	6
condition non remplie	11	

Ce score de 74 % peut être amélioré en tenant compte des pluies locales d'une part, et d'autre part en tenant compte de la pluie génératrice des désordres hydrologiques, c'est à dire du détail à pas de temps fins des pluies directement responsables du ruissellement.

III.2 À l'échelle de bassins versants de quelques kilomètres carrés

Ces derniers points ont pu être examinés sur les enregistrements pluviométriques et hydrologiques acquis à l'AREAS sur trois bassins versants de moins de 11 km². Ces données permettent de définir précisément la pluie génératrice de chaque ruissellement, notée P_{gen} . La Figure 2 donne un schéma synthétique de cette étude. Le cumul de pluies sur 10 jours, pluie génératrice exclue, est noté $\sum_{[j-9,gen]} P$.

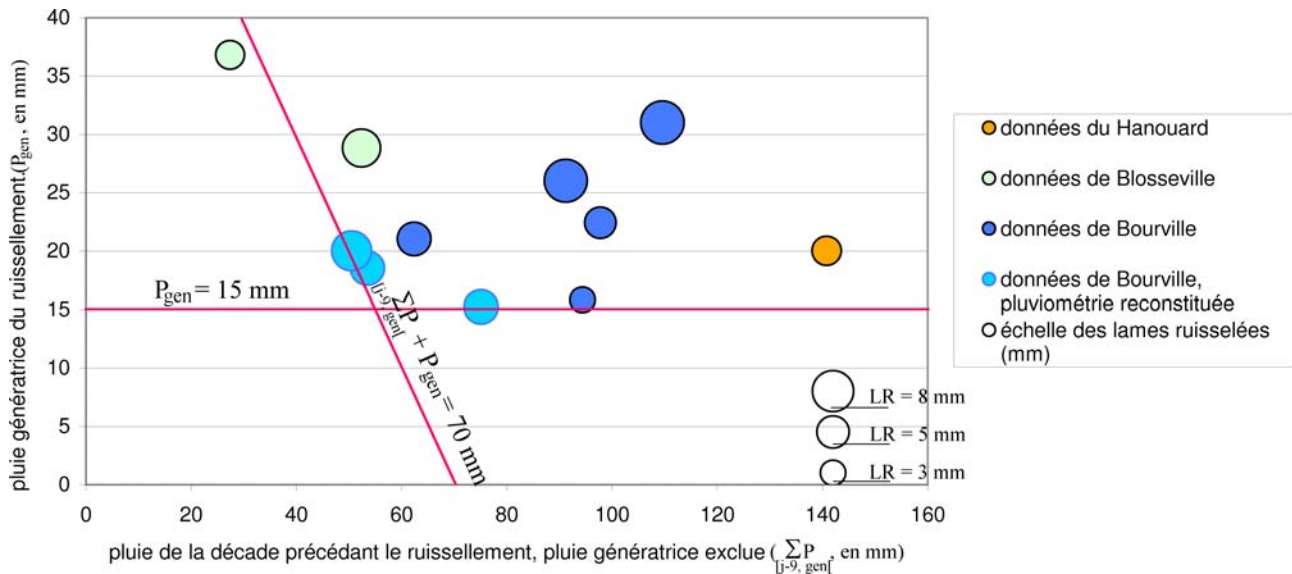


Figure 2 : lames ruisselées supérieures à 3 mm en fonction de la pluie de la décade précédente (pluie génératrice exclue) et de la pluie génératrice, périodes hivernales 1993-2000

Ainsi, pour ces bassins versants de plusieurs kilomètres carrés à forte proportion en surfaces ruisselantes, lorsque la croûte de battance est bien développée sur l'ensemble des terres labourées, et en utilisant des données pluviométriques locales, tous les événements les plus importants ont en commun :

- une pluie locale de la décade précédant l'événement, pluie génératrice comprise, supérieure à 70 mm,
- et une pluie locale génératrice du ruissellement supérieure à 15 mm.

IV CONCLUSION

Ces premiers résultats semblent indiquer qu'il est possible d'anticiper les désordres hydrologiques hivernaux de la zone d'étude, à condition de pouvoir disposer de produits météorologiques adaptés, ne se limitant pas aux pluies quotidiennes, mais intégrant des observations à pas de temps plus fins et des prévisions de pluie dans un délai de quelques heures à la journée. Ceci nécessite de combiner des mesures locales et une vision plus générale, mais les moyens nécessaires peuvent être souples et légers.

Ces conclusions devraient pouvoir être étendues à toute zone présentant des occupations du sol et des systèmes agricoles similaires dans un contexte pédo-climatique comparable.

Pour progresser vers un système opérationnel, il reste nécessaire de procéder :

- à des tests en temps différé, pour permettre i) des études de cas approfondies, ii) une simulation des prévisions, ainsi que iii) l'adaptation et le réglage des méthodes de prévision ;
- à des tests en temps réel, pour mettre en place un prototype avec des services volontaires.

[1] Papy, F., & Douyer, C. (1988) — Les déterminants des catastrophes liées au ruissellement des terres agricoles en pays de Caux. *Rapport INRA*.

[2] Boiffin, J. (1984) — La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. *Thèse de doctorat INA-PG*

[3] Papy, F., & Boiffin, J. (1988) — Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. II.- Évaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles. *Agronomie* **8 (9)** : 745-756