



CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DU RUISSELLEMENT ET DE L'ÉROSION DES SOLS EN SEINE-MARITIME

Bilan rétrospectif et trajectoires d'évolution

Patault Édouard, Fournier Matthieu*

Université Rouen Normandie

*UMR CNRS M2C

DOI : <https://doi.org/10.48390/znn5-w161>

URL : <https://atlas-paris-mega-region.univ-rouen.fr/node/88>

Pour citer cette fiche :

Patault Éric, Fournier Matthieu, 2021. Conséquences économiques du ruissellement et de l'érosion des sols en Seine-Maritime. Bilan rétrospectif et trajectoires d'évolution In *Atlas collaboratif de la mégarégion parisienne* [en ligne]. Rouen : UMR CNRS 6266 IDEES, Université de Rouen Normandie. URL : <https://atlas-paris-mega-region.univ-rouen.fr/node/88>

Distribution électronique Atlas de la mégarégion parisienne.

© UMR CNRS 6266 IDEES, Université de Rouen-Normandie

Tous droits réservés pour tous pays. La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DU RUISSELLEMENT ET DE L'ÉROSION DES SOLS EN SEINE-MARITIME

Bilan rétrospectif et trajectoires d'évolution

Patault Édouard, Fournier Matthieu

Le département de Seine-Maritime est un territoire caractérisé par une très forte densité d'inondations par ruissellements et coulées de boues (Fig.1 ; Le Bissonais et al., 2002 ; Douvinet & Delahaye, 2010) et par des taux d'érosion pouvant aller jusqu'à 10 t/ha/an (Cerdan et al., 2010). Ces particularités résultent d'une conjonction de nombreux paramètres (nature des sols, retournement des prairies, agrandissement des parcelles agricoles, etc.). Les modes de ruissellement qu'on rencontre dans ce département, tout comme dans le département de l'Eure, sont caractéristiques des bassins sédimentaires des régions tempérées. Ainsi, les constats réalisés dans ces départements peuvent être élargis à l'ensemble de la mégarégion. Dans les années 2000, des stratégies d'intervention publique ont été mises en oeuvre autour d'actions curatives et préventives. Après 20 années d'efforts, se pose la question de leur poursuite à l'identique ou de leur réorientation, car en parallèle, l'imperméabilisation des sols s'est accentuée tout comme le retournement des prairies. Une étude menée en Seine-Maritime (Patault et al., 2020) a permis d'établir un bilan rétrospectif des coûts induits par ces risques naturels, de définir des indicateurs économiques extrapolables à l'échelle de la mégarégion de Paris, et d'évaluer l'efficacité économique de

cette stratégie d'intervention publique.

Sites d'études et méthodes

Différentes échelles spatio-temporelles ont été considérées dans les travaux présentés ici (Fig.2). À l'échelle du département de la Seine-Maritime (6 278 km²), des bases de données détenues par les principaux financeurs (Agence de l'Eau Seine-Normandie, Conseil Départemental de Seine-Maritime, Caisse Centrale de Réassurance) et les gestionnaires d'infrastructures (Direction Départementale des Routes, SNCF, Le Havre Seine-Métropole, ARS) ont été collectées et croisées afin d'évaluer le montant des investissements et des dommages induits par ces processus dans les dernières décennies. En parallèle, le croisement d'une base de données régionale recensant les ouvrages hydrauliques (BD Castor) avec les informations disponibles dans la littérature scientifique a permis d'évaluer le coût de l'entretien de ces ouvrages. À l'échelle d'un bassin versant pilote (la Lézarde, 212 km²), le ruissellement et l'érosion des sols ont été modélisés via deux outils complémentaires (le modèle Mike : aléa ruissellement sur les principaux talwegs (DHI, 2017) ; le modèle WaterSed : aléa ruissellement et érosion sur les versants et talwegs secs

Figure 1



Intensité de l'aléa annuel moyen de l'érosion des sols par petites régions agricoles à l'échelle de la mégarégion de Paris

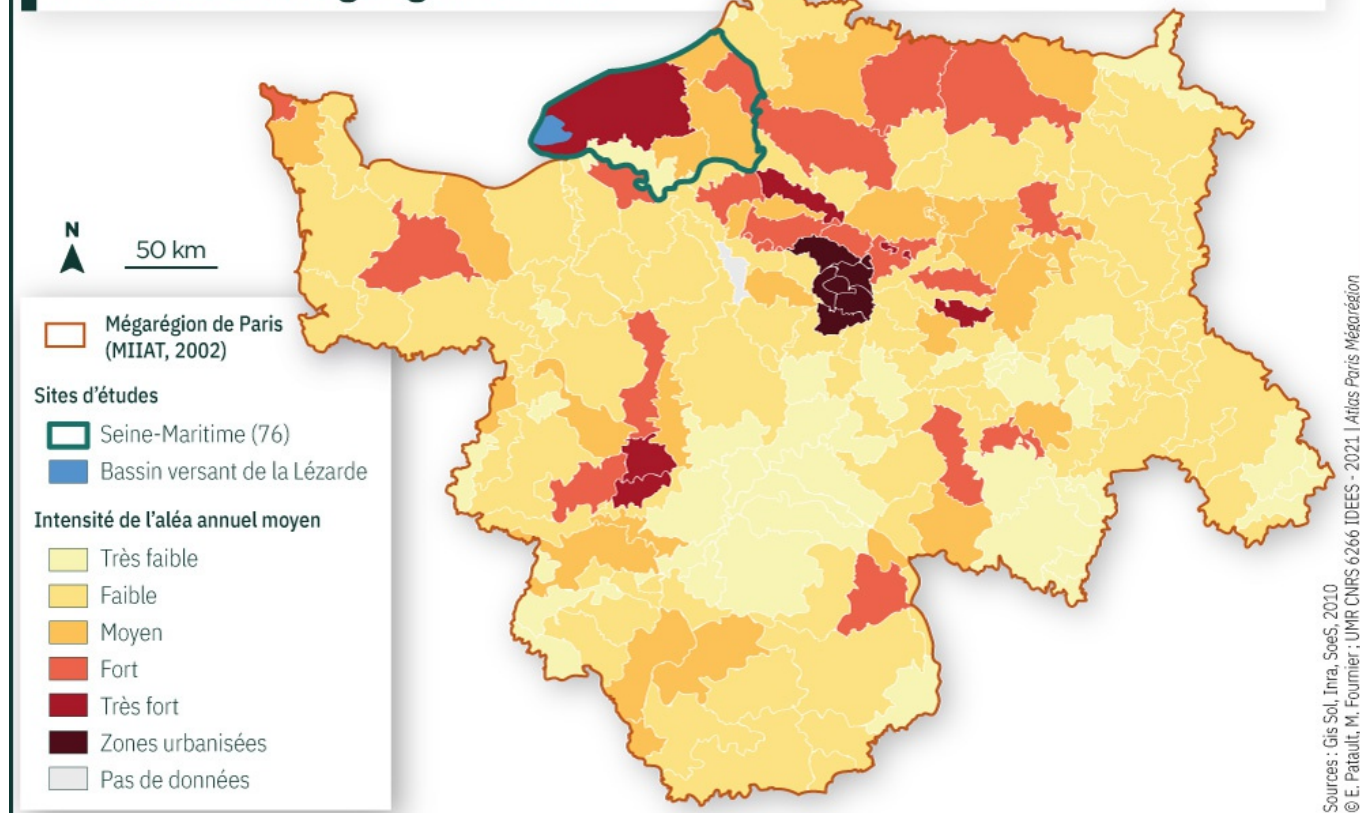


Figure 2

(Landemaine, 2020)) selon différents scénarios actuels et prospectifs (sans ou avec aménagements, changement climatique, retournement des prairies, amélioration des pratiques agricoles), et plusieurs épisodes pluviaux théoriques (décennale à centennale). Les résultats ont ensuite été intégrés dans une analyse coût-bénéfice (ACB).

Bilan économique rétrospectif

L'analyse des bases de données a permis d'évaluer le coût total de l'érosion et du ruissellement à 605 M€ en Seine-Maritime sur les périodes considérées (Fig.3). Entre 2000 et 2017, 2 699 projets ont été soutenus financièrement (332 M€). La majeure partie des financements (180 M€) a été allouée à la création d'ouvrages hydrauliques structurants pour réduire les impacts du ruissellement. 54 M€ ont été alloués à la protection de la ressource en eau. Le reste a été ventilé entre différentes actions telles que les études, l'accompagnement des acteurs via des structures dédiées, et la création d'ouvrages d'hydraulique douce. En parallèle, la création des ouvrages a nécessité un effort financier important pour leur

entretien qui a été évalué à 69 M€. Enfin, sur la période 1992-2018, les dommages directs liés à l'érosion et au ruissellement ont été évalués à 204 M€ et les dommages aux bâtis représentent 96% de ce volume. Le coût des arrêts de distribution d'eau potable est significatif et s'élève à 3,8 M€. Les dommages liés aux infrastructures routières et ferroviaires s'élèvent à 4,5 M€ sur une période temporelle plus courte (2014-2020). Entre 1995 et 2017, le coût moyen du ruissellement et de l'érosion s'élève à 4 319€/km²/an en Seine-Maritime où plus de 50 % du territoire est exposé à un aléa érosif très fort (Fig.2). A contrario, dans l'Eure, où l'aléa est faible dans une large partie du territoire, le coût moyen s'élève à 868 €/km²/an (Patault et al., 2021b). L'extrapolation de ces deux indicateurs, à l'échelle de la mégarégion de Paris (Fig.2 ; 140 000 km²) permet d'estimer un coût moyen annuel potentiel de l'érosion et du ruissellement compris entre 121 et 604 M€.

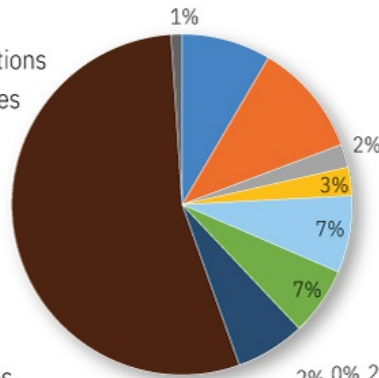
Efficiences économiques et trajectoires d'évolutions futures

Selon les modélisations réalisées sur le bassin versant pilote de La Lézarde), les

Synthèse des dépenses publiques engagées par le ruissellement et l'érosion des sols en Seine-Maritime

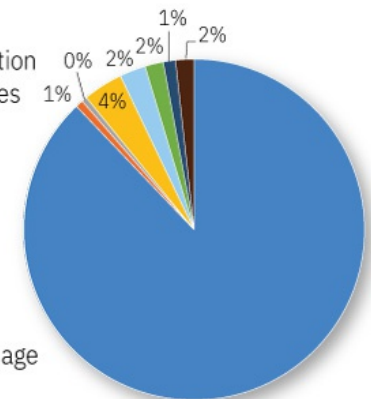
(A) Investissements = 332 M€ (2000-2017)

- Etudes globales
- Animation
- Vulnérabilité aux inondations
- Aménagement de bétouires
- Infrastructures de potabilisation
- Gestion quantitative des nappes d'eau douce
- Ouvrages d'hydraulique
- Ouvrages hydrauliques structurants
- Ouvrages non catégorisés



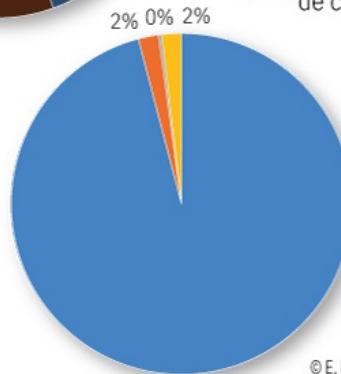
(B) Entretien des ouvrages = 69 M€ (2000-2017)

- Barrages/bassins de rétention
- Bandes enherbées
- Fascines
- Haies
- Mares
- Talus
- Noues/fossés
- Champs d'épandage de crue



(C) Dommages = 204 M€ (1992-2018)

- Indemnités CatNat
- Infrastructures routières
- Infrastructures ferroviaires
- Arrêts de distribution d'eau potable



Sources : Patault et al., 2021b
© E. Patault, M. Fournier ; UMR CNRS 6266 IDEES - 2021 | Atlas Paris Mégarégion

Figure 3

investissements réalisés entre 2000 et 2018 ont permis de réduire le dommage moyen annuel (DMA) de 5,8 à 3,7 M€₂₀₀₀. Cette stratégie s'est révélée économiquement efficace avec une valeur actualisée nette (VAN = montant des bénéfices pour la société) évaluée à 15,7 M€₂₀₀₀ et un ratio B/C (bénéfice/coût = retour sur investissement pour chaque euro investi) évalué à 1,55. Mais dans les faits, les ouvrages les plus efficaces ont déjà été implémentés et cette stratégie perd en efficacité quand elle est extrapolée dans un futur proche. En effet, selon les scénarios prospectifs établis (Fig.4), avec une augmentation extrêmement probable des intensités de précipitation à l'horizon 2050 (RCP4.5 et 8.5 ; Laignel & Nouaceur, 2018), l'efficacité et l'efficience des ouvrages existants s'améliorent, mais le montant des dommages résiduels (dommages aux bâti, stocks, équipements, curage et évacuation des sédiments) augmente par rapport à la situation actuelle. Pour compenser ces effets, l'adoption de pratiques agricoles favorisant l'infiltration de l'eau (+15 % sur 50 % des parcelles) est le moyen le plus efficace et réduit le DMA de 250 000 €

par an à l'horizon 2050. Au contraire le retournement continu des prairies encore existantes (-33 %) augmente le DMA de plus de 400 000 € par an.

Conclusion et perspectives

Les montants engagés en Seine-Maritime depuis vingt ans pour lutter contre les impacts de l'érosion et du ruissellement sont importants. La stratégie d'intervention publique adoptée en Seine-Maritime pour lutter contre ces phénomènes s'est révélée efficace et économiquement efficace (Patault et al., 2021a). Toutefois, la dynamique d'imperméabilisation des sols et de retournement des prairies couplée au réchauffement climatique nécessite une réorientation de cette stratégie de lutte contre les impacts du ruissellement et de l'érosion. Les résultats du programme présentés ici confirment les pistes esquissées par Gaillard (2005) au milieu des années 2000, à savoir que les leviers d'action les plus efficaces pour réduire le ruissellement et l'érosion relèvent des systèmes

de culture agricoles. L'enjeu des politiques est aujourd'hui d'accompagner l'adoption de pratiques agricoles favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol tout en générant des revenus pour l'agriculteur sur l'espace de la mégarégion de Paris. Ces politiques peuvent se traduire par

des actions de formation, de communication, et par un accompagnement financier et la création de débouchés pour valoriser les produits agricoles issus de ces systèmes..

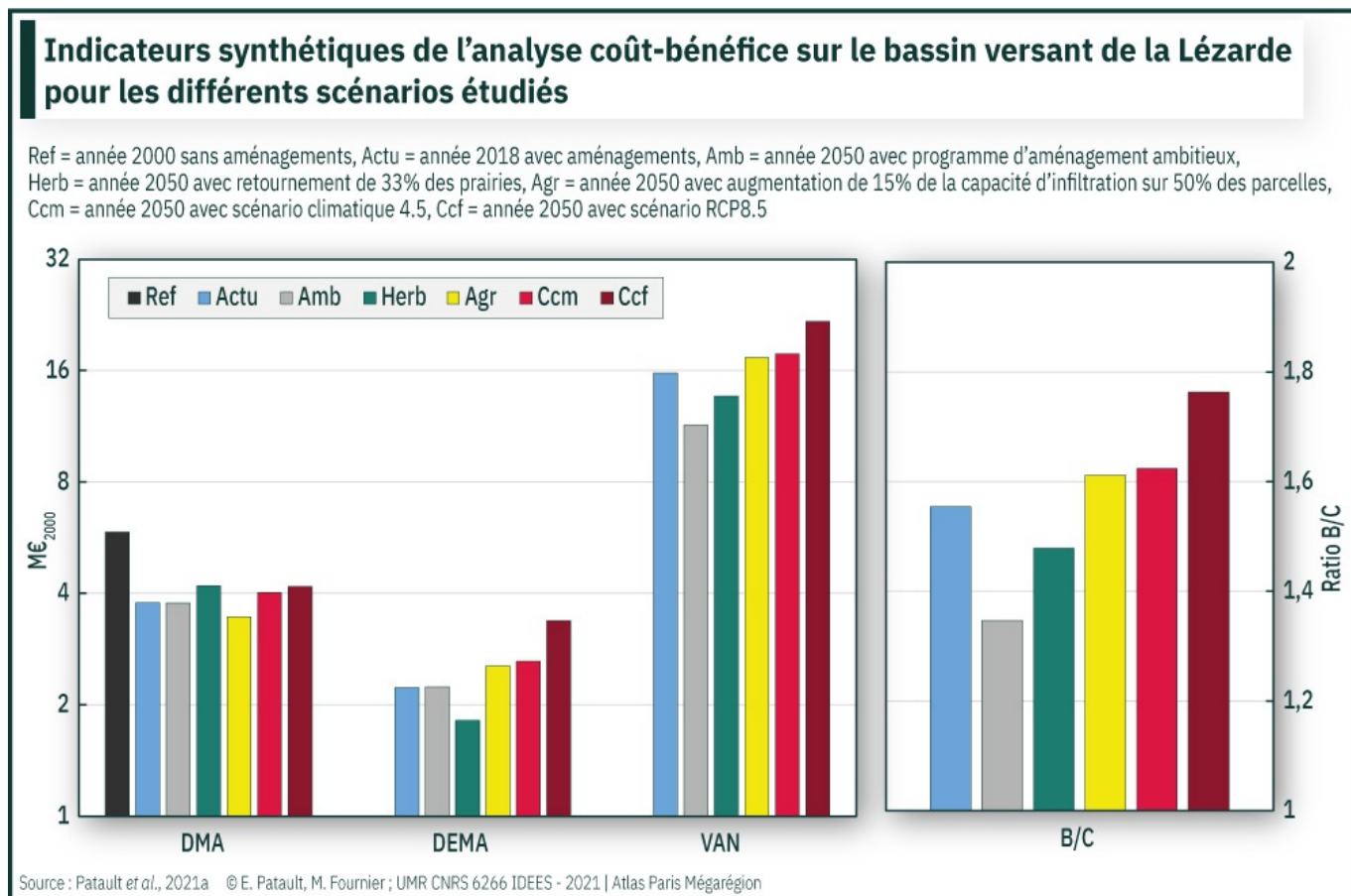


Figure 4

Bibliographie

- Cerdan, O., Govers, G., Le Bissonnais, Y., Van Oost, K., Poesen, J., Saby, N., Gobin, A., Vacca, A., Quinton, J., Auerswald, K., Klik, A., Kwaad, F.J.P.M., Raclot, D., Ionita, I., Rejman, J., Rousseva, S., Muxart, T., Roxo, M.J., Dostal, T. (2010). Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: A study based on erosion plot data. *Geomorphology*, 122(1-2), 167-177 pp. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.06.011>
- DHI (2017). *MIKE11, a modelling system for rivers and channels. Reference manual*. https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Water_Resources/Mike_11_ref.pdf
- Douvinet, J., Delahaye, D. (2010). Caractéristiques des « crues rapides » du nord de la France (Bassin parisien) et risques associés. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n°1, 73-90.
- Gaillard, D. (2005). *Gestion concertée du ruissellement-érosif dans les espaces agricoles des plateaux de grande culture : analyse spatiale, approche socio-économique et mise en place d'une dynamique collective d'aménagement : exemple de la Seine-Maritime*, Université de Rouen.
- Gis Sol – Inra – SoeS. (2010). <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/themes/milieux-et-territoires-a-enjeux/sols-et-sous-sol/pertes-en-sols/article/l-erosion-hydrique-des-sols>.
- Laignel, B. & Nouaceur, Z. (2018). Évolution du climat à l'échelle de la Métropole Rouen Normandie. Fiche Métropole Rouen. GIEC local. 13 p.
- Le Bissonnais, Y., Thorette, J., Bardet, C., Daroussin, J. (2002). *L'érosion hydrique des sols en France*. Ifen, INRA, et SIGMAP, 106p. <http://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:69099>
- Patault, E., Soullignac, A., Landemaine, V., Ledun, J., Allard, E., Fournier, M., Ouvry, J-F., Cerdan, O., Laignel, B. (2021a). Analyse coût-bénéfice du programme d'actions visant à réduire les impacts du ruissellement et de l'érosion en Haute-Normandie : évaluation des actions passées et projections futures sur le bassin versant de la Lézarde. *La Houille Blanche*, 107 :1, <https://doi.org/10.1080/00186368.2021.1912963>
- Patault, E., Ledun, J., Landemaine, V., Soullignac, A., Richet, J-B., Fournier, M., Ouvry, J-F., Cerdan, O., Laignel, B. (2021b). Analysis of off-site economic costs induced by runoff, and soil erosion: Example of two areas in the northwestern European loess belt for the last two decades (Normandy, France). *Land Use Policy*, 108, 105541. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105541>
- Patault, E., Ledun, J., Landemaine, V., Soullignac, A., Richet, J-B., Fournier, M., Rinaudo, J-D., Ouvry, J-F., Cerdan, O., Laignel, B. (2020). *Evaluation de l'efficacité des politiques publiques pour les actions visant à réduire les impacts du ruissellement et de l'érosion en Haute-Normandie. Rapport final*. Université de Rouen Normandie – AREAS – BRGM, 356p. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02958904>
- V. Landemaine, O. Cerdan, T. Grangeon, R. Vandromme, E. Patault, J. Ledun, A. Soullignac, M. Fournier, JF. Ouvry, B. Laignel. (2020). Méthode de cartographie de l'aléa inondation par ruissellement : application du modèle WaterSed sur le bassin de la Lézarde (France). Colloque SHF Risque ruissellement : diagnostic & solution. Lyon, 30 nov-2 déc 2020.