

Outil d'aide à la décision pour la gestion des eaux pluviales en Rhône-Alpes

Decision-support tool for storm water management in Rhône-Alpes region

Crastes de Paulet F. ¹, Desprats J.F. ², Bouzit M. ², Sedan-Miegemolle O. ³

¹ BRGM Auvergne Rhône Alpes, 151 Boulevard de Stalingrad, 69626 Villeurbanne, France (corresponding author : f.crastes@brgm.fr). ² BRGM D3E/NRE, 1039 Rue de Pinville, 34000 Montpellier, France. ³ BRGM D3E/DIR, 3 Avenue Claude Guillemin, 45100 Orléans, France.

RÉSUMÉ

La région Rhône-Alpes dispose d'une grande variété de terrains et de climats, où l'infiltration des eaux pluviales est encouragée par le SDAGE 2016-2021. L'évaluation des bénéfices et inconvénients apportés aux eaux souterraines par les dispositifs d'infiltration y est donc complexe et seulement envisageable site par site. Pourtant, les communes et les intercommunalités ont besoin d'outils permettant d'orienter leurs choix en amont, avant d'engager des études de faisabilité technique. Un objectif plus réaliste est donc celui de mettre en œuvre une méthode visant à hiérarchiser les zones géographiques, à l'échelle communale, les plus propices à l'infiltration des eaux pluviales. Le BRGM a développé un outil faisant appel aux informations géographiques contenues dans les bases de données génériques existantes (INRA, Météo France, BRGM...). La méthodologie s'appuie sur une analyse multi-critères, réalisée sous SIG, dont la particularité est le calcul d'un code-barres au sein d'un maillage carré (taille : 500 m). Son but est d'éviter autant que possible le recours à une note unique et moyennée à l'échelle d'une maille ; ce code-barres est la concaténation de 5 critères dont la perméabilité, le « bénéfice » pour les eaux souterraines, l'exposition potentielle aux pollutions diffuses, l'exposition potentielle aux pollutions ponctuelles, et les précautions techniques. Les résultats ont été testés sur 4 communes choisies pour leur occupation du sol (urbain, rural...) et leur environnement géologique.

ABSTRACT

Storm water management in the Rhône-Alpes region - known for its wide range of climates and landscapes - has been enhanced by the 2016-2021 Masterplan for Water Development and Management. However, assessing benefits and drawbacks on storm water infiltration systems remains complex and only reliable at site scale. However, public stakeholders are in need of data and tools in order to take storm water management into account for local urban development plans. An easier task would be to identify and organize areas where storm water infiltration systems would be workable and benefit to local aquifers. BRGM has developed a decision-support tool using spatial database hosted by national agencies (INRA, Météo France, BRGM...). Methodology corresponds to a Spatial Multi-Criteria Decision Analysis (SMCDA), providing a barcode for every 500 m-long square cell from a regional map. Using a barcode (instead of a mean value of several parameters) helps to prevent data loss for decision makers. This barcode is built by the concatenation of 5 parameters : soil and ground permeability, « benefit » for aquifers, both potential exposures to diffuse pollution and point-source pollution, and technical precautions. Results from this decision-support tools have been tested with local stakeholders in 4 counties having different land uses and geological environments.

MOTS CLÉS

Analyse spatiale, analyse multi-critères, aide à la décision, eau souterraine, sélection de site,

1 INTRODUCTION

« Compenser à hauteur de 150% l'imperméabilisation en zone urbaine, par la création de dispositifs d'infiltration et de réduction du ruissellement » fut une disposition inscrite dans le SDAGE Rhône-Méditerranée (2016-2021). Se pose alors la possibilité de mettre en œuvre cette action à l'échelle locale en accompagnant les collectivités dotées de la compétence « eaux pluviales » (communes, EPCI, syndicats mixtes). Le choix de la méthode d'infiltration des eaux pluviales (noue, bassin, structure poreuse...), la localisation, la conception et le dimensionnement des ouvrages nécessitent des études spécifiques, en lien avec les contraintes techniques de sol, de ruissellement et d'assainissement, les orientations d'aménagement, de bâti et de paysage [CERTU, 2003 ; Casanova *et al.*, 2013]. Il apparaît donc plus aisé de développer une méthodologie permettant de hiérarchiser les sites potentiels d'infiltration des eaux pluviales en fonction des bénéfices et des inconvénients attendus pour les eaux souterraines.

2 METHODE

2.1 Principes et construction

La méthodologie s'appuie sur une analyse multi-critères, réalisée sous SIG [Pedreroa *et al.*, 2011 ; Rahman *et al.*, 2012 ; Steinel *et al.*, 2016...], dont la particularité est le calcul d'un code-barres au sein d'un maillage carré (taille : 500 m). Son but est d'éviter autant que possible le recours à une note unique et moyennée à l'échelle d'une maille (synonyme d'une perte d'informations). Ce code-barres est la concaténation de 5 critères dont la perméabilité, le « bénéfice » pour les eaux souterraines, l'exposition potentielle aux pollutions diffuses, l'exposition potentielle aux pollutions ponctuelles, et les précautions techniques. La note de chaque critère varie indépendamment entre 0 et 9. Plus la note d'un critère est élevée, plus la maille est susceptible de permettre l'implantation de dispositifs d'infiltration et d'améliorer la recharge locale de l'aquifère superficiel. Chaque critère composant le code-barres a été établi à partir de paramètres influant sur le dimensionnement et/ou l'implantation de dispositifs d'infiltration, trouvés dans la littérature, ou proposés par le BRGM et/ou un membre du comité de suivi de l'étude.

De façon à ne pas décourager la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement, cet outil ne dispose pas de critères de contraintes spécifiques entraînant l'exclusion de secteurs géographiques. Ce travail a été développé par le BRGM, avec l'appui d'un comité de suivi rassemblant des acteurs régionaux de la filière (AERMC, DREAL, GRAIE, OTHU, Grand Lyon, SMAGGA, CEREMA...).

2.2 Elaboration du critère Perméabilité intrinsèque

Le critère Perméabilité intrinsèque fait appel à 3 paramètres, jugés initialement comme représentatifs de la capacité du milieu (sol et sous-sol) à se laisser traverser par une lame d'eau, et ce de façon gravitaire. Pour le critère Perméabilité intrinsèque : plus la note de chaque paramètre est élevée, plus le terrain pourra être considéré comme perméable (voir équation).

En premier lieu, l'horizon du sol a été étudié par l'intermédiaire de la BDSols (INRA). Les données retenues dans la présente étude sont celles disponibles à l'échelle 1/1 000 000 (BDGSF - version 1.1) ; 3 informations ont été retenues : la profondeur du sol, sa texture, et sa pierrosité. Les données de l'INRA ne prennent pas en compte les zones urbaines (Lyon, Grenoble, St-Etienne...). Ainsi, ces zones sans information pédologique se sont vues attribuer des valeurs - à dire d'expert - en fonction de la géologie sous-jacente, la topographie et des valeurs attribuées aux polygones limitrophes.

La Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères (BDLISA) est un référentiel hydrogéologique construit par le BRGM [Seguin *et al.*, 2014]. Elle décrit l'ensemble des entités hydrogéologiques du territoire national et leur détermine des caractéristiques à l'aide d'attributs, conformément à une nomenclature établie au niveau national par le [Sandre](#) (2015).

L'Indice de Développement et Persistance des Réseaux (IDPR) propose une description de la capacité des formations géologiques à infiltrer ou à faire ruisseler l'eau [Mardhel *et al.*, 2004]. Il est basé sur une approche géomorphologique comparant le réseau hydrographique pérenne au réseau hydrographique extrait de la topographie. La théorie est que les cours d'eau se dessinent en suivant les dépressions et la pente. Ainsi, un réseau fictif est créé et comparé avec le tracé naturel des cours d'eau. Ce dernier est beaucoup plus complexe que le précédent puisqu'il dépend en grande partie de la géologie. Si les deux réseaux ne se superposent pas, alors l'hypothèse d'une infiltration dominante prime (IDPR < 1000). Dans le cas contraire, lorsqu'ils coïncident, le ruissellement est considéré comme dominant (l'IDPR tend vers 2000).

Pour chaque paramètre, une discrétisation a été établie afin d'obtenir 10 classes. Une formule utilisée pour obtenir la note du critère Perméabilité intrinsèque a été établie à dire d'experts :

$$\text{Perméabilité} = 0,5 * \text{Sols} + 0,25 * \text{BDLISA} + 0,25 * \text{IDPR}$$

La pondération proposée reflète le choix de favoriser l'information propre au sol (BD Sols) au détriment de celle du sous-sol (BD LISA), car plusieurs guides méthodologiques concernant les dispositifs d'infiltration mentionnent des profondeurs d'ouvrage faibles (< 3 m).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

La carte de la perméabilité intrinsèque ainsi obtenue (Illustration 1 : d) apparaît cohérente avec les connaissances relatives à l'hydrogéologie à l'échelle régionale. À titre d'exemple : la région des Dombes (au nord-est de Lyon) et la plaine du Forez sont connues pour leurs nombreux lacs et étangs (infiltration limitée).

De façon similaire, les 4 autres critères ont été construits par une pondération de plusieurs paramètres : le critère Bénéfices a fait appel à la pluie efficace (SAFRAN) et de données relatives à l'état quantitatif des aquifères ; celui de l'Exposition potentielle aux pollutions diffuses fait intervenir l'occupation des sols, l'épaisseur de la zone non-saturée (ZNS) et l'existence de zones protégées ; celui lié aux pollutions ponctuelles a considéré les réseaux routier et ferré, la densité de sites industriels (BASIAS, BASOL, ICSP) et l'épaisseur de la ZNS ; celui aux Précautions techniques a été étudié au regard des risques liés à la pente, la présence de cavités, de remontée de nappe et/ou d'une épaisseur de ZNS faible, d'une couche d'évaporite, ainsi que le retrait-gonflement d'argiles (Illustration 1 : a, b, c et e).

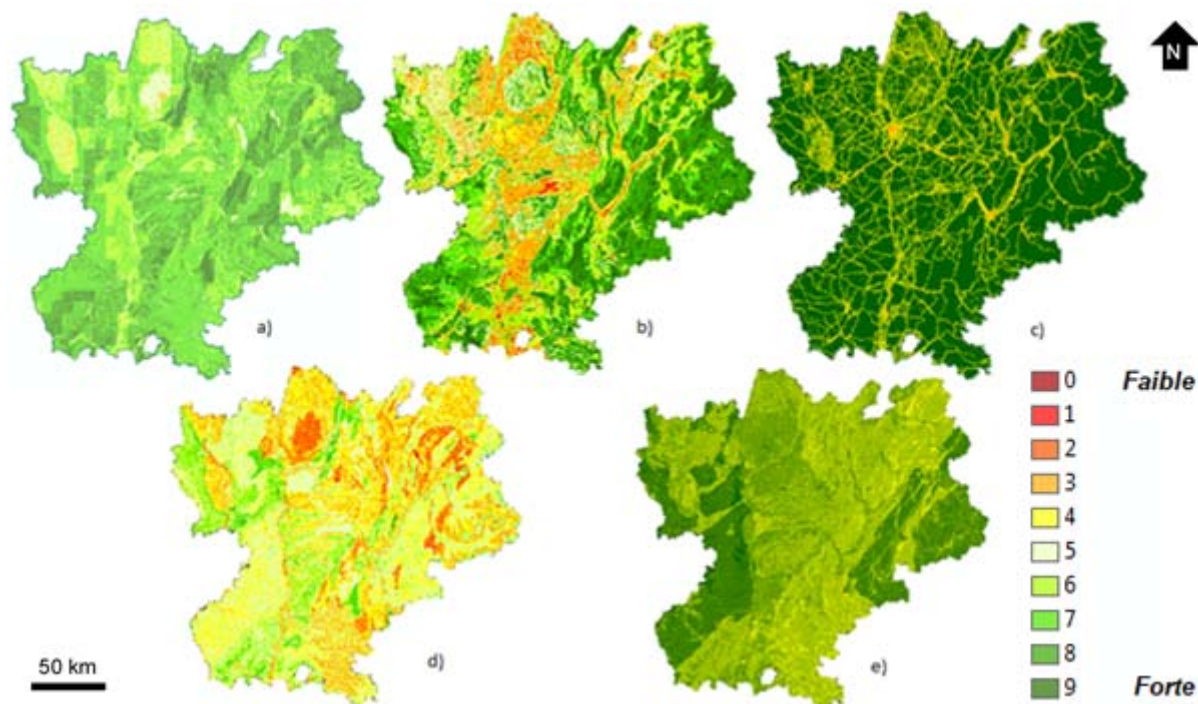


Illustration 1 - Cartes de bénéfices pour les eaux souterraines (a), l'exposition potentielle aux pollutions diffuses (b), l'exposition potentielle aux pollutions ponctuelles (c), la perméabilité intrinsèque (d) et les précautions techniques (e) (source : BRGM)

3.1 Test avec 4 communes

En 2017, une phase d'entretiens semi-directifs a été réalisée auprès de 4 communes rhônalpines, identifiées pour leur contexte environnemental et leur intérêt pour le projet. Chaque réunion locale a permis d'échanger sur les aspects techniques (pertinence des informations, pondération au sein d'un critère...) et communicationnels (support de l'outil, choix des couleurs pour la cartographie...). Les retours d'expérience ont mis en évidence les points positifs suivants : la nécessité des acteurs locaux de s'emparer de la thématique liée au eaux pluviales ; une bonne compréhension de la méthodologie, de la lecture du code-barres et des 5 cartes ; une réception favorable de la démarche visant à associer des acteurs locaux à un projet de recherche scientifique ; la nécessité de corriger, de façon ponctuelle, des erreurs dans les bases de données. Cependant, des avis divergents persistent concernant la mise

à disposition des informations (public « expert » vs tout public).

3.2 Améliorations pour le critère Perméabilité intrinsèque

La création et le test de cet outil ont mis en évidence la nécessité de rendre celui-ci plus robuste d'un point de vue statistique et logique. Parmi les améliorations, les suivantes apparaissent prioritaires :

- Concernant les informations utilisées, la BDLISA a été mise à jour en 2018 et plusieurs aquifères ont vu leurs caractéristiques et limites précisées. De même, l'outil pourrait faire appel à la BDSols disponible à l'échelle 1/ 250 000.
- Concernant la pondération des différents paramètres au sein de chaque critère, une alternative pourrait être de faire appel à un processus d'analyse hiérarchique [Saaty, 1980]. Par exemple, un collège d'experts aurait pour tâche de quantifier le poids relatif des 3 paramètres (Sols, BDLISA, IDPR) dans l'élaboration du critère Perméabilité intrinsèque. De même, une analyse statistique permettrait d'explorer l'existence, ou non, de liens statistiques entre ces 3 variables.

4 CONCLUSION

Fruit d'une approche transdisciplinaire (hydrogéologie, pédologie, climatologie, SIG...), cette étude a mis en évidence un besoin de la part des acteurs d'aménagement du territoire, selon l'avancement de leur réflexion, soit sur l'intérêt de s'engager dans une démarche d'infiltration des eaux pluviales, soit sur le choix des sites les plus pertinents pour l'implantation de dispositifs d'infiltration, avant d'engager des études de faisabilité technique.

De par le type et l'échelle de données utilisées, cette méthodologie permet d'identifier les zones où l'infiltration d'eaux pluviales serait la plus bénéfique pour les eaux souterraines d'un point de vue quantitatif (augmentation de la recharge). Concernant l'aspect qualitatif, elle permet de mieux prendre en compte les précautions liées aux activités (potentiellement) polluantes passées et actuelles. L'utilisation des cartes établies doit se faire en parallèle de la lecture du guide méthodologique et de la compréhension des limites inhérentes aux données utilisées et aux méthodes d'analyse multi-critères.

Destiné aux collectivités et aux acteurs de la gestion des eaux pluviales, cet outil se voudra donc une aide supplémentaire en amont de tout projet d'urbanisation. Il reste encore en développement et doit être confronté à d'autres approches de la gestion des eaux pluviales. À terme, cet outil pourrait aussi profiter de l'essor de nouvelles plateformes de diffusion cartographique (web, services WMS/WFS, etc), et être réutilisé voire adapté dans d'autres régions.

BIBLIOGRAPHIE

- Casanova, J., Cagnimel, M., Devau, N., Pettenati, M. and Stollsteiner, P. (2013) *Recharge artificielle des eaux souterraines : état de l'art et perspectives*. Rapport final, BRGM/RP-61821-FR, 97 p. 18 ann.
- CERTU (2003) *La ville et son assainissement: Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau*. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 503 p.
- DoneSol INRA (2014) *Dictionnaire de données*, INRA, US 1106 InfoSol, Orléans, Version du 1er mai 2014,
- Mardhel, V., Frantar, P., Uhan, J. and Miso, A. (2004), Index of development and persistence of the river networks as a component of regional groundwater vulnerability assessment in Slovenia. International conference on groundwater vulnerability assessment and mapping., Ustron, Poland, 15–18 June 2004
- Pedreoroa, F., Albuquerque, A., Marecos do Monte, H., Cavaleiro, V. and Alarcóna, J.J. (2011) *Application of GIS-based multi-criteria analysis for site selection of aquifer recharge with reclaimed water*. Resources, Conservation and Recycling. Vol. 56, Iss. 1, pp 105-116
- Rahman, M.A., Rusteberg, B., Gogu, R.C., Ferreira, J.P.L. and Sauter, M. (2012) *A new spatial multi-criteria decision support tool for site selection for implementation of managed aquifer recharge*. Journal of Environmental Management, 99 (2012), pp. 61-75
- Saaty, T.L. (1980) *The Analytical Hierarchy process*. McGraw-Hill, New-York.
- Seguin, J.J., Mardhel, V., Schomburgk, S. and Allier, D. (2013) *Référentiel Hydrogéologique Français BDLISA (version V0) Présentation du référentiel. Principe de construction et mise en œuvre*. Rapport final, BRGM/RP-62261-FR, 168 p.
- Steinel, A., Schelkes, K., Subah, A. and Himmelsbach, T. (2016) *Spatial multi-criteria analysis for selecting potential sites for aquifer recharge via harvesting and infiltration of surface runoff in north Jordan*. Hydrogeology J., Vol. 24, Issue 7, pp 1753–1774