

## **Cartographie de l'infiltrabilité à l'échelle du Département des Hauts-de-Seine (170km<sup>2</sup>) pour l'aide au choix d'une technique de maîtrise des eaux pluviales à la source**

Mapping the infiltration ability at a large scale (170 km<sup>2</sup>) as a decision tool for source control management in the département of Hauts-de-Seine (France)

Anne Guillon\*, Christian Roux\*, Charles Bertrand\*, Daniel Pierlot\*\*

\*Conseil général des Hauts-de-Seine, Direction de l'eau, 61 rue Salvador Allende 92751 Nanterre cedex ([aguillon@cg92.fr](mailto:aguillon@cg92.fr), [croux2@cg92.fr](mailto:croux2@cg92.fr), [cbertrand@cg92.fr](mailto:cbertrand@cg92.fr))

\*\*SEPIA Conseils, 53 rue Turbigo 75003 Paris ([dp@sepia-conseils.fr](mailto:dp@sepia-conseils.fr))

### **RÉSUMÉ**

Pour faciliter la mise en œuvre opérationnelle de son règlement d'assainissement et pour l'assistance aux particuliers et collectivités locales qui souhaitent infiltrer leurs eaux pluviales, le Département des Hauts-de-Seine a souhaité se doter d'un outil cartographique permettant de visualiser et localiser aisément les éventuelles difficultés d'application de réglementations et de mise en œuvre.

Le zonage du territoire de 170 km<sup>2</sup> a été établi à partir des 6 critères suivants : des terrains sans contrainte forte de dimensionnement, la présence de gypse dans le sous sol, la présence d'argiles et le risque de retrait-gonflement, une pente de terrain supérieure à 10%, la présence d'anciennes carrières, et la présence de sites et sols pollués.

Pour les terrains sans contrainte forte de dimensionnement, l'identification précise de la perméabilité du sol et du sous-sol passe systématiquement par une mesure *in situ*, selon un protocole normalisé, qui permettra d'évaluer la capacité du terrain à infiltrer les eaux pluviales et de dimensionner, le cas échéant, l'ouvrage d'infiltration.

Pour les autres critères, est préconisée la consultation de documents réglementaires ou d'institutions faisant autorité pour obtenir l'accord d'infiltrer les eaux. La restitution cartographique se présente sous la forme d'une carte générale est elle à 1/65 000 et de zooms à 1/10 000 pour les 36 communes du Département.

### **ABSTRACT**

In order to facilitate the operational implementation of its sewerage regulations and to assist individuals and local communities who wish to infiltrate their rainwater, the *Département* of Hauts-de-Seine chose to provide itself with a mapping tool allowing an easier visualisation and location of possible difficulties applying and executing regulations.

The 170-km<sup>2</sup> territory was divided into zones according to the following 6 criteria: soils that were free from implementation difficulties, presence of gypsum in the subsoil, presence of clay and risk of shrinkage and swelling, land sloping steeper than 10%, presence of former quarries, and presence of polluted sites and soils.

For soils that are free from implementation difficulties, the precise identification of the permeability of the soil and subsoil must necessarily be obtained through *in situ* measurements, following a standardised protocol that will make it possible to assess the capacity of the soil to infiltrate rainwater and, if applicable, to specify the measurements of the infiltration equipment.

As for the other criteria, it is recommended to consult regulatory documentation or authoritative institutions to obtain an agreement to infiltrate water. The reproduction appears in the form of a general map and is on a scale of 1/65 000 with zooms at 1/10 000 for the 36 communes in the *Département*.

### **MOTS CLÉS**

Infiltrabilité, aide à la décision, gestion des eaux pluviales, cartographie, aptitude

## 1 CONTEXTE ET BESOIN DU MAITRE D'OUVRAGE

Le Conseil général des Hauts-de-Seine a mis en place de nombreuses actions à la fois règlementaires et incitatives, pour contribuer à une meilleure gestion des eaux pluviales urbaines. Dans ce cadre il impose, lors de nouveaux raccordements à son réseau d'assainissement et encourage en permanence, la déconnexion des eaux pluviales en privilégiant l'utilisation de techniques alternatives d'infiltration.

Le règlement départemental d'assainissement adopté par le Conseil général le 19 décembre 2008 précise que « ... Sur le territoire des Hauts-de-Seine, la gestion des eaux pluviales à la parcelle, sans raccordement au réseau public doit être la première solution recherchée. Toutefois, lorsque la gestion totale de ces eaux à la parcelle n'est pas possible, le propriétaire peut solliciter l'autorisation de raccorder ses eaux de ruissellement au réseau pluvial ... Dans ce cas, seul l'excès de ruissellement peut être canalisé après qu'aient été mises en œuvre toutes les solutions susceptibles de favoriser la limitation des débits, telles que l'infiltration, la réutilisation des eaux claires, le stockage, les rejets au milieu naturel ... ».

Par ailleurs, dans les secteurs du département desservi par un réseau séparatif, les non-conformités les plus fréquentes sont constituées par des raccordements d'eau pluviale dans le réseau d'eau usée. Pour limiter le coût des mises en conformité (et pour aller dans le sens de sa politique générale sur la maîtrise des eaux pluviales), le Conseil général préconise la déconnexion des eaux pluviales.

Or, l'utilisation des techniques d'infiltration n'est pas envisageable partout et les études préalables et les précautions à prendre sont très différentes d'un endroit à l'autre et selon l'échelle du projet ou les techniques utilisées (infiltration diffuse ou localisée plus ou moins en profondeur).

Pour faciliter la mise en œuvre opérationnelle de son règlement d'assainissement et pour l'assistance au particulier qui souhaite gérer leurs eaux pluviales par infiltration, le Conseil général a souhaité disposer d'un outil cartographique permettant de visualiser et localiser rapidement les éventuelles difficultés d'application qui pourraient être rencontrées.

Après une recherche sur des démarches semblables effectuées par d'autres collectivités ou organismes, le Conseil général a réalisé, avec le bureau d'étude SEPIA Conseils, la « cartographie de l'infiltrabilité dans le département des Hauts-de-Seine ».

## 2 LE CONTEXTE GEOLOGIQUE DU DEPARTEMENT DES HAUTS-DE-SEINE ET SON INFLUENCE SUR L'INFILTRABILITE DES EAUX PLUVIALES

Dans le département des Hauts-de-Seine, le substratum est constitué de roches sédimentaires reposant sur un socle de craie du Crétacé (Secondaire). Ces roches ont été modelées par les mouvements tectoniques de l'ère Tertiaire et par les phases de régression et de transgression marine.

En phase de transgression marine, des roches sédimentaires telles que le calcaire du Lutétien ou les Sables de Fontainebleau se sont accumulées. En phase de régression marine, la présence de lagunes a été particulièrement favorable à la formation d'argile plastique et de gypse. L'érosion qui a eu lieu à l'ère quaternaire a induit des dépôts d'alluvions dans les méandres de la vallée de la Seine et de la Bièvre et de limons sur les plateaux.

En termes de perméabilité, ces formations peuvent être discriminées en deux classes :

- *a priori* perméables : il s'agit de toutes les formations renfermant majoritairement des faciès granulaires à granulométrie grossière tels que les graviers, les sables hors sables fins, ou les formations fracturées avec un faible taux d'argile ou de marne ; les Calcaires de Saint-Ouen, les Sables de Beauchamp, la Craie blanche à silex, les Sables de Fontainebleau, les remblais, les alluvions ainsi que les limons des plateaux ;
- *a priori* peu perméables : il s'agit des formations dont les faciès dominants sont des argiles ou des marnes, et en particulier les Marnes-et-Caillasse et les Fausses Glaises principalement localisées sur Nanterre, Colombes, Levallois, Malakoff et Montrouge.

La notion d'*a priori* est ici essentielle : en effet, au vu de la variabilité des faciès d'une même formation à l'échelle du département, il n'est pas possible d'attribuer de manière simple une perméabilité à une formation.

Enfin, la couverture quasi-continue des formations cartographiées sur les documents à grande échelle, par des formations superficielles telles que les remblais, les colluvions et les limons (non cartographiées lorsqu'elles sont de faible épaisseur), ajoute une incertitude sur la nature même du substratum dans les premiers mètres d'un terrain.

L'identification précise de la perméabilité d'un sol et d'un sous-sol passe donc systématiquement par une mesure in situ, selon un protocole normalisé, qui permettra d'évaluer la capacité du terrain à infiltrer les eaux pluviales et de dimensionner, le cas échéant, l'ouvrage d'infiltration.

### 3 METHODOLOGIE ET ETAPES D'ELABORATION DE LA CARTE

#### 3.1 Principes méthodologiques généraux

Afin de concevoir au mieux un outil d'aide à la décision adapté à ses besoins, la Direction de l'Eau a souhaité disposer d'un aperçu le plus large possible des démarches déjà engagées par d'autres collectivités françaises ou européennes, en posant les questions suivantes :

- 1) quelles étaient les motivations des collectivités qui ont réalisé ce type de carte ?
- 2) quels en ont été les méthodes d'élaboration ?
- 3) quel usage en est finalement fait, et notamment quel est le niveau de lecture qui s'avère pertinent pour un document établi à l'échelle de plusieurs collectivités, voire d'un département ?

Au regard des points forts et des faiblesses qui ont ainsi été identifiés dans chacune des démarches, la Direction de l'Eau a pu orienter la conception de sa propre carte.

#### 3.2 Etendue de l'enquête préliminaire

Notre enquête a porté sur le type de carte réalisée et les objectifs poursuivis, la classification des différentes zones retenue, la méthode utilisée et les paramètres considérés, les sources des données, le nombre de sondages réalisés au total et par hectare, les présupposés (contexte géologique et hydrogéologique), les seuils à partir desquels le terrain a été considéré comme favorable ou défavorable à l'infiltration des eaux pluviales. En fin d'entretiens, nous avons également demandé si le zonage ou la cartographie semblait fidèle et représentative de la réalité, suffisamment précise, ainsi que les difficultés rencontrées.

De cette manière, nous avons interrogé la communauté d'agglomération des Hauts-de-Bievre (CAHB), la Ville de Rueil-Malmaison, le Syndicat intercommunal pour l'Assainissement de la région de Villeneuve-Saint-Georges (SIARV), le Grand Toulouse, la Ville de Divonne-les-Bains, la Région de Khurutshe au Botswana (Afrique) (6), le Canton de Genève (13), la région du Nord-Pas-de-Calais, le Blayais ainsi que les départements du Cher, de l'Indre-et-Loire, l'Indre et la Vienne.

#### 3.3 Typologie des cartes utilisées aujourd'hui par les collectivités

Les collectivités sont amenées à cartographier la capacité d'infiltration de leurs sols, notamment pour cadrer la gestion des eaux pluviales ou des eaux usées sur leurs territoires, ou pour réglementer les pratiques risquant de nuire à la qualité d'une nappe utilisée pour l'alimentation en eau potable.

Dans les *cartes de zonages des eaux pluviales*, généralement réalisées à l'échelle communale, sont identifiés :

- les secteurs où il est interdit d'infiltrer (par exemple présence d'argile gonflante, de gypse, de carrières souterraines),
- les secteurs où l'infiltration est difficile voir impossible d'infiltrer (par exemple présence de marnes),
- les secteurs où l'infiltration est assez favorable,
- les secteurs où l'infiltration est très favorable.

Les *cartes d'aptitude des sols à l'assainissement autonome* permettent aux communes de définir les secteurs où cet assainissement est possible, et le cas échéant les dispositifs conseillés. Elles sont réalisées à partir d'une cartographie de la capacité d'infiltration du sol et du sous-sol, sur la base de sondages et de tests d'infiltration dont le nombre est déterminé en fonction de la complexité de la géologie du terrain et d'une identification des contraintes naturelles (méthode SERP).

Les *cartographies de vulnérabilité des nappes* sont réalisées dans les secteurs où celles-ci représentent un enjeu stratégique et doivent être protégées des pollutions susceptibles d'altérer leur qualité et de limiter leurs usages. La superficie concernée étant souvent très importante, la perméabilité du sol n'est pas évaluée à partir d'une série de sondages mais de méthodes tels que l'Indice de développement et persistance des réseaux (IDPR) hydrographiques, la télédétection ou la méthode radio-magnétotellurique.

### 3.4 Analyse critique des documents réalisés

Nous avons constaté que toutes les cartes sont établies à partir d'une combinaison de cartes unicritères. Les différents critères sont divisés en classes auxquelles sont affectés des index numériques. L'addition des différents index pondérés permet d'aboutir à une valeur numérique traduisant la capacité d'infiltration. Les paramètres considérés sont très souvent les suivants :

- la géologie du terrain,
- la profondeur du plancher imperméable
- la pente
- la perméabilité
- la profondeur des nappes,
- la capacité de rétention en eau du sol.

Les cartes de capacité d'infiltration du sol les plus rigoureuses dans leur élaboration permettent de déterminer les secteurs où soit, il est déconseillé d'infiltrer (présence de gypse, de carrière souterraine ou d'argile gonflante, risque de pollution de la nappe ...), soit, il est possible d'infiltrer. Mais dans ce second cas, il est toujours demandé de faire des reconnaissances précises avant tout projet si le dimensionnement des ouvrages dépend de la capacité d'infiltrer dans le sol.

En effet, une carte réalisée à une échelle aussi étendue ne doit pas se hasarder à cadrer le dimensionnement des ouvrages d'infiltration. Si une méthode de dimensionnement est indiquée, soit elle doit l'être à titre indicatif et il est alors conseillé de réaliser un essai d'infiltration pour dimensionner l'ouvrage de façon rigoureuse, soit l'infiltration ne doit pas être prise en compte dans le dimensionnement.

Enfin, la notion d'interdiction pure est simple d'infiltrer est discutable. Elle préjuge de l'impossibilité à trouver des solutions face à certaines contraintes, ce qui est discutable sauf lorsque l'enjeu est la protection rigoureuse d'une ressource en eau potable.

Notons enfin qu'aucune de ces cartes ne se hasarde à imposer une déconnexion du réseau, un débit de fuite au réseau étant toujours autorisé.

### 3.5 Valorisation de ces démarches antérieures et établissement de la carte départementale en trois étapes

A l'issue de cette analyse et en suivant l'exemple de plusieurs démarches analysées, nous avons testé une cartographie « trois couleurs » permettant d'identifier :

- 1) les secteurs où l'infiltration est *a priori* facilement envisageable,
- 2) les secteurs où l'infiltration est *a priori* difficilement envisageable,
- 3) les secteurs à incertitude où des reconnaissances complémentaires sont nécessaires.

Les paramètres pris en compte dans l'établissement de cette carte étaient :

- la perméabilité du sol et du sous-sol et de là, la saturation temporaire ou non des horizons destinés à évacuer les eaux,
- la pente du terrain, une pente trop forte pouvant entraîner des exurgences à l'aval du site d'infiltration,
- la présence dans le sol ou le sous-sol de gypse ou d'argile gonflante, ainsi que de cavités souterraines (essentiellement carrières abandonnées) susceptibles d'induire des mouvements de terrain préjudiciables aux infra et superstructures,
- la proximité d'une nappe d'eau souterraine vulnérable à la pollution, et plus particulièrement les

contraintes réglementaires des périmètres de protection des captages pour l'alimentation en eau potable,

- la proximité de sites et sols pollués ou potentiellement pollués, impliquant le risque de migration des polluants dans le sol et le sous-sol.

Les limites d'utilisation de ce type de carte sont rapidement apparues. Car si le document permettait de visualiser immédiatement l'aptitude globale des terrains du département à l'infiltration, il s'avérait en revanche que :

- d'une part, les *a priori* n'étaient pas suffisants pour éviter des analyses ou reconnaissances in situ dans tous les cas, y compris dans les secteurs « *a priori* » favorables ou défavorables,
- d'autre part, la perte d'information induite par une carte « trois couleurs » impliquait une lecture en deux temps, avec analyse successive des cartes uni-critère pour identifier le(s) critère(s) contraignant(s) et les analyses complémentaires nécessaires, le cas échéant.

Ces raisons nous ont conduits à tester une carte construite par croisement des paramètres retenus pour obtenir une carte multicritères "brute"(fig.1). Le résultat était satisfaisant au plan technique, vis à vis de la mise à disposition des informations, mais il est apparu de lecture trop complexe pour être directement exploité dans le cadre de conseils à la gestion des eaux de ruissellement.

En conséquence, il est apparu nécessaire d'établir une carte plus explicite assurant une lecture directe des contraintes identifiées à l'échelle départementale par un code de couleurs plus synthétique, guidant directement le lecteur sur la ou les reconnaissances complémentaires à diligenter pour faire le bon choix dans un secteur donné (fig.2).

Dans cette logique et conformément à notre analyse du contexte géologique du département et de son influence sur l'infiltrabilité des eaux pluviales, la mesure de la perméabilité du sol et du sous-sol est toujours suggérée

## 4 MODE D'EMPLOI DE LA CARTE

La carte est accompagnée d'une notice qui expose de manière simplifiée les enjeux liés à chacune des contraintes identifiées sur le département, puis détaille les recommandations faites aux maîtres d'ouvrages qui envisagent l'infiltration des eaux pluviales sur un terrain donné.

Ces recommandations consistent en un programme d'analyses et de reconnaissances qui permettront, dans un contexte donné, de réduire d'éventuelles incertitudes ou d'adapter la conception du dispositif d'infiltration à des contraintes particulières.

### 4.1 Terrain sans contrainte forte et avec risque de secteurs peu perméables

L'infiltration est *a priori* possible sans contrainte majeure sur toutes les zones représentées en vert sur la carte. Sur les zones en vert hachuré, la présence possible à faible profondeur de formations peu perméables (argiles, marnes, marnes et caillasses et fausses glaises) implique une détermination plus précise de la composition du sol, en particulier en cas de recours à une technique d'injection en sous-sol (puits d'infiltration par exemple).

De plus, la remontée même temporaire d'une nappe superficielle peut réduire fortement les performances d'un dispositif d'infiltration, et la variabilité de la composition des sols et du sous-sol sur de faibles distances, notamment du fait d'aménagements anthropiques antérieurs, rend très aléatoire toute analogie avec des observations faites sur un terrain voisin.

Dans ces secteurs, il est donc recommandé :

- de solliciter une expertise pour vérifier la profondeur de la nappe phréatique et la perméabilité du sol dans tous les cas. Ces éléments de connaissance du terrain sont en effet nécessaires pour concevoir et dimensionner correctement un ouvrage d'infiltration des eaux pluviales dans le sol.
- de consulter la base de données BASOL pour vérifier qu'aucun site pollué n'a été recouvert récemment à proximité du projet.

#### 4.2 Présence de gypse dans le sous sol

Dans les zones à risque identifiées sur la carte (couleur orangée), il est recommandé de faire procéder à une expertise particulière du risque lié à la présence de gypse dans le sous-sol. Cette expertise doit permettre de valider ou non la faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales au regard du risque identifié.

#### 4.3 Les argiles et le retrait-gonflement

Dans les zones à risque identifiées sur la carte (couleur jaune), il est recommandé de faire procéder à une expertise géotechnique du risque lié à la présence d'argiles gonflantes. Cette expertise permettra au cas par cas de déterminer :

- l'ampleur du risque potentiel associé en fonction de l'environnement du terrain (constructions, type de sol, épaisseur de la couche d'argile ...)
- l'opportunité d'envisager l'infiltration des eaux pluviales en fonction de ce risque, et le cas échéant, les dispositions constructives adaptées.

#### 4.4 Pente du terrain supérieure à 10%

L'infiltration des eaux pluviales est *a priori* délicate sur les terrains identifiés avec des pentes supérieures à 10%, en rouge sur la carte.

Dans ces conditions, il est recommandé de porter une attention particulière aux risques d'exurgence des eaux pluviales induits par un système d'infiltration des eaux pluviales dans le sol. L'analyse permettra au cas par cas de déterminer :

- l'ampleur du risque et notamment les secteurs potentiellement exposés aux exurgences à l'aval,
- l'opportunité d'envisager l'infiltration des eaux pluviales en fonction de ce risque, et le cas échéant, les dispositions constructives adaptées.

#### 4.5 Les carrières

Le risque lié à la présence de carrières souterraines justifie que l'avis de l'IGC soit sollicité pour tout projet d'infiltration des eaux pluviales dans les terrains identifiés en hachures grisées sur la carte.

#### 4.6 Les sites et sols pollués

Les sites ou sols pollués sont localisés sur la carte par un cercle jaune de 50 mètres de rayon. En fonction de l'état de connaissance de la pollution, des arrêtés préfectoraux réglementent les conditions d'aménagement et d'occupation de ces sites.

Pour chacun de ces sites, il est nécessaire de vérifier les restrictions d'usage prescrites dans l'arrêté s'y rapportant. L'infiltration est *a priori* proscrite pour les sites de type 2 et 3.

Si le projet est envisagé à proximité immédiate de ces périmètres, il est nécessaire de vérifier auprès de la préfecture le périmètre réglementaire exact établi dans l'arrêté concernant le site en particulier. Si le périmètre réglementaire s'avère plus large que le périmètre indicatif de sécurité de 50 m, il sera nécessaire de vérifier les restrictions d'usage prescrites dans l'arrêté.

#### 4.7 Les périmètres de protection rapprochée de captage d'eau

A l'intérieur de ces périmètres, le recours à l'infiltration des eaux de ruissellement est interdit par arrêté préfectoral.



## Cartographie de l'infiltrabilité des sols dans le département des Hauts-de-Seine

### Les conditions d'infiltration :

- 1 - Risque lié à la présence de gypse : expertise locale nécessaire
- 2 - Pente entre 5 et 10% : préconisations particulières pour l'orientation des ouvrages
- 3 - Risque de faible perméabilité : perméabilité du substratum à évaluer
- 4 - Risque lié aux carrières souterraines : consulter l'avis de l'IGC
- 5 - Nappe à faible profondeur : expertise hydrogéologique locale nécessaire

### Zonage des conditions d'infiltration dans les sols :

- Infiltrabilité sans condition
- 3
- 3+4
- Infiltrabilité très défavorable
- 5
- 4+5
- Espaces en eau
- 2
- 2+3
- 2+3+4
- 2+5
- 2+4+5
- 1
- 1+3
- 1+3+4
- 1+5
- 1+4+5
- 1+2
- 1+2+3
- 1+2+3+4
- 1+2+5
- 1+2+4+5

### Périmètre des sites potentiellement pollués : 50 m de rayon

- Consulter les arrêtés préfectoraux

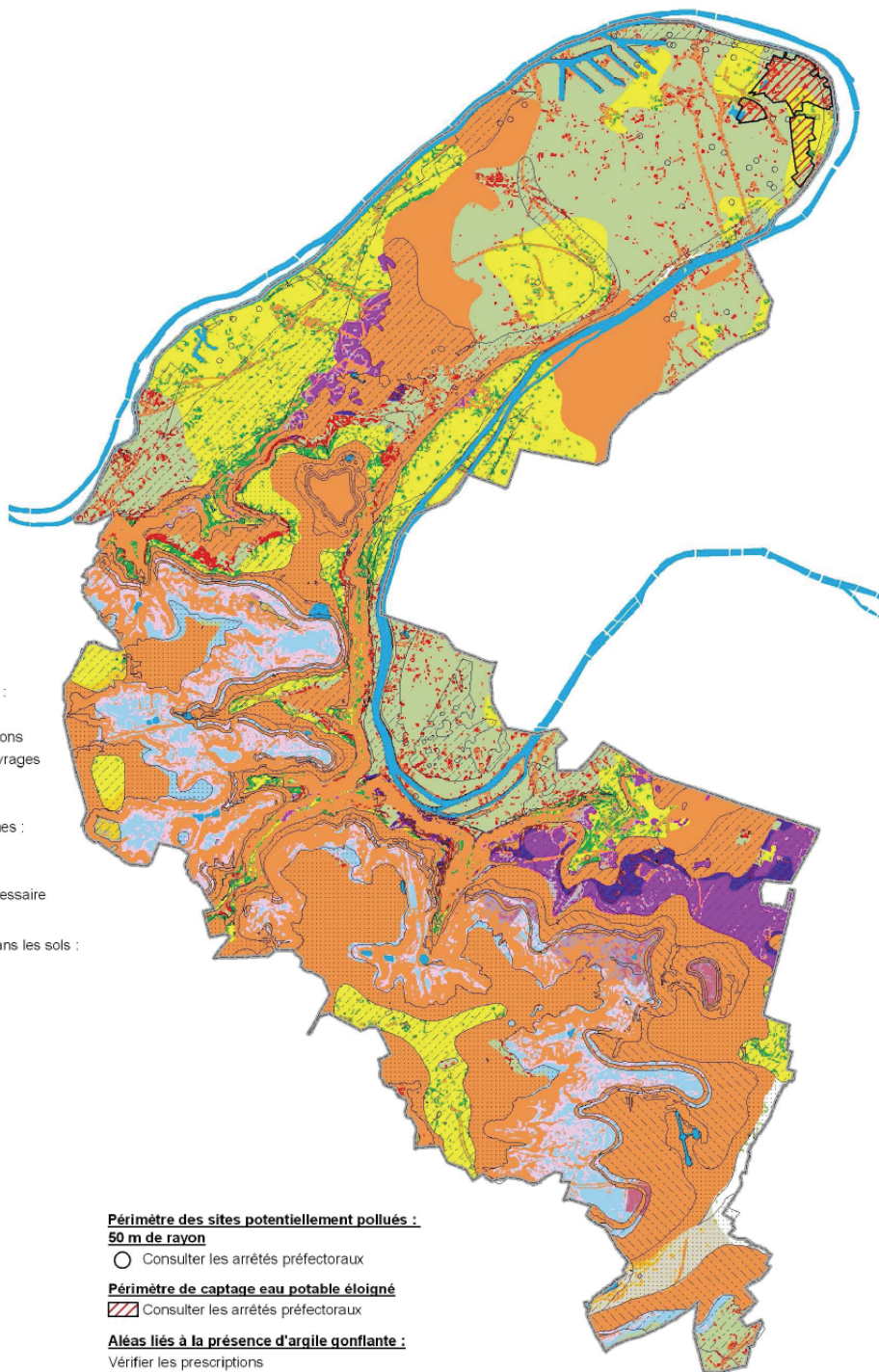
### Périmètre de captage eau potable éloigné

- Consulter les arrêtés préfectoraux

### Aléas liés à la présence d'argile gonflante :

Vérifier les prescriptions

- Aléa faible
- Aléa moyen
- Aléa fort



Réalisation SEPIA Conseils : mars 2009

Fig.1 : Carte multicritères brute

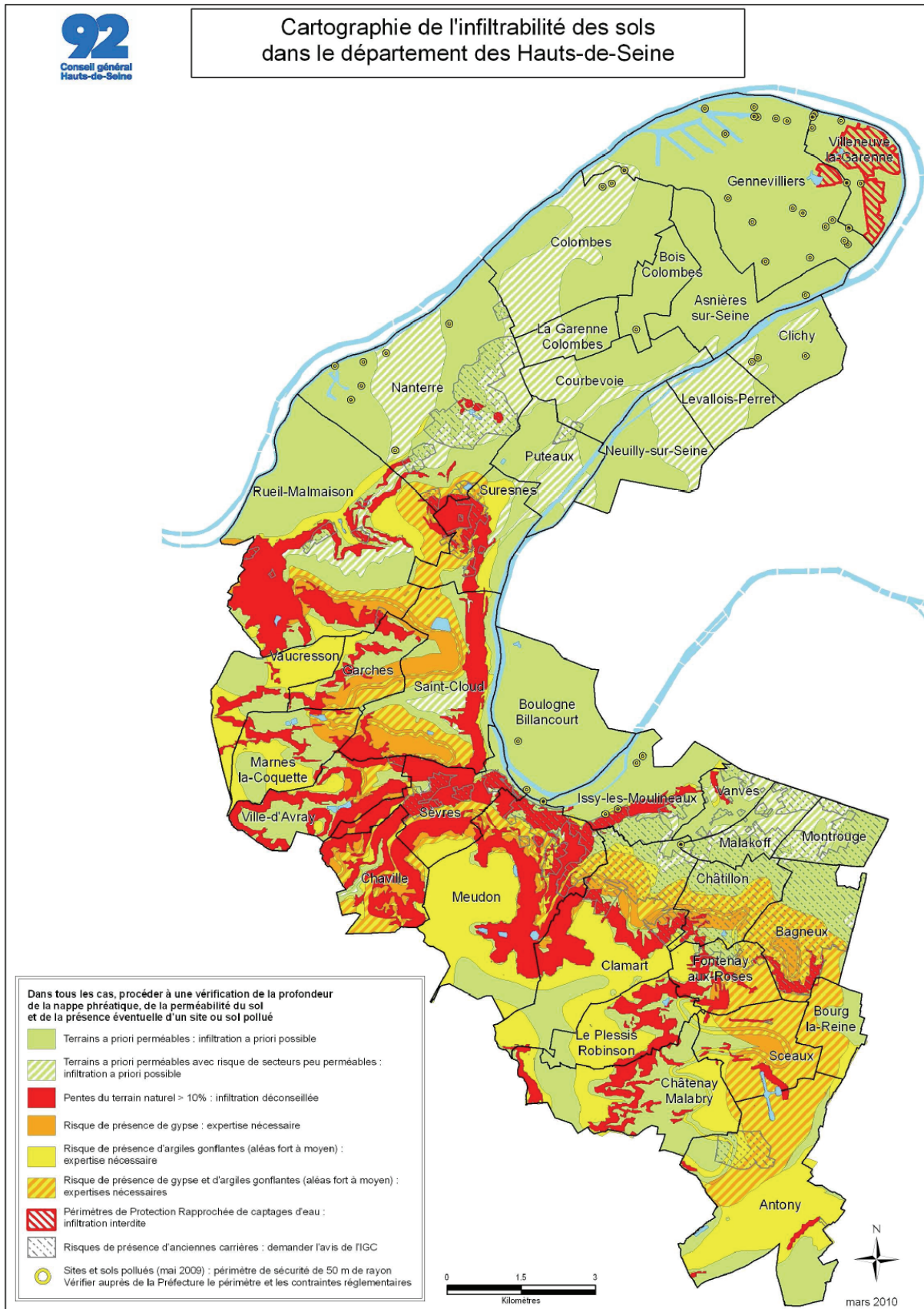


Fig.2 : Carte multicritères synthétique



## 5 CONCLUSION

La carte d'infiltrabilité obtenue répond au besoin formulé par le Conseil général. La représentation synthétique des informations disponibles sur le territoire des Hauts-de-Seine permet dans un premier temps de repérer les secteurs à priori favorables ou non à la gestion des eaux de ruissellement par infiltration et de donner aux aménageurs une première indication pour choisir les techniques les mieux adaptées. Pour les projets situés dans des zones peu favorables, la représentation cartographique retenue permet d'orienter la recherche de solutions des maîtres d'ouvrage en leur présentant les risques potentiels identifiés.

Dans tous les cas il est important de constater que la précision des données de sol disponibles à l'échelle du département ne permet pas un diagnostic direct et suffisant pour la mise en place d'une technique d'infiltration et de son dimensionnement. Pour cette raison, la carte est accompagnée d'une notice qui apporte d'une part des éléments d'interprétation nécessaires à sa bonne compréhension et d'autre part des recommandations d'investigations complémentaires à mener en matière d'analyse et de reconnaissance de sol.

La carte d'infiltrabilité accompagne d'autres actions du Conseil général : publications de plaquettes et de guides techniques, prescriptions et conseils auprès des usagers ainsi que partage d'expérience entre maîtres d'ouvrages. L'objectif de cette démarche est de permettre à l'ensemble des aménageurs et des collectivités du Département de hiérarchiser les possibilités techniques de gestion des eaux de ruissellement à la source en privilégiant chaque fois que cela est possible la (déconnexion) au réseau d'assainissement.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) AFNOR (2007). Norme XP DTU 64.1 - Spécifications techniques pour la réalisation d'installation - Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif (dit autonome) – Maisons d'habitation individuelle jusqu'à 10 pièces principales.
- (2) BRGM (2009). InfoTerreTM, Le visualiseur des données géoscientifiques, [http://infoterre .brgm.fr /viewer /MainTileForward.do](http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do)
- (3) BRGM (1980). Notice Explicative. In: « Carte géologique de Paris et sa proche banlieue à 1/25 000 éditée par le BRGM,
- (4) CASTANY G. (1982). Principes et méthodes de l'hydrogéologie, Dunod université, Paris, 238 p.
- (5) Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique, article R11-3 du Code de l'urbanisme, Modifié par Décret 2005-935 2005-08-02 art. 2 JORF 5 août 2005.
- (6) DESPRATS, J.F. (BRGM, France), DUTARTREZ, Ph. (BRGM, France), BARRAT, J.M. (BRGM, France). (1996). Modélisation hydrogéologique et cartographie du potentiel d'infiltration des sols par télédétection : région de Khurutshé, Botswana A. (Université C.A. Diop, Département géologie, Dakar, Sénégal).
- (7) Donsimoni, M., Trouillard-Perrot, C., Plat, E. (2007). Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département des Hauts-de-Seine, rapport final BRGM/RP-53867-FR, BRGM. (<http://www.argiles.fr/Files/AleaRG92.pdf>)
- (8) GAIA Géologie, formation du sous-sol parisien (2009). <http://www.gaia.explographies.com>
- (9) Institut de Sauvegarde et de Réhabilitation du Patrimoine Industriel des Carrières, sigle PICAR (2009). <http://documentation.lutecia.fr>
- (10) Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (2009). Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués), <http://basol.ecologie.gouv.fr/recherche.php>.
- (11) Portail eaufrance (2009). Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (Sandre) sur la normalisation et les données de références sur l'eau, <http://sandre.eaufrance.fr/geoviewer>
- (12) Technosol (2007), Résultat d'exécution de sondages et essais en place TECNOSOL N°T060601, (mission géotechnique type G11 selon la norme NF P 94-500 de décembre 2006), reconnaissance de sols situés le long de la rue Danton à Rueil-Malmaison, pour le compte de la Direction de l'Eau, division grand travaux d'assainissement.
- (13) G3Eaux Groupement pour la Gestion des Eaux des Communes Genevoises, CSD Ingénieurs Conseils SA, Triform SA (octobre 2006). Plan Général d'Evacuation des Eaux (PGEE) de Chêne-Bougeries, Chêne-Bourg, Thônex, Vandoeuvres (communes genevoises). Phase 1 – Diagnostic du système d'assainissement – Rapport sur l'état d'infiltration.