



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Journée technique

Des solutions pour la ville de demain : vers une renaturation des sols

Table ronde :

- « Des réponses aux inquiétudes des acteurs de
l'aménagement sur les SOLutions »
- « Sol et sous sol : quelles contraintes ? »

Emmanuel Dumont
Cerema Ile-de-France

*Quelles sont les contraintes à
considérer en vue de l'infiltration des
eaux pluviales ?*

*A quelle échelle spatiale s'intéresser à
l'infiltration des eaux pluviales ?*

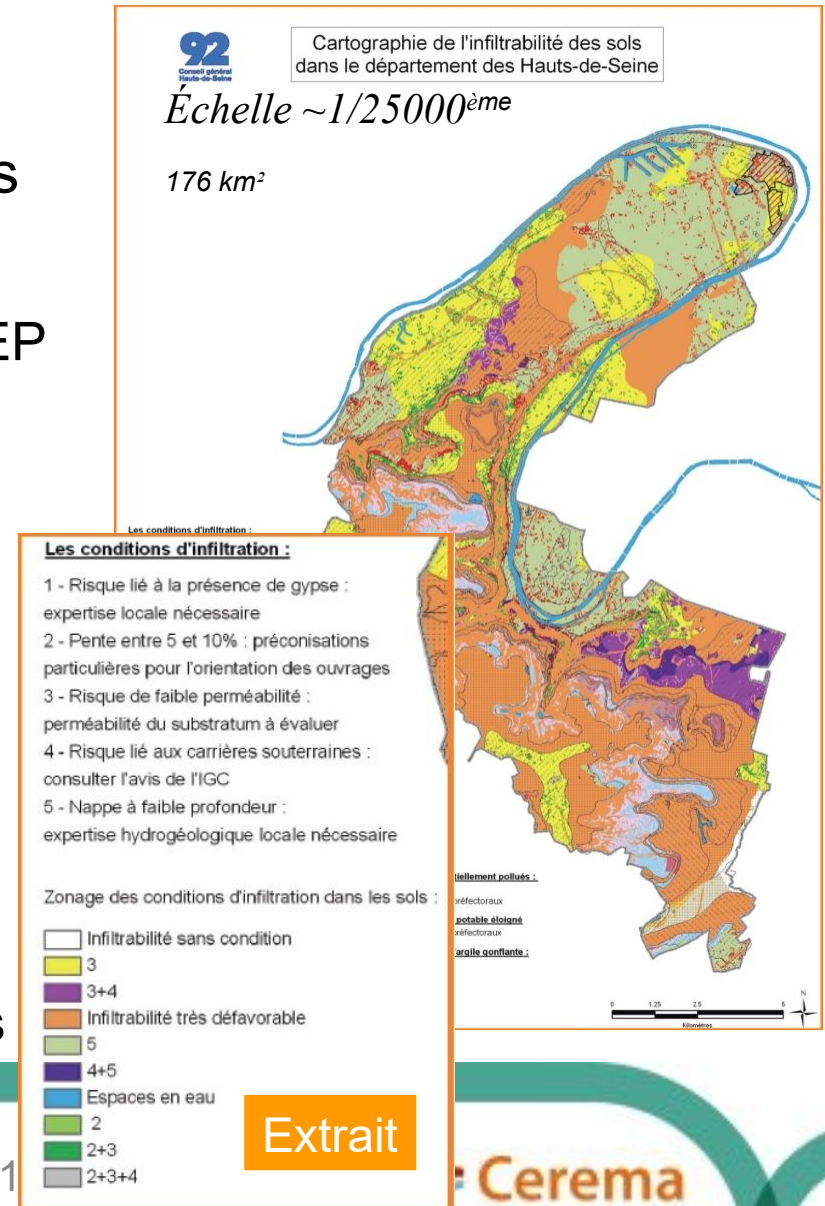
Les cartes d'infiltrabilité

- Élaboration de cartes d'aptitude des sols à l'infiltration des eaux pluviales (REX effectués par le Cerema¹) :
- A différentes échelles
 - Départementale, inter-communale, communale
- Avec différents objectifs
 - Cartes informatives, prescriptives, à usage interne ou à destination des aménageurs, accompagnées ou non de documents complémentaires
- En utilisant des méthodes variées
 - Différentes contraintes prises en compte, cartes multi-critères, cartes synthétiques

¹ Gerolin et al., 2016 ; Vallin et al., 2016

Carte dép. Des Hauts de Seine, SEPIA (2010)

- Cartographie de l'infiltrabilité des sols dans le département des Hauts de Seine
 - accompagnement de la politique EP (gestion des EP à la parcelle)
- Analyse multicritères (2 cartes)
 - perméabilité
 - présence de gypse
 - retrait gonflement des argiles
 - pente
 - carrières souterraines
 - vulnérabilité des eaux souterraines



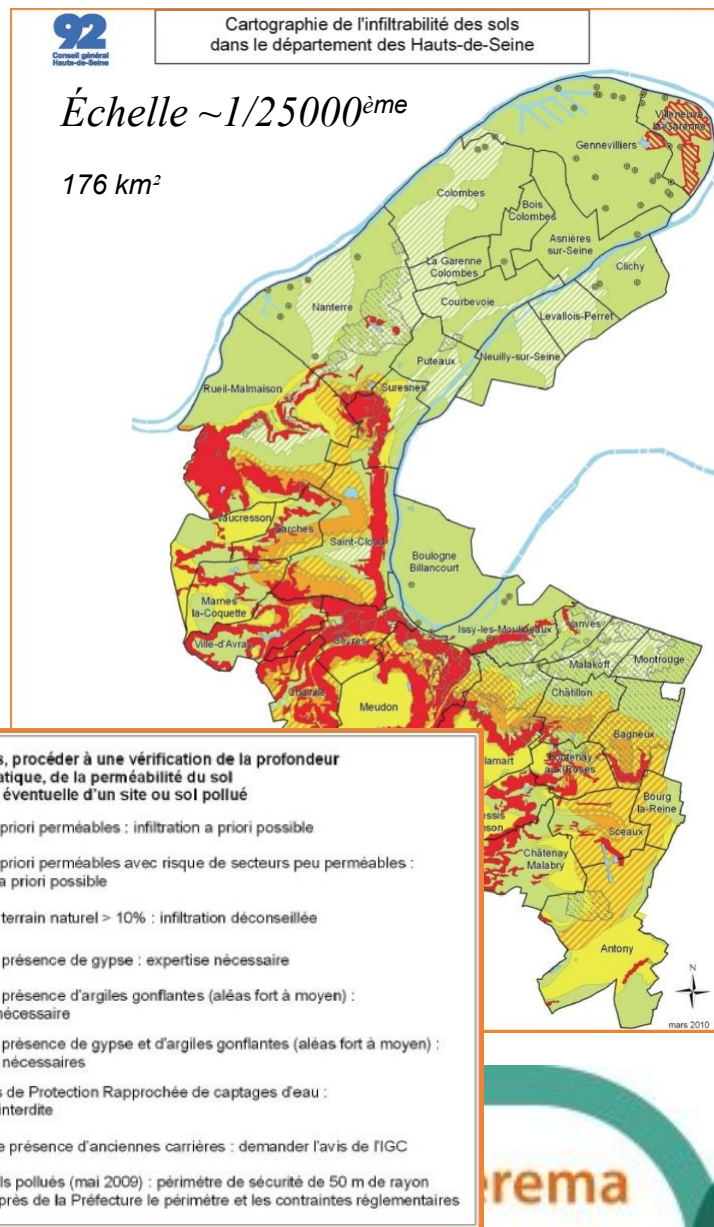
Carte dép. Des Hauts de Seine, SEPIA (2010)

- 4 zones :

- infiltration à priori possible
- infiltration déconseillée
- expertise nécessaire
- infiltration interdite

- Usage :

- informative, à destination des aménageurs et des particuliers
- diffusée avec une notice explicative et des fiches



Les cartes d'infiltrabilité

- Intérêts des cartes :

- outil d'aide à la décision permettant de promouvoir l'infiltration
- base de connaissances permettant d'identifier les différentes contraintes existant sur le territoire

- Limites :

- aspects dissuasifs de certaines cartes (terminologie utilisée)
- selon les méthodologies utilisées, proportion plus ou moins importante du territoire placée en zone défavorable

- Cartes ne se suppléent en général pas à la réalisation d'études de sol

Comment relativiser les contraintes à l'infiltration des eaux pluviales ?

*Exemples des niveaux de nappe, de la perméabilité
et du gypse*

La perméabilité à saturation K_s

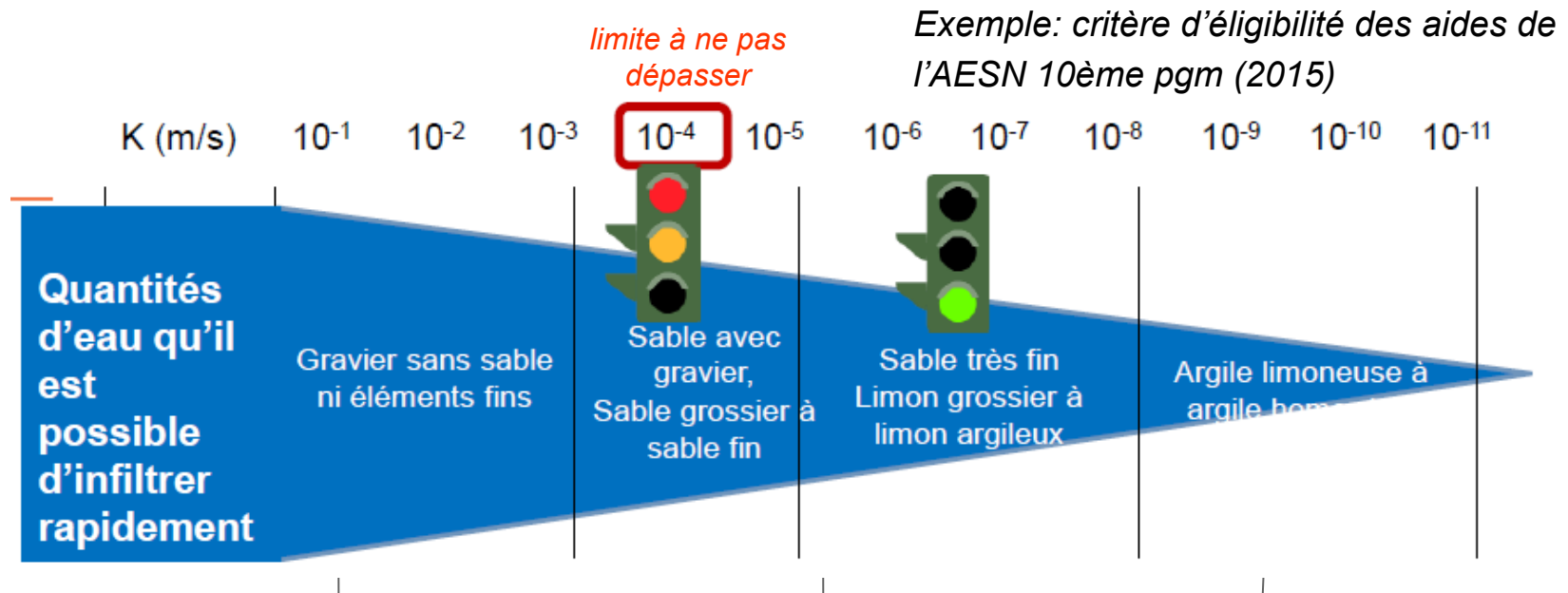
A titre indicatif pour des sols homogènes en termes de structure :

K (m/s)	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
<i>Types de sol</i>	Gravier sans sable ni éléments fins			Sable avec gravier, sable grossier à sable fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux			Argile limoneuse à argile homogène		
<i>Capacité d'infiltration*</i>	<i>Pour des pluies faibles</i>										
	Excellente					Bonne à moyenne				Faible	
	<i>Pour des pluies moyennes à fortes</i>										
* Attention: différente de l'aptitude d'un sol à l'infiltration des EPU (cf. Partie 2 de la formation)											
	Excellente			Bonne		Moyenne à faible			Faible à nulle		

Source : adapté et complété de Musy & Soutter (1991) dans Barrada et al. (2009)

La perméabilité à saturation K_s

- Une « bonne » perméabilité ne sera pas la même selon le type d'évènement considéré
- Prendre en compte l'aptitude du sol à la rétention des polluants



Une perméabilité $< 10^{-6}$ m/s n'est pas rédhibitoire

Le niveau de la nappe phréatique

- Une « nappe » proche de la surface peut réduire, voire complètement annuler la capacité d'infiltration d'un sol
- Cela peut être une nappe superficielle, mais aussi des « lentilles » de saturation qui se forment ponctuellement (au point bas, en période hivernale,)



Le niveau de la nappe phréatique

Exemple des prescriptions du Grand Lyon (projet de règlement eaux pluviales, août 2014)

Types de sols	Gravier sans sable ni éléments fins	Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin	Sable très fin Limon grossier à limon argileux	Argile limoneuse à argile homogène
Vitesse d'infiltration K (m/s)	Au delà de 1000 mm/h	Comprise entre 200 et 1000 mm/h	Comprise entre 20 et 200 mm/h	Inférieure à 20 mm/h
Hauteur de zone non saturée à respecter	2m à 3 m en aire d'alimentation de captage	2 m	1m	0.5 m

$$1\ 000\ \text{mm/h} = 2,8 \cdot 10^{-4}\ \text{m/s}$$

1 heure

$$200\ \text{mm/h} = 5,6 \cdot 10^{-5}\ \text{m/s}$$

5 heures

$$20\ \text{mm/h} = 5,6 \cdot 10^{-6}\ \text{m/s}$$

50 heures

pour parcourir 1 mètre

⇒ Plutôt réfléchir en vitesse de transfert dans le sol

⇒ Mais ne pas trop réduire cette ZNS (oxygénation, filtration, saturation)

Dissolution du gypse

- Gypse présent dans différentes formations géologiques:
 - Ludien (Masses et Marnes du Gypse)
 - Antéludien (Calcaire de Saint-Ouen, Marnes et Caillasses)
- Roche soluble dans l'eau
$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- Dissolution dépend de 3 facteurs:
 - quantité de gypse présente
 - présence d'écoulements
 - potentiel de dissolution de l'eau



Cavité de dissolution sous une canalisation (Butte de Cormeil, 95)

Dissolution du gypse

- Attention aux données utilisées pour définir le risque de dissolution du gypse (ne pas se baser uniquement sur des données bibliographiques)
- La présence de gypse à grande profondeur n'est en général pas incompatible avec l'infiltration des EP
- Présence de gypse signalée sur les coupes de sondage parfois non fondée (ou alarmiste)
- Rechercher aussi des informations sur le fonctionnement hydrogéologique et géochimique
- Adapter les techniques d'infiltrations selon les cas (éviter de concentrer l'infiltration)

Dissolution du gypse

Convention de partenariat de recherche entre l'EPT Est Ensemble et le Cerema – Ecoquartier de la gare à Pantin

- Analyses de rapports d'études géotechniques et réalisation d'investigations complémentaires :
 - Observation de sondages carottés
 - Mesures de RAN dans tous les sondages de la campagne,
 - Analyse chimique semi-quantitative non destructive d'échantillon par fluorescence X

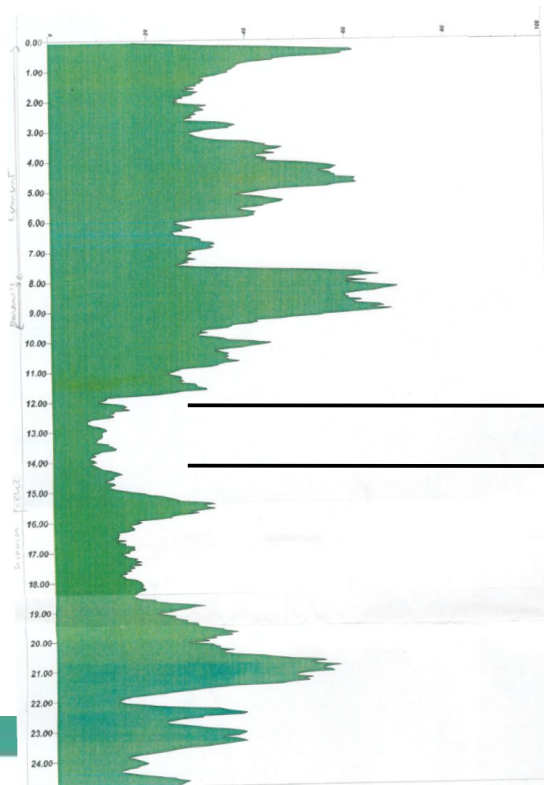


Blocs cristallisés

Dissolution du gypse

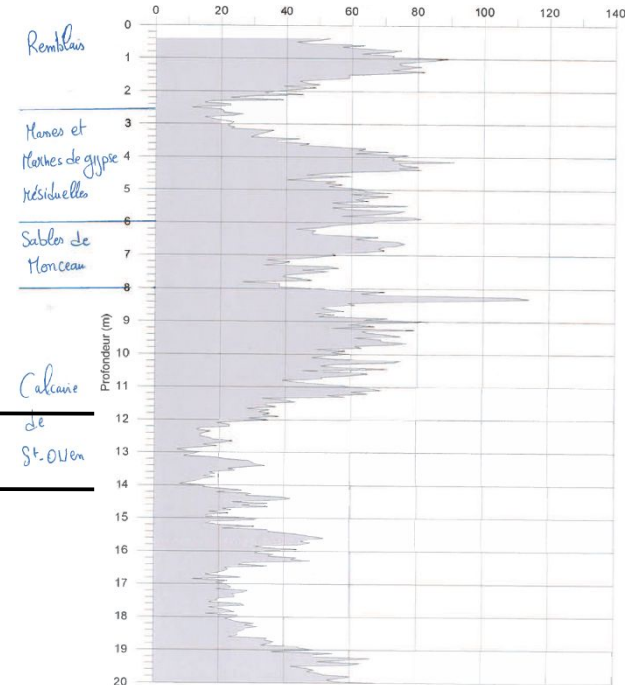
Convention de partenariat de recherche entre l'EPT Est Ensemble et le Cerema – Ecoquartier de la gare à Pantin

- Présence de gypse signalée par BE parfois non fondée



« Niveaux gypseux sains sont identifiés au Gamma Ray entre 12.0 et 14.0m de profondeur /TN »

11.50	Marne rosée à cailloutis et blocs calcaireux.
12.20	Calcaire rosé, beige à grain fin.
12.30	Marne rosée à blocs calcaireux.
12.50	Calcaire mameux rosé.
12.65	Marne rosée à cailloutis et blocs calcaireux.
12.75	Marne compacte rosée avec peu de cailloutis calcaireux.
13.40	Marne granulo-calcaireuse rosée.
13.70	Calcaire crème à rosé, à grain fin, légèrement poreux, délité en blocs pluri-centimétrique et intercalé de mame délavée par le carottage.
14.70	





Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Est

Merci pour votre attention

Emmanuel Dumont
Responsable thématique Eaux Souterraines et
Aménagement
Cerema Ile-de-France
01 48 38 81 04
emmanuel.dumont@cerema.fr