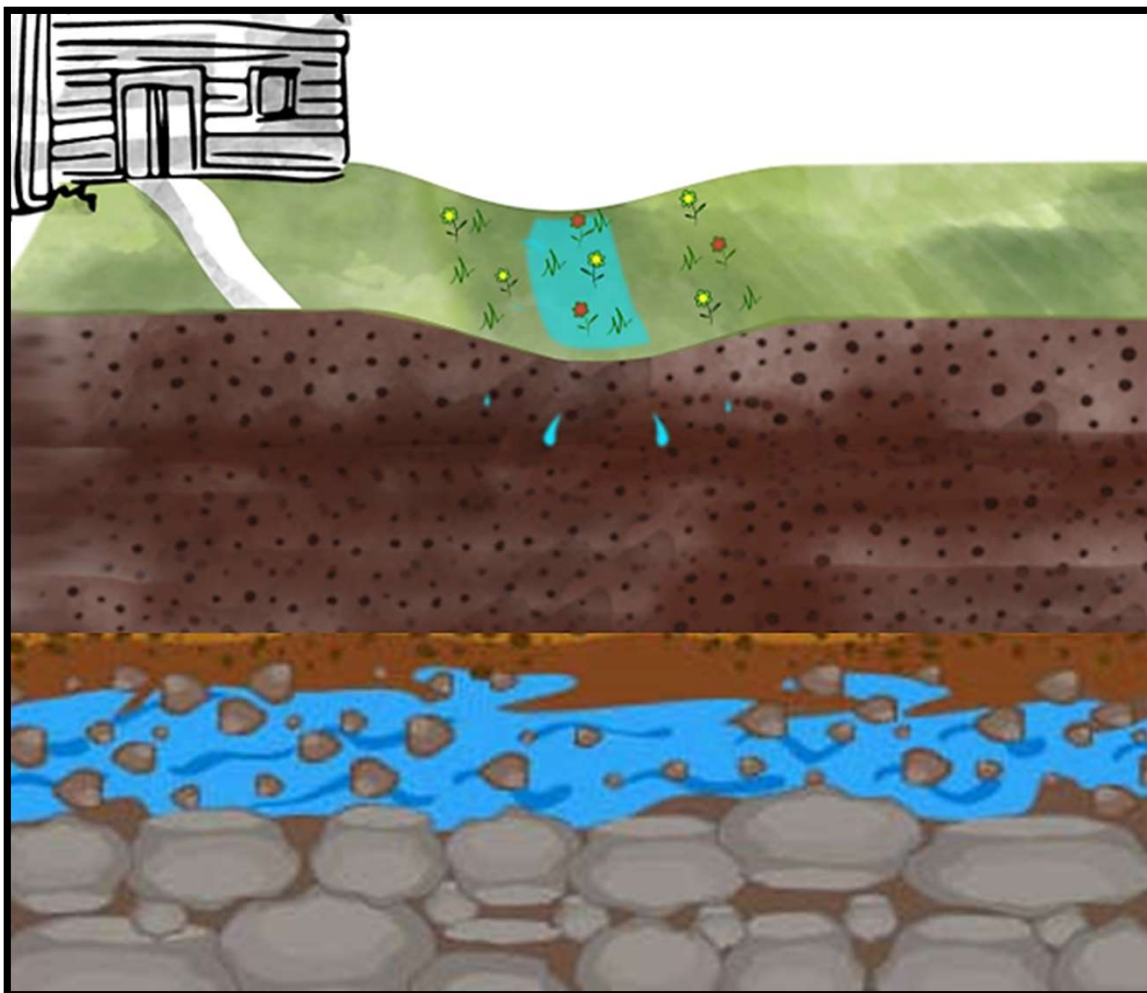




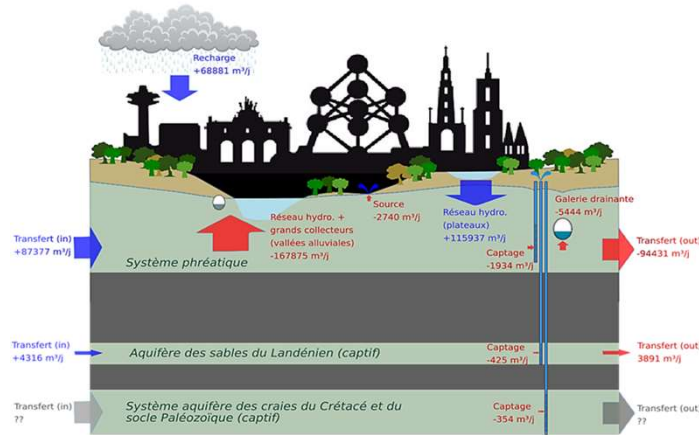
GIEP & Eaux souterraines

dans le contexte de la
région bruxelloise

(cas de projets d'ampleur)

- **Approche macro**

Fonctionnement de l'hydrogéologie bruxelloise



- **Approche à l'échelle du site**

GiEP vs Eaux souterraines



Approche macro

Contexte **géologique** régional

Ere	Seria	Stratigraphy	Lithology	
IV	Holocene	US/RBC_13 Argiles alluviales		
	Pleistocene	US/RBC_14 Limons, sables et graviers alluviaux		
	Upper Miocene	US/RBC_21 Sables de Diest		
III	Lower Miocene	US/RBC_22 Sables de Bolderberg		
	Upper Eocene	US/RBC_23 Sables et argiles de Sint-Huillbrechts-Hern		
		Middel Eocene		US/RBC_25 Sables de Maldegem (membre de Onderdale)
				US/RBC_31 Argiles de Maldegem (membre de Ursel et Asse)
				US/RBC_41 Sables de Maldegem (membre de Wemmel)
		US/RBC_42 Sables de Lede		
	US/RBC_43 Sables de Bruxelles			
	Lower Eocene	US/RBC_44 Sables de Gent (membre de Vlierzele)		
		US/RBC_51 Argiles de Gent (membre de Merelbeke)		
		US/RBC_61 Sables et argiles de Tielt		
US/RBC_71 Argiles de Kortrijk (membre d'Aalbeke)				
US/RBC_72 Sables et argiles de Kortrijk (membre de Moen)				
Upper Paleocene	US/RBC_73 Argiles de Kortrijk (membre de Saint Maur)			
	US/RBC_81 Sables de Hannut (Membre de Grandgille)			
	US/RBC_82 Argiles de Hannut (Membre de Lincent)			
II	Upper Cretaceous	US/RBC_91 Craies de Gulpen		
I	Lower Cambrian	US/RBC_92 Sode Paléozoïque		

Formations meubles
(sables, argiles,...)

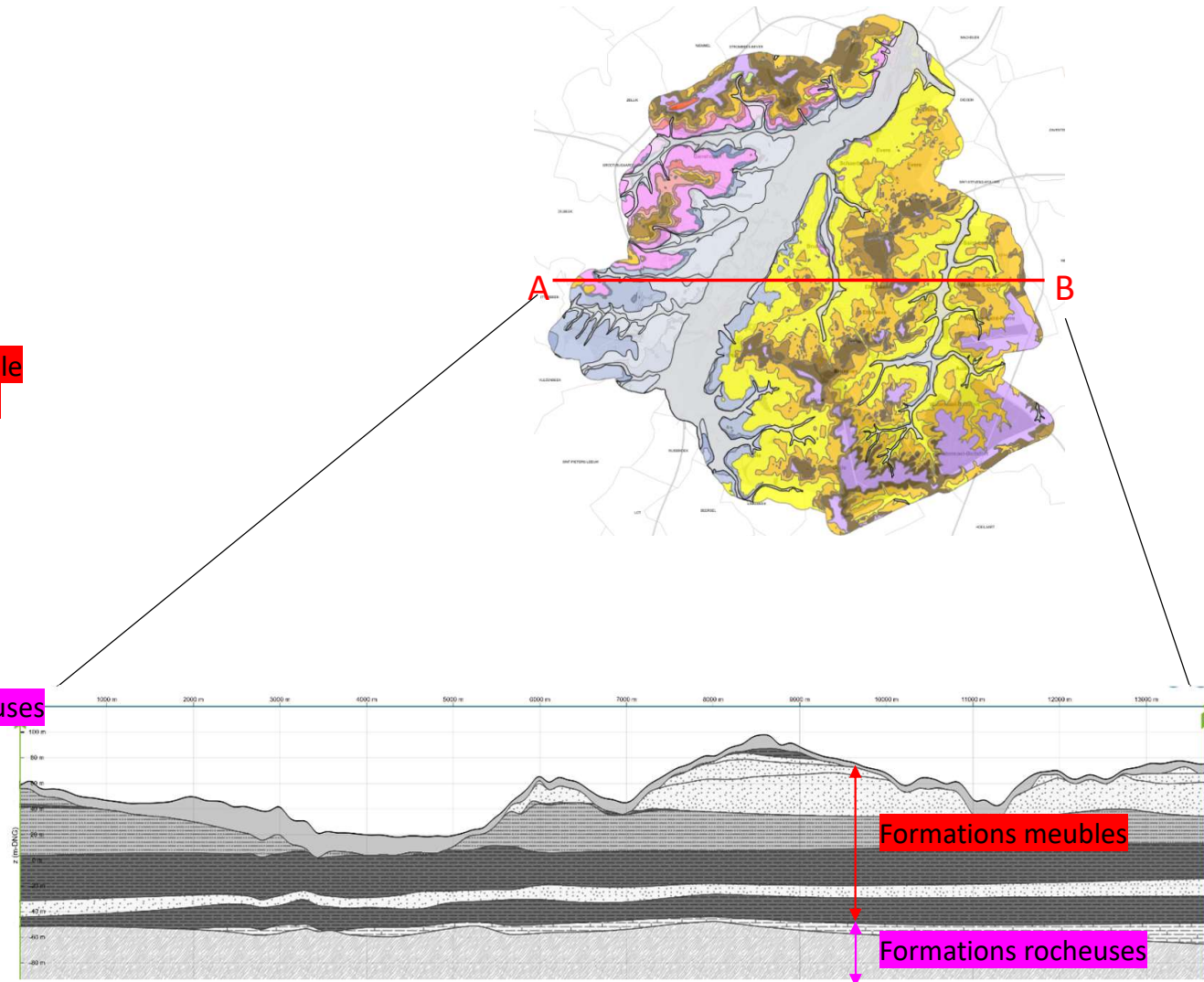
Formations rocheuses
(schistes, craies)

Légende lithostratigraphique

-  Quaternaire indifférencié
-  Argile
-  Silt / sable et argile
-  Sable
-  Sable et gravier
-  Craie
-  Schiste et grès, roche de socle

Légende hydrogéologique

-  Aquifère
 -  Aquitard
 -  Aquiclude



Approche macro

Contexte hydrogéologique régional

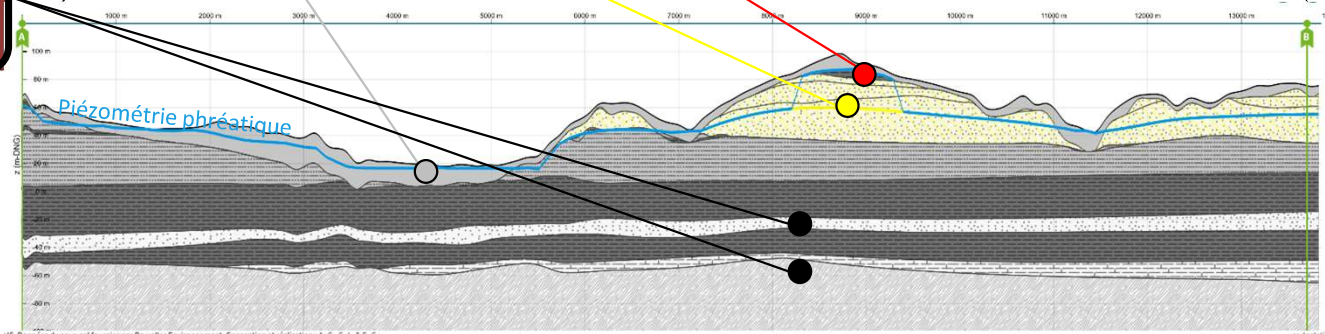
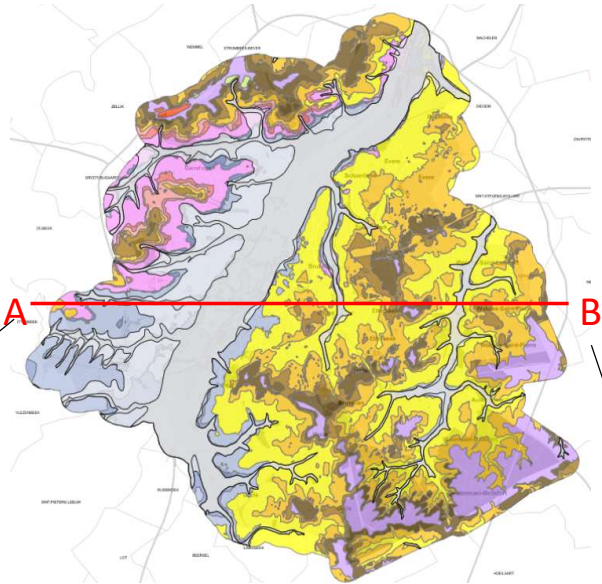
Ere	Seria	Stratigraphy	Lithology	Hydrogeology
IV	Holocène	US/RBC_13 Argiles alluviales		AQUICLUDE
	Pleistocène	US/RBC_14 Umons, sables et graviers alluviaux		ALLUVIAL AQUIFER
		US/RBC_21 Sables de Diest		PERCHED AQUIFER SYSTEM
	Lower Miocene	US/RBC_22 Sables de Bolderberg		PHREATIC TO SEMI-CONFINED
Upper Eocene		US/RBC_23 Sables et argiles de Sint-Huibrechts-Hern		AQUICLUDE
		US/RBC_25 Sables de Maldegem (membre de Onderdale)		BRUSSELS SANDS AQUIFER
		US/RBC_31 Argiles de Maldegem (membre de Ursel et Asse)		AQUICLUDE
		US/RBC_41 Sables de Maldegem (membre de Wemmel)		AQUITARD
		US/RBC_42 Sables de Lede		AQUICLUDE
Lower Eocene		US/RBC_43 Sables de Bruxelles		AQUICLUDE
		US/RBC_44 Sables de Gent (membre de Vlierzele)		AQUITARD
		US/RBC_51 Argiles de Gent (membre de Merelbeke)		AQUICLUDE
		US/RBC_61 Sables et argiles de Tielt		AQUITARD
		US/RBC_71 Argiles de Kortrijk (membre d'Aalbeke)		AQUICLUDE
		US/RBC_72 Sables et argiles de Kortrijk (membre de Moen)		AQUICLUDE
		US/RBC_73 Argiles de Kortrijk (membre de Saint Maur)		AQUICLUDE
Upper Paleocene		US/RBC_81 Sables de Hannut (Membre de Grandglise)		LANDENIAN SANDS AQUIFER
		US/RBC_82 Argiles de Hannut (Membre de Lincen)		AQUICLUDE
Upper Cretaceous		US/RBC_91 Craies de Gulpen		CHALK AQUIFER
Lower Cambrian		US/RBC_92 Socle Paléozoïque		PALEOZOIC AQUIFER

Légende lithostratigraphique

- Quaternaire indifférencié
- Argile
- Silt / sable et argile
- Sable
- Sable et gravier
- Craie
- Schiste et grès, roche de socle

Légende hydrogéologique

- Aquifère
- Aquitard
- Aquiclude



Approche macro

Contexte **hydrogéologique** régional (système phréatique)

Ecoulements radiaux au sein du système phréatique (quelques cm à m / jour)

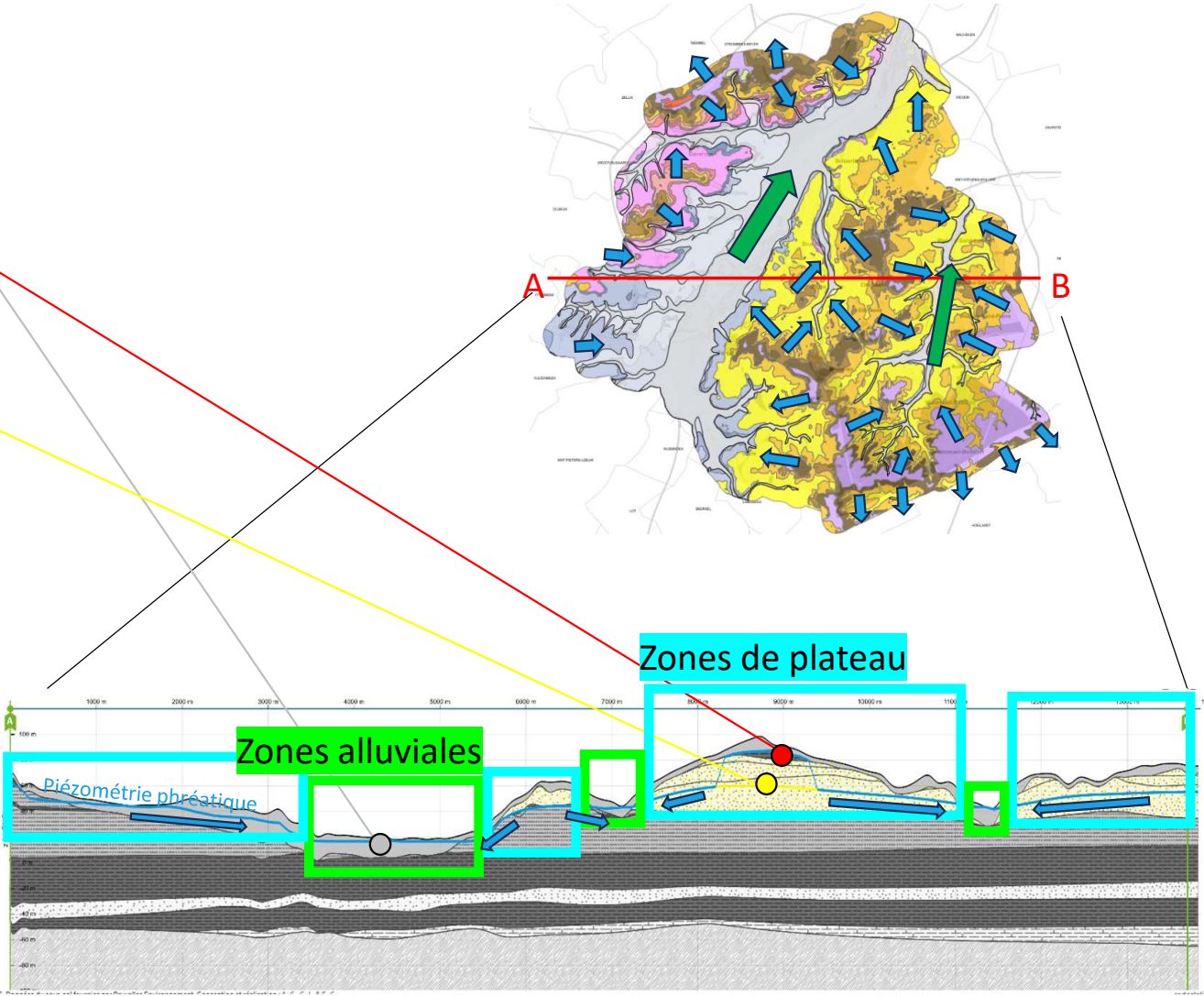
Ere	Seria	Stratigraphy	Lithology	Hydrogeology
IV	Holocene	US/RBC_13 Argiles alluviales		AQUICLUDE
	Pleistocene	US/RBC_14 Limons, sables et graviers alluviaux		ALLUVIAL AQUIFER
		Upper Miocene		US/RBC_21 Sables de Diest
	Lower Miocene	US/RBC_22 Sables de Bolderberg		
III	Upper Eocene	US/RBC_23 Sables et argiles de Sint-Huilebrechts-Hern		AQUICLUDE
		Middel Eocene		US/RBC_25 Sables de Maldegem (membre de Onderdale)
	US/RBC_31 Argiles de Maldegem (membre de Ursel et Asse)			
	US/RBC_41 Sables de Maldegem (membre de Wemmel)			
	Lower Eocene	US/RBC_42 Sables de Lede		AQUICLUDE
		US/RBC_43 Sables de Bruxelles		AQUITARD
		US/RBC_44 Sables de Gent (membre de Vlierzele)		AQUICLUDE
		US/RBC_51 Argiles de Gent (membre de Merelbeke)		AQUITARD
		US/RBC_61 Sables et argiles de Tiel		AQUICLUDE
		US/RBC_71 Argiles de Kortrijk (membre d'Aalbeke)		AQUITARD
	Upper Paleocene	US/RBC_72 Sables et argiles de Kortrijk (membre de Moen)		AQUICLUDE
		US/RBC_73 Argiles de Kortrijk (membre de Saint Maur)		LANDENIAN SANDS AQUIFER
		US/RBC_81 Sables de Hannut (Membre de Grandglise)		AQUICLUDE
II	Upper Cretaceous	US/RBC_82 Argiles de Hannut (Membre de Lincet)		CHALK AQUIFER
	I	Lower Cambrian		US/RBC_91 Craies de Gulpen
		US/RBC_92 Socle Paléozoïque		

Légende lithostratigraphique

- Quaternaire indifférencié
- Argile
- Silt / sable et argile
- Sable
- Sable et gravier
- Craie
- Schiste et grès, roche de socle

Légende hydrogéologique

- Aquifère
- Aquitard
- Aquiclude



Approche macro

Contexte **hydrogéologique** régional (système phréatique)

geodata.environnement.brussels > BRUGETOOL

Menu Se connecter NL

Gestionnaire De Données

Données Légende

Cartes piézométriques

Profondeur du niveau phréatique (m) (High Definition)

2 m

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Unités Hydrogéologiques (extensions)

UH 1a Système aquitard quaternaire superficiel

Niveaux piézométriques

Niveau phréatique

Piezométrie (m_DNG)

UH/RBC_2 Système aquifère sableux perche

UH/RBC_4 Aquifère des sables de Wemmel, Lede, Bruxelles et Vlierzele

UH/RBC_6 Aquitard des sables et argiles de Tielit

UH/RBC_7b Aquitard des sables et argiles de Moen

UH/RBC_8a Aquifère des sables du Landénien

Légende Lithostratigraphique

Quaternaire indifférencié

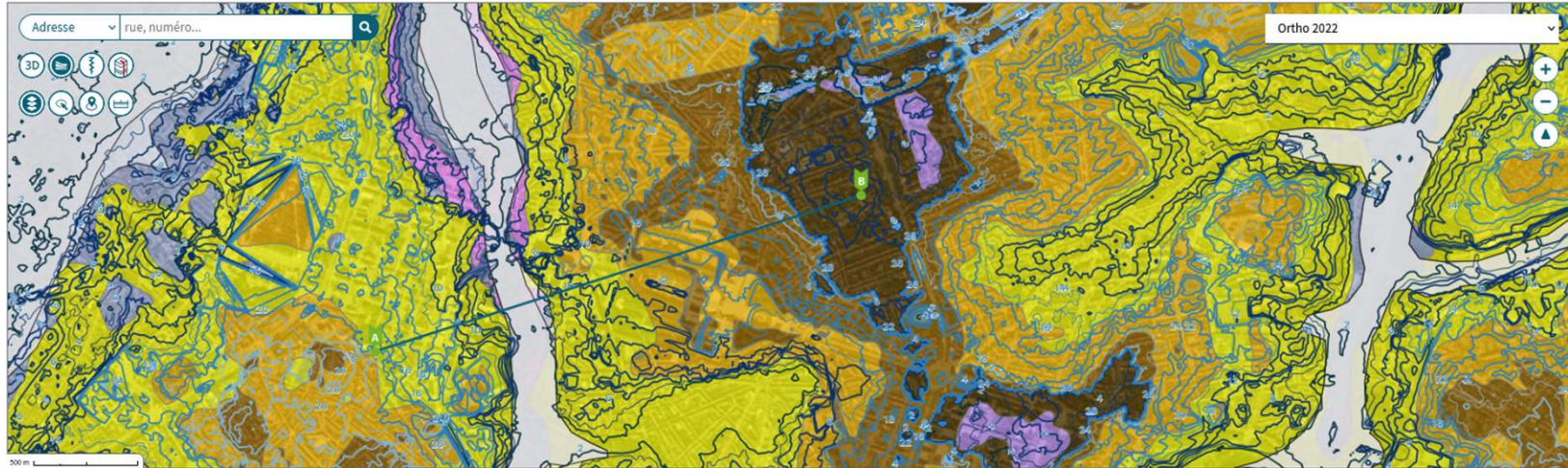
Argile

Silt / sable et argile

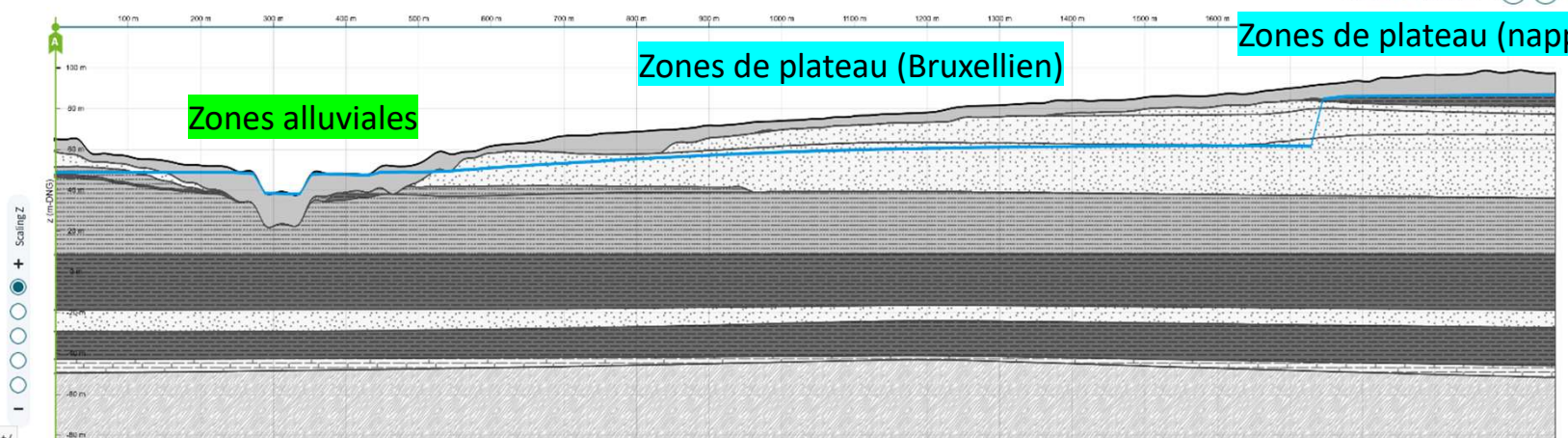
Sable

Sable et gravier

Craie



Géologie Hydrogéologie



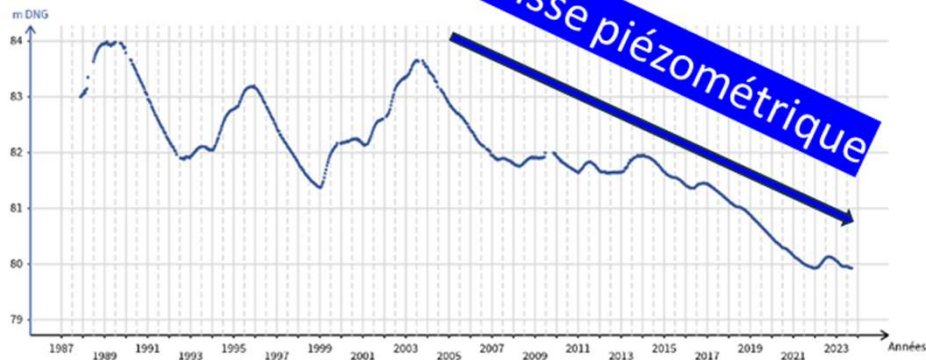
Approche macro

Zones de plateau

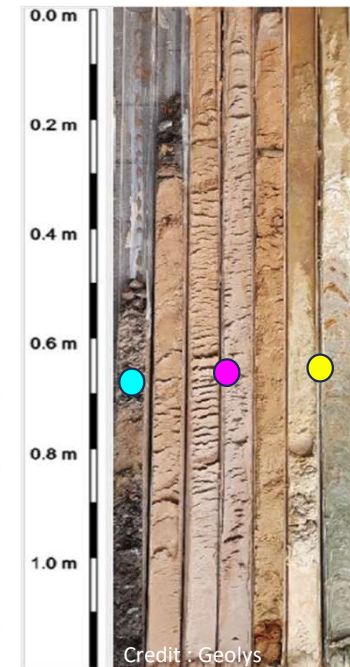
- **Zones de recharge naturelle (système phréatique).**
 - Infiltration au travers de 1 à 5 m de de Loess (limons) jusqu'à l'aquifère des sables du Bruxellien (temps pouvant > 10 ans)
- **Hydrogéologie marquée par l'aquifère des sables du Bruxellien :**
 - piézométrie généralement relativement **profonde** sauf si présence de nappes perchées (notamment au droit des zones d'extension des argiles d'Ursel & Asse en forêt de Soignes) et **inertielle (évolutions pluri-annuelles marquées)**
 - présente une **bonne perméabilité** (+/- 2E-04 m/s) = drainage +++
 - **1^{ere} Ressource en Eso** de la RBC (eau potable, zones humides,...)
 - + **piézométrie affectée** par les changements climatiques depuis 2003 (tendance à la baisse due à un déficit chronique de recharge)
 - => GIEP peut permettre la **compensation partielle** du déficit de recharge de l'aquifère des sables du Bruxellien (et pas extension de l'hydrosystème bruxellois)
 - **vulnérable** aux pollutions de surface

Source : Bruwater

(station piézométrique Bonnier)



Remblais
Loess (limons)
Sables Bruxelliens

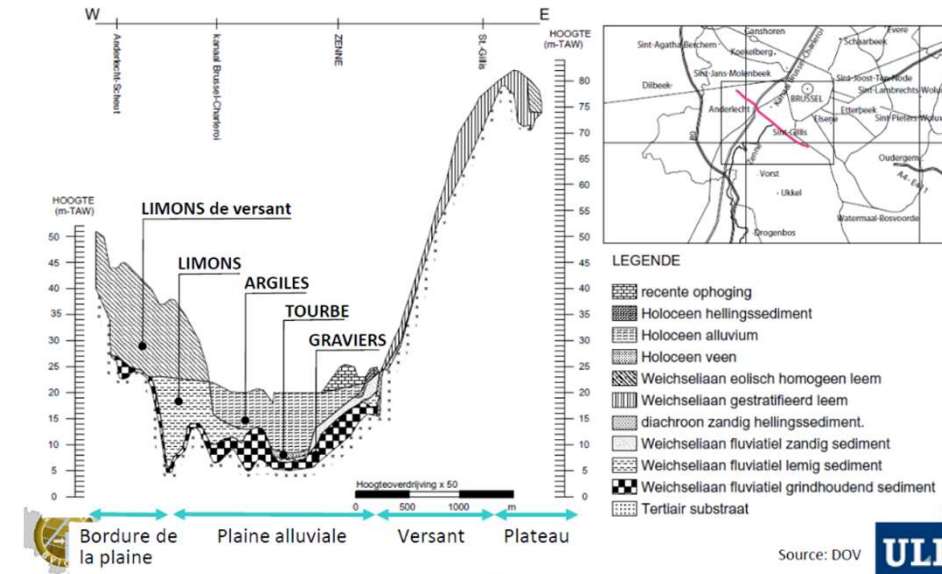


Credit : Geolys

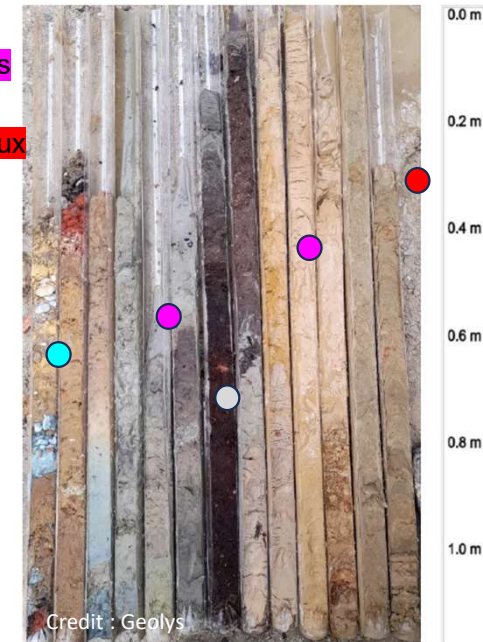
Approche macro

Zones alluviales

- **Zones d'exutoire (système phréatique).**
 - Exutoire vers les sources, zones humides, étangs et cours d'eau (milieu naturel),
 - Exutoire vers les collecteurs et anciens drains (milieu urbanisé)
- **Piézométrie peu profonde voire subaffleurante et réactive aux pluies** avec évolutions saisonnières peu marquées
- **Hydrogéologie** marquée par un **milieu hétérogène et complexe** :
 - **nature des alluvions** : faible perméabilité et forte hétérogénéité
 - présence de **remblais** : poches aquifères / axes d'écoulement préférentiels
 - influence des **éléments drainants** : collecteurs et anciens drains (rabattement par drainage => eaux claires parasite)
 - influence des **éléments bloquants** : infrastructures souterraines
- présence de **nombreuses pollutions** (passé industriel entre autres)

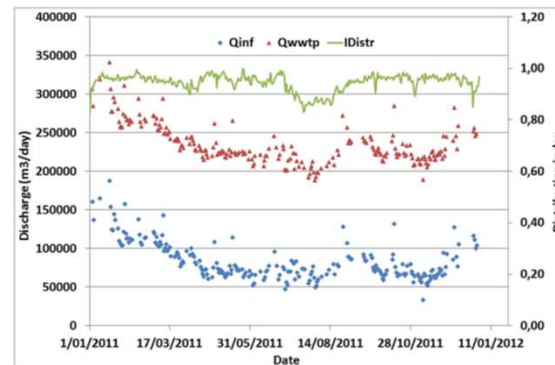


Remblais
Argiles alluviales
Tourbes
Graviers alluviaux



N. de Ville, H.M. Le et M.A. Verbanck, 2013 environ 35 % du volume total traité quotidiennement en STEP Nord de Bruxelles correspond à des eaux claires parasites

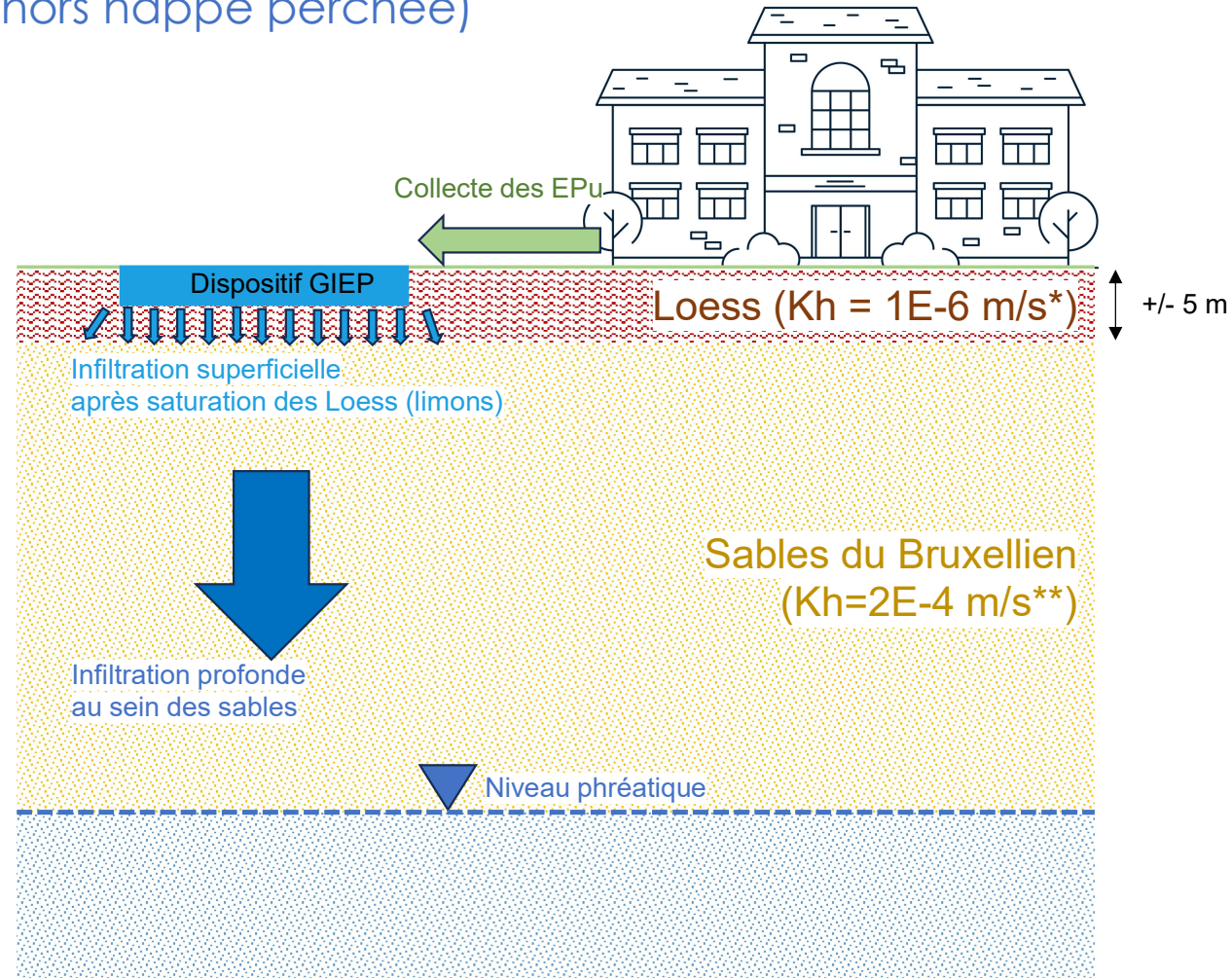
In red: Total discharge entering the North WWTP in 2011.
In blue: Parasitic clear water discharge entering. The North WWTP.



Approche à l'échelle du site

Case study 1 : GIEP en zone de plateau (hors nappe perchée)

- **Faisabilité bonne par défaut & peu de contraintes hydrogéologiques** (sauf cas particulier : présence de remblais ou nappe perchée)
- **Dimensionnement adéquat** du dispositif GIEp selon les **bonnes pratiques** usuelles :
 - **filtration** via les loess
 - **distance de sécurité** à observer entre bâti et dispositif
 - (...)
- **Cas de gros projets ou cas complexes : Mesures insitu recommandées**
 - 1/ **Test d'infiltration** focalisés sur Loess (facteur limitant) => voir Midi technique dédié
 - 2/ **Sondages** manuels (< 5 m) pour reconnaître
 - la lithologie et épaisseur des Loess
 - lithologie des sables sous-jacents (possibilité de valoriser les sondages géotechniques réalisés)



*Valeur de ref. / arbitraire

**Valeur de ref. / moyenne basée sur retour d'expérience

Approche à l'échelle du site

Case study 2 : GIEP en zone alluviale avec présence de remblai perméable

- **Plus de contraintes hydrogéologiques**
- **Dimensionnement adéquat** du dispositif GIEp tenant compte de **contraintes particulières** :
 - **piézométrie proche de la surface**
 - **faible drainage** des alluvions (prévention des remontées de nappe locale)
 - mise en charge de **zones de remblais perméables** (modifiant la dynamique d'infiltration)
 - **distance de sécurité** à observer entre bâti et dispositif

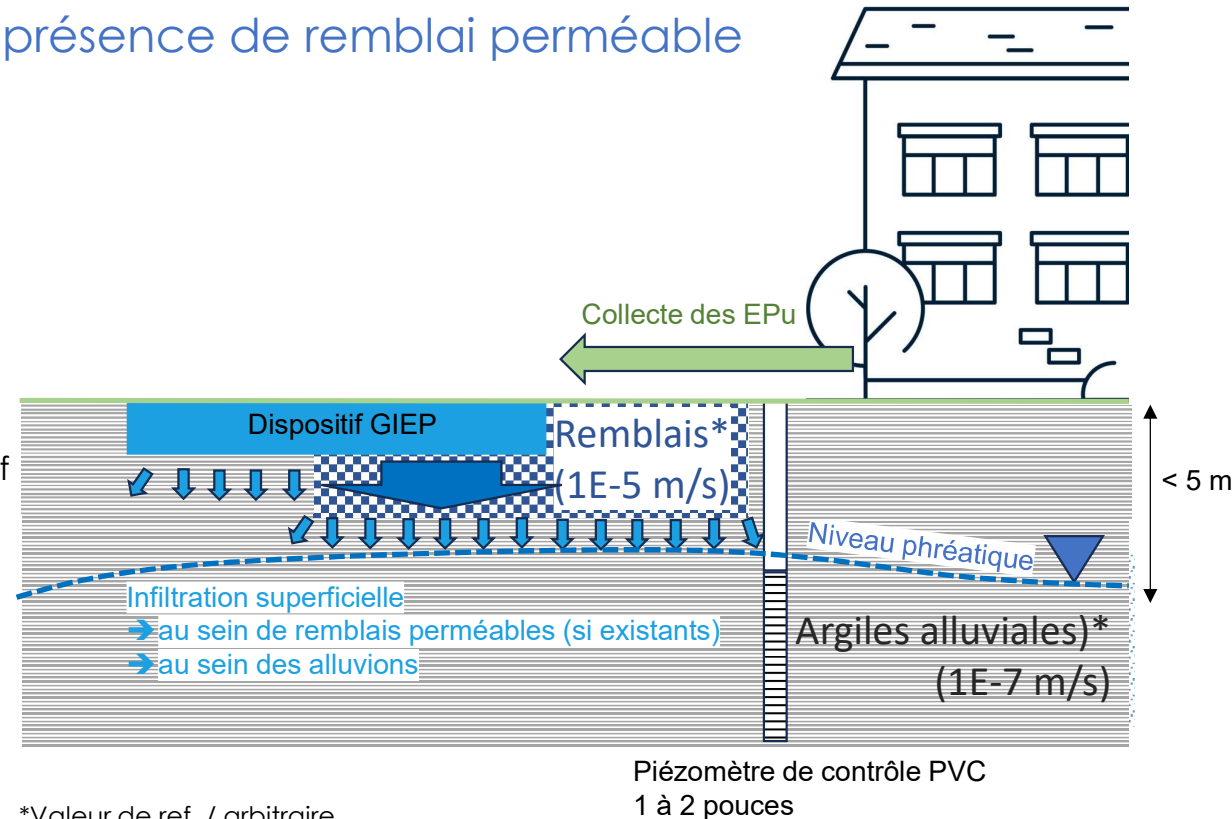
- **Cas de gros projets ou cas complexes : Mesures insitu recommandées**

1/ Sondages manuels (< 5 m) pour reconnaître

- la présence de remblais (ou autre hétérogénéité localement perméable) et leur emprise
- la lithologie des alluvions

2/ Tests d'infiltration et/ou de perméabilité focalisés sur horizon géologique le moins perméable – ex : argiles alluviales (= facteur limitant)

- Placement de **piézomètres de contrôle 1 à 2 pouces** pour valider la bonne intégration hydrogéologique en exploitation
 - Implantation entre syst. GIEp et bâti vulnérable
 - Mesure T0 (ref.)
 - Monitoring durant la 1^{ère} année d'exploitation

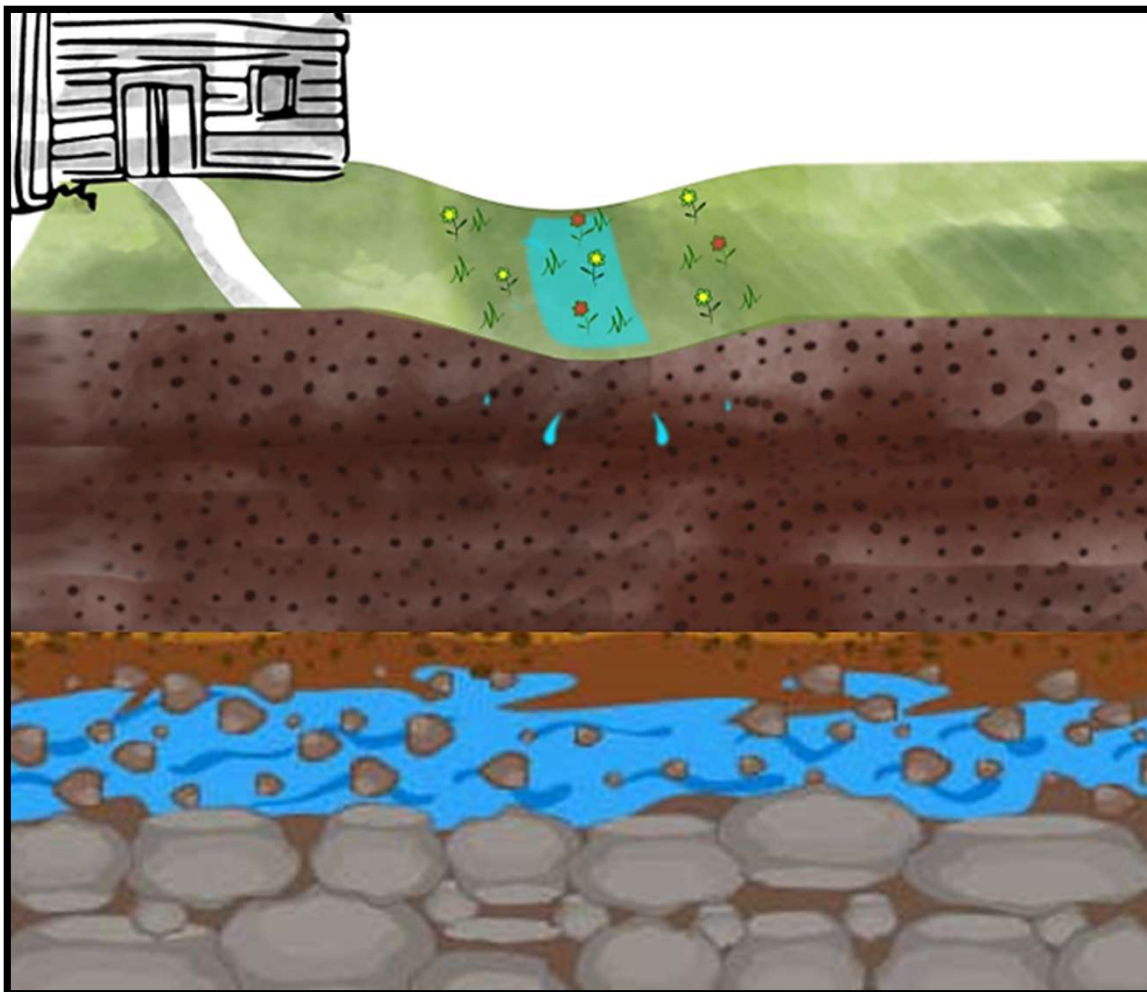


*Valeur de ref. / arbitraire

**Valeur de ref. / moyenne basée sur retour d'expérience

Conclusions

- **Zones de plateaux**
 - Faisabilité bonne généralement / Peu de contraintes hydrogéologiques
 - Dimensionnement par défaut en appliquant les [bonnes pratiques](#)
 - GIEP = Compensation partielle du déficit de recharge de l'aquifère des sables du Bruxellien
- **Zones alluviales (fonds de vallée)**
 - Dimensionnement tenant compte de **contraintes particulières** :
 - limites de drainage des alluvions
 - présence de remblais perméables
 - piézométrie proche de la surface
- **Cas de gros projets ou cas complexes**
 - Réalisation de **sondages**
 - Réalisation de **tests d'infiltration** et/ou de **perméabilité** au niveau de l'horizon géologique le moins perméable
 - Placement de **piézomètre(s) de contrôle** pour valider la bonne intégration hydrogéologique



Merci pour votre attention !