

	C.E.T. DE HABAY	
	Hydrogéologie locale	
	Type de fiche : Géologie et hydrogéologie	
	Actualisation : le 19 janvier 2011	
www.issep.be		

Thème : Sélection et étude locale des aquifères présents au droit du centre d'enfouissement de Habay

CARTES ET PLANS ASSOCIES

[Piézométrie initiale - nappe superficielle \(2006\) \(plan n°8\)](#), [Piézométrie initiale - nappe intermédiaire \(2006\) \(plan n°9\)](#), [Piézométrie initiale - nappe profonde \(2006\) \(plan n°10\)](#), [Carte hydrogéologique, hydrographique et géocentrique régionale \(plan n°11\)](#), [Piézométrie dans la nappe superficielle en décembre-2010 \(plan n°12\)](#), [Piézométrie dans la nappe intermédiaire en décembre-2010 \(plan n°13\)](#), [Piézométrie dans la nappe profonde en décembre-2010 \(plan n°14\)](#)

NAPPES CONCERNEES ET LEURS CARACTERISTIQUES

Au droit du C.E.T., seules les nappes suivantes sont rencontrées, et donc potentiellement influençables par des infiltrations d'eau ayant été en contact avec les déchets :

❖ **Les nappes dans les sables de Mortinsart :**

Selon la nouvelle interprétation de la géologie locale (Debbaut, 2010), décrite plus en détail dans la fiche *Géologie locale*, la formation de Mortinsart se divise en deux membres relativement distincts. Le membre supérieur n'est que faiblement aquifère : on y observe une proportion importante de bancs argileux ou marneux, surtout à sa base. Le membre inférieur est constitué d'une couche de sable, voire de cailloutis, qui repose directement sur les marnes bigarrées d'Attert. Il possède donc une meilleure perméabilité et une capacité aquifère nettement plus grande. Très localement, en particulier sous la partie sud-ouest du site, on peut distinguer deux niveaux aquifères distincts, séparés par un niveau moins perméable. On peut ainsi définir, comme l'ont fait Lejeune et Monjoie (1994) la "**nappe superficielle**" et la "**nappe intermédiaire**". Ailleurs, la transition entre la base du membre supérieur et le sommet du membre inférieur n'est pas toujours suffisamment contrastée. En certains endroits, notamment au nord-est des zones d'enfouissement, la partie supérieure a même été complètement érodée et remaniée sous l'action des ruisseaux (Goutaine et Tortue). On est alors forcé de considérer la formation de Mortinsart comme une seule unité hydrogéologique, à perméabilité variable tant latéralement que verticalement. A plus grande échelle, c'est d'ailleurs l'option qui a été prise par les auteurs de la carte hydrogéologique de la région. C'est également le choix entériné récemment (voir fiche *Géologie locale*) pour réinterpréter la géologie du site (Debbaut, 2010).

La couche sableuse qui forme le membre inférieur de Mortinsart, nommée "aquifère intermédiaire" par Lejeune et Monjoie (1994) est, quant à elle, rencontrée partout sous les tumulus, entre les cotes 329 à 340 et 337 à 348. Sa base, constituée par le sommet de la marne d'Attert, peut être considérée grossièrement comme un plan incliné de caractéristiques suivantes :

- Direction : N118°E ;
- Pendage : 3,7% vers le sud sud-ouest ;

La perméabilité de la couche, mesurée via de nombreux essais de pompage (Lejeune et Monjoie 1994), varie latéralement comme suit :

- une zone de faible perméabilité ($0,9$ à $2,1 \cdot 10^{-6}$ m/s aux P3, F4, F13 et F7) ;
- une zone de perméabilité moyenne (18 à $20 \cdot 10^{-6}$ m/s aux F6, F10, F9, F11 et F12) ;
- une zone de perméabilité élevée (30 à $50 \cdot 10^{-6}$ m/s aux P1, P2 et F5).

Cette variabilité de la perméabilité est en relation avec l'épaisseur croissante du sable aquifère et la moindre proportion de bancs d'argilite vers le sud.

❖ **Les nappes "d'Habay" et "du socle paléozoïque" :**

Plus en profondeur, une troisième nappe est présente sous l'ensemble du C.E.T. Elle a été atteinte dans 8 piézomètres (P1, P2, P3, F5, F6, F8, F9 et V2) dont 4 ne sont plus accessibles (P1, P2, P3 et F9). Cette nappe est captive, voire même artésienne localement (F6 et F5), sous la couche de marnes bigarrées (Attert) qui constitue également une bonne protection contre la pollution. Localement des perméabilités de $0,3$ à $8,3 \cdot 10^{-7}$ m/s ont été mesurées par essais de pompage dans les piézomètres placés (Lejeune, V. et Monjoie, A. 1994).

La nature locale de l'aquifère profond diffère cependant quelque peu de la description régionale donnée dans la notice de la carte hydrogéologique. En effet, selon les descriptions de sondages, l'épaisseur du niveau conglomératique (typique de la formation d'Habay) est très faible (max 0,5 m) au droit du site. Par contre, l'eau est logée dans un complexe de grès, de sable et d'argilite relativement épais et non dans ce conglomérat de base, qualifié de local dans la notice. Cette couche hétérogène montre des épaisseurs appréciables (15 à 18 mètres entre les cotes 307 à 315 et 325 à 334).

Aucun horizon imperméable n'étant identifiable au sommet du bedrock, il faut considérer que cette nappe est en continuité hydrogéologique avec celle du socle proprement dite. On regroupe donc dans la suite de la fiche cet ensemble "base du secondaire + sommet du bedrock" sous l'appellation commune "aquifère profond".

PIEZOMETRIE

1 Confinement hydrogéologique par pompage derrière un mur emboué périphérique

Le principe d'un confinement hydrogéologique est d'inverser le gradient hydrogéologique afin de forcer les écoulements à se diriger de l'extérieur d'un site vers celui-ci et non l'inverse (voir Figure 1). Dans le cas d'Habay-la-Neuve, ce confinement a été réalisé en plaçant une barrière étanche (mur emboué) jusqu'à une profondeur variant de 5 à 9 mètres. Ensuite, un pompage à l'intérieur de cette enceinte est mis en œuvre avec trois objectifs :

- ❖ Au sein du premier niveau sableux rencontré, l'écoulement latéral est maîtrisé : le niveau d'eau étant systématiquement plus haut à l'extérieur de la barrière qu'en de dedans, les écoulements horizontaux au travers de cette barrière (qui n'est jamais parfaitement étanche), se font systématiquement de l'extérieur vers l'intérieur et non l'inverse.
- ❖ En abaissant le niveau sur l'entièreté du périmètre du site, on diminue la pression exercée par l'aquifère supérieur sur ceux logés dans les niveaux plus profonds. De cette manière, on tend à inverser les flux de communication verticaux entre les niveaux aquifères successifs. Les eaux qui circulent lentement verticalement le font préférentiellement du bas vers le haut.
- ❖ Le même phénomène permet d'assurer que les eaux de l'aquifère profond (également en communication notamment via les anciens piézomètres) vont également avoir un comportement ascensionnel.

Cette triple inversion de sens d'écoulement doit permettre, in fine, d'empêcher toute dispersion de contaminants depuis le C.E.T. vers l'extérieur.

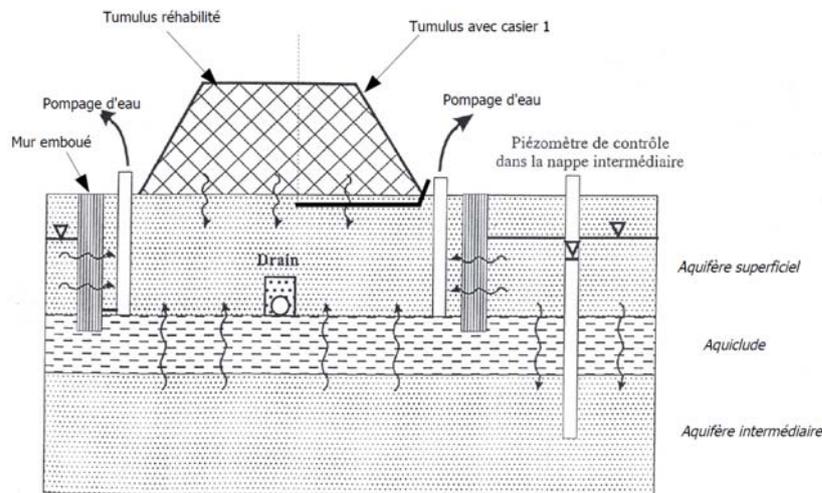


Figure 1 : coupe schématique dans le système de confinement
(source : Maréchal et Monjoie 1998, figure 5)

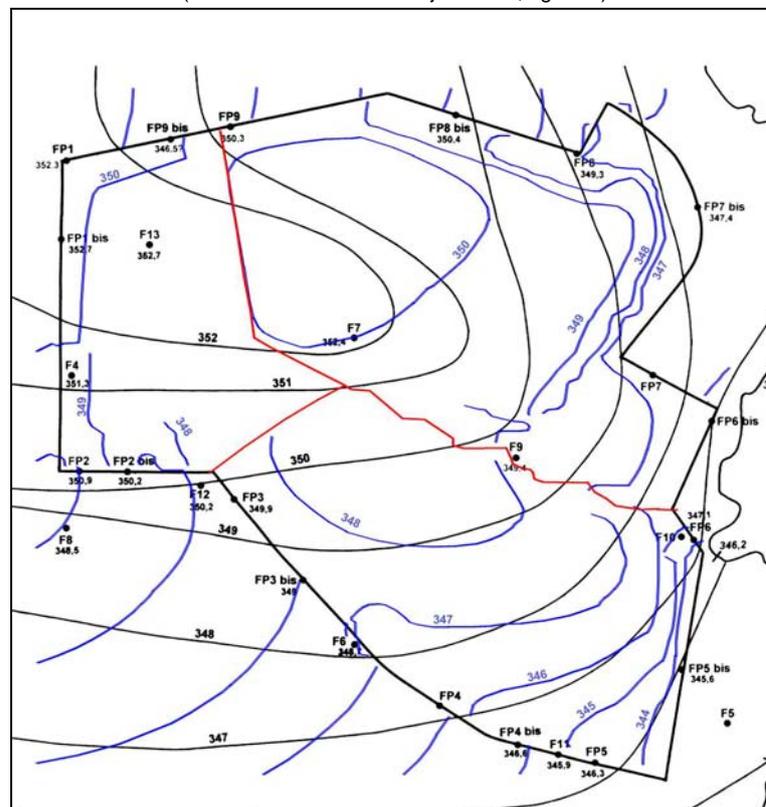


Figure 2 : piézométrie au C.E.T. d'Habay mesurée avant (noir) et calculée après (trait bleu) pompage derrière le mur emboué
(source : Maréchal et Monjoie 1998, figure 14)

Les récents développements dans l'étude hydrogéologique du site semblent montrer que la base du mur n'est pas en contact avec la même couche de marne tout au long de son parcours, ce qui aurait été la configuration idéale pour un confinement total. Cependant, l'alternance à faible intervalle d'horizons peu perméables (couche d'argilites ou de marnes) avec des couches plus sableuses est constatée partout autour du site. Cela limite fortement la dispersion verticale des contaminants qui vont, dans leur immense majorité, migrer plutôt latéralement et être repris par les puits ou les drains, ou simplement rester confinés à l'intérieur de l'enceinte. Ni les ruisseaux drainant l'eau souterraine, ni les ouvrages de surveillance à l'extérieur du mur ne montrent jusqu'à présent de signe de dégradation de la qualité des eaux. Cela constitue la meilleure preuve de l'efficacité réelle du système.

2 Piézométrie locale dans les nappes des sables de Mortinsart

Les conditions hydrogéologiques au sein des deux unités de la formation sont complexes et varient latéralement de manière assez nette, y compris à l'échelle du site. Ces variations sont les conséquences de quatre phénomènes qui interagissent : la pente des couches, l'érosion différentielle le long des cours d'eau (donc la topographie), le remaniement naturel (érosion-dépôts de pente et alluviaux) ou humain (déblai-remblai) de la partie supérieure des terrains et, surtout, le pompage et le drainage dans les ouvrages du système de confinement. Ce système perturbe d'autant plus l'allure de la piézométrie locale qu'il est implanté partiellement dans l'unité supérieure (à l'ouest et au sud-ouest du site) et partiellement dans l'unité inférieure (à l'est et au nord-est). Il est dès lors illusoire de vouloir tracer des cartes piézométriques fiables depuis la mise en œuvre d'un confinement.

En conditions naturelles et selon les années, la piézométrie de la "**nappe superficielle**" oscillait entre les cotes 345,1 et 352,7 avec un gradient général vers le sud. Le [plan 8](#) et la Figure 2 présentent les isopièzes calculées à partir de données provenant de deux nivellements réalisés respectivement en 1995 et 1996 par les LGIH et ICM. Il s'agit donc de valeurs indicatives (correctes au mètre près). La partie nord-est de cette carte doit être invalidée puisqu'on sait maintenant que la nappe superficielle n'y est pas présente. Les deux ruisseaux (Goutaine, Tortrue) qui bordent le site à l'ouest et au nord du site drainent l'aquifère superficiel. Cela a pour effet d'incurver les isopièzes. Le ruisseau des Coeuvinns ne draine l'aquifère que dans sa partie sud.

Dans son état initial ([plan 9](#)), et selon les années, le niveau statique de la **nappe intermédiaire** était en moyenne un peu plus bas que dans le premier horizon (entre les cotes 347 et 350). On était donc en présence d'un régime d'infiltration de l'aquifère superficiel vers l'aquifère intermédiaire. Les trois cours d'eau qui bordent le site (Goutaine, Tortrue et Coeuvinns) drainent les deux premiers niveaux aquifères.

Comme dit plus haut, à l'heure actuelle, l'allure des isopièzes aux environs immédiats du C.E.T. est très perturbée par le confinement et la complexité de la géologie. Sur le [plan 12](#) et le [plan 13](#) respectivement, on a reporté les cotes mesurées lors du levé piézométrique de l'ISSeP en décembre 2010, sans tracer d'isopièze. Les traits bleus de la Figure 2 représentent les courbes calculées par le modèle mathématique des LGIH avant réalisation du mur. Loin d'être rigoureusement exactes, ces courbes montrent l'allure théorique des écoulements induits par un pompage dans une telle configuration. C'est en cela que l'ISSeP a jugé utile de les conserver sur la figure.

Globalement, plus en aval, la piézométrie dans les deux couches évolue selon un gradient relativement régulier vers le sud (en direction du ruisseau de l'Enclos).

3 Piézométrie locale dans la nappe profonde

La **nappe profonde** est en charge sous la couche marneuse des formations d'Attert et d'Habay. Le niveau statique initial ([plan 10](#)) était proche de la surface, et atteignait même localement l'artésianisme (F6 et F5). Le niveau statique varie entre 350 (V2) et 346 (F5) avec un gradient général vers le sud-est. Une crête hydrogéologique semblait présente au niveau du F6, mais il se pourrait que cette remontée du niveau apparent de la nappe soit un artefact. La crépine de ce piézomètre est en effet placée 10 mètres plus bas que la moyenne des autres. Il n'est donc pas impossible qu'elle mette l'atmosphère en communication (par "fracture hydraulique") avec des niveaux d'eau plus pressurisés dans des fractures plus profondes du bedrock.

Le [plan 12](#) reprend les mesures effectuées en décembre 2010 par l'ISSeP dans les ouvrages profonds non détruits. De manière générale, les niveaux piézométriques de la nappe profonde restent partout légèrement supérieurs à ceux des aquifères superficiel et intermédiaire. Un rabattement même très faible dans l'aquifère superficiel permet donc d'assurer définitivement un régime de transport ascensionnel de l'aquifère profond vers les aquifères supérieurs.

4 Evolution temporelle

Outre les piézomètres de contrôle du gradient, munis de sondes à enregistrement continu depuis l'installation du mur, six ouvrages (deux par aquifère) "extérieur mur" ont fait l'objet d'un suivi régulier de la piézométrie. La Figure 3 présente l'évolution des niveaux dans les trois aquifères. On y observe des fluctuations saisonnières assez nettes, surtout et logiquement dans le premier niveau aquifère. La tendance globale est une baisse très lente de la piézométrie, cette fois marquée de manière plus significative sur les aquifères intermédiaire et profond.

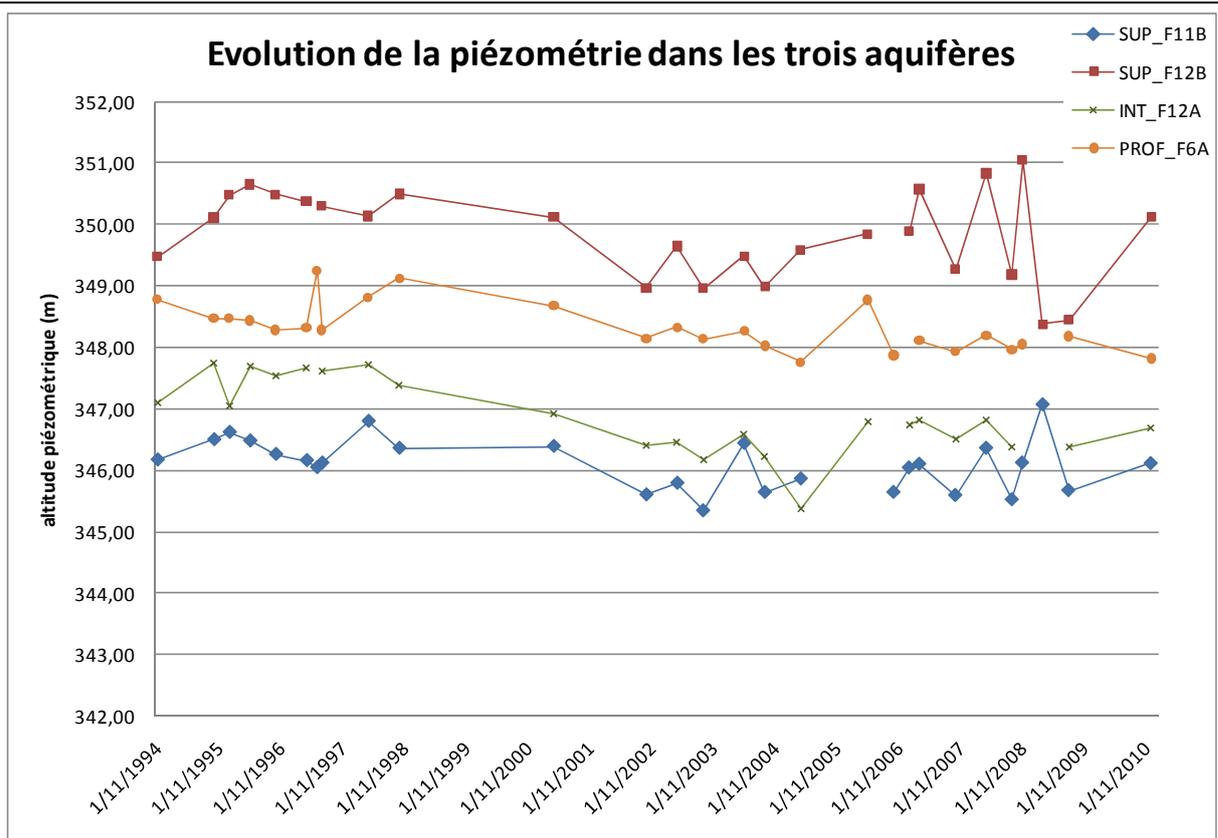


Figure 3 : Evolution de la piézométrie dans les trois nappes (supérieure, inférieure et profonde)

ECOULEMENTS SOUTERRAINS LOCAUX, INTERACTIONS ENTRE AQUIFERES

Lejeune et Monjoie (1994) avaient déjà montré qu'il existait une communication naturelle entre les nappes aux F7, F8 et, dans une moindre mesure, aux F11 et F6. La nouvelle interprétation hydrogéologique du site apporte un nouvel éclairage sur ces communications et sur la manière dont les différentes couches aquifères interagissent. Les données de pompage réalisées depuis 10 ans en continu et de manière périodique apportent également des éléments de réponse dont ne disposaient pas les auteurs de l'étude initiale. En particulier, le comportement atypique des ouvrages de pompage le long du tronçon nord-ouest du mur s'explique très certainement par le fait que c'est à cet endroit que la base du mur intersecte l'intercalaire marneux séparant les deux niveaux sableux de la formation de Mortinsart. En fonction de la position et de la profondeur des ouvrages, l'eau pompée provient en proportion plus ou moins grande de ces deux nappes.

Un travail important d'interprétation, d'essais, de tests, et de réflexion reste à faire pour mieux appréhender la complexité des phénomènes observés dans cette zone. In fine, ces travaux devraient déboucher sur un protocole de pompage optimisé et sur un dispositif de surveillance adapté. A ce moment, il sera sans doute nécessaire de réaliser une mise à jour de la présente fiche.

1 Vitesses d'écoulement

Etant donné le confinement hydrogéologique qui induit un flux hydrogéologique, et donc un transport des éléments en solution "de l'extérieur vers le site", le calcul des vitesses d'écoulement et de transport ne se justifie pas.

2 Modélisation

Une modélisation hydrogéologique a été réalisée par Maréchal et Monjoie (1998) afin de dimensionner le système de confinement hydrogéologique. Elle semblait démontrer que via :

- ❖ 28 puits de pompage périphériques (débit cumulé = 3,85 m³/h),
- ❖ 3 tranchées drainantes entourant les différents casiers (débits cumulé = 2 m³/h),

on parvenait à obtenir un excellent confinement horizontal et un confinement vertical très satisfaisant. Elle montrait cependant aussi qu'il était impossible d'obtenir un confinement vertical parfait. En 1999, c'est cette solution mixte (puits+drain) qui a été retenue par l'exploitant et mise en œuvre durant les travaux d'extension.

Après construction du mur, des essais de perméabilité in situ ont démontré que sa perméabilité variait de 10⁻⁹ à 5.10⁻⁸ m/s alors qu'elle avait été considérée égale à 10⁻⁸ m/s dans le premier modèle. Deux nouvelles simulations avec ces nouvelles valeurs ont démontré qu'une augmentation acceptable du débit de pompage là où la perméabilité du mur est plus forte, suffisait à rétablir un niveau de confinement suffisant.

En 2001, de nouveaux travaux de modélisation par Orban ont été entrepris pour tenter d'adapter le modèle en y intégrant les mesures réalisées pendant les premières années de fonctionnement du mur de confinement. Un nouveau modèle mathématique du site a pu être réalisé, plus précis et plus fiable.

Il est probable que les travaux encore en cours sur l'hydrogéologie du site nécessitent une nouvelle fois d'adapter le modèle mathématique. Ces futurs développements ne sont cependant pas encore planifiés de manière précise.

REFERENCES

La plupart des renseignements et données hydrogéologiques repris dans cette fiche proviennent de :

- ❖ GSO (1999) ;
- ❖ Lejeune et Monjoie (1995 - 1 et 2) ;
- ❖ Marechal et Monjoie (1998) ;
- ❖ Marechal et Monjoie (1999) ;
- ❖ Orban (2000) ;
- ❖ Petit et al. (1997).

Les références bibliographiques complètes de ces documents sont reprises dans la fiche *Bibliographie*.