

Dossier ID201906-0185

En date du : 06/07/2020

Etude de faisabilité Aquathermie

Version 4.0

Manoir de la Chaslerie

Maître d'ouvrage :

Monsieur Pierre-Paul FOURCADE
La Chaslerie
61700 DOMFRONT-EN-POIRAIE

penadomf@msn.com
06 12 96 01 34



La Chaslerie
61 700 LA HAUTE CHAPELLE

Dossier réalisé par : Grégory Vannobel
Dossier contrôlé par : Julien André

Table des matières

1 Révisions	3
2 Synthèse de l'étude	4
2.1 Objet du document	4
2.2 Contenu de l'étude et annexes	4
2.3 Aperçu synthétique des solutions proposées dans l'étude de faisabilité	4
2.4 Périmètre de l'étude de faisabilité	4
2.5 Synthèse financière	5
2.6 Conclusions	6
3 Description fonctionnelle de l'installation	7
3.1 Puits	7
3.2 Pompe à chaleur	7
3.3 Abonnement électrique	8
3.4 Installations en chaufferie	8
3.5 Installations « départ chauffage »	8
3.6 Régulation	8
3.7 Planification des travaux	9
4 Analyse financière	10
4.1 Coûts d'installation	10
4.2 Coûts de fonctionnement	10
5 Besoins de chaleur	11
5.1 Tableau des besoins de chauffage	11
5.2 Niveaux d'isolation retenus pour le calcul de déperditions	11
6 Protection des personnes et sécurité incendie	13
6.1 Références réglementaires	13
6.2 Cas de la chaufferie	13
7 Bâtiment annexe – Cave	14
8 Annexe – Point d'eau de Ceaucé (61 075)	15

1 Révisions

Auteur : Grégory Vannobel

Date	Indice	Commentaires
30/07/2019	V1.0	Création du rapport
07/02/2020	V2.0	Présentation des résultats de l'étude de faisabilité
18/03/2020	V3.0	Prise en compte des décisions prises lors de la réunion du 10 mars 2020
02/07/2020	V4.0	Déplacement chaufferie et aérotherme Chapelle

2 Synthèse de l'étude

2.1 Objet du document

Ce document présente les résultats de l'étude de faisabilité, portant sur les possibilités de chauffer le Manoir de la Chaslerie par aquathermie (pompe à chaleur utilisant les calories contenues dans l'eau).

2.2 Contenu de l'étude et annexes

L'étude de faisabilité comprend les documents suivants :

- Synthèse d'étude (présent document), présentant les données et conclusions de l'étude, y compris estimations des coûts d'installation et de fonctionnement
- Schéma hydraulique : Aperçu de la solution d'aquathermie retenue par le Maître d'ouvrage
- Plan d'implantation : Proposition d'implantation des équipements et réseaux

2.3 Aperçu synthétique des solutions proposées dans l'étude de faisabilité

L'étude de faisabilité étudie la possibilité de chauffer le Manoir par aquathermie.

La solution proposée comprend :

- Installation d'une pompe à chaleur et de ses équipements dans la dépendance en face de la Chapelle
- Utilisation de l'eau jaillissant naturellement du sol par le puit arthésien comme source énergétique
- Ensemble des départs chauffage depuis la Chaufferie à déboucher au rez-de-chaussée de l'Aile Nord, du Colombier et de la Tourelle sud. Réseaux hydrauliques enterrés dans la cour
- Alimentation depuis le Colombier des planchers chauffants situés dans le Colombier, les Ecuries et la Tour Louis XIII
- Alimentation depuis l'Aile Nord des planchers chauffants situés dans l'Aile nord et le Logis nord ainsi que des radiateurs existants situés au 1^{er} étage de l'Aile nord
- Alimentation depuis la Tourelle sud des planchers chauffants situés dans le Logis sud
- Chauffage depuis la chaufferie de la Chapelle par aérotherme, via un réseau hydraulique enterré (entre la chaufferie et la Chapelle)
- Compléments de chauffage assurés par des radiateurs électriques
- Production de l'eau chaude sanitaire par des chauffe-eaux électriques

2.4 Périmètre de l'étude de faisabilité

L'étude de faisabilité porte sur la production d'énergie par aquathermie pour le chauffage du Manoir ainsi que de la Chapelle.

A l'intérieur des bâtiments, l'étude s'arrête aux limites de la chaufferie et des « départs chauffage ».

Ne sont pas étudiés :

- Les dimensionnements, localisations et implantations des émetteurs de chaleur (planchers chauffants et radiateurs)
- La distribution du chauffage depuis les « départs chauffage » jusqu'aux émetteurs de chaleur
- La production et distribution de l'eau chaude sanitaire jusqu'aux points de puisage (lavabos, baignoires, douches, ...)

2.5 Synthèse financière

Total - Lots techniques	Base
(1) Coût d'installation (€ TTC – TVA 5,5%)	130 747
(2) Coût annuel de fonctionnement (15 c€ TTC / kWh)	13 949
Coût annuel de maintenance (€ TTC)	1 000
(3) Coût annuel d'exploitation (€ TTC)	14 949

(1) : Coût d'installation brut comprenant l'ensemble des travaux du Lot Chauffage dans la limite du périmètre de l'étude.

Ne sont pas compris :

- Les émetteurs de chauffage et la distribution de chauffage depuis les « départs chauffage » jusqu'aux émetteurs
- Les chauffages électriques
- La distribution d'eau chaude sanitaire et l'ensemble des appareils sanitaire
- L'ensemble des travaux annexes, notamment ceux nécessaires à l'adaptation des locaux chaufferie et « départs chauffage »
- D'éventuelles aides financières qui viendront en déduction du coût brut

Taux de TVA non contractuel. Se référer à la législation pour connaître le taux de TVA applicable selon la nature des travaux réalisés.

(2) : Coût de fonctionnement basé sur un calcul de consommation par simulation thermique.

Hypothèse que l'ensemble du Manoir est chauffé : 20 °C en occupation le jour / 18 °C en réduit la nuit

(3) : Coût d'exploitation estimé selon l'importance de l'installation.

Ne sont pas compris :

- Les coûts de remplacement de pièces

2.6 Conclusions

Le chauffage d'une partie du Manoir par aquathermie est possible.

Le puits réalisé en 2018 peut être utilisé comme source d'eau.

Les 2 puits disponibles étant arthésiens, il n'est pas possible de réinjecter l'eau dans le sol (puisque'elle arrive naturellement à la surface, sans pompage).

L'eau sera déversée dans le la Douve, le cours d'eau longeant la propriété.

Pour des approches économiques et techniques raisonnables, l'usage de l'aquathermie concernera l'alimentation de planchers chauffants, de radiateurs déjà existants et le chauffage de la Chapelle.

L'utilisation de l'aquathermie pour alimenter des radiateurs à eau en complément des planchers chauffants et la production de l'eau chaude sanitaire en hiver est abandonnée car trop couteuse et nécessitant trop d'emplacements techniques.

Le choix s'orientera vers une 2 pompes à chaleur fonctionnant alternativement ou simultanément, selon les besoins de chauffage. Chaque machine développera 30 kW (60 kW pour l'ensemble).

Cela permet de prendre en compte le phasage des travaux. Chaque phase de travaux nécessite une puissance de chauffage de l'ordre de 30 kW. Une machine sera installée à chaque phase de travaux.

Les installations sont localisées dans la dépendance à proximité immédiate du puits, dans le Colombier, dans l'Aile nord et la Tourelle sud avec des liaisons hydrauliques à travers la cour et vers la Chapelle.

Un point important à prendre en compte concerne le besoin de puissance électrique pour le fonctionnement de la pompe à chaleur. Un abonnement tarif jaune (à puissance surveillée) est nécessaire s'il est unique pour l'ensemble du Manoir. Ou à minima, il faut prévoir un abonnement de 36 kW triphasé dédié aux installations de chauffage.

3 Description fonctionnelle de l'installation

L'installation comprend :

- Le puits
- La pompe à chaleur
- Un abonnement électrique adapté
- Les installations en chaufferie
- Les installations jusqu'aux « départs chauffage » (Aile nord, Colombier et Tourelle sud)
- Le chauffage de la Chapelle
- La régulation de l'ensemble

3.1 Puits

Sur le site, il existe 2 puits de 70 m de profondeur. Du premier puits, un débit d'eau jaillit naturellement (puits arthésien) à un débit de l'ordre de 40 m³/h. Du second puits, un débit d'eau de l'ordre de 3 m³/h jaillit (également naturellement). Le 1^{er} puits sera utilisé pour l'installation, qui nécessite un débit de l'ordre de 15 m³/h.

Ces puits ont un diamètre intérieur de 125 mm et descendent à 70 m de profondeur.

L'analyse d'un autre puits, situé à 10 km du Manoir, montre que l'eau se situe juste en dessous de la surface du sol, tout au long de l'année (voir en Annexe du présent document).

De plus, le débit d'eau jaillissant du puits est très supérieur au besoin de la pompe à chaleur.

La source d'eau nécessaire au fonctionnement de l'aquathermie peut donc être considérée comme fiable et constante.

L'eau arrivant naturellement en surface, il n'est donc pas nécessaire de la puiser en profondeur par une pompe immergée. Cela est un avantage considérable puisque la consommation d'électricité pour le pompage est ainsi très fortement réduite.

Une cuve de surface remplie naturellement par l'eau du puits constituera une réserve suffisante et constamment renouvelée pour la pompe à chaleur. Une à deux petites pompes de surfaces suffisent alors pour diriger une partie de l'eau vers l'échangeur de la pompe à chaleur.

Toute l'eau est rejetée dans la Douve.

L'eau contient beaucoup de fer.

Une analyse de l'eau devra être réalisée avant le choix de la pompe à chaleur pour connaître précisément ses caractéristiques.

Le choix du matériel (et notamment de l'échangeur) devra être cohérent avec les caractéristiques de l'eau pompée : échangeur de type tubulaire ou coaxial (ex : générateurs de chez Lemasson ou Geothermik).

3.2 Pompe à chaleur



Pour pouvoir chauffer l'ensemble du Manoir, la chaufferie devra être d'une capacité de 60 kW.

Nous préconisons l'installation de deux pompes à chaleur, développant chacune 30 kW.

Cela permet :

- De faire fonctionner une pompe à chaleur lorsque toute la puissance n'est pas nécessaire.
- De réduire la capacité du ballon tampon à 500 L plutôt qu'à 1000 L
- D'installer une machine à chaque phase du projet (étalement des dépenses)

Ex d'équipement : Lemasson

La pompe à chaleur doit pouvoir produire de l'eau à 45 °C pour assurer le chauffage par radiateurs. Les performances d'un tel équipement sont :

- Puissance développée 30 kW
- COP à 45 °C (température d'eau de chauffage) = 4. Puissance électrique absorbée = 7,5 kW

3.3 Abonnement électrique

Le fonctionnement d'une telle installation nécessite :

- Soit un abonnement de type Tarif jaune (à puissance surveillée) pour l'ensemble du site
- Soit un abonnement dédié de type Tarif bleu (à puissance limitée) – 36 kVA – pour les installations en chaufferie

Dans tous les cas, une alimentation 400 V triphasé est obligatoire pour la pompe à chaleur.

3.4 Installations en chaufferie

Il est prévu l'aménagement d'une chaufferie dans la dépendance en face de la Chapelle (à proximité immédiate des puits de forage).

Une proposition d'implantation des équipements est décrite sur plan.

Les installations en chaufferie comprennent :

- Les pompes à chaleur
- Un ballon tampon de 500 L pour assurer un temps de fonctionnement minimum de la pompe à chaleur (éviter la répétition de cycles courts qui sont préjudiciables à la durée de vie du compresseur).
- Des circulateurs permettant d'envoyer l'eau de chauffage vers la Chapelle et les « départs chauffage »

3.5 Installations « départ chauffage »

Trois « départs chauffage » sont prévues :

- Dans l'Aile nord (à l'emplacement de la chaufferie actuelle), dédiée à l'Aile nord et au Logis nord
- Dans la Tourelle sud (à l'emplacement d'une ancienne cheminée), dédiée à la Tourelle et au Logis sud
- Dans le Colombier (emplacement à déterminer), dédiée au Colombier et aux Ecuries

Chaque « départ chauffage » assure la distribution du chauffage vers les différentes pièces desservies en planchers chauffants

Des liaisons par tuyauteries isolées et enterrées dans la cour relie la chaufferie aux « départs chauffage ».

3.6 Régulation



Un automate assure un fonctionnement optimisé de l'installation.

Il gère l'ensemble des équipements (pompe à chaleur, circulateurs, vannes, ...) en fonction des informations qu'il reçoit par différentes sondes (de température, ...).

L'automate vous offre également une interface graphique, par le web, pour exploiter et suivre votre installation.

Les possibilités d'exploitation et de suivi sont nombreuses et paramétrables selon vos besoins :

- Programmer les consignes de température de chauffage pour chaque zone du Manoir
- Définir des plages horaires de chauffage en confort ou en réduit
- Mettre en température très réduite des zones inoccupées du Manoir

- Activer / désactiver la production d'eau chaude sanitaire selon l'usage des différentes parties du Manoir
- Être alerté de dysfonctionnement ou de nécessité d'opérations de maintenance
- Suivre les consommations d'énergie

Une interface web permet une relation conviviale et didactique avec l'installation.

Par exemple, les programmations de chauffage peuvent se faire par calendriers.

L'activation / désactivation de fonctions se fait par clics de souris.

L'ensemble du pilotage est regroupé sur une seule interface qui peut être accessible par plusieurs personnes (propriétaire, entreprise de maintenance, ...) et depuis tout lieu (ordinateur, smartphone, tablette au domicile ou à l'extérieur).

3.7 Planification des travaux

Le projet de réaménagement du Manoir comprend 2 tranches :

- Tranche 1 : Réaménagement du Colombier, de l'Aile nord, du Logis Nord et de la Chapelle
- Tranche 2 : Réaménagement des Ecuries, de la Tour Louis XIII et du Logis Sud

Nous préconisons :

- En tranche 1 :
 - o Installation d'une première pompe à chaleur
 - o Installation en « départs chauffage »
 - o Liaisons hydrauliques entre la chaufferie et les « départs chauffage »
 - o Installations de chauffage limitées aux parties réaménagées
- En tranche 2 :
 - o Installation de la seconde pompe à chaleur
 - o Extension des réseaux en chaufferie et « départs chauffage » pour le chauffage des nouvelles parties réaménagées

4 Analyse financière

4.1 Coûts d'installation

Décomposition des coûts d'installation par poste.

Tableau récapitulatif :		Base
	-	
	Source d'eau	7 060
	Pompe à chaleur	36 000
	Chaufferie	33 825
	Départs chauffage "Aile nord"	13 544
	Départs chauffage "Tourelle sud"	8 088
	Départs chauffage "Colombier"	8 030
	Chauffage Chapelle	9 384
	Régulation	8 000
	Total (€ HT)	123 931
	TVA 5.5%	6 816
	Total (€ TTC)	130 747

4.2 Coûts de fonctionnement

Sur la base d'un coût de l'électricité de 0,15 € TTC / kWh.

Nom compris : coût de l'abonnement électrique

Tableau récapitulatif :		Base
	-	
<u>Consommation électrique en kWh</u>		
	Pompe à chaleur	56 382
	Radiateurs électriques	30 491
	Auxiliaires : Pompe du puit, circulateurs	6 118
	Total (kWh)	92 291
<u>Consommation électrique en € TTC</u>		
	Pompe à chaleur	8 457
	Radiateurs électriques	4 574
	Auxiliaires : Pompe du puit, circulateurs	918
	Total (€ TTC)	13 949

5 Besoins de chaleur

5.1 Tableau des besoins de chauffage

Le tableau ci-dessous précise la nature des besoins de chauffage par partie de Manoir et par phase de travaux, telles que déterminées par un calcul des déperditions selon la norme EN 12831.

Ces puissances, exprimées en Watts, ont été confirmées par la Simulation Thermique Dynamique (STD) d'estimation des consommations d'énergie.

TRANCHE 1 (Plc Chauffant)	AILE NORD	COLOMBIER	LOGIS NORD
RDC	7 557	2739	4 998
R+1		2 066	6 507
R+2		4 123	
SOUS-TOTAL	7 557	8 928	11 505

TOTAL TRANCHE 1 : 27 990 W

TRANCHE 2 (Plc Chauffant)	LOGIS SUD	ECURIE	TOUR LOUIS XIII
RDC	8 016	8320	3 092
R+1	7 353		
R+2		5074	4 532
COMBLES			
SOUS-TOTAL	15 368	13 394	7 624

TOTAL TRANCHE 2 : 36 386 W

TOTAL TRANCHE 1 + TRANCHE 2 : 64 376 W

5.2 Niveaux d'isolation retenus pour le calcul de déperditions

Deux calculs de déperditions ont été réalisés sur ce projet. Le premier calcul considère l'enveloppe thermique existante sans aucune amélioration énergétique et le deuxième calcul prend en compte l'isolation de l'enveloppe thermique.

Les résultats présentés sur la page précédente sont ceux du projet optimisé. En effet, le traitement thermique des parois existantes sera amélioré au fur et à mesure des phases de travaux. Le gain obtenu entre les deux situations (existante et optimisé) est de l'ordre de 20 kW.

Hypothèses retenues sur l'enveloppe thermique dans le cadre du calcul de déperditions :

- Les planchers bas :
 - o Une isolation en liège d'une épaisseur de 8 cm minimum (Résistance thermique > 2 m².K/W) est préconisée pour les planchers sur terre-plein.
- Les murs extérieurs :
 - o Une correction thermique par projection chaux-chanvre d'une épaisseur de 5 cm minimum (R > 0,5 m².K/W) est préconisée sur les murs extérieurs. Par cette intervention, il s'agit surtout de couper le rayonnement froid des murs en appliquant une couche d'isolant végétal (chanvre) mélangée avec de la chaux.
- Les toitures ou plafond droit :
 - o Certaines zones du manoir disposent déjà d'un isolant de type PMR (Produit Mince Réfléchissant). Aucune intervention complémentaire n'a été considérée sur celles-ci. Sur les parois non traitées, une isolation végétale (laine de bois) d'une épaisseur de 20 cm minimum (R > 5,2 m².K/W) est préconisée.

- Les menuiseries extérieures :
 - o La mise en place de menuiseries bois double-vitrage est préconisée ($U_w = 1.9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) sur l'ensemble des parois vitrées. Les portes pleines en bois existantes ont été considérées non isolées.

- Etanchéité à l'air :
 - o L'ensemble des travaux présentés ci-dessus participera à la diminution des infiltrations d'air parasites sur le Manoir (étanchéité des menuiseries, correction thermique sur les murs, isolation des toitures...). Le niveau de perméabilité n50 a donc été amélioré entre la situation existante actuelle et la situation future optimisée.

En raison des caractéristiques thermiques et hydriques bien spécifiques du bâti ancien, le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer a adopté un principe de précaution vis-à-vis du bâti ancien en cherchant, de manière générale, à ne pas imposer des travaux qui pourraient nuire à sa pérennité.

Pour les rénovations de bâtiments de moins de 1000 m² de Surface Hors Oeuvre Nette, c'est la réglementation thermique existant « par élément » qui s'impose, exception faite pour les travaux d'isolation des parois opaques (murs de façades constitués de matériaux anciens), pour lesquels l'application de la réglementation thermique n'est pas exigée (article 2, arrêté du 3 mai 2007), en raison des risques d'incompatibilité de l'isolation rapportée avec le mur d'origine.

Pour les bâtiments situés dans un secteur protégé au titre du patrimoine Les travaux d'isolation thermique ou de remplacement des fenêtres ne doivent pas entraîner de modifications de l'aspect extérieur (articles 6 et 15, arrêté du 3 mai 2007).

Compte tenu du caractère bâti ancien du Manoir, nous avons tenu compte de ces recommandations dans nos préconisations.

6 Protection des personnes et sécurité incendie

6.1 Références réglementaires

Les installations de chauffage dans les logements, les bureaux et les ERP (Etablissement Recevant du Public) sont soumis à l'Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public (ERP).

En outre les ERP sont soumis à l'Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP).

Dans le cas où des salles de réception et/ou chambres à louer sont aménagées dans le Manoir, celui-ci devra être assimilé à un ERP.

Le propriétaire devra se renseigner précisément sur les règlements applicables en fonction des usages du Manoir.

Ce présent document ne prétend pas dresser la liste de toutes les réglementations applicables au Manoir.

6.2 Cas de la chaufferie

A la lecture des textes législatifs, la chaufferie est à considérer au sens de l'arrêté du 23 juin 1978 comme une sous-station (dans la mesure où la chaufferie ne comporte aucun générateur à combustion).

L'aménagement du local devra comporter à minima (détails à consulter dans le Titre II de l'arrêté du 23 juin 1978) :

- Le sol du local doit constituer une cuvette de rétention d'une profondeur de 0,15 mètre ou de 5 mètres cubes au moins de capacité, en déduisant le volume des massifs supportant les appareils
- Le local doit comporter un système permanent de ventilation, constitué :
 - o En partie basse, par un dispositif d'introduction d'air frais.
Le dispositif d'introduction d'air frais doit permettre l'entrée d'air extérieur destiné à la ventilation du local
 - o En partie haute, par un dispositif d'évacuation d'air.

7 Bâtiment annexe – Cave

Ce bâtiment est situé à environ 70 m du futur local contenant la Chaufferie.



Après rénovation, ce bâtiment est destiné à être occupé ponctuellement, en tant que résidence secondaire.

Etant donné l'éloignement au Manoir et la faible utilisation envisagée de ce bâtiment, il est préconisé de prévoir une installation de chauffage et eau chaude sanitaire indépendante pour cette dépendance.

L'installation d'une pompe à chaleur aérothermie, associée à des planchers chauffants, sera adaptée à ce type de bâtiment.

La pompe à chaleur produira également l'eau chaude sanitaire.

Le coût d'installation est estimé à 18 000 € TTC comprenant :

- La pompe à chaleur
- Les planchers chauffants
- Les réseaux hydrauliques et les raccordements électriques

La puissance de la pompe à chaleur est estimée à 15 kW.

8 Annexe – Point d'eau de Ceaucé (61 075)

Un puit, situé à Ceaucé est équipé d'un piézomètre pour relever les évolutions de la profondeur de l'eau.

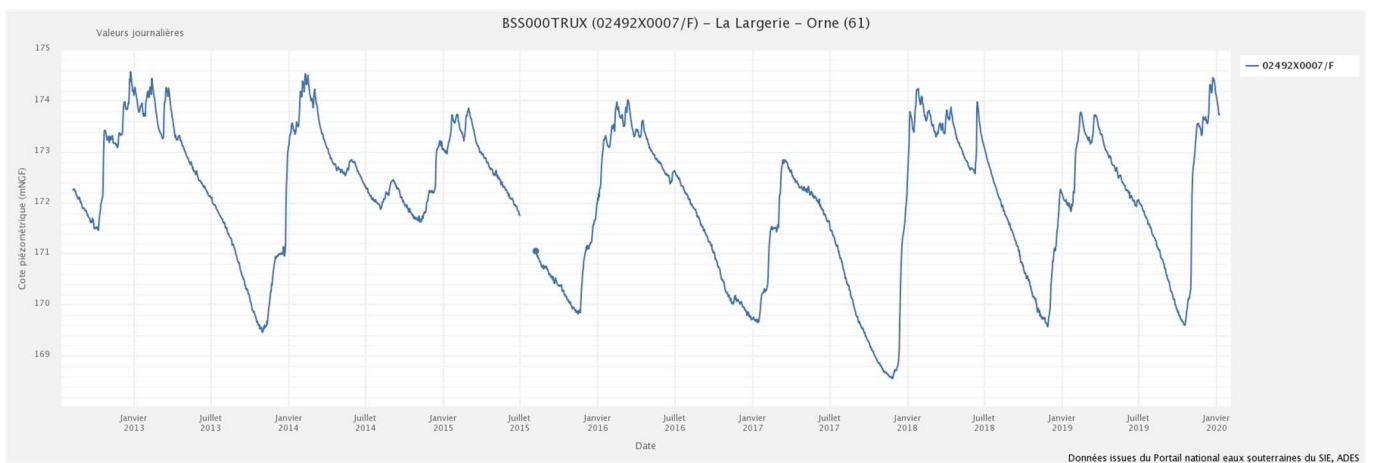
Le puit est situé à une altitude de 176 m et descend à une profondeur de 127 m.

Les relevés sur la période 2012 à aujourd'hui, montrent que l'eau se situe entre 2 m (point le plus haut généralement en janvier) et 7 m (point le plus bas généralement en août) sous le niveau du sol.

Localisation du puit par rapport au Manoir :



Relevés du piézomètre de 2012 à janvier 2020 :



Altitude NGF du lieu : 176 m

Source : Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines

https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?Code=02492X0007/#mesures_graphiques