

Contexte du projet

En septembre 2025, M. et Mme DUBOIS font l'acquisition d'un bâtiment atypique, le moulin de Roullours, ancien moulin à grain du XVII^e siècle, établi sur le ruisseau des Houllles, petit affluent de la Vire (14), qui a fonctionné jusqu'en 1970.



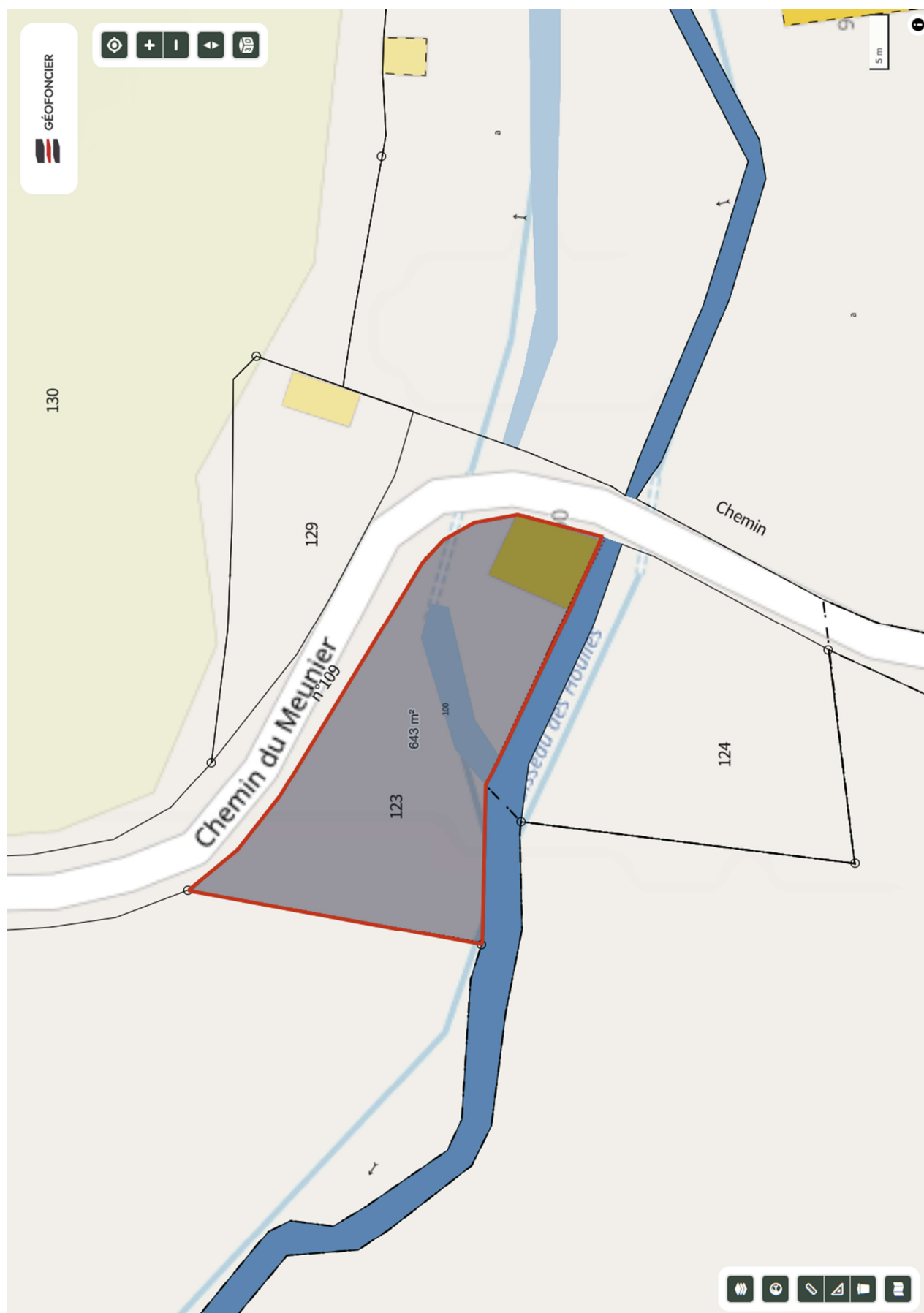
Moulin de Roullours

M. et Mme DUBOIS prévoient une rénovation complète de ce beau bâtiment chargé d'histoire, laissé à l'abandon depuis plusieurs décennies, afin de l'aménager en habitation pour eux et leurs deux enfants. Ils souhaitent aménager un rez de chaussée sur 60m² et un étage sous rampant de la même superficie. Les volumes qui s'offrent à eux permettent une hauteur sous plafond de 2,5 m au RDC et de 2,2 m en moyenne à l'étage.

Dans un premier temps, il est nécessaire de revoir complètement l'enveloppe thermique du bâti qui se limite pour le moment à une maçonnerie en pierre granitique dure d'environ 70 cm d'épaisseur. Afin de laisser le charme de cette vieille pierre à l'extérieure, ils envisagent, en plus de la pose de doubles vitrages, une isolation par l'intérieure avec de la laine de bois de 120 mm d'épaisseur. Le même matériau sera utilisé pour l'isolation des combles sous rampant, mais cette fois-ci avec une épaisseur de 400 mm. Comme moyen de chauffage, M. et Mme DUBOIS souhaitent installer un chauffage central. Ils prévoient de mettre en place un plancher chauffant au RDC. Pour des raisons techniques contraignantes, l'étage sera lui équipé de radiateurs acier.

La typologie particulière du bien qu'ils viennent d'acheter, situé au bord de l'eau sur une parcelle de 643 m², leur fait songer que la géothermie serait un excellent moyen de production de chaleur, exploitant les énergies renouvelables et avec un faible impact CO₂. Ils font appel à l'entreprise LEMASSON, fabricant français et normand de pompes à chaleur géothermiques, pour réaliser une étude de faisabilité et un dimensionnement d'installation.

En tant que technicien au sein du bureau d'études Lemasson, vous avez la charge du suivi du projet de M. et Mme DUBOIS. Vous devrez leur présenter les différentes solutions de captage d'énergie possible en fonction de la puissance à mettre œuvre. En identifiant les contraintes de chacune d'elles, vous les orienterez vers la solution optimum pour leur projet.



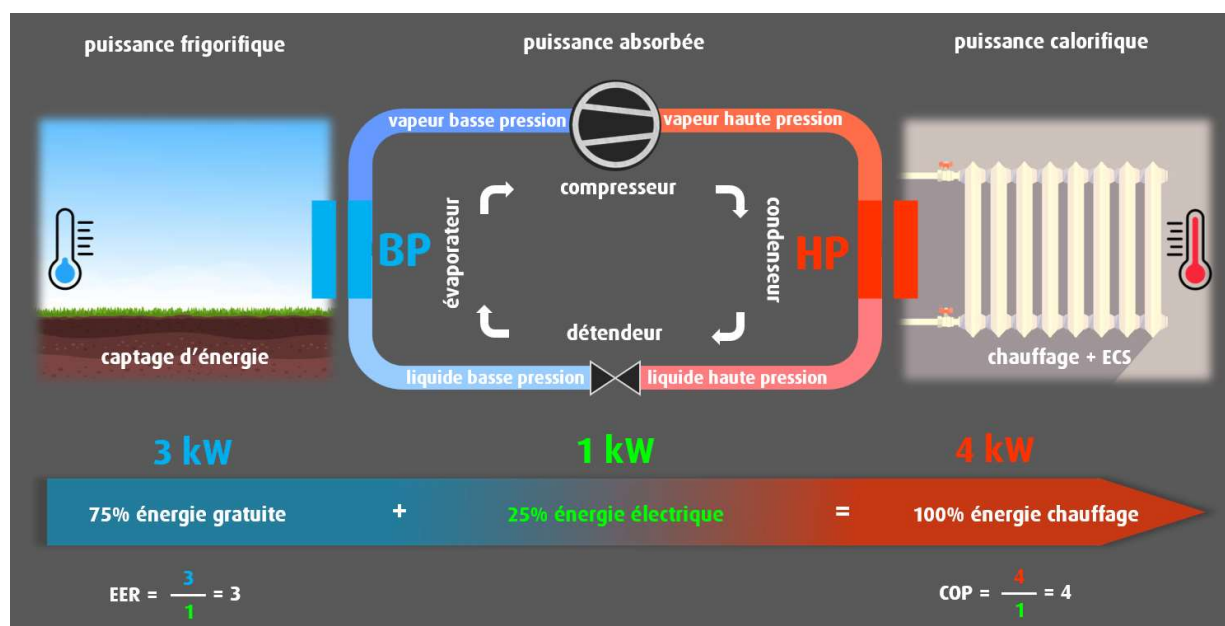
Extrait cadastral du 99 chemin du Meunier, 14500 Vire



Vue Street View du 99 chemin du Meunier, 14500 Vire

Repères

Les Pompes à Chaleur (PAC) géothermiques

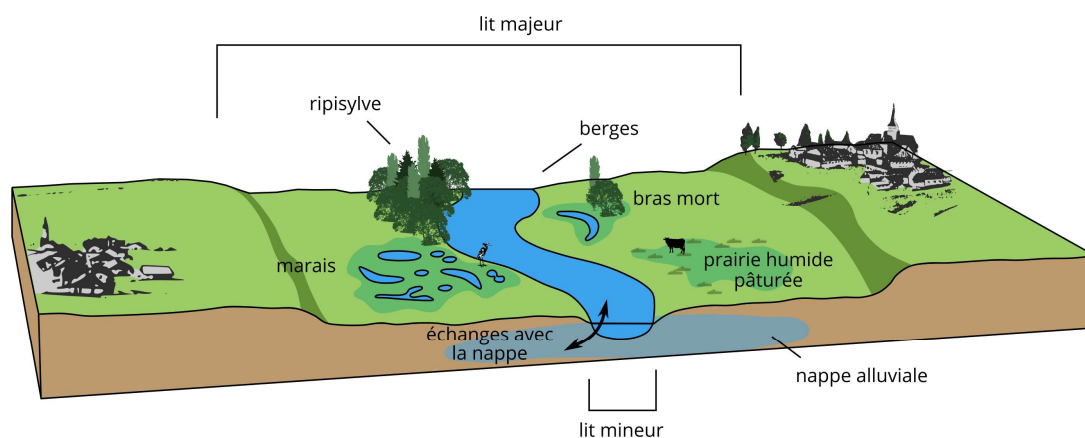


Principe de fonctionnement d'une PAC géothermique

Estimation des besoins de chauffage

Type de bâtiment	Besoin de chauffage
Bâtiment passif	10–15 W/m ²
RE2020 / BBC	25–40 W/m ²
Neuf RT2012	40–60 W/m ²
Rénové (bonne isolation)	60–80 W/m ²
Ancien partiellement rénové	80–120 W/m ²
Ancien non isolé	120–200 W/m ²

Coupe géologique d'un cours d'eau



Les captages géothermiques courants

Le captage horizontal :

- des boucles enterrées à faible profondeur (~0,8 à 1,5 m) sur de grandes surfaces captent les calories du sol
- captage environ 20 à 30 W/m²
- régime d'eau de captage 0 à 6°C



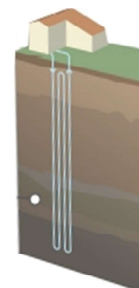
Le captage immergé :

- des boucles sont immergées et disposées sur le lit d'un cours d'eau pour capter les calories de l'eau
- captage environ 10 à 50 W/m²
- régime d'eau de captage 0 à 6°C



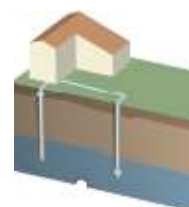
Le captage vertical :

- des sondes géothermiques profondes (~50 à 200m) sont introduites dans des forages pour capter les calories du sol
- les sondes doivent être espacées les unes des autres d'un dizaine de mètres au minimum
- captage environ 40 à 60 W/m linéaire de sondes
- régime d'eau de captage 3 à 10°C



Le forage nappe phréatique :

- deux forages sont réalisés jusqu'à atteindre la nappe phréatique, l'un dit de pompage dans lequel on introduit une pompe immergée, l'autre dit de rejet dans lequel on renvoie l'eau de la nappe au milieu naturel
- les forages doivent être espacés les uns des autres d'une dizaine de mètres au minimum
- captage environ 6 kW/m³/h d'eau pompée
- régime d'eau de captage 10 à 13°C



Le pompage d'eau vive :

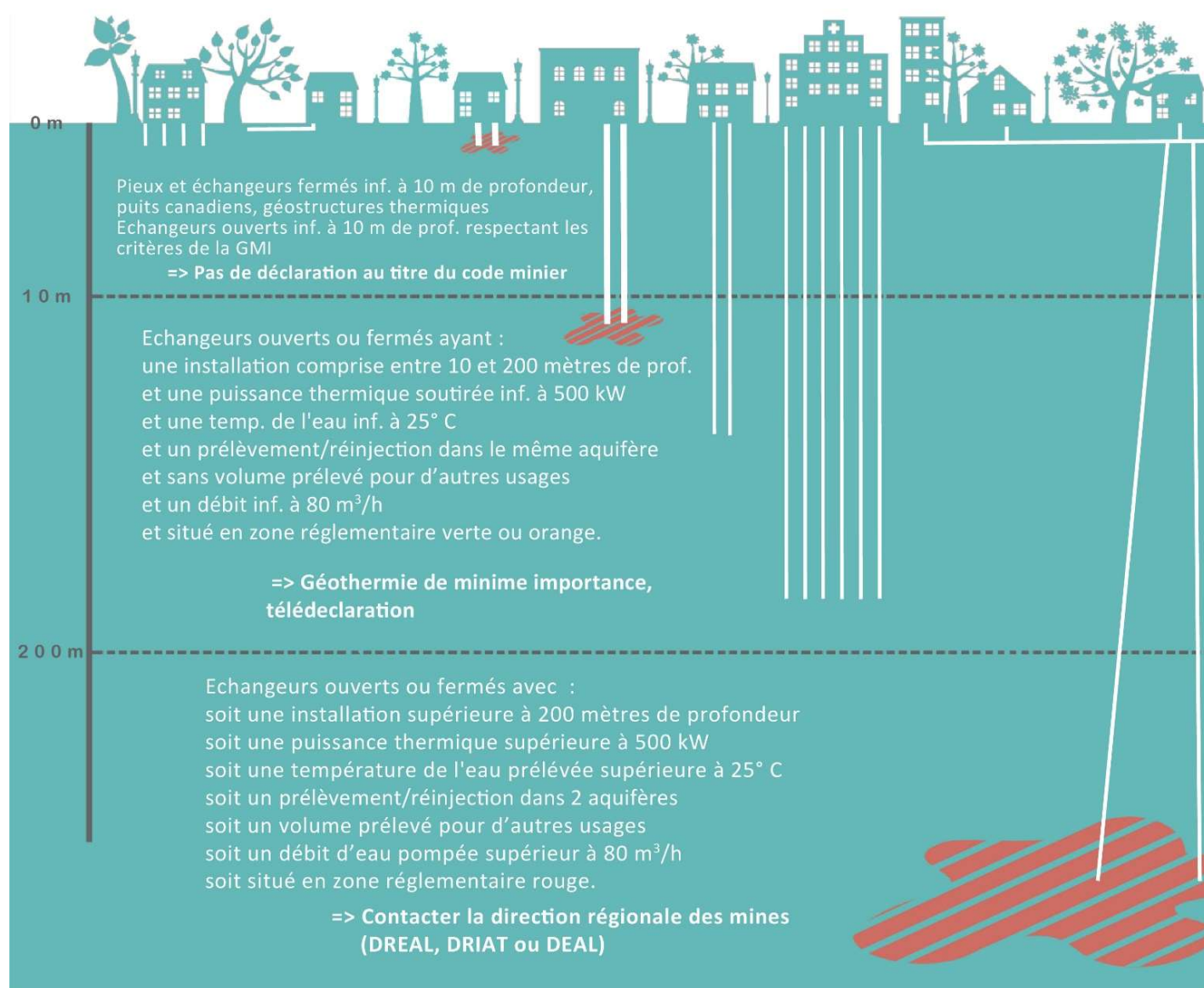
- l'eau d'un cours d'eau est pompée pour extraire ses calories puis renvoyée au cours d'eau
- le rejet doit être en aval du pompage
- captage environ 2 kW/m³/h d'eau pompée
- régime d'eau de captage 3 à 8°C



PAC Lemasson

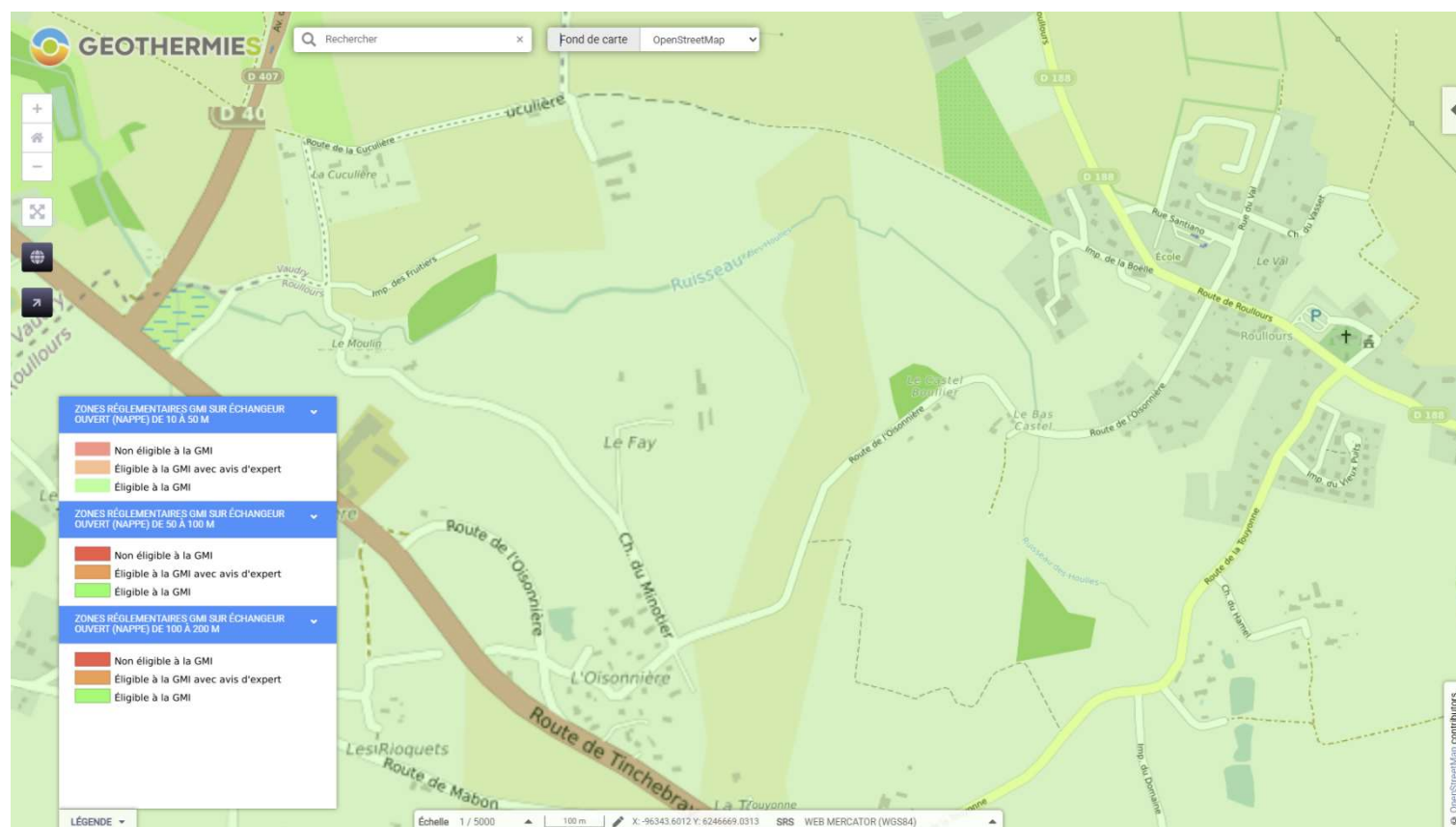
Alimentation électrique Ampérage maxi.		Températures		Puissance chauffage condenseur kW	Circuit eau chauffage			COP	Puissance frigorigrique évaporateur kW	Circuit eau captage		Puissance absorbée électrique kW	Débit ECS 10/55°C l/h	Niveau sonore dB(A)	Poids kg
		circuit captage Ent./Sort.	circuit chauffage Ent./Sort.		Débit m3/h	DP mCE	Débit m3/h			DP mCE					
HTM14+ 230V 1N ~50Hz 10,5 A	0 / -3 °C ⁽¹⁾ [MPG 33%] 2 / -3 °C	30 / 35 °C (1)	4,96			3,97	3,60			125	96	59	150		
		30 / 35 °C	4,95	0,83	0,7	4,08	3,60	0,65	12	121	96				
		40 / 45 °C	4,65	0,78	0,6	3,23	3,25	0,59	1,1	144					
	47 / 55 °C	4,43	0,46	0,3	2,65	2,82	0,51	0,9	167	111	50				
		30 / 35 °C (1)	5,64	0,94	0,9	4,53	4,26	0,68	0,5			125			
		40 / 45 °C	5,29	0,88	0,8	3,59	3,85	0,62	0,4			147			
	47 / 55 °C (1)	4,84	0,51	0,3	2,86	3,37	0,54	0,3	169	129	50				
		30 / 35 °C (1)	6,28			5,45	5,37					115			
		30 / 35 °C (1)	6,50	1,09	12	5,78	5,23	0,90	0,4			112			
	12 / 7 °C	40 / 45 °C	6,36	1,04	11	4,18	4,80	0,83	0,4	152	129	50			
		47 / 55 °C (1)	6,21	0,65	0,5	3,55	4,36	0,75	0,3	175					
		30 / 35 °C (1)	5,78			3,92	4,31			147	105				
HTM22+ 230V 1N ~50Hz 12,8 A	0 / -3 °C ⁽¹⁾ [MPG 33%] 2 / -3 °C	30 / 35 °C (1)	5,77	0,96	0,9	4,04	4,31	0,78	15	143	105	60			
		30 / 35 °C	5,43	0,91	0,8	3,24	3,86	0,70	13	168					
		40 / 45 °C	5,18	0,54	0,4	2,70	3,29	0,60	1,1	192					
	47 / 55 °C	6,57	1,10	12	4,47	5,10	0,82	0,6	147	122	156				
		40 / 45 °C	6,19	1,03	11	3,60	4,57	0,73	0,5			172			
		47 / 55 °C (1)	5,66	0,59	0,4	2,91	3,93	0,63	0,4			195			
	10 / 7 °C ⁽¹⁾	30 / 35 °C (1)	7,39			5,40	6,24			137	141	50			
		30 / 35 °C (1)	7,61	1,24	15	5,69	6,33	1,09	0,6	134					
		40 / 45 °C	7,45	1,21	14	4,27	5,66	0,97	0,5	175					
	47 / 55 °C (1)	7,35	0,77	0,6	3,56	5,16	0,89	0,4	2,06	141	50				
		30 / 35 °C (1)	7,39			4,04	5,54					183	142		
		HTM26+ 230V 1N ~50Hz 17,7 A	0 / -3 °C ⁽¹⁾ [MPG 33%] 2 / -3 °C	30 / 35 °C (1)	7,37	1,23	2,4	4,20	5,53			1,00	2,0	176	142
30 / 35 °C	7,05			1,17	2,2	3,22	4,84	0,88	1,7	2,19					
40 / 45 °C	6,60			0,69	1,0	2,55	4,32	0,78	1,5	2,59					
47 / 55 °C	8,41		1,40	3,8	4,61	6,55	1,05	1,0	182	164	162				
	40 / 45 °C		8,05	1,34	3,5	3,56	5,73	0,92	0,8			2,26			
	47 / 55 °C (1)		7,21	0,75	1,2	2,74	5,16	0,83	0,6			2,63			
10 / 7 °C ⁽¹⁾	30 / 35 °C (1)		9,29			5,27	8,11			176	189	53			
	30 / 35 °C (1)		9,63	1,60	4,8	5,64	8,21	1,41	0,9	171					
	40 / 45 °C		9,56	1,59	4,7	4,36	7,16	1,23	0,7	2,19					
47 / 55 °C (1)	9,27		0,97	1,9	3,50	6,64	1,14	0,6	2,65	189	53				
	30 / 35 °C (1)		9,93			3,91	7,38					2,54	190		
	HTM36+ 230V 1N ~50Hz 22,8 A		0 / -3 °C ⁽¹⁾ [MPG 33%] 2 / -3 °C	30 / 35 °C (1)	9,89	1,64	3,8	4,08	7,37			1,33	2,9	2,42	190
30 / 35 °C		9,44		1,57	3,5	3,21	6,47	1,17	2,5	2,94					
40 / 45 °C		8,81		0,92	1,5	2,55	5,79	1,05	2,1	3,45					
47 / 55 °C		11,31	1,87	6,4	4,46	8,72	1,40	1,6	2,53	220	168				
		40 / 45 °C	10,79	1,79	5,9	3,54	7,66	1,23	1,2			3,05			
		47 / 55 °C (1)	9,62	1,00	2,1	2,75	6,91	1,11	1,0			3,50			
10 / 7 °C ⁽¹⁾		30 / 35 °C (1)	12,50			5,08	10,81			2,46	254	54			
		30 / 35 °C (1)	12,80	2,07	7,6	5,40	10,79	1,86	1,4	2,37					
		40 / 45 °C	12,58	2,03	7,4	4,36	9,61	1,65	1,2	2,89					
47 / 55 °C (1)		12,32	1,28	3,2	3,49	8,79	1,51	1,0	3,53	254	54				
		30 / 35 °C (1)	13,50			4,02	9,98					3,36	252		
		HTM42+ 230V 1N ~50Hz 27,9 A	0 / -3 °C ⁽¹⁾ [MPG 33%] 2 / -3 °C	30 / 35 °C (1)	13,47	2,25	2,1	4,17	9,97			1,81	5,2	3,23	252
30 / 35 °C	12,71			2,12	1,9	3,23	8,86	1,61	4,5	3,93					
40 / 45 °C	12,45			1,30	0,9	2,75	7,85	1,42	3,9	4,53					
47 / 55 °C	15,35		2,56	2,5	4,63	11,80	1,90	3,4	3,31	288	174				
	40 / 45 °C		14,48	2,42	2,3	3,60	10,49	1,69	2,9			4,03			
	47 / 55 °C (1)		13,59	1,42	1,1	2,97	9,37	1,51	2,5			4,58			
10 / 7 °C ⁽¹⁾	30 / 35 °C (1)		16,60			5,31	14,40			3,13	330	52			
	30 / 35 °C (1)		17,53	2,85	3,0	5,89	14,95	2,57	2,6	2,98					
	40 / 45 °C		17,40	2,83	2,9	4,52	13,09	2,25	2,1	3,84					
47 / 55 °C (1)	17,20		1,80	1,5	3,77	12,31	2,12	2,0	4,57	330	52				
	30 / 35 °C (1)		17,53			5,89	14,95					2,98			

Le cadre réglementaire



Réglementation géothermie © BRGM

Cartes des zones réglementaires de la Géothermie de Minime Importance (GMI) sur échangeurs ouverts et fermés



Attendus

Vous proposerez à M. et Mme DUBOIS :

- la sélection de la PAC adaptée à leur besoin, en fonction de la puissance à mettre en place et du régime de température de fonctionnement.
- un prédimensionnement des solutions de captage que vous aurez identifiées comme possible, qu'elles soient usuelles ou non,
- un comparatif détaillé sous forme de tableau de chacune de ces solutions en précisant :
 - les moyens de mise en œuvre à prévoir,
 - les facilités ou contraintes d'implantation,
 - les mises en garde à prévoir par rapport à l'environnement, la faune et la flore du site,
- votre préconisation, que vous justifierez.

La clé USB qui accompagne ce dossier contient une base documentaire qui pourra vous aider à mieux appréhender la géothermie d'une part, et les particularités liées à un moulin à eau d'autre part.

Pour en savoir plus

<https://www.geothermies.fr/>

<https://www.afpg.asso.fr/>

<https://www.brgm.fr/>

<https://infoterre.brgm.fr/>

<https://lemasson.fr/>

<https://www.paysdevire-normandie-tourisme.fr/loisir/12-le-moulin-de-roullours/>

Bonus

La présence d'une force hydraulique disponible sur le moulin de M. et Mme DUBOIS fait partie des spécificités de leur projet. Si cela est possible, techniquement et légalement, proposez une solution de valoriser cette particularité.

Hypothèses

- diamètre de la roue du moulin : 3 m
- hauteur de chute : 3,5 m
- débit du bief : 150 l/s

Carte de Cassini et droit d'eau (<https://www.geoportail.gouv.fr/carte>)

« La Carte de Cassini, nommée d'après la famille Cassini qui a dirigé sa création, est une carte topographique de la France datant du 18e siècle. [...] Les moulins à eau, disséminés à travers le paysage français, y sont représentés par une roue. [...] Cette carte est aussi un moyen de prouver qu'un moulin existait avant la Révolution Française, ce qui peut permettre de prouver son caractère fondé en titre auprès de l'administration dans le cadre d'un projet de réhabilitation. [...] Le droit fondé en titre est un droit attaché à un ouvrage qui a été délivré sous le régime féodal et qui n'a pas été aboli. Le posséder facilite grandement l'obtention des autorisations pour une projet d'hydroélectricité dans un moulin »



Extrait carte de Cassini