



Potentiel géothermique de la région Hauts-de-France

Journée de la géothermie en Hauts-de-France 2017

30/11/2017 – UniLasalle à Beauvais

Julie Louart, Géologue Régional
BRGM Direction Régionale Hauts-de-France



Les différents types de géothermie

Terrains superficiels	Roches imperméables
Roches perméables :	Granite
Calcaire	Présence d'eau
Grès	Roche volcanique
	Chambre magmatique

Chaleur/eau chaude en réseau

Le niveau élevé de la température de l'eau permet son utilisation directe pour alimenter les réseaux de chaleur.

GÉOTHERMIE BASSE ÉNERGIE

Chaud/froid à usages agricoles et industriels

L'eau géothermale peut être utilisée, avec ou sans pompe à chaleur, pour le chauffage et la climatisation de serres agricoles, la pisciculture, des usages industriels...

GÉOTHERMIE BASSE ET TRÈS BASSE ÉNERGIE

Chaud/froid/eau chaude sanitaire à usages domestiques et tertiaires

Les pompes à chaleur géothermiques sur aquifères superficiels ou sur sondes permettent le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude pour des immeubles, des bâtiments tertiaires et des maisons.

Les édifices peuvent aussi être rafraîchis grâce au géo-cooling.

GÉOTHERMIE TRÈS BASSE ÉNERGIE

Électricité/ chaleur

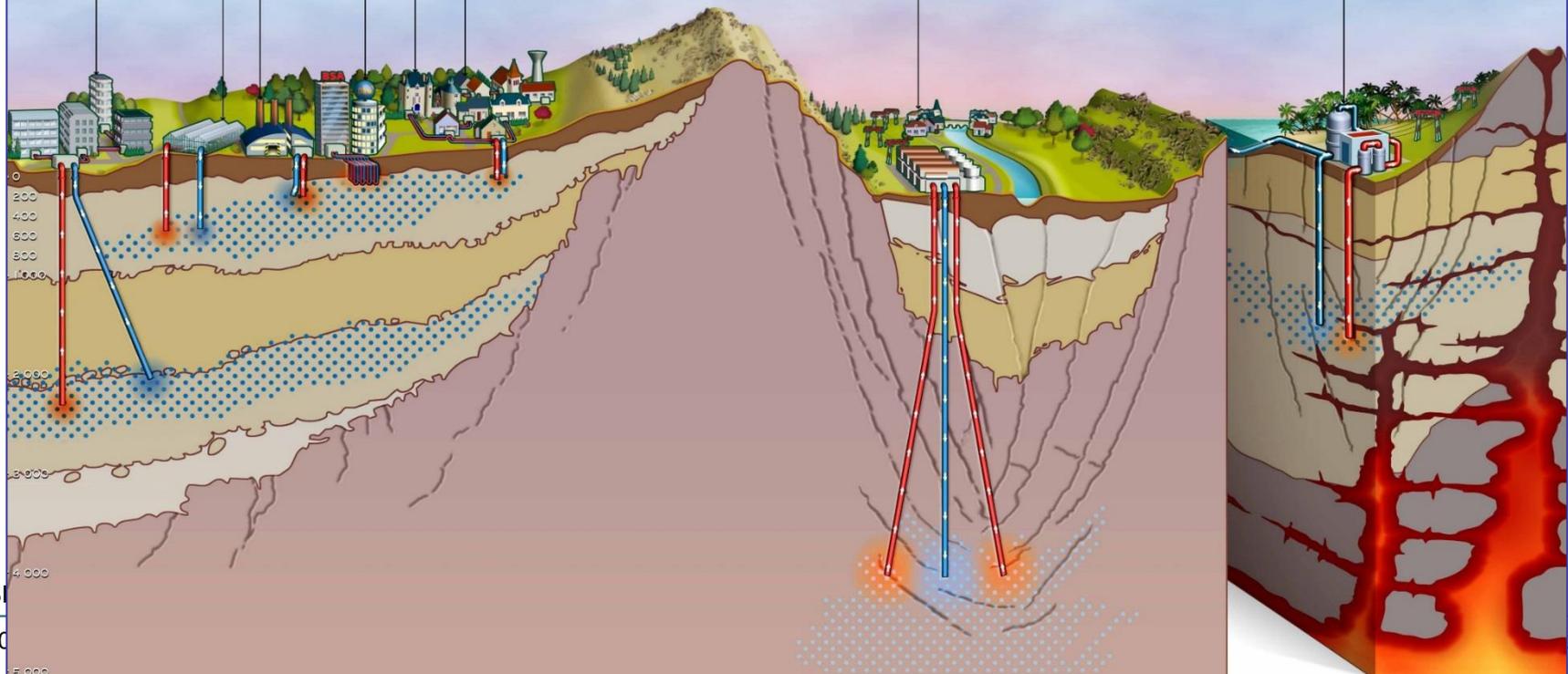
La température des milieux fissurés à grande profondeur permet de produire de la chaleur et / ou de l'électricité.

GÉOTHERMIE MOYENNE ET HAUTE ÉNERGIE (EGS - SYSTÈMES GÉOTHERMIQUES AMÉLIORÉS)

Électricité

L'eau est captée à haute température, souvent sous forme de vapeur, pour la production d'électricité.

GÉOTHERMIE HAUTE ÉNERGIE





Atlas du potentiel géothermique très basse énergie des aquifères

La géothermie très basse énergie :

> Définition

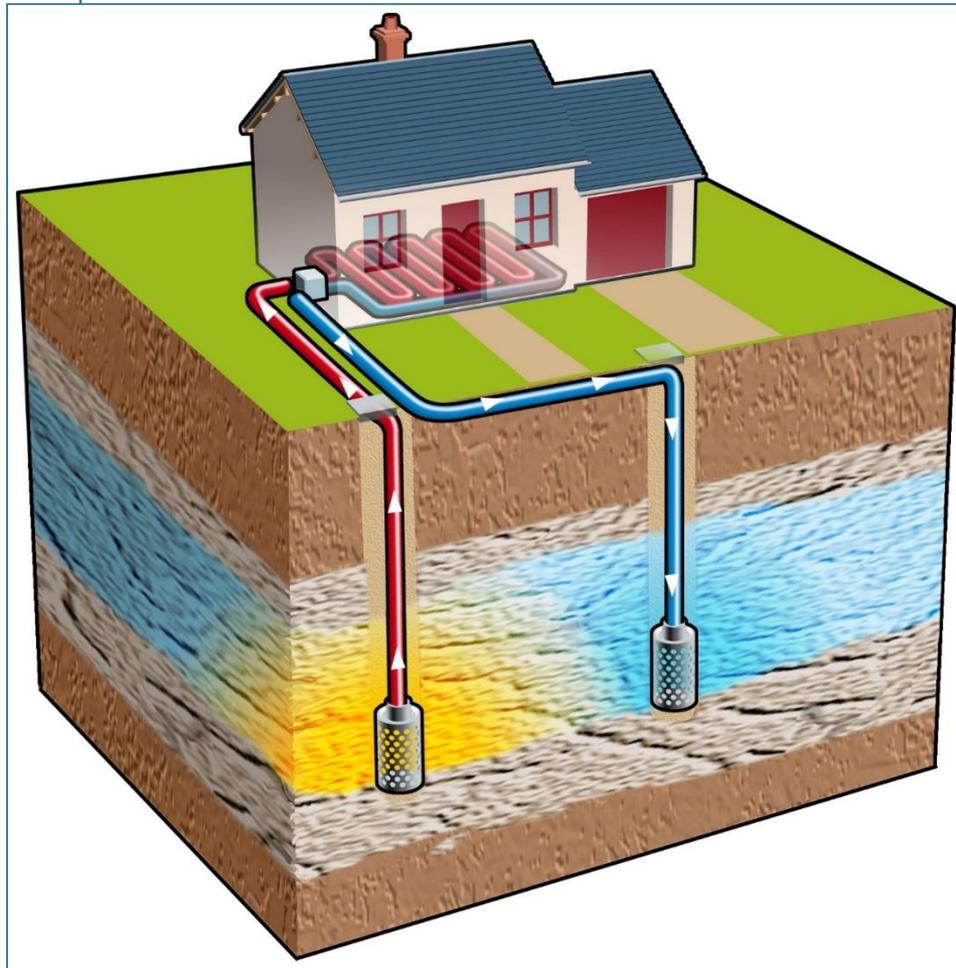
- La géothermie très basse énergie correspond à l'utilisation des ressources thermiques dont la température est inférieure à 30°C, généralement jusqu'à 200 m de profondeur au maximum.
- A cette température, il est nécessaire d'utiliser une pompe à chaleur (PAC) qui prélève les calories de la source de chaleur basse température pour augmenter la température d'un fluide secondaire jusqu'à une température compatible avec l'usage.

> Usages

- Chauffage et/ou refroidissement des bâtiments résidentiels collectifs ou à usage tertiaire

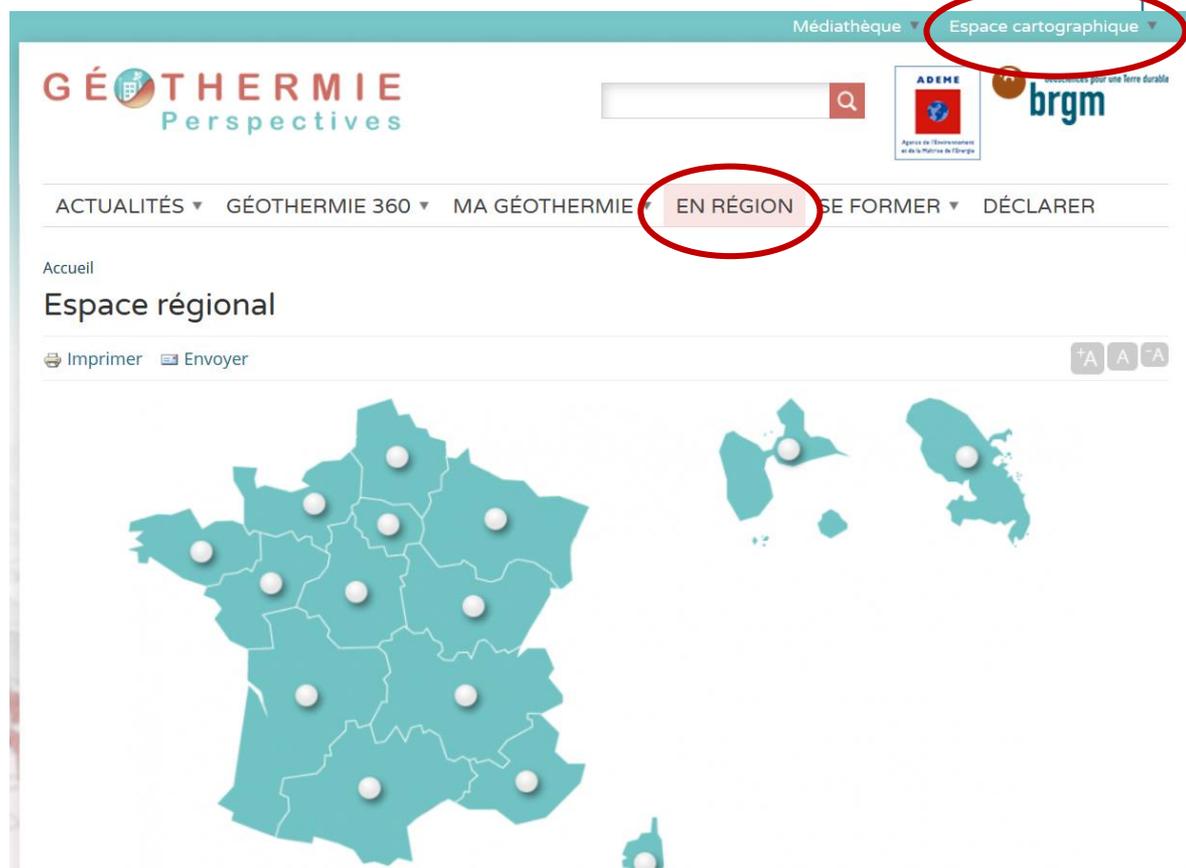
> Les atlas géothermiques très basse énergie réalisés en Picardie et en Nord-Pas de Calais visent la géothermie sur nappe. Cette géothermie sur aquifère consiste à

pomper l'eau d'une nappe souterraine par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs forages pour l'acheminer (via un échangeur) jusqu'à la pompe à chaleur afin d'en prélever les calories, avant de la réinjecter dans l'aquifère par l'intermédiaire d'un second ou de plusieurs forages.



BRGM Direction Régionale Hauts-de-France

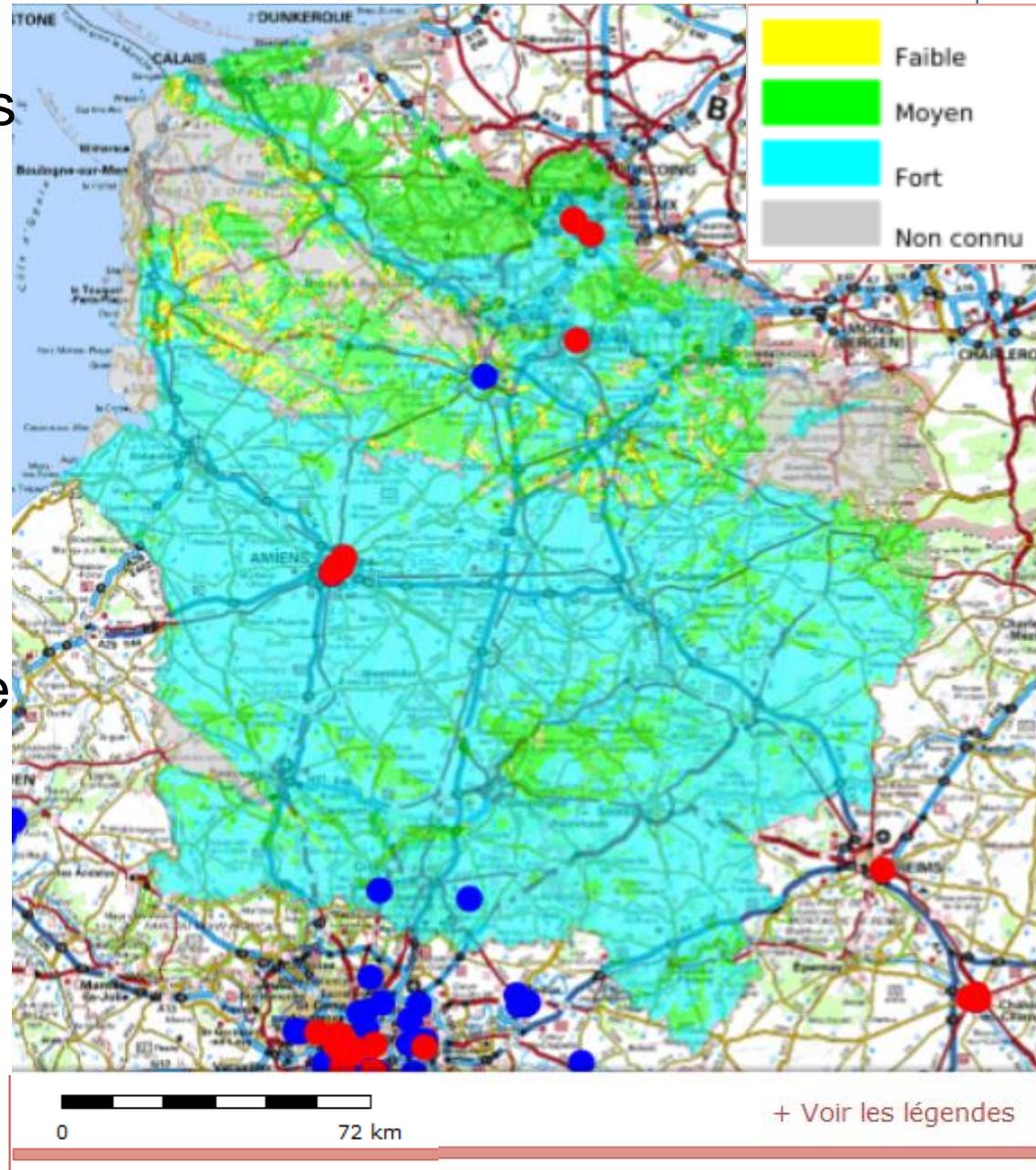
> Les résultats des atlas géothermiques très basse énergie faits en Picardie et en Nord-Pas de Calais sont consultables sur le site www.geothermie-perspectives.fr , via les menus « **espace régional** » ou « **espace cartographique** »



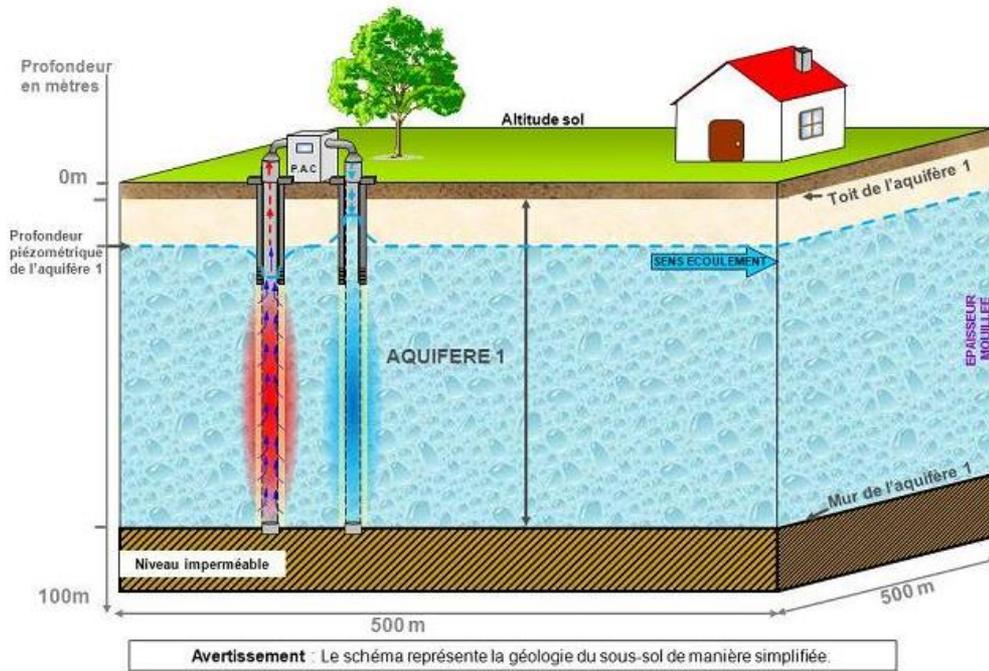
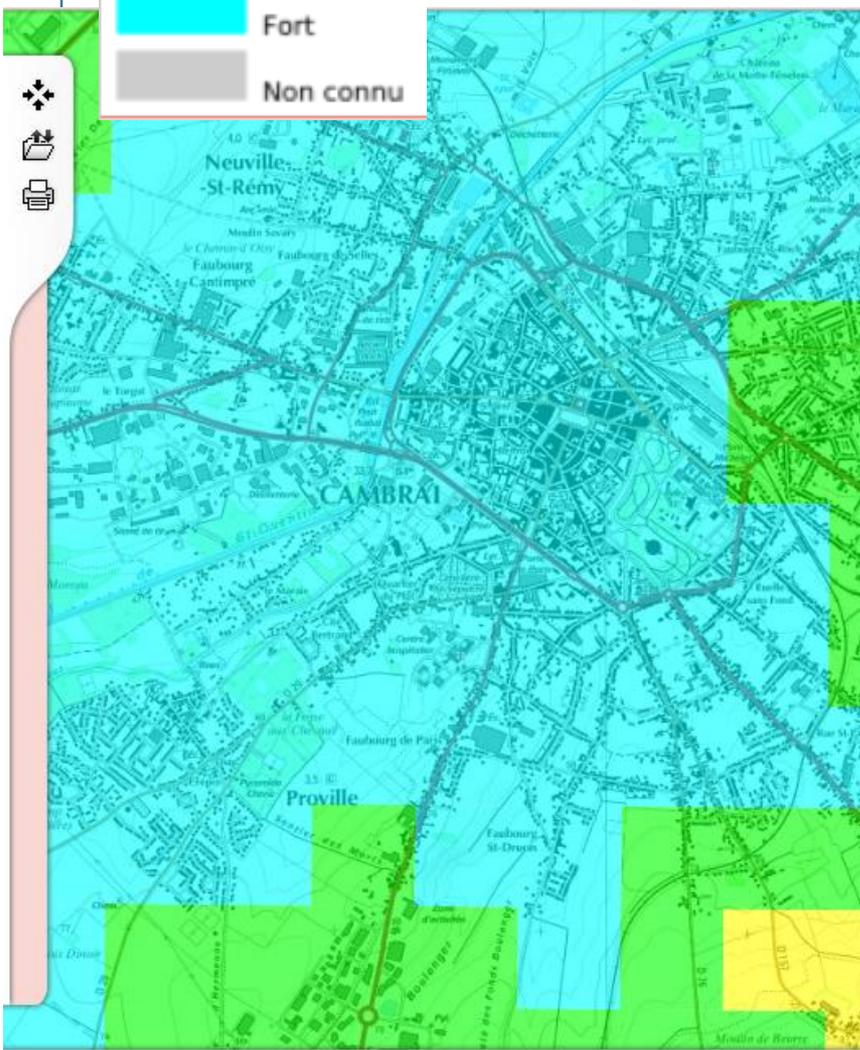
The screenshot shows the website interface for 'GÉOTHERMIE Perspectives'. At the top right, there is a navigation menu with 'Espace cartographique' highlighted in red. Below the header, there is a search bar and logos for 'ADEME' and 'brgm'. A secondary navigation bar contains the menu item 'EN RÉGION', which is also circled in red. The main content area displays 'Accueil' and 'Espace régional', with options to 'Imprimer' and 'Envoyer'. A map of France is shown with several white circular markers indicating geothermal data points across different regions.

En Hauts-de-France, il existe de grandes zones favorables à très favorables à la géothermie très basse énergie sur aquifère

L'outil cartographique permet de zoomer à l'échelle de la commune ou du quartier et d'interroger un secteur pour plus de détails

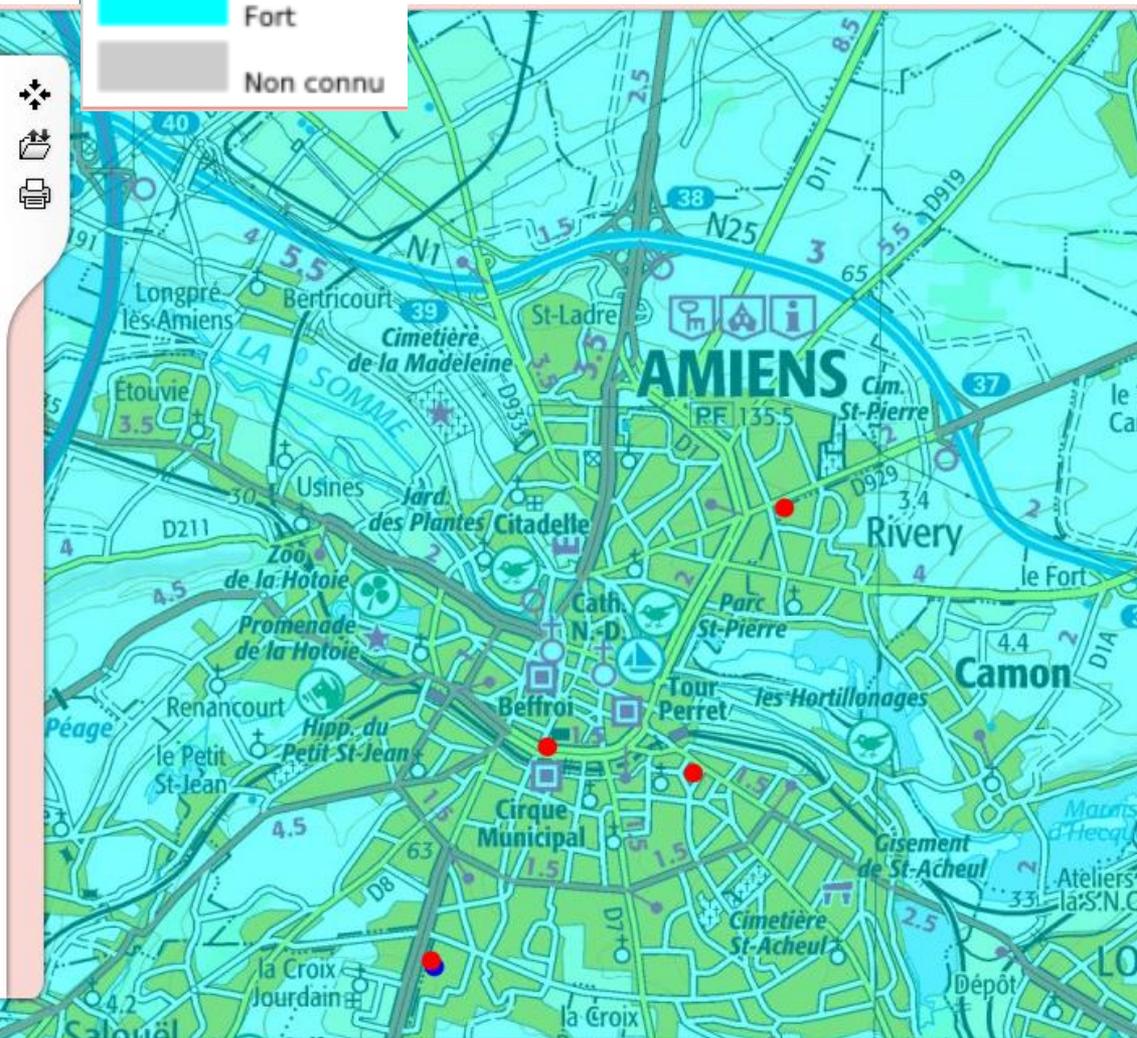


Exemple sur Cambrai :



	Aquifère 1 Craie	Aquifère 2	Aquifère 3
Profondeur du toit (m) :	0		
Profondeur du mur (m) :	131		
Profondeur minimale recensée de la nappe Période de mesure :	12 mai-2001		
Profondeur maximale recensée de la nappe Période de mesure :	20 oct-1997		
Profondeur d'accès (m) :	20		
Température (°C) :	10		
Paramètre hydrodynamique :	Perméabilité (m/h) 3,6		
Débit d'exploitation par forage (m³/h) :	238		
Potentiel géothermique :	Fort		
Remarque :			

Exemple sur Amiens :



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Exemple sur Amiens :



Potentiel Géothermique sur la commune de : AMIENS (80021)

Positionnement du point sélectionné

X (Lambert 2 étendu) : 596338 m
Y (Lambert 2 étendu) : 2545050 m
X (Lambert 93) : 648601 m
Y (Lambert 93) : 6978565 m
Altitude : 27 m

Potentiel géothermique du meilleur aquifère

Potentiel maximum de cet aquifère : Fort
Nom de cet aquifère : Craie + sables du Thanétien

Contraintes

- Présence d'un périmètre de protection des captages d'alimentation en eau potable sur la commune
- Présence de 39 cavités anthropiques recensées sur la commune

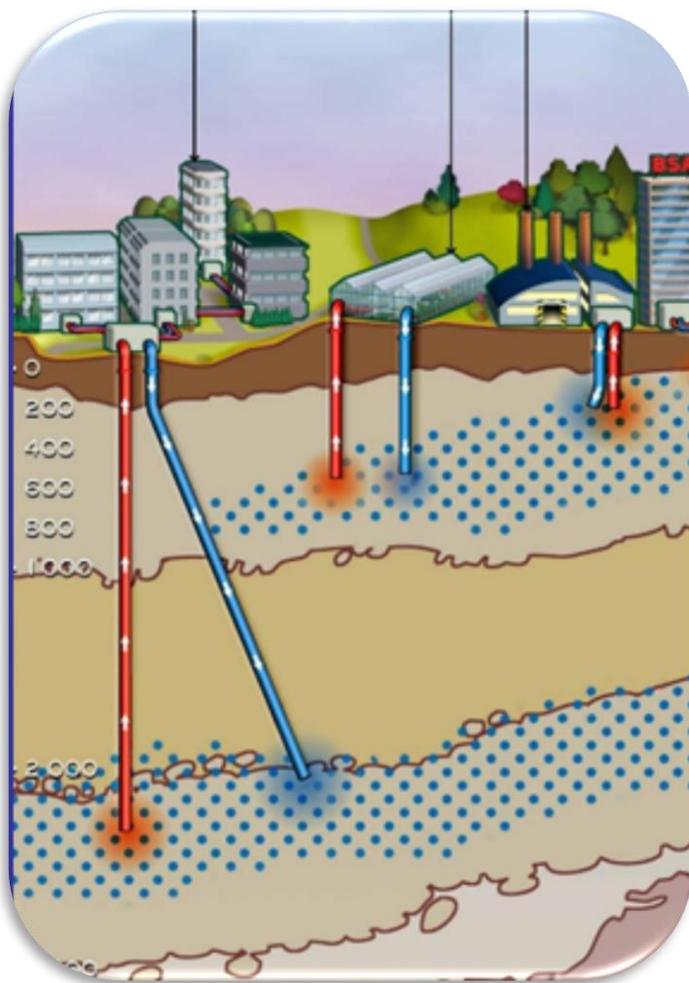
Potentiel géothermique par aquifère

Nom aquifère	Altitude du toit (m)	Altitude du mur (m)	Cote piézométrique (m)	Profondeur d'accès (m)	Débit (m ³ /h)	Température (°C)	Potentiel
Craie (& sables du Thanétien)	21	-7	20	7	> 50	10 - 15	Fort

Ces informations transmises ne peuvent ni ne doivent en aucun cas remplacer l'étude de faisabilité réalisée par des bureaux d'études compétents !

Dans le cadre d'un projet très basse énergie :

- > L'outil cartographique du site www.geothermie-perspectives.fr vous permet d'avoir un premier aperçu des ressources du sous-sol et d'orienter vers la solution géothermique
- > Les étapes suivantes de votre projet sont les études de pré-faisabilité et de faisabilité :
 - À l'échelle de la ou des parcelles cadastrales concernées : ces études sont plus précises.
 - Elles permettent de réfléchir et d'optimiser à la mise en adéquation entre les ressources souterraines et les besoins thermiques du projet.
 - L'étude de faisabilité permet de réaliser un forage d'essai (réutilisable en forage de prélèvement ou de réinjection si le projet se concrétise) avec test des paramètres in-situ.



Potentiel géothermique basse énergie des aquifères

La géothermie basse énergie

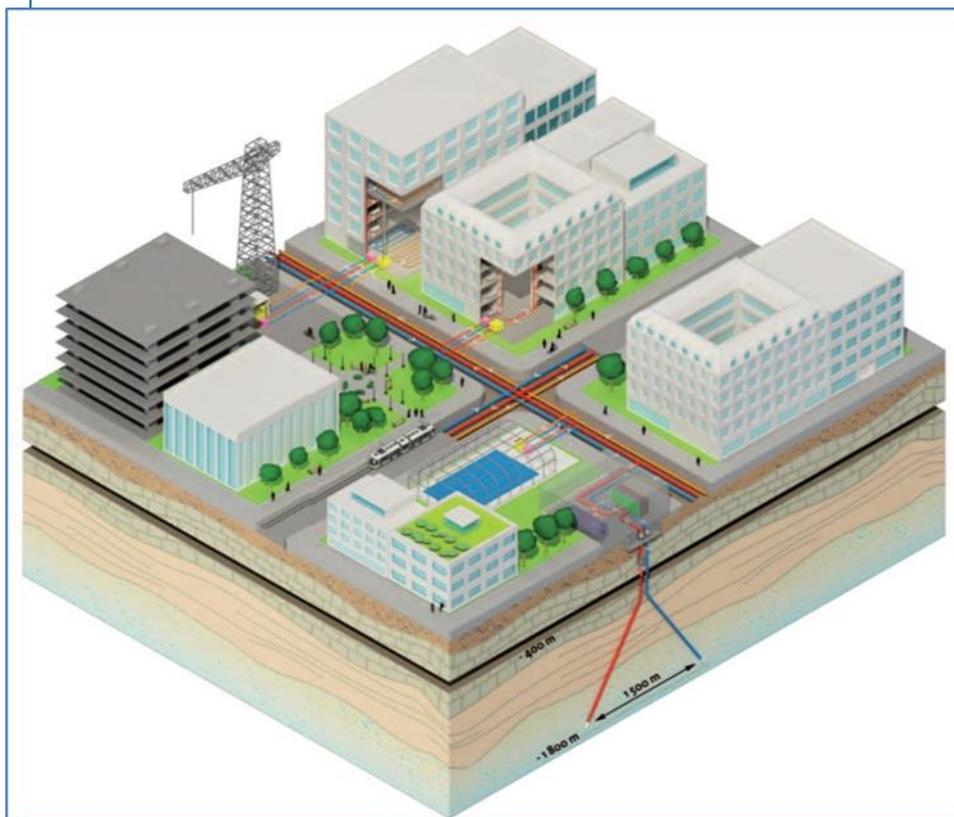
> Définition

- La géothermie basse température, ou basse énergie, exploite la chaleur de gisements d'eau situés à des profondeurs de quelques centaines de mètres jusqu'à environ 2 000 m, pour des températures généralement comprises entre 30°C et 90°C.

> Usages

- Réseaux de chaleur pour chauffage urbains
- Eau chaude sanitaire
- Chauffage de serres agricoles, pisciculture
- Quelques applications industrielles

> Les résultats des études du potentiel géothermique basse énergie en Picardie et en Nord-Pas de Calais ne font pas l'objet d'un atlas interrogeable sur internet, mais les rapport d'études sont téléchargeables sur les sites www.geothermie-perspectives.fr et www.brgm.fr



Références des rapports BRGM :

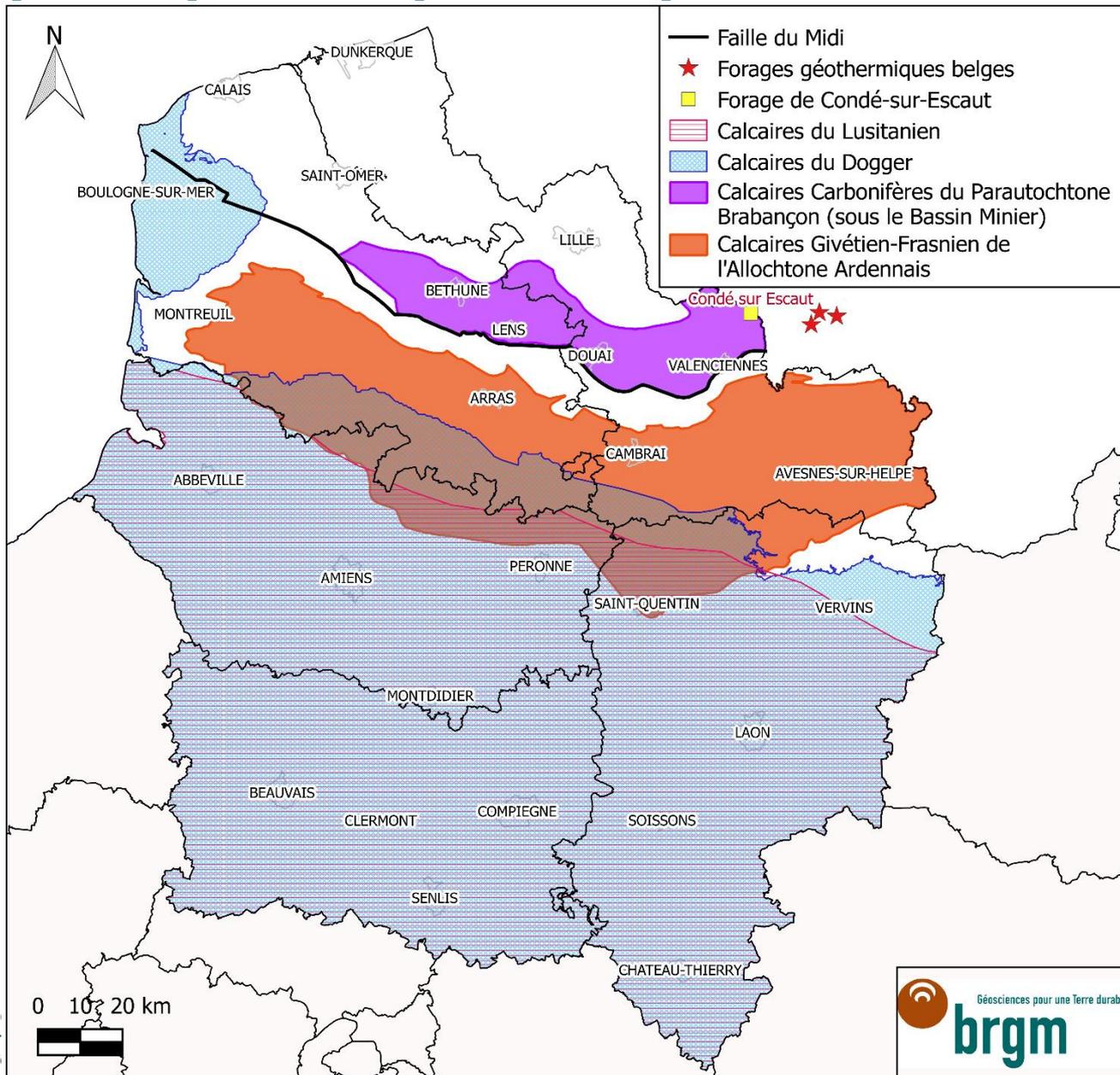
> Picardie :

- RP-61365-FR Tome 1
- RP-61365-FR Tome 2
- RP-62381-FR Tome 3

> Nord-Pas de Calais :

- RC-65992-FR
- RC-66768-FR Tomes 1, 2 et 3
- RC-66996-FR

Les principaux aquifères profonds étudiés :



Ressource géothermale du Dogger :

État de la connaissance : plusieurs cartes disponibles sur les caractéristiques de l'aquifère du Dogger dans le rapport BRGM/RP-61365-FR (2012) :

- > Carte de la température au toit de l'aquifère
- > Carte de productivité
- > Autres cartes sur d'autres paramètres (salinité, épaisseur, profondeur, forages atteignant l'aquifère, transmissivité...)

Le domaine couvert par les eaux à plus de 50°C est étendu au sud de la Picardie et coïncide à peu près avec les zones de plus forte productivité. L'eau du Dogger est cependant très salé : c'est une eau corrosive (eau essentiellement chlorurée et présence d'hydrogène sulfuré).



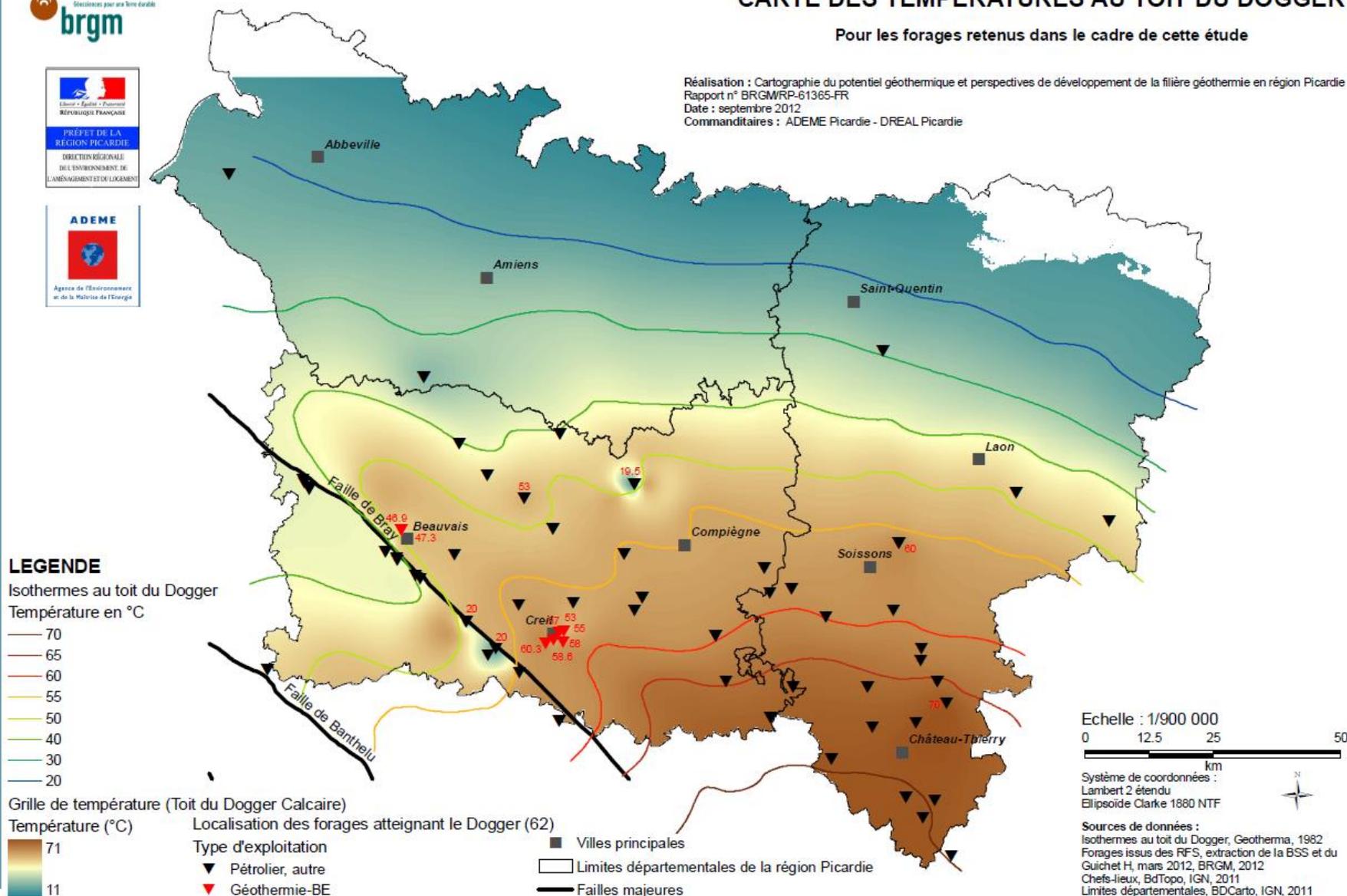
Ressource géothermale du Dogger :

CARTE DES TEMPÉRATURES AU TOIT DU DOGGER

Pour les forages retenus dans le cadre de cette étude

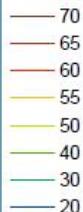


Réalisation : Cartographie du potentiel géothermique et perspectives de développement de la filière géothermie en région Picardie
 Rapport n° BRGM/RP-61365-FR
 Date : septembre 2012
 Commanditaires : ADEME Picardie - DREAL Picardie



LEGENDE

Isothermes au toit du Dogger
 Température en °C



Grille de température (Toit du Dogger Calcaire)

Température (°C)



Localisation des forages atteignant le Dogger (62)

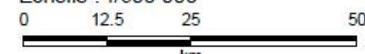
- Type d'exploitation
- ▼ Pétrolier, autre
- ▼ Géothermie-BE

■ Villes principales

□ Limites départementales de la région Picardie

— Failles majeures

Echelle : 1/900 000



Système de coordonnées :
 Lambert 2 étendu
 Ellipsoïde Clarke 1880 NTF



Sources de données :
 Isothermes au toit du Dogger, Geotherma, 1982
 Forages issus des RFS, extraction de la BSS et du Guichet H, mars 2012, BRGM, 2012
 Chefs-lieux, BdTopo, IGN, 2011
 Limites départementales, BDCarto, IGN, 2011

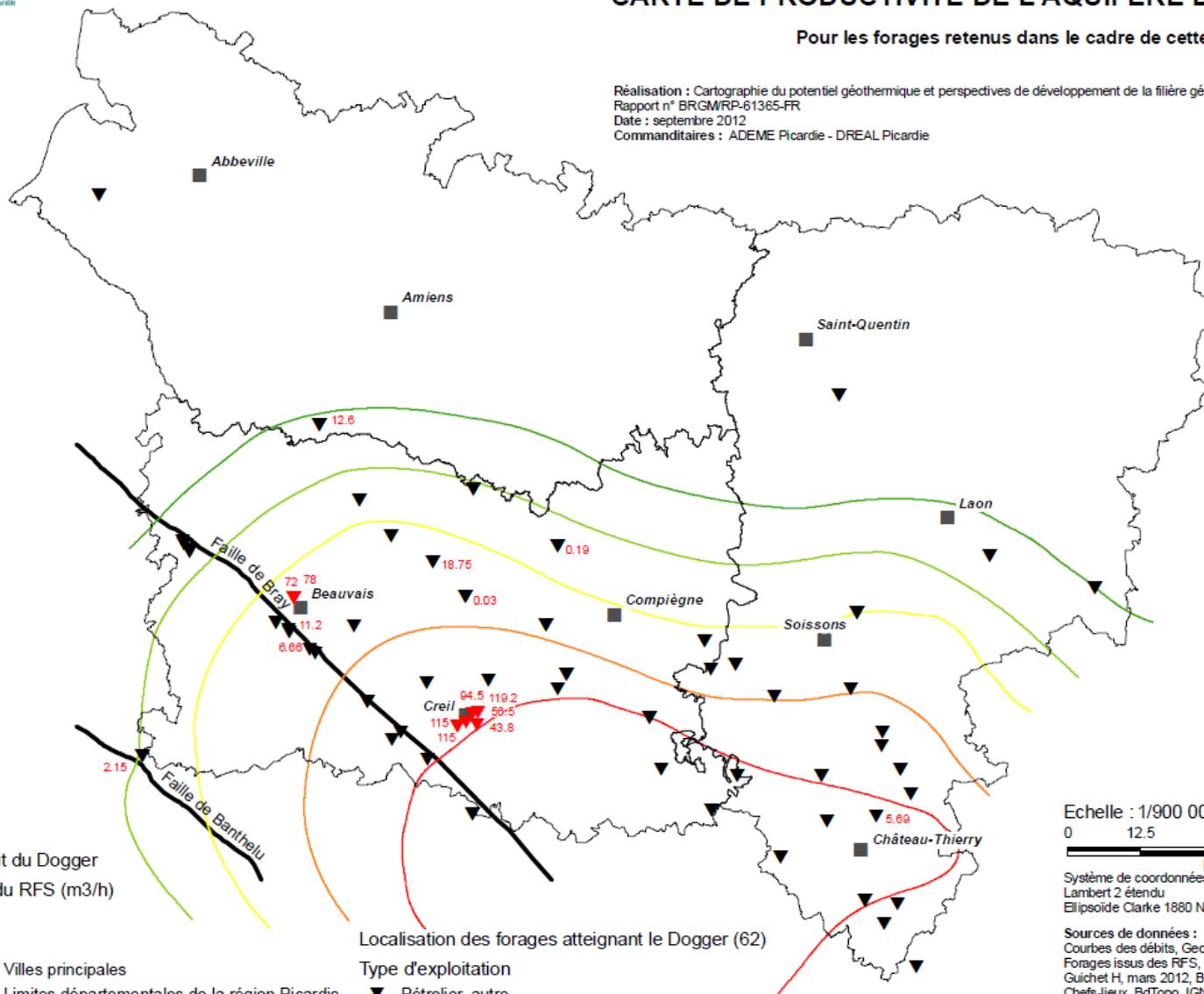
Ressource géothermale du Dogger :



CARTE DE PRODUCTIVITÉ DE L'AQUIFÈRE DU DOGGER

Pour les forages retenus dans le cadre de cette étude

Réalisation : Cartographie du potentiel géothermique et perspectives de développement de la filière géothermie en région Picardie
 Rapport n° BRGMRP-61365-FR
 Date : septembre 2012
 Commanditaires : ADEME Picardie - DREAL Picardie



LEGENDE

Productivité au toit du Dogger

Débit instantané du RFS (m³/h)

50

75

100

125

150

■ Villes principales

□ Limites départementales de la région Picardie

— Failles majeures

Localisation des forages atteignant le Dogger (62)

Type d'exploitation

▼ Pétrolier, autre

▼ Géothermie-BE

Echelle : 1/900 000

0 12.5 25 50

km

Système de coordonnées :

Lambert 2 étendu

Ellipsoïde Clarke 1880 NTF

Sources de données :

Courbes des débits, Geotherma, 1982

Forages issus des RFS, extraction de la BSS et du

Guichet H, mars 2012, BRGM, 2012

Chefs-lieux, BdTopo, IGN, 2011

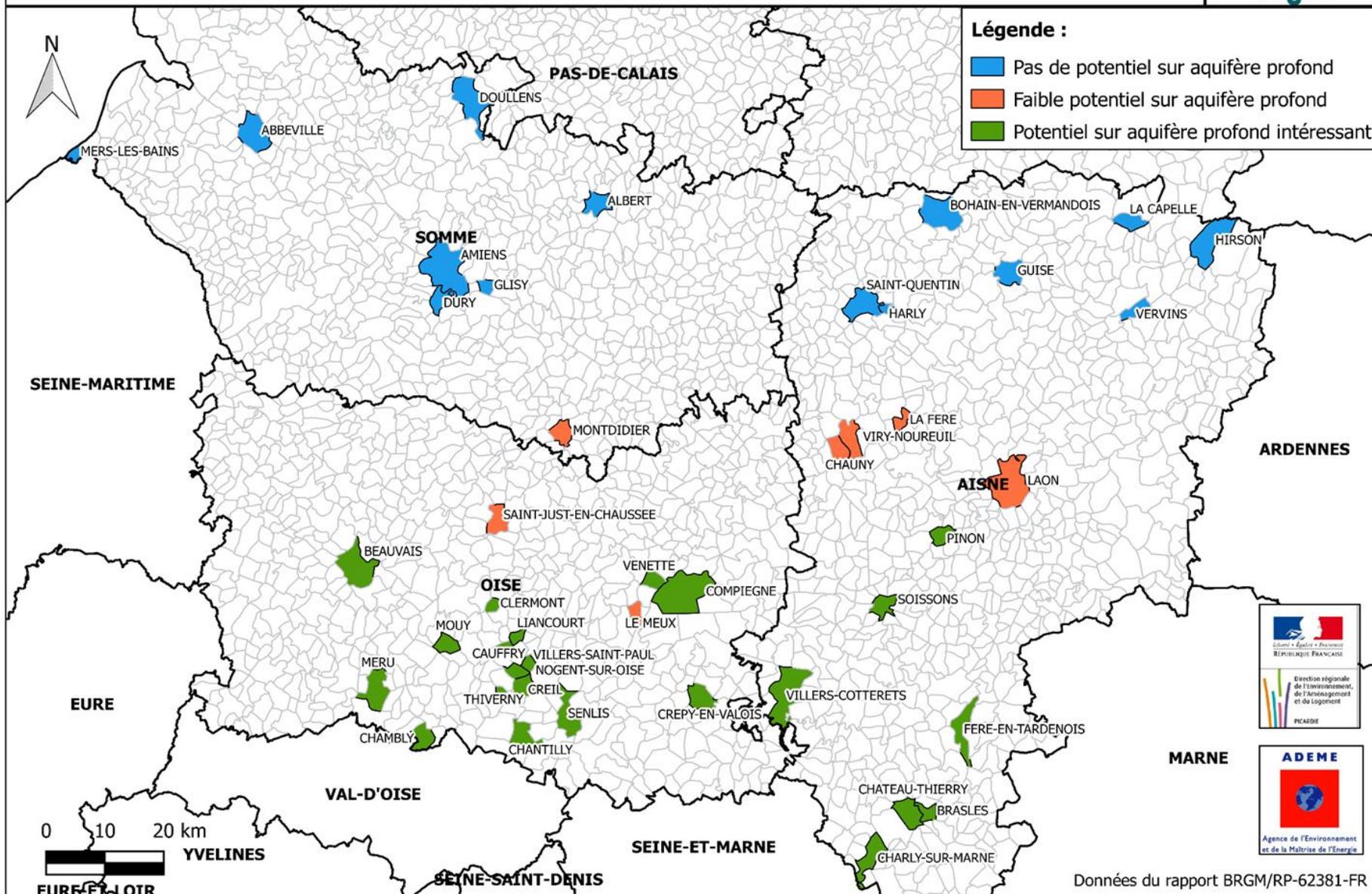
Limites départementales, BDCartho, IGN, 2011

Potentiel géothermique du Dogger :

- > Le potentiel géothermique du Dogger a été obtenu en croisant les capacités géothermales de la ressource souterraine avec les besoins thermiques du bâti (rapport BRGM/RP-62381-FR tome 3, 2013).
- > Plusieurs communes présentent des caractéristiques favorables au développement d'un réseau de chaleur alimenté par un doublet sur le Dogger :
 - Exemple : Château-Thierry et Charly-sur-Marne où un doublet au Dogger est susceptible de fournir une puissance de plus de 6 MW
 - Exemple : Creil, Senlis, Méru où un doublet au Dogger est susceptible de fournir une puissance de plus de 4 MW

Potentiel géothermique du Dogger :

Potentiel géothermique de l'aquifère profond du Dogger en Picardie



Ressource géothermale du Lusitanien :

État de la connaissance : plusieurs cartes disponibles sur les caractéristiques de l'aquifère du Lusitanien dans le rapport BRGM/RP-61365-FR (2012) :

- > Carte de la température au toit de l'aquifère
- > Carte de transmissivité
- > Autres cartes sur d'autres paramètres (salinité, épaisseur...)

La zone la plus favorable du point de vue de la géothermie semblerait être celle du sud de l'Aisne en termes de température et de transmissivité.

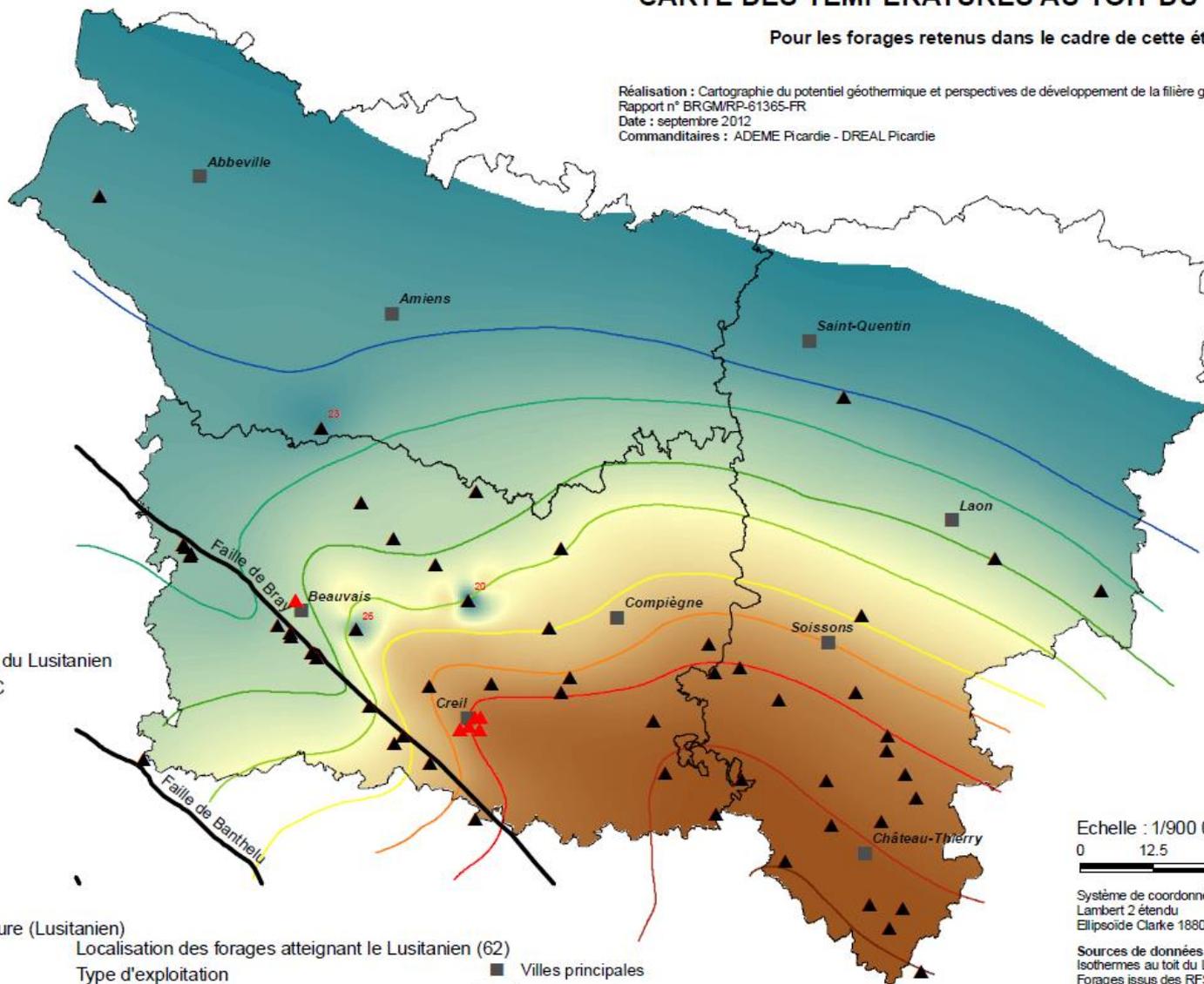
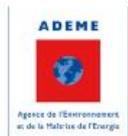
Les ressources souterraines du Lusitanien n'ont pas été croisées avec les besoins thermiques : il n'existe donc pas de carte du potentiel géothermique pour le Lusitanien.

Ressource géothermale du Lusitanien :

CARTE DES TEMPÉRATURES AU TOIT DU LUSITANIEN

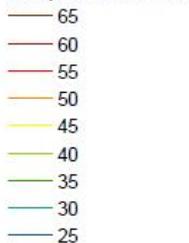
Pour les forages retenus dans le cadre de cette étude

Réalisation : Cartographie du potentiel géothermique et perspectives de développement de la filière géothermie en région Picardie
 Rapport n° BRGM/RP-61365-FR
 Date : septembre 2012
 Commanditaires : ADEME Picardie - DREAL Picardie



LEGENDE

Isothermes au toit du Lusitanien
 Température en °C



Grille de température (Lusitanien)

Température (°C)



Localisation des forages atteignant le Lusitanien (62)

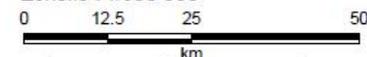
Type d'exploitation
 ▲ Pétrolier, autre
 ▲ Géothermie-BE

■ Villes principales

□ Limites départementales de la région Picardie

— Failles majeures

Echelle : 1/900 000



Système de coordonnées :
 Lambert 2 étendu
 Ellipsoïde Clarke 1880 NTF



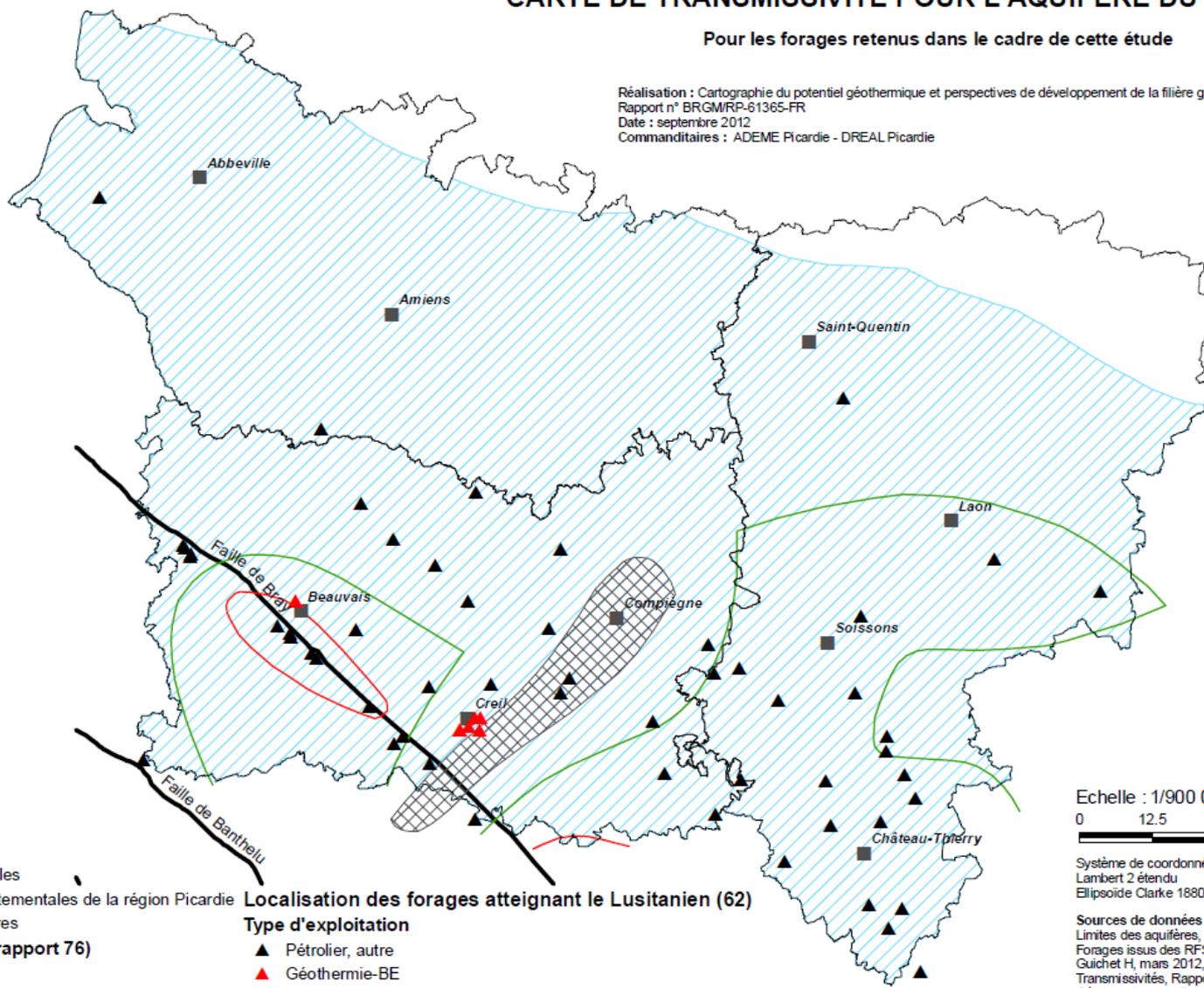
Sources de données :
 Isothermes au toit du Lusitanien, Geotherma, 1982
 Forages issus des RFS, extraction de la BSS et du Guichet H, mars 2012, BRGM, 2012
 Chefs-lieux, BdTopo, IGN, 2011
 Limites départementales, BDCarto, IGN, 2011

Ressource géothermale du Lusitanien :

CARTE DE TRANSMISSIVITÉ POUR L'AQUIFÈRE DU LUSITANIEN

Pour les forages retenus dans le cadre de cette étude

Réalisation : Cartographie du potentiel géothermique et perspectives de développement de la filière géothermie en région Picardie
 Rapport n° BRGM/RP-61365-FR
 Date : septembre 2012
 Commanditaires : ADEME Picardie - DREAL Picardie



LEGENDE

- Villes principales
- Limites départementales de la région Picardie
- Failles majeures
- Transmissivité (rapport 76)**
- Valeur (Darcy.m)**
- Entre 1 et 5
- Plus de 5

Localisation des forages atteignant le Lusitanien (62)

- ▲ Pétrolier, autre
- ▲ Géothermie-BE
- ▨ Absence totale de niveau poreux
- ▨ Calcaires du Lusitanien (BdLisa 135AA)

Echelle : 1/900 000

0 12.5 25 50

km
 Système de coordonnées :
 Lambert 2 étendu
 Ellipsoïde Clarke 1880 NTF



Sources de données :

Limites des aquifères, BdLisa, BRGM, 2012
 Forages issus des RFS, extraction de la BSS et du Guichet H, mars 2012, BRGM, 2012
 Transmissivités, Rapport sur le Potentiel Géothermique du Bassin Parisien, 1976
 Chefs-lieux, BdTopo, IGN, 2011
 Limites départementales, BDCarto, IGN, 2011

Potentiel géothermique des calcaires du Carbonifère et du Dévonien :

État de la connaissance incomplet car il existe peu de données sur ces aquifères profonds, certes prospectés pour la recherche pétrolière.

Calcaires du Dévonien :

- > Secteur étendu où la ressource reste à prouver
- > Quelques zones où des indices orientent vers une ressource potentiellement favorables (mesures de température ponctuelle et linéament chaud)

Calcaires du Carbonifère :

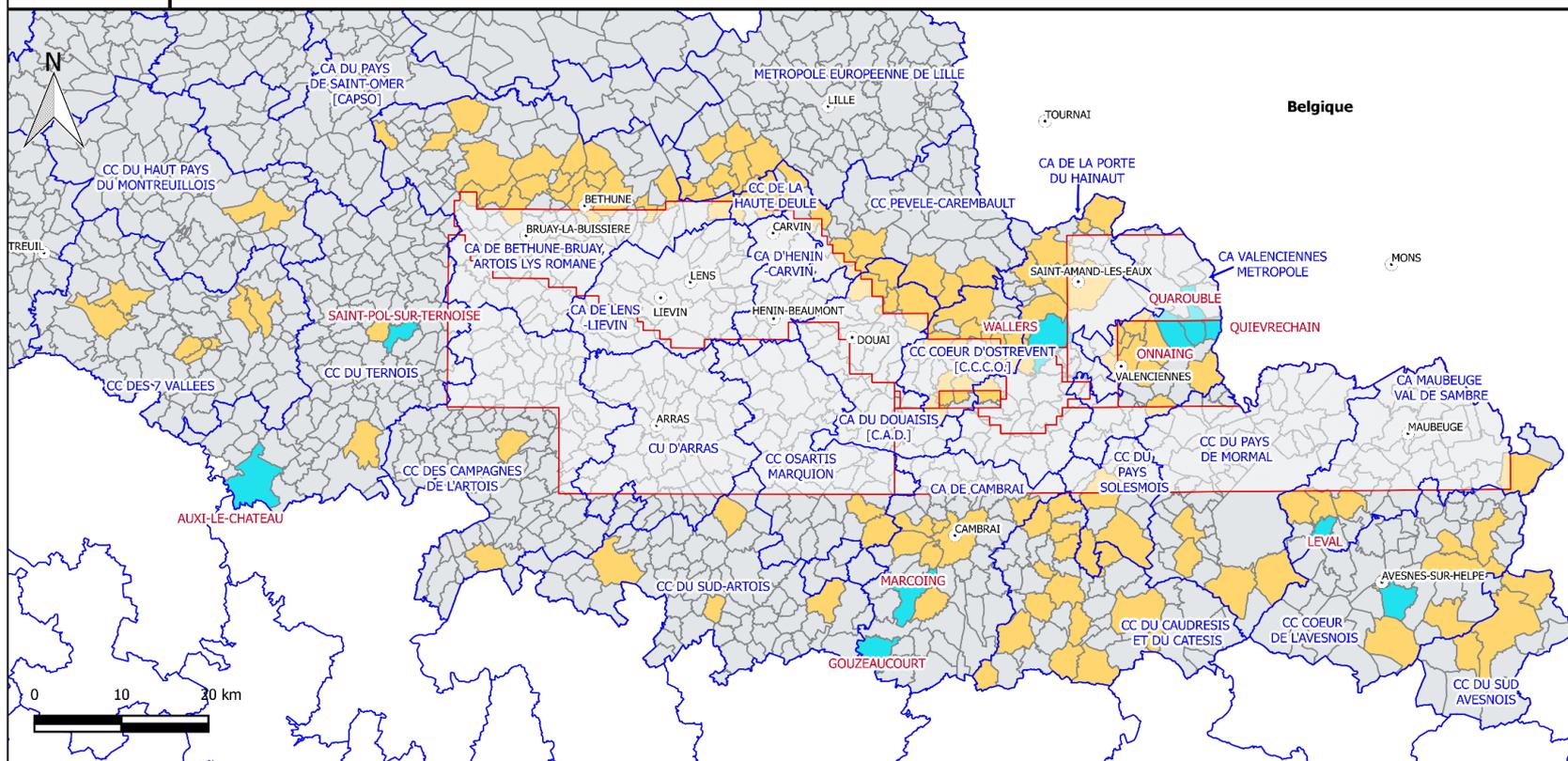
- > Secteurs potentiellement intéressants à l'est (à l'exception du secteur de Condé-sur-Escaut)
- > Secteur totalement inconnu pour la moitié ouest



Potentiel géothermique des calcaires du Carbonifère et du Dévonien :

Cas C

Potentiel géothermique des calcaires primaires à horizon 2020
Scénario 1



- Principales villes
- Emprises des EPCI
- Emprises des permis miniers

Légende du potentiel :

- Commune sans potentiel géothermique basse énergie (absence de ressources géothermales profondes et/ou secteur couvert par des permis miniers et/ou commune à faible demande énergétique)
- Commune ayant un potentiel géothermique à déterminer mais ayant des besoins en chaleur adéquats (l'état actuel des connaissances géologiques est insuffisant pour définir la ressource géothermale profonde)
- Commune ayant un potentiel géothermique possible dont les ressources géologiques sont à confirmer (présence d'un ou plusieurs d'indices favorables et commune présentant des besoins énergétiques adéquats)
- Commune à potentiel géothermique basse énergie défavorable (ressource géothermale profonde jugée défavorable)



able

Cas particulier du bassin minier du Nord-Pas de Calais

Potentiel géothermique des eaux de mines :

Ressource géothermale souterraine :

- > Ressource géothermale base énergie moyennement favorable dans certains secteurs à l'est du bassin minier,
- > Et défavorable pour le reste du bassin minier.

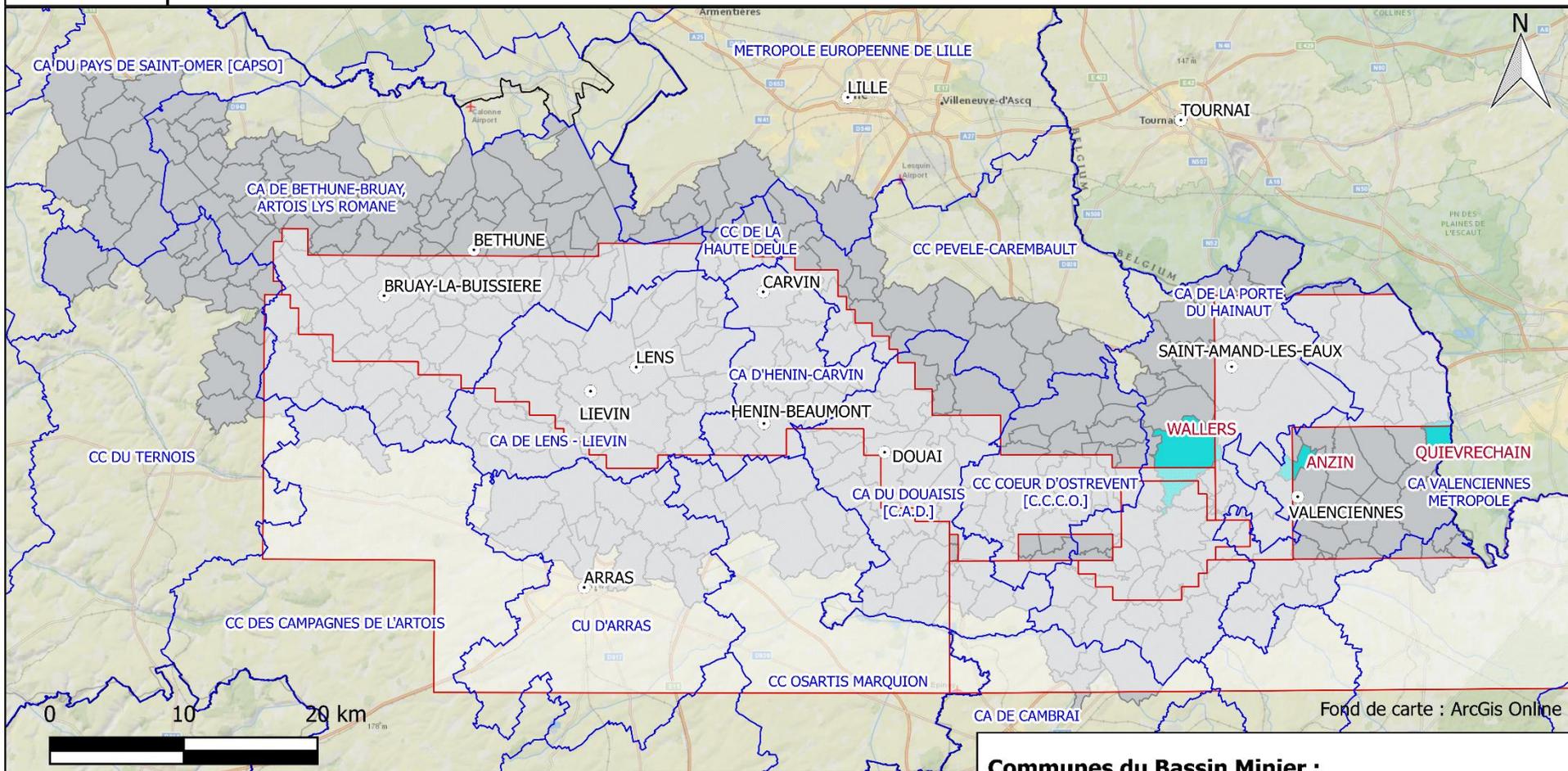
Potentiel géothermique (croisement de la ressource avec les besoins et les principales contraintes) :

- > À l'horizon 2020 : potentiel géothermique des eaux de mines assez restreint sur Wallers, Anzin et Quiévrechain.
- > À l'horizon 2030, sans les permis miniers de recherche : potentiel géothermique sur Wallers, Anzin, Quiévrechain, Raismes, Fresnes-sur-Escaut, Condé-sur-Escaut, Saint-Saulve

Potentiel géothermique des eaux de mines :

Carte A

Potentiel géothermique des eaux minières à horizon 2020
Scénario 1



Communes du Bassin Minier :

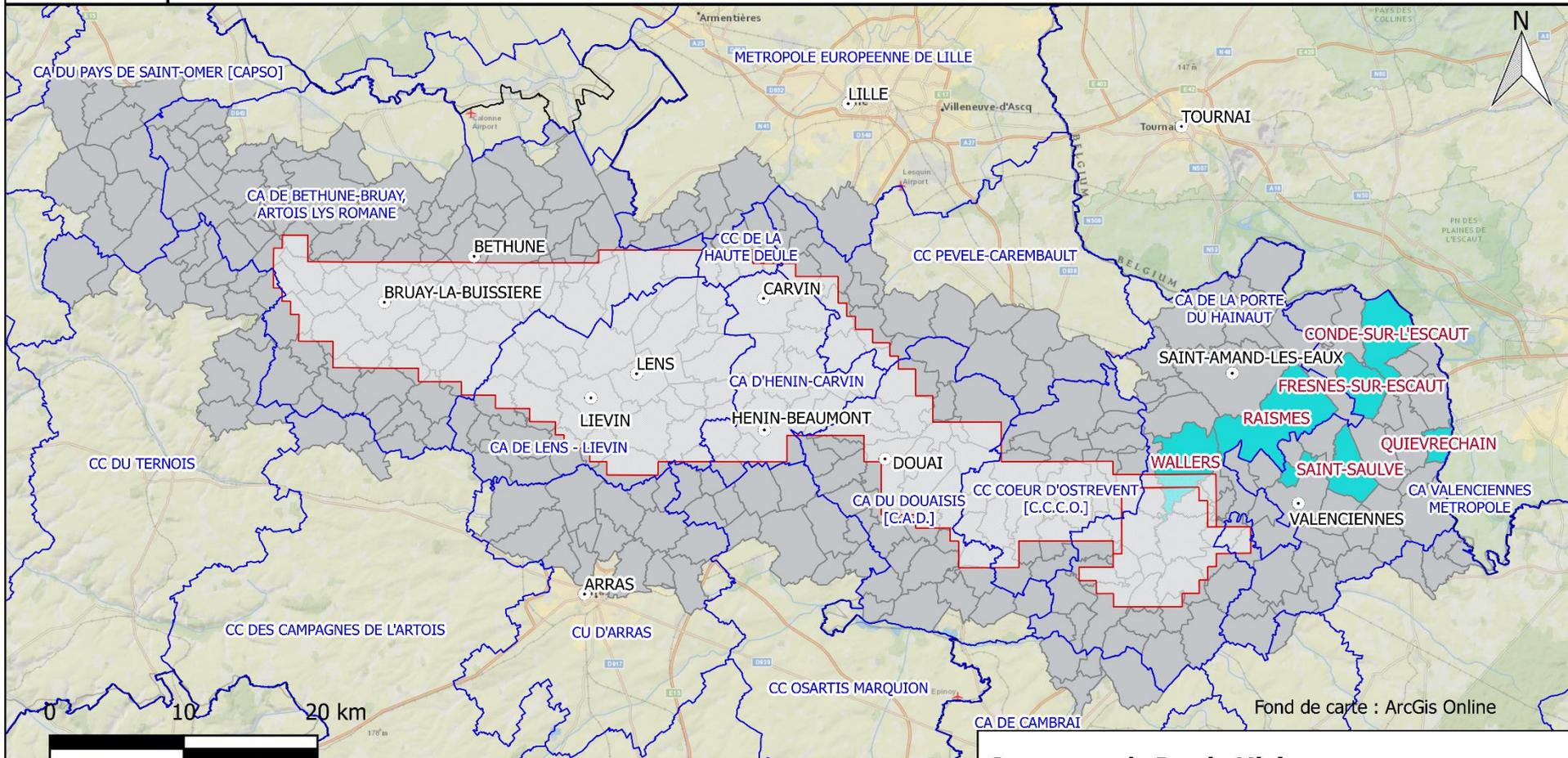
- Emprise des permis miniers
- Emprise des EPCI

- Commune sans potentiel géothermique eaux de mine
- Commune à potentiel géothermique eaux de mine

Potentiel géothermique des eaux de mines :

Carte B1

Potentiel géothermique des eaux minières à horizon 2030
Scénario 2.1 : faibles contraintes des permis miniers



Communes du Bassin Minier :

- Emprise des permis miniers
- Emprise des EPCI
- Commune sans potentiel géothermique eaux de mine
- Commune à potentiel géothermique eaux de mine

Synthèse et conclusion

Géothermie très basse énergie :

- > L'atlas TBE sur nappes, consultable sur www.geothermie-perspectives.fr, est un outil d'aide à la décision pour étudier la possibilité d'utiliser ce type de géothermie lors d'un choix énergétique.
- > En Hauts-de-France, l'aquifère superficiel le plus favorable d'un point de vue géothermique est celui de la Craie. C'est aussi celui le plus présent.
- > 86% du territoire Hauts-de-France est renseigné pour la géothermie très basse énergie :
 - Potentiel fort : 62%
 - Potentiel moyen : 21%
 - Potentiel faible : 3%
- > L'échelle de réalisation étant régionale, l'atlas ne peut se substituer aux études de préfaisabilité et faisabilité réalisées à l'échelle du projet

Géothermie basse énergie :

- > Les rapports d'études menées sur les ressources géothermales et le potentiel géothermique basse énergie en Hauts-de-France sont en téléchargement sur les sites www.geothermie-perspectives.fr et www.brgm.fr
- > D'un point de vue des ressources souterraines, le territoire des Hauts-de-France se caractérise par :
 - Un versant sud similaire à l'Île-de-France : aquifère du Dogger et du Lusitanien
 - Un versant nord à géologie profonde plus complexe : aquifère du Carbonifère et du Dévonien
- > Dans le cadre d'un projet :
 - Démarrage d'une étude de faisabilité pour les calcaires du Dogger et du Lusitanien (versant sud des Hauts-de-France) en s'aidant du guide de l'ADEME à la rédaction d'un cahier des charges « Étude de faisabilité géothermie sur aquifère profond (cas avec réseau de chaleur) »
 - Cas des calcaires du Carbonifère et du Dévonien : étude de pré-faisabilité sous-sol pour augmenter la connaissance géologique (étude des lignes sismiques, forage d'exploration avec tests in-situ...)

**Merci de votre attention,
Rendez-vous au stand BRGM**

