



Mission régionale d'autorité environnementale
Grand Est

**Avis sur le projet
d'exploitation d'une installation géothermique
à Reims (51) porté par la société
E.ON Business Solutions SAS**

n°MRAe 2024APGE149

Nom du pétitionnaire	E.ON Business Solutions SAS
Commune	Reims
Département	Marne (51)
Objet de la demande	Autorisation de recherches d'un gîte géothermique et autorisation d'ouverture de travaux miniers.
Date de saisine de l'Autorité environnementale	29/10/24

Préambule relatif à l'élaboration de l'avis

En application de la directive européenne sur l'évaluation environnementale des projets, tous les projets soumis à évaluation environnementale, comprenant notamment la production d'une étude d'impact, en application de l'article R.122-2 du code de l'environnement, font l'objet d'un avis d'une « autorité environnementale » désignée par la réglementation. Cet avis est mis à disposition du maître d'ouvrage, de l'autorité décisionnaire et du public.

En application du décret n°2020-844 du 3 juillet 2020 relatif à l'autorité environnementale et à l'autorité en charge de l'examen au cas par cas modifiant l'article R.122-6 du code de l'environnement, l'autorité environnementale est, pour le projet de recherches d'un gîte géothermique et l'autorisation d'ouverture de travaux miniers, porté par la société E.ON Business Solutions SAS¹ sur la commune de Reims (51), la Mission régionale d'autorité environnementale² (MRAe) Grand Est, de l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD). Elle a été saisie par le préfet de la Marne le 29 octobre 2024.

Conformément aux dispositions de l'article R.122-7 du code de l'environnement, le Préfet de la Marne (51) a transmis à l'Autorité environnementale les avis des services consultés.

Après une consultation des membres de la MRAe par un « tour collégial » et par délégation, son président a rendu l'avis qui suit, dans lequel les recommandations sont portées en italique gras pour en faciliter la lecture.

Il est rappelé ici que cet avis ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception et la participation du public à l'élaboration des décisions qui portent sur ce projet.

La décision de l'autorité compétente qui autorise le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage à réaliser le projet prend en considération cet avis (cf. article L.122-1-1 du code de l'environnement).

L'avis de l'autorité environnementale fait l'objet d'une réponse écrite de la part du pétitionnaire (cf. article L.122-1 du code de l'environnement).

Note : les illustrations du présent document, sauf indication contraire, sont extraites du dossier d'enquête publique.

1 Désignée dans la suite de l'avis par E.ON.

2 Désignée ci-après par l'Autorité environnementale (Ae).

AVIS

1. Présentation générale du projet

Contexte du projet

La société E.ON a sollicité auprès de la préfecture de la Marne une demande d'autorisation de recherches d'un gîte géothermique ainsi qu'une demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers à Reims.

Le projet « Magasins Généraux de Champagne-Ardenne » s'inscrit dans le cadre du projet urbain mixte porté par la société d'aménagement « Aménagement & Territoires » sur le quartier situé au sein de la ZAC Port Colbert à Reims. Historiquement, ce site était destiné au stockage des marchandises et se nommait « Magasins Généraux »; nom conservé pour ce projet d'aménagement qui consiste notamment à créer 9 bâtiments de logements, un nouveau campus pour l'école de commerce, et à réhabiliter le bâtiment emblématique des magasins généraux.

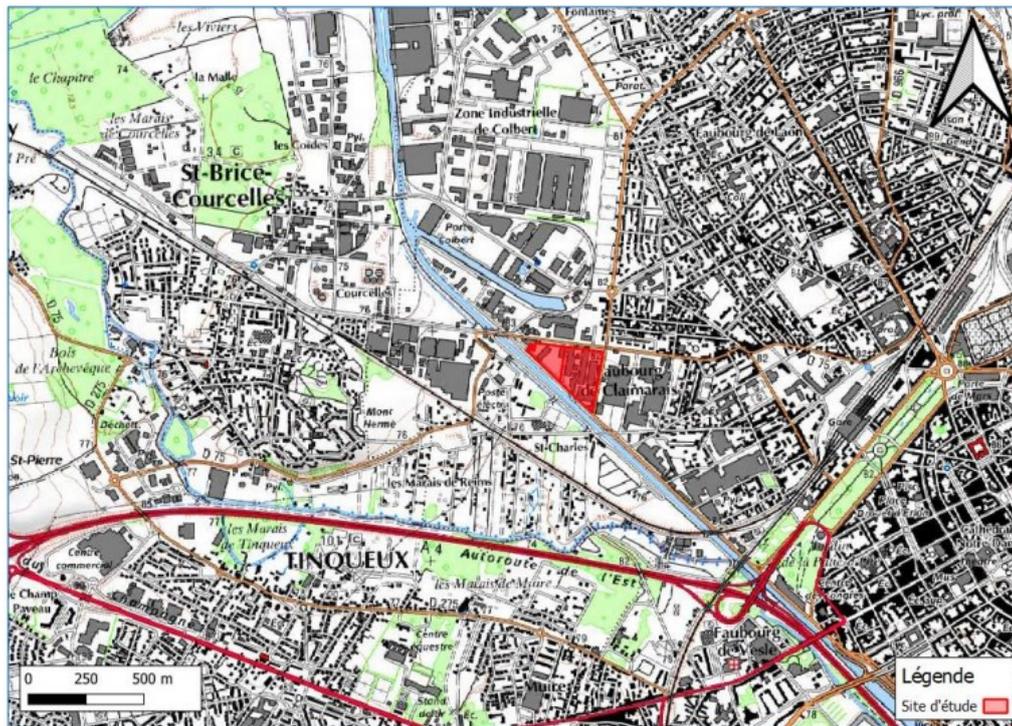


Figure 1: Localisation du projet "Magasins Généraux" à Reims

L'Ae avait été saisie par la communauté urbaine du Grand Reims pour ce projet d'aménagement (le projet de géothermie était uniquement évoqué sans analyse) et avait émis un avis en date du 9 août 2021³ dans lequel elle émettait plusieurs recommandations (voir ci-après au paragraphe « contexte réglementaire »).

E.ON est un groupe énergétique européen qui conçoit, finance, réalise et exploite notamment des réseaux de chaud et de froid dans le cadre du développement de projets urbains. Dans le cadre du projet d'aménagement, la société E.ON est le porteur du projet énergétique et l'opérateur de la boucle d'eau tempérée géothermique de type « ectogrid™ » qui alimentera les bâtiments du quartier en chauffage et en rafraîchissement pendant environ 30 ans.

Un forage de reconnaissance a été effectué, en 2022, à une profondeur de 40 mètres pour capter la nappe du Campanien, dans le cadre d'une déclaration de géothermie de minime importance (GMI). Ce forage a permis de valider les scénarios énergétiques et la productivité du sous-sol envisagés dans une première étude de faisabilité réalisée en 2021.

3 <https://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2021apge69.pdf>

Ces travaux préliminaires ont posé les bases pour le développement du projet géothermique dit « de Très Basse Énergie » caractérisé par l'exploitation d'une ressource à faible profondeur (40 m), avec un débit de 140 m³/h maximum, une puissance inférieure à 20 MW, avec une température de nappe de 12 à 13°C et assistée par pompe à chaleur. Cette phase exploratoire a également permis d'affiner les choix techniques pour les futurs forages, qui seront réalisés après l'obtention des autorisations nécessaires.

Contexte réglementaire

Le 22/06/2023, la société E.ON Business Solutions SAS a sollicité, dans un premier temps, auprès de la préfecture de la Marne une demande d'autorisation de recherches (art. L.124-3 à L.124-9 du code minier) pour une durée de 3 ans et une demande d'ouverture de travaux miniers (art. L.162-1 du code minier) dans le cadre du projet géothermique. Après un premier examen par le service instructeur de la DREAL⁴, ce dossier unique a été complété en date du 20/12/2023.

Dans un second temps, la phase exploitation fera l'objet d'une demande de permis d'exploitation pour une durée de 30 ans.

Enfin, d'après l'article L.162-11 du code minier, toute demande d'autorisation d'ouverture de travaux miniers vaut également demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'eau (art. L.214-3 code de l'environnement).

Comme indiqué précédemment, une étude d'impact environnemental a été réalisée à l'origine pour les demandes de permis d'aménager du projet de réhabilitation des Magasins Généraux situé à Reims. Cette première analyse, conduite par le bureau d'étude Ginger Burgeap, se concentrait sur les aspects d'urbanisme et ne détaillait pas les effets spécifiques des travaux miniers liés à la géothermie.

Dans son avis délibéré du 9 août 2021, l'Ae émettait les principales recommandations suivantes :

- *« compléter le dossier en précisant le nombre d'habitants, d'étudiants et de travailleurs attendus sur le site des Magasins Généraux ;*
- *démontrer que le projet s'inscrit bien :*
 - *dans les objectifs qualitatifs du Programme Local de l'Habitat (PLH) du Grand Reims ;*
 - *dans les limites autorisées par le Schéma de cohérence territoriale (SCoT) de la Région Rémoise, à la fois à la commune de Reims, et aussi au regard du suivi des productions globales de logements et de surfaces d'activités économiques qu'il autorise pour chacune des communes ;*
- *compléter le dossier avec :*
 - *les améliorations du réseau de transport en commun envisagées à terme pour améliorer la desserte du secteur Port Colbert et à court terme pour le nouveau site des Magasins Généraux ;*
 - *les liaisons cyclables avec les quartiers environnants à court terme, pour le nouveau site des magasins généraux, notamment pour rejoindre la gare d'une part et l'axe structurant cyclable de l'autre côté du canal d'autre part ;*
- *revoir et compléter l'étude sur la pollution des sols et de modifier ses conclusions en conséquence ;*
- *représenter le dossier ainsi complété à l'Ae avant présentation à l'enquête publique, compte tenu des enjeux de santé pour les populations futures qui fréquenteront le site des Magasins Généraux ».*

En outre, l'Ae recommandait *« pour toute autre autorisation concernant tout ou partie d'opération située dans le périmètre du secteur Port Colbert, de compléter l'étude d'impact sur les champs manquants et de l'actualiser conformément à de l'article L.122- 1-1-III du code de l'environnement en intégrant notamment les suites qui auront été données aux observations et recommandations faites dans son avis de 2021 ».*

4 Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

L'Ae relève positivement que le dossier unique de demandes d'autorisations du gîte géothermique répond clairement à ces dispositions. Plus précisément, un important addendum à l'étude d'impact environnemental de 2021 est annexé au dossier et répond à toutes les recommandations formulées dans l'avis de l'Ae.

Concernant la pollution des sols et des eaux souterraines, le dossier est complété par de nouvelles investigations, un plan de gestion et une analyse des enjeux sanitaires qui ont permis à l'ARS⁵ d'émettre un avis favorable au projet d'aménagement.

La nouvelle étude d'impact examine les impacts des forages et des opérations géothermiques portées par E.ON, tout en considérant leurs interactions avec le projet d'aménagement global. Elle intègre également une analyse des effets cumulés avec d'autres projets existants ou approuvés dans la zone, conformément à la réglementation environnementale en vigueur.

Travaux de forage et caractéristiques techniques des installations

Le projet comprend la création et l'exploitation du futur réseau d'eau tempérée, permettant la production de chaleur (chauffage des locaux et eau chaude sanitaire) et de froid (climatisation ou rafraîchissement des locaux). La création d'une boucle d'eau tempérée, dite « ectogrid », alimentée par une installation de géothermie sur la nappe de la Craie présente entre 5 et 40 m de profondeur, permettra la production de chaud/froid *via* les pompes à chaleur de chaque bâtiment raccordé à cette boucle.

Pour ce faire, la nappe de la Craie du Campanien sera sollicitée *via* un triplet de forages composé d'1 producteur et de 2 injecteurs. L'eau de nappe sera acheminée jusqu'à un local qui accueillera l'échangeur géothermique faisant le lien avec la boucle d'eau tempérée. La totalité du volume d'eau prélevé sera restituée à la même nappe.

Comme indiqué précédemment, une première étape a été réalisée début 2022 avec un forage de reconnaissance atteignant 40 m de profondeur pour étudier la nappe du Campanien. Ce forage qui a permis de confirmer la faisabilité géothermique du projet sera conservé pour les étapes ultérieures.

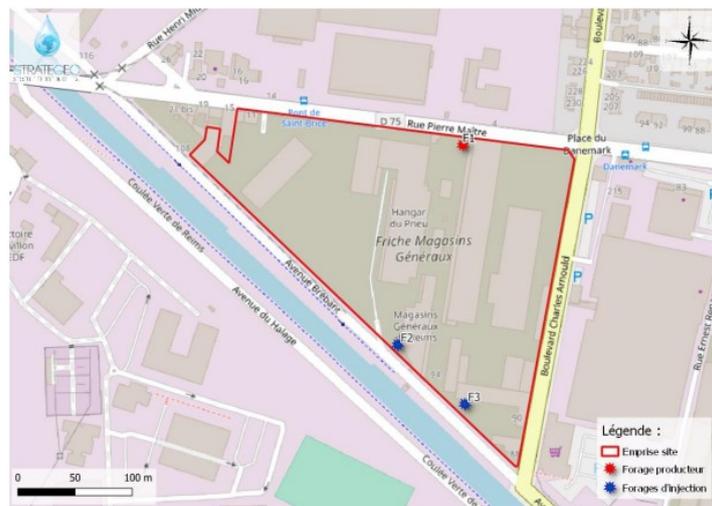


Figure 2: Implantation des forages de géothermie

Les 2 nouveaux forages seront réalisés selon une méthode appelée « rotary à la boue », qui consiste à creuser la roche en utilisant des tiges rotatives et de la boue constituée d'eau et de bentonite (argile). Cette boue circulera en circuit fermé et sera collectée dans des bacs étanches, puis acheminée vers des centres de traitement à la fin des travaux. Une fois le forage effectué, un tube en acier sera inséré dans la roche, et un ciment adapté sera injecté pour garantir l'étanchéité et prévenir les infiltrations d'eau entre les différentes couches souterraines.

5 Agence régionale de santé.

Après avoir atteint l'aquifère cible, une structure interne composée de colonnes perforées (ou crépinées) et d'un massif filtrant en graviers sera installée pour capter l'eau souterraine. Des tests de pompage seront ensuite réalisés pour évaluer la productivité et confirmer le bon fonctionnement des ouvrages.

Les travaux de forage respecteront la norme AFNOR NFX 10-999 relative à la réalisation, au suivi et à l'abandon d'ouvrage de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages.

Grâce à des pompes à chaleur, la climatisation des bâtiments tertiaires sera assurée de manière analogue au chauffage. En revanche, les logements bénéficieront de « freecooling » thermique du fait de leurs planchers chauffant/rafraîchissant qui seront alimentés en été par la boucle d'eau tempérée, sans recourir à l'utilisation des pompes à chaleur.

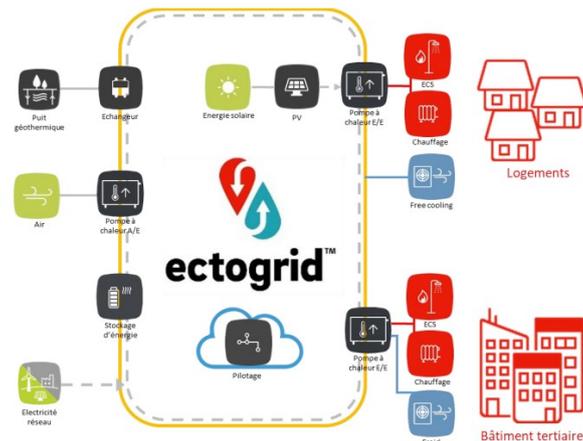


Figure 3: Schéma principe de la boucle « Ectogrid »

L'alimentation en calories de la boucle d'eau tempérée « ectogrid » sera assurée essentiellement par la géothermie basse énergie qui permettra la production de chaleur ou de froid *via* les pompes à chaleur de chaque bâtiment raccordé à la boucle.

La puissance thermique maximale prélevée du sous-sol (puissance thermique primaire) est estimée à 1 380 kW, soit un débit maximum de pompage de 140 m³/h selon le COP/EER⁶ définitif, avec un volume journalier maximal de 3 360 m³.

Le delta de température sur la nappe est estimé à -6,5 °C en mode chaud et +8,5 °C en mode froid par rapport à l'eau extraite (12 à 13 °C).

L'écartement entre les forages de pompage et de rejet (environ 800 m) permet d'éviter le recyclage thermique pour les eaux pompées.

Les équipements de production EnR&R sont donc de plusieurs types :

- la géothermie composée d'1 forage producteur, de 2 forages injecteurs et de tout le circuit associé y compris les 2 échangeurs géothermiques montés en parallèle qui alimentent le quartier en énergie renouvelable (calories en hiver et frigories en été) ;
- le réseau d'eau tempérée « ectogrid » qui favorise la production de chaleur ou de froid ;
- le ballon de stockage de grande capacité qui permet de maximiser le recours à la géothermie et la récupération de chaleur fatale en permettant un déphasage de quelques heures entre la production/récupération d'énergie et son utilisation ;
- l'aérothermie en appoint-secours (pompes à chaleur air/eau) ;
- les panneaux solaires photovoltaïques qui produisent une électricité renouvelable intégralement consommée localement par les pompes et pompes à chaleur du bâtiment.

6 COP : Coefficient de Performance en mode chaud / EER : Efficacité Énergétique de Rafraîchissement en mode froid (il s'agit du rapport entre la puissance produite, dite restituée et l'énergie consommée, dite absorbée. Plus le COP et l'EER sont élevés, plus l'appareil est performant.

Le choix final des pompes à chaleur (PAC) pour les bâtiments raccordés à la boucle géothermique des « Magasins Généraux » n'a pas encore été arrêté. Il dépendra des options proposées par les fabricants au moment de la réalisation des travaux. Toutefois, une attention particulière sera portée à l'impact environnemental des équipements, notamment au fluide frigorigène utilisé.

Le fluide HFO R-1234ze est à ce stade privilégié, car il offre plusieurs avantages écologiques et techniques. Avec un potentiel de réchauffement global (GWP100) extrêmement faible de 7, il contribue à réduire l'impact climatique. Il est également stable, chimiquement sûr, et compatible avec de nombreux équipements. Ce fluide ne détruit pas la couche d'ozone (ODP nul) et facilite ainsi un entretien durable des installations. Bien qu'il soit faiblement inflammable, il répond aux normes de sécurité internationales (norme ASHRAE 34).

2. Articulation avec les documents de planification, présentation des solutions alternatives au projet et justification du projet

2.1. Articulation avec les documents de planification et procédures

Le projet de réhabilitation des Magasins Généraux à Reims s'inscrit dans la zone UCb5 du plan local d'urbanisme (PLU), un secteur urbain destiné à l'habitat, aux activités, aux équipements et aux services en périphérie du centre historique. Ce projet fait partie intégrante des orientations d'aménagement et de programmation du secteur « Port Colbert » définies dans le PLU.

Le projet est cohérent avec le Schéma de cohérence territoriale (SCoT) de la Région Rémoise qui préconise notamment la reconversion de friches promouvant la mixité fonctionnelle (développement économique et résidentiel).

L'Ae salue l'effort du projet visant à améliorer la perméabilité des sols par rapport à la situation actuelle. L'intégration de nombreuses surfaces végétalisées permettra non seulement de favoriser l'infiltration naturelle des eaux pluviales, mais aussi de ralentir leur absorption dans le sol.

Le dossier analyse correctement la conformité et/ou à la compatibilité du projet avec le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Grand Est, le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine-Normandie 2022-2027 et le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Aisne-Vesle-Suippe.

Le projet se situe dans une zone urbaine fortement anthropisée et n'est soumis à aucun zonage réglementé spécifique. Les forages prévus se trouvent en dehors des périmètres de protection des captages d'eau potable et ne sont pas exposés aux risques d'inondation liés aux débordements de cours d'eau.

Le projet doit se conformer aux distances réglementaires fixées par l'arrêté du 11 septembre 2003⁷ pour protéger la qualité des eaux souterraines. Cependant, il ne peut respecter la distance minimale de 35 mètres par rapport au réseau d'assainissement collectif présent sur les voiries voisines. Pour compenser cette contrainte, des mesures spécifiques seront mises en place afin de préserver la qualité des eaux souterraines sur le site.

Les infrastructures seront conçues pour empêcher toute infiltration d'eau de surface ou de polluants. Par ailleurs, aucun stockage de substances dangereuses n'est prévu dans le local enterré associé aux puits de rejet.

⁷ L'arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 fixe les prescriptions générales applicables aux sondages, forages, créations de puits ou d'ouvrages souterrains soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié : « *Aucun sondage, forage, puits, ouvrage souterrain, ne peut être effectué à proximité d'une installation susceptible d'altérer la qualité des eaux souterraines. En particulier, ils ne peuvent être situés à moins de :*

- *200 mètres des décharges et installations de stockage de déchets ménagers ou industriels ;*
- *35 mètres des ouvrages d'assainissement collectif ou non collectif, des canalisations d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines ;*
- *35 mètres des stockages d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines ».*

2.2. Solutions alternatives et justification du projet

Le dossier présente une analyse d'opportunités énergétiques ainsi qu'une étude bioclimatique annexée au dossier.

Le projet explore plusieurs solutions énergétiques pour couvrir les besoins en chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement et électricité des bâtiments, chacune présentant des avantages et des contraintes spécifiques :

- la géothermie sur nappe offre une couverture significative des besoins thermiques et de refroidissement (75-77 % pour le chauffage et 55-100 % pour le refroidissement selon les scénarios). Bien qu'elle implique un coût initial élevé, cette solution bénéficie d'un retour d'expérience local, notamment à Reims ;
- le solaire photovoltaïque peut produire jusqu'à 55 % (cas 1) ou 42 % (cas 2) de l'électricité spécifique, selon l'emprise disponible en toiture. Cela pourrait alimenter les pompes à chaleur, mais nécessite de valider la faisabilité en termes de surfaces exploitables ;
- la géothermie sur sondes permet de couvrir 50 % des besoins en chauffage et 37-98 % des besoins en refroidissement. Cependant, elle exige une emprise au sol importante et représente un investissement supérieur à l'exploitation de la nappe ;
- l'aérothermie est partiellement adaptée pour le chauffage et le refroidissement et nécessite un système d'appoint pour les périodes de forte demande, mais présente un coût initial inférieur à celui de la géothermie ;
- le solaire thermique produit jusqu'à 65 % des besoins en chaud, avec un système d'appoint indispensable en raison de l'intermittence de la production. L'utilisation de cette solution dépend également de l'emprise disponible sur les toitures ;
- le bois-énergie dimensionné pour couvrir 50 % des besoins en chaud, cette option nécessite un système complémentaire (comme une chaudière gaz) et des installations spécifiques pour le froid. Elle est abordable en termes d'investissement, mais pose des contraintes liées à l'exploitation (logistique, stockage, pollution) ;
- la valorisation de la chaleur fatale des eaux usées est une solution innovante qui pourrait compléter les besoins énergétiques, mais qui exige des études complémentaires pour évaluer la faisabilité technique et économique.

Chaque technologie présente des perspectives intéressantes, mais l'analyse multicritères tient compte des variantes possibles, des contraintes techniques, économiques et environnementales spécifiques au site.

Le dossier, à travers l'étude de faisabilité géothermique, conclut que les pompes à chaleur (PAC) réversibles eau/eau sont actuellement les systèmes de production de chaleur et de froid qui présentent la meilleure efficacité énergétique et les moindres impacts environnementaux.

C'est sur cette étude de faisabilité et des investigations sur site réalisées par le bureau d'études StratéGéO Conseil, que E.ON a fait le choix d'une solution géothermique centralisée avec appoint en aérothermie pour alimenter un réseau d'eau tempéré « ectogrid » permettant la production de chaleur et de froid sur le quartier des Magasins Généraux, ce qui permettra sur le long terme de solliciter une ressource énergétique locale et renouvelable.

3. Analyse de la qualité de l'étude d'impact et de la prise en compte de l'environnement par le projet

L'Ae salue l'effort rédactionnel du dossier qui présente l'étude d'impact à l'échelle du projet d'aménagement dans sa globalité puis spécifiquement à l'échelle du gîte géothermique.

Ainsi, l'étude d'impact figurant dans le présent dossier constitue l'actualisation des incidences de la géothermie dans le périmètre de l'opération pour laquelle le permis d'aménager a été sollicité (art. L.122- 1-1 III du code de l'environnement).

L'actualisation de l'étude d'impact, complétée par l'addendum annexé, prend également en considération les autres projets existants ou approuvés (art. R.122-5 II. 5° e) du code de l'environnement).

Les principaux enjeux environnementaux relevés par l'Ae sont :

- le changement climatique et le recours à une énergie décarbonée ;
- la préservation de la qualité des eaux souterraines.

D'autres enjeux (paysage, urbanisme, impact sonore, qualité de l'air et déchets...) ont été identifiés tant en phase travaux qu'en phase d'exploitation. L'Ae n'a pas de remarque particulière quant à leur analyse.

3.1. Analyse par thématiques environnementales (état initial, effets potentiels du projet, mesures de prévention des impacts prévues)

3.1.1. Le changement climatique et le recours à une énergie décarbonée

Le projet des Magasins Généraux ambitionne de créer un urbanisme résilient face aux risques et aux changements climatiques. L'étude géothermique réalisée confirme la possibilité d'exploiter la nappe phréatique pour répondre partiellement aux besoins en chaleur et en refroidissement des bâtiments du quartier.

Selon le dossier, cette démarche contribue également à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'échelle régionale. En effet, les futurs usagers bénéficieront de bâtiments neufs dotés de performances énergétiques optimisées, tout en ayant accès à des solutions de mobilité durable grâce à la proximité des transports en commun. Le projet illustre ainsi une approche intégrée, alliant innovation énergétique et durabilité environnementale.

L'Ae salue positivement la recherche d'une solution décarbonée de régulation thermique.

Le projet de réhabilitation des Magasins Généraux s'inscrit dans une démarche environnementale ambitieuse, visant à réduire l'empreinte carbone du quartier grâce à une conception bas carbone. Une Analyse de Cycle de Vie (ACV), réalisée en juin 2021, a servi à cadrer cette ambition.

La méthodologie de l'étude ACV prend en compte :

- une durée de vie du quartier de 80 ans (dont la phase chantier) ;
- les émissions de gaz à effet de serre comme indicateur analysé ;
- les différents contributeurs :
 - les bâtiments (matériaux, équipements, consommations énergétiques, production de déchets) ;
 - les espaces publics (matériaux, équipements, consommations énergétiques) ;
 - la vie de quartier (mobilité, équipements, services, commerces) ;
 - les puits carbone (dont végétation) ;
- plusieurs scénarios d'aménagement :
 - le scénario Quartier de Référence, pensé « *a minima* réglementaire (Réglementation Environnementale RE 2020) » ;
 - le projet de réhabilitation des Magasins Généraux, visant le niveau Carbone 1 du label E+C- ;
 - une version optimisée du projet de réhabilitation des Magasins Généraux (mesures techniques et incitatives supplémentaires).

Il ressort de cette ACV qu'en considérant le quartier de référence (minimum réglementaire), plus de 90 % de l'empreinte carbone du quartier sera liée à la conception des bâtiments (contributeur matériaux et contributeur énergie).

Le projet inclut 15 000 m² de surfaces végétalisées, dont 12 400 m² d'espaces verts (avec 1 700 arbres) et 680 m² de pavés enherbés, ainsi que 2 600 m² de toitures végétalisées pour les

logements. Les toitures végétalisées ne sont pas prises en compte dans le calcul de la captation carbone qui concerne uniquement les espaces publics.

Le projet des Magasins Généraux permet de réduire l’empreinte carbone de 460 tCO₂ par rapport au scénario de référence grâce à une forte perméabilisation du site et à la plantation d’arbres. En optimisant encore les revêtements de sol (choix de matériaux perméables et poreux), l’empreinte carbone pourrait être réduite de 210 tCO₂ supplémentaires. Cette approche permet d’atteindre la neutralité carbone sur les espaces publics, en compensant l’empreinte des matériaux par la végétalisation.

La solution de réseau de géothermie retenue constitue une avancée significative dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle permet une diminution de 42 % du bilan carbone lié à l’exploitation, comparée au scénario de référence.

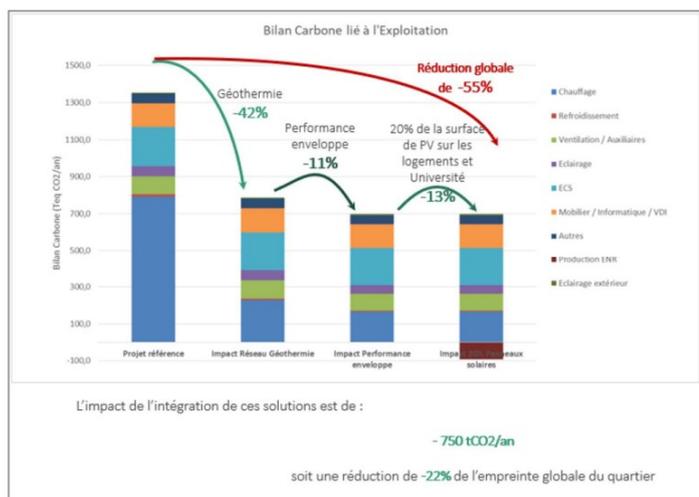


Figure 4: Bilan carbone du projet selon le choix d’approvisionnement énergétique

De plus, les bâtiments bénéficieront d’une enveloppe thermique conforme à la réglementation RE 2020, ce qui permettra un gain supplémentaire de 11 % sur le bilan carbone.

Enfin, les logements seront équipés de panneaux photovoltaïques installés sur les toitures, qui seront couplés avec des pompes à chaleur pour optimiser la production d’énergie renouvelable et réduire encore davantage l’impact environnemental du projet.

L’Analyse de Cycle de Vie (ACV) montre que le projet des Magasins Généraux, grâce à sa forte ambition environnementale et sa démarche bas carbone, permet de réduire de 28 % son empreinte carbone par rapport à un projet d’aménagement classique à Reims. L’Ae salue ce résultat positif.

L’Ae relève que l’empreinte carbone du quartier dépendra principalement des choix constructifs pour les bâtiments, les prescriptions des Cahiers de Prescriptions de Développement Durable des Bâtiments jouant un rôle clé. Environ 40 % de l’empreinte carbone du quartier découle directement des choix techniques d’aménagement.

Dans la continuité de la démarche présentée dans le dossier concernant la méthode d’évaluation des émissions de GES pour ce projet d’aménagement, l’Ae signale l’existence d’un outil de calcul (logiciel UrbanPrint⁸), labellisé par l’État (ADEME) et construit par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) et l’Institut de recherche et de développement « Efficacity » spécialisé sur la ville durable, permettant également la production d’un bilan carbone fondé sur une analyse de cycle de vie (ACV à 50 ans) du projet dans sa globalité (bâtiments, voiries et réseaux, mobilités/déplacements, espaces public et espaces verts, énergie...). Cet outil permet également la comparaison du résultat

8 <https://efficacity.com/urbanprint/>

obtenu pour le projet à celui obtenu pour ce même projet soumis au strict respect des obligations réglementaires et à ceux d'une bibliothèque de projets déjà traités, puis de faire des propositions d'amélioration des aménagements et/ou procédés constructifs en vue d'une amélioration des résultats obtenus.

L'Ae recommande au pétitionnaire de croiser les résultats qu'il a obtenus avec ceux que l'outil UrbanPrint produirait et de proposer des mesures qui permettront d'optimiser plus encore le bilan global du projet en matières d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre (GES).

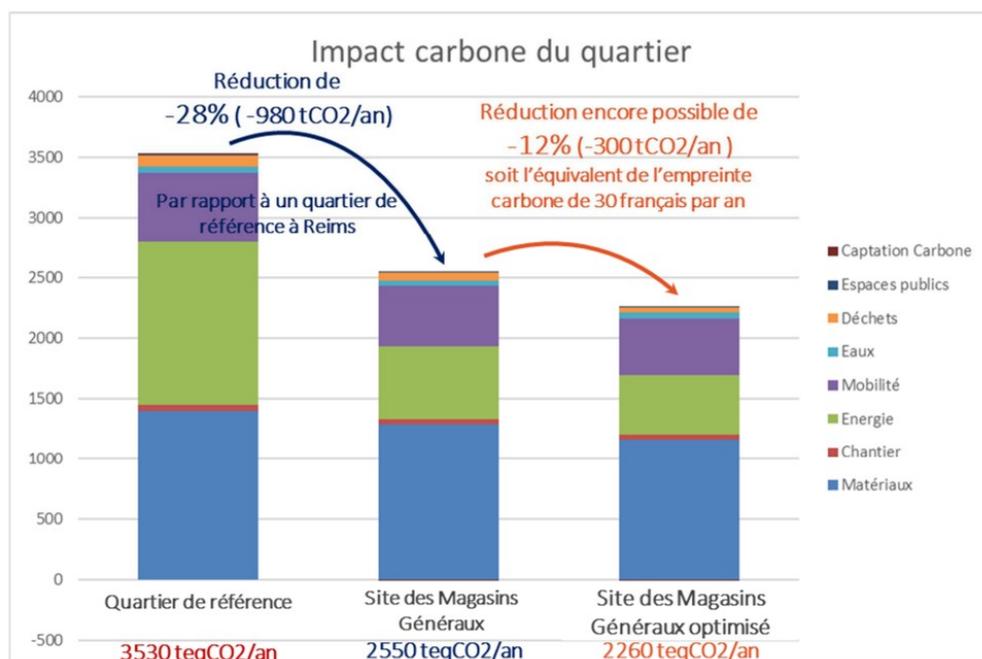


Figure 5: Comparaison de l'impact carbone selon le scénario d'aménagement

3.1.2. Les eaux souterraines

La nappe concernée par le projet de géothermie est la nappe de la Craie. La zone du projet est concernée par le SDAGE du Bassin de Seine-Normandie et le SAGE l'Aisne Vesle Suippe.

Les risques de contamination des nappes souterraines sont liés à des accidents tels que des déversements de produits comme des huiles ou des hydrocarbures. Pour limiter ces risques, des dispositifs de prévention, tels que des bâches de protection et des cuves étanches, seront utilisés par les entreprises intervenant sur le site. En cas de déversement accidentel, des outils et kits de dépollution seront également disponibles.

Concernant les forages, des pompages de développement et des pompages d'essai seront réalisés, avec un volume total estimé entre 16 000 et 25 000 m³ pour l'ensemble des forages. Les eaux extraites seront décantées avant d'être rejetées dans le réseau d'assainissement, sous réserve d'obtenir l'accord du concessionnaire de ce réseau.

Pour isoler les aquifères non ciblés, un tubage plein et cimenté sera mis en place, permettant de séparer la Craie du Campanien de la surface et d'éviter toute connexion entre les aquifères.

Le système géothermique sur nappe fonctionne en circuit fermé, où l'eau est prélevée puis réinjectée dans le même volume au sein du même milieu d'origine, via des échangeurs à plaques. L'impact du projet sur les eaux souterraines a été quantifié à l'aide d'une modélisation numérique. Il reste limité dans l'espace, avec un impact inférieur à 0,2 m de rabattement et d'élévation de la nappe de la Craie et de -2,5°C par rapport l'état initial à environ 400 m des forages.

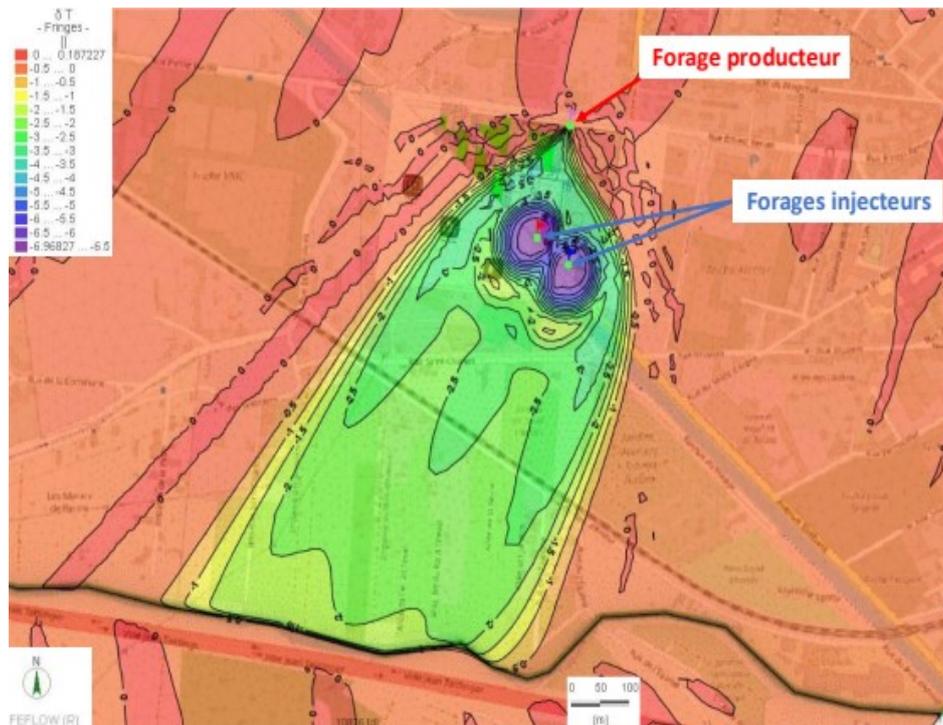


Figure 6: Modélisation du panache thermique après 30 ans d'exploitation

Selon le dossier, le projet de géothermie entraînera donc une modification locale de la température de l'eau au niveau des forages de réinjection, avec des augmentations et baisses de température.

Bien que cette variation puisse influencer les populations bactériennes, notamment par le développement de biofilms pouvant affecter la productivité des ouvrages d'injection, aucun impact significatif sur les écosystèmes n'a été observé. L'impact physico-chimique reste limité à une zone très locale, et n'affecte pas les aquifères à une échelle plus large, compte tenu de la gamme de températures impliquée.

En phase d'exploitation, pour assurer la pérennité des ouvrages géothermiques, les mesures suivantes seront mises en place :

- aménagement des têtes de protection étanches pour les ouvrages ;
- cimentation annulaire entre l'équipement (tube plein) et les terrains pour isoler les aquifères ;
- entretien régulier des installations et réalisation d'analyses physico-chimiques sur les échangeurs thermiques pour garantir leur bon fonctionnement.

Le suivi annuel de l'installation géothermique comprendra les éléments suivants :

- températures en entrée et sortie des échangeurs géothermiques côté eau de nappe ;
- débit maximum du circuit d'eau de nappe ;
- volumes prélevés et rejetés annuellement ;
- relevé de l'index du compteur volumétrique.

Chaque trimestre, une analyse physico-chimique sera réalisée à la sortie d'un échangeur thermique, incluant :

- mesures *in situ* (température, pH, conductivité) ;
- ions majeurs (calcium, potassium, sodium, magnésium, chlorures, sulfates, bicarbonates, nitrates) ;
- métaux (fer dissous et total, manganèse dissous ou total).

Tous les 5 à 7 ans, une inspection vidéo des forages sera effectuée. Les données seront transmises semestriellement aux services de la DREAL.

L'Ae s'est toutefois interrogée sur la mobilisation d'une eau particulièrement calcaire qui pourrait nécessiter des traitements pour éviter les dépôts dans les échangeurs.

Le dossier évoque simplement que « *des problèmes de productivité pourront éventuellement être observés résultant de la présence de Fer* », un système de rétrolavage hebdomadaire sera mis en place afin d'éviter ce genre de problématique, et que « *les eaux issues des rétrolavages pourront être rejetées au réseau d'assainissement avec l'obtention d'une autorisation du concessionnaire du réseau* ».

L'Ae recommande au pétitionnaire de préciser dans son dossier les modalités de mise en œuvre de ces opérations de rétrolavage ainsi que les volumes d'eau concernés.

3.2. Résumé non technique

Conformément aux dispositions de l'article R.122-5 du code de l'environnement, l'étude d'impact est accompagnée d'un résumé non technique présentant le projet géothermique, les différents enjeux environnementaux et les conclusions de l'étude.

METZ, le 16 décembre 2024

Le président de la Mission Régionale
d'Autorité environnementale,
par délégation,

Jean-Philippe MORETAU