

GEOMETHANE

**DEMANDE DE PROLONGATION DE LA CONCESSION
DU STOCKAGE SOUTERRAIN DE GAZ NATUREL**

DOCUMENT SIMPLIFIÉ

GIC-GMN12-EXP-RPT-0001-0

11. Notice d'impact

11.1. Préambule

Le site de GEOMETHANE a fait l'objet très récemment de deux études d'impact conformes aux dispositions du code de l'environnement :

- La première en 2010 dans le cadre du dossier d'autorisation de création et essais des cavités GA et GB (dépôt le 19 janvier 2010). Cette autorisation a donné lieu à l'Arrêté préfectoral n° 2010-2567 bis.
- La seconde en 2012 dans le cadre de l'autorisation ICPE du projet MAN2 (dépôt le 21 décembre 2012). Cette autorisation a donné lieu à l'Arrêté préfectoral n° 2015-357-020 du 23 décembre 2015.

Dans le cadre de l'instruction de ces dossiers, ces deux études d'impact ont reçu un avis favorable à l'issue des enquêtes publiques.

S'agissant d'une prolongation de concession de stockage souterrain, la présente notice d'impact se concentre sur la zone de Gontard et les cavités. Elle reprend de nombreux éléments des précédentes études, mis à jour autant que nécessaire.

11.2. Description du stockage souterrain

Cette partie est traitée au chapitre 6 du présent document.

11.3. Description de l'environnement du stockage souterrain

11.3.1. Situation du site, topographie, paysage, faune et flore

Les terrains de GEOMETHANE (station de Gaude et zone de Gontard) s'étendent sur les communes de Manosque et de Dauphin (Alpes-de-Haute-Provence).

La zone concernée par le renouvellement de la concession, qui englobe les installations de GEOMETHANE, est située en partie orientale du Parc Naturel Régional du Luberon. Elle correspond géographiquement au Grand Luberon Oriental (ou encore le Luberon de Manosque) qui s'étend de Céreste aux Rochers de Volx. Ce secteur est caractérisé par des reliefs arrondis et une influence climatique alpine, fraîche et tempérée.

À l'Ouest de la zone d'intérêt, du massif de Céreste au Ravin de Pifévat, on rencontre les derniers arpens de la hêtraie du Grand Luberon ainsi qu'une flore d'affinité montagnarde considérée comme des plus intéressantes à l'échelle du Luberon et quelques milieux ouverts très méditerranéens accueillant une flore exclusive.

À l'Est, de Volx au bois de Saint-Martin, on rencontre un ensemble considéré comme ayant une richesse et une diversité de tout premier ordre, tant au niveau de la flore que de la faune. Ce secteur, étant donné sa morphologie et son climat très variés, constitue un très intéressant condensé de biotopes.

Entre ces deux zones à fort intérêt biologique, la combe abritée de Passaire-Gontard, qui s'étend sur les trois communes de Manosque, de Saint-Martin-les-Eaux et de Dauphin, avec la forêt domaniale de Pélissier, constitue une zone de transition indissociable. Sa valeur biologique est modeste mais son état de préservation complète de façon intéressante la mosaïque écologique du Luberon Oriental.

L'ensemble est concerné par la charte du Parc Naturel Régional du Luberon. Le secteur d'intérêt est classé parmi les zones de Valeur Biologique Majeure et est considéré comme une zone de Nature et Silence. Par ailleurs, le site est partiellement dans un périmètre Natura 2000 (ZSC) et un périmètre d'inventaires (ZNIEFF). Le chapitre 11.6 présente ces aspects particuliers.

Dans la combe, le relief est varié et complexe. Il correspond à des collines de 100 à 150 m de dénivelé qui dominent des vallons sinueux entre +500 et +450 m NGF.

Le pourtour de la combe correspond à une crête quasi continue, d'altitude supérieure à +550 m NGF, localement escarpée ou entaillée de courts ravins. La combe a pour longueur environ 4 km, entre Saint-Martin-les-Eaux et l'Escurteja, et pour largeur environ 3 km entre la colline d'Ubaye et le col de la Mort d'Imbert.

La sensibilité paysagère de la combe de Passaire-Gontard a été étudiée par le Parc Naturel Régional du Luberon. Trois types de zones y sont définies selon qu'elles sont perçues ou pas à partir de points de vue de référence établis par le Parc Naturel Régional du Luberon (le Mont d'Or, le bois d'Hospitalier, le village de Dauphin, le col de la Mort d'Imbert, la Colle, le rocher de Bellevue, Notre Dame de la Roche et Beauregard à Dauphin). Des zones « peu perçues », qui correspondent essentiellement aux fonds de vallons, ne sont visibles d'aucun des points de vue définis. Des zones dites « très sensibles » et « extrêmement sensibles », qui correspondent aux reliefs de la combe (collines) et à ses pourtours, sont visibles à partir d'un ou plusieurs points de vue.

11.3.2. Environnement socio-économique

11.3.2.1. Habitat - Concentration de personnes

La zone concernée est constituée d'espaces à vocation essentiellement agricole, forestière et industrielle liée à la présence de GEOSSEL et de GEOMETHANE.

Les autres industries, en majorité électroniques et tertiaires, sont regroupées à Manosque.

Le site de GEOMETHANE est entièrement implanté sur la commune de Manosque. Néanmoins, les communes environnant le périmètre de la concession de Passaire sont Manosque (22 412 habitants) Saint-Martin-les-Eaux (114 habitants), Dauphin (812 habitants), Volx (3 125 habitants) et Saint-Maime (828 habitants). (*Données 2013*).

La station de Gontard est située à environ 10 km de la ville de Manosque. L'urbanisation la plus proche du site de Gontard rassemble les populations de Saint-Martin-les-Eaux, située à 4 km et Dauphin à 5 km.

La maison la plus proche, au lieu-dit « Les Deux Moulins » est située en bordure extérieure du périmètre de stockage, à 750 m de la cavité EG et des installations du site de regroupement. Plus au nord, la première maison habitée est à 1 km de la cavité EG.

11.3.2.2. Voies de communication et de transport

L'accès à la zone de Gontard et aux têtes de puits s'effectue par la route départementale n° 5 qui relie Manosque à Dauphin. Sur cette voie, les limites de la combe correspondent, en provenance de Manosque, au col de la Mort d'Imbert et à la cluse de l'Ausset qui domine Dauphin.

L'accès à la station centrale de Gaude peut être réalisé à partir du chemin de Valveranne issu de la route départementale RD 4096 (à environ 600 m au sud du site) et qui dessert également les maisons et exploitations agricoles alentours. Le chemin se prolonge le long du côté ouest du site, par une voie à accès restreint (pour le SDIS et l'ONF uniquement) qui constitue également un itinéraire de randonnée pédestre.

L'accès peut également se faire à partir du chemin rural dit de la « Montée de Sainte-roustagne » qui constitue une voie d'accès secondaire en reliant Gaude à Manosque.

Quant aux voies aériennes, le survol du site y est interdit à basse altitude, c'est-à-dire aux avions de tourisme et aux hélicoptères. D'autre part, il n'y a pas de ligne régulière qui amène les avions de ligne à survoler le site.

11.3.2.3. Activités industrielles

Les activités industrielles (autres que celles de GEOMETHANE) situées dans l'emprise du périmètre de protection sont liées au stockage d'hydrocarbures de GEOSEL.

En plus des activités de GEOSEL et de GEOMETHANE, il faut noter, pour mémoire, l'activité saisonnière, forestière et pastorale.

11.3.3. **Géologie**

11.3.3.1. Lithologie et stratigraphie

La nomenclature des divers horizons géologiques, présents en surface à l'affleurement ou traversés au forage, est récapitulée dans le tableau joint ci-après et commentée comme suit.

On trouve dans un ordre stratigraphique ascendant (du plus profond vers la surface) :

Les formations infrasalifères

Elles forment le mur de l'accumulation de sel massif et ont été pénétrées sur quelques dizaines de mètres par certains des forages réalisés sur la structure dans le but d'évaluer l'épaisseur apparente totale de la formation salifère.

Le faciès dominant consiste en marnes bien litées, siliceuses, noires, brunes ou gris foncé à intercalations minces souvent plissotées d'anhydrite grenue blanche.

Au sein de ces marnes, se différencient des grès, de la dolomie, des marnes de diverses autres couleurs, des microconglomérats, des argiles, du sel en lentilles ou en couches minces.

Il s'agit donc d'une formation détritique comportant les premières indications de précipitation d'évaporites.

Le passage à la formation salifère sus-jacente est, en général, brutal.

Formation salifère

Les travaux de création des cavités des sites de GEOMETHANE et de GEOSEL ont permis de préciser un certain nombre de points concernant le gisement de sel, d'âge Sannoisien :

- Le gisement reconnu s'étend régulièrement d'Ouest en Est sur une distance de 4 km environ entre les forages « Passaire 2 » (Cavité D5, GEOSEL) et « Mag 9 ». Il se prolonge, probablement en s'approfondissant, dans l'axe de ces deux puits tant vers l'Ouest que vers l'Est.
- Sur un axe Nord-Sud, le gisement s'étend sur 1,5 km environ entre les forages Mag 10 et EV19 et s'enfonce progressivement au-delà de ces deux points.
- Le toit du sel culmine à 130 m de profondeur dans la zone Ouest de Passaire (cavité C2, GEOSEL) et s'approfondit en direction de l'Est (1 071 m de profondeur à la cavité EJ, cavité GEOMETHANE).
- L'épaisseur de la formation salifère varie fortement sur l'ensemble de la structure en fonction de particularités tectoniques locales ou de la réponse dysharmonique des évaporites soumises aux efforts de plissement ; les valeurs extrêmes d'épaisseur apparente du sel vont de 187 m à EF (cavité PS2) à 1023 m à EM.

Il s'agit d'un faciès constitué essentiellement par du sel gemme (halite), grossièrement grenu, le plus souvent opaque, de couleur rose ou brun-rose, avec localement des variations allant de l'incolore translucide aux blanc, gris, beige, rouge vif ou brun foncé, avec de rares minéraux potassiques ou magnésiens disséminés dans la masse. La phase insoluble consiste principalement en anhydrite crypto ou microcristalline blanche à verdâtre, plus rarement en marne, argile, calcaire ou dolomie et toujours sous forme d'éléments épars dans la masse de sel.

La granulométrie des insolubles est variable, le plus souvent représentée par des éléments millimétriques à centimétriques mais parfois sous forme de grands blocs ou d'éléments de bancs originels de plusieurs mètres ou dizaines de mètres d'extension.

La formation salifère dans son ensemble peut ainsi être considérée comme une véritable brèche d'éléments insolubles, en proportion de l'ordre de 5 à 25 %, dans une matrice de halite.

Lors des forages les plus récents, c'est-à-dire GA et GB, les observations suivantes ont été faites :

Le « sel » est apparu assez pur depuis le sommet jusqu'à 1150 m pour GA et 1265 m pour GB. Il s'agit d'halite généralement blanche, opaque et rose-orangé, à inclusions et/ou passées d'anhydrite blanc tendre, peu abondante et de rares éléments argileux noir et verdâtre, plus ou moins indurés, localement en inclusion dans la halite. Les insolubles représentent moins de 10 % du total.

En dessous du sommet, un enrichissement conséquent en anhydrite (environ 20 %) assez constant jusqu'à la base est à noter. Les argiles généralement gris-vert restent marginales.

Pour GA, de 1667 m à 1681 m, il doit s'agir principalement d'anhydrite argileuse (autant que l'échantillonnage limité, à cause d'avancements rapides, permet de le dire). L'enrichissement relatif en halite, constaté sur l'échantillon de déblais de 1685 m, se traduit sur les diagraphies par un « banc » métrique d'halite pure entre 1681 et 1682 m.

À environ 100 mètres au-dessus de sa profondeur finale (1731 mMD/1667,4 mTVD), le puits GA a rencontré une formation marneuse (soit 200 mètres plus haut que la base du sel estimée). Cette formation marneuse a été forée sur 60 mètres de long avant que le forage soit stoppé.

À partir des données carottes (acquises lors du forage), ces marnes ont été décrites comme très fracturées et se trouvant dans une configuration très redressée (entre 60 et 80° par rapport à l'horizontale).

Sur base des données géophysiques et des corrélations de puits, l'interprétation géologique la plus plausible est que le puits GA aurait recoupé un « radeau » du substratum marneux arraché par la masse salifère lors de sa mise en place.

Ce « radeau » serait soit enrobé intégralement dans la masse de sel, soit attaché à la racine au substratum du sel.

Formation anhydritique

Cette formation qui constitue la couverture concordante du sel sur l'ensemble de la structure reconnue varie également fortement en épaisseur (60 à 600 m apparents).

Quoique l'on puisse identifier un certain nombre d'ensembles lithostratigraphiques corrélables, les quelques carottes qui y ont été prélevées indiquent qu'il s'agit là également d'un faciès bréchiq ue d'éléments d'anhydrite dans un ciment lui-même anhydritique.

Le contact entre l'anhydrite et le sel est toujours net et localement représenté par un niveau de brèche.

Des lentilles de sel (sel supérieur) ont été identifiées dans la moitié supérieure de la formation anhydritique principalement sur l'Ouest de Passaire.

Vers le haut, la formation passe progressivement aux marnes qui la recouvrent.

Lors des forages de GA et GB, il a été identifiée une formation d'anhydrite blanc à gris-blanc, cristalline (aspect pâteux fréquent qui peut être dû au forage en destructif) à intercalations d'argiles gris-beige. L'anhydrite est plus franchement massive en dessous de 740 m pour GA et de 756 m pour GB.

Terrains de recouvrement des évaporites

Les différentes subdivisions retenues pour la couverture de la masse évaporitique sont établies à partir d'électro-faciès identifiés en sondage mais correspondent avec une bonne approximation aux unités présentes à l'affleurement et définies par la cartographie antérieure aux travaux pour celles recouvrant la formation anhydritique, les deux niveaux de marnes rouges-repères étant particulièrement visibles sur le terrain.

Formation marneuse inférieure

Il s'agit principalement d'argiles calcaires. Vers 270-310 m, ont été identifiées des argiles rouges (il s'agit des marnes rouges inférieures des anciens forages). La fraction carbonatée augmente en dessous de 375-410 m (passage à des calcaires mudstone argileux et à des marnes dolomitiques). La présence de quelques passées de grès gris verdâtre vers 375 m pour GA et vers 410 m pour GB a été notée.

Formation des calcaires à indices de bitume

Il s'agit principalement de calcaires mudstone bruns argilo-dolomitiques à l'aspect fréquemment varvé, riches en matières organiques, alternant avec des argiles calcaires. On rencontre quelques niveaux de grès gris à ciment carbonaté.

Ces niveaux ont été observés lors du forage du puits GB.

À noter qu'aucun aquifère n'a pu être identifié dans la Formation des Calcaires à Indices de Bitume.

Formation marneuse supérieure

Il s'agit d'une séquence de dépôt similaire à celle des marnes inférieures où l'on identifie la superposition suivante :

- séquences marneuses,
- marnes rouges de la Mort d'Imbert,
- banc gréseux,
- argiles grises.

Formation des calcaires de Montfuron

Cette formation est l'unité la plus récente de l'Oligocène. On y distingue trois niveaux :

- calcaires dits « petits cubes », souvent fossilifères,
- marnes sableuses intermédiaires, alternant avec des grès brun-sépie,
- calcaires en plaquettes supérieures, localement ligniteux.

À partir de cette formation, les niveaux d'âge oligocène plus récents constituent l'auréole externe de la structure anticlinale et n'ont pas fait l'objet de travaux de subsurface.

LITHOSTRATIGRAPHIE DES FORMATIONS TRAVERSÉES EN FORAGE SUR LA STRUCTURE DE MANOSQUE

Formation	Subdivision	Épaisseurs générales	Zone de stockage (forage)	Description lithologique simplifiée
Quaternaire	-	-	néant	Sables, graviers et limons
Molasse du Miocène	-	250 m	néant	Calcaire
Calcaires de Reillane	-	80 m	néant	Calcaire
Marnes de Viens	-	100 m	néant	Marnes
Calcaires de Vachères	-	350 m	néant	Calcaires et marnes
Formation de Bois d'Asson	-	350m	néant	Grès et marnes
Calcaire de Montfuron	Calcaires « petits Cubes »	300à400 m	75 m	Calcaire argileux
Marnes supérieures	Marne Micacé	40 à 140 m	7 m	Argile
	Calcaires en plaquette		15 m	Grès argileux
	Marnes rouges de la Mort d'Imbert		25 m	Marnes
	Marnes à radio activité croissante		45 m	Marnes et calcaires
	Zones des « Pics »		35 m	Marnes et calcaires
calcaires à indices de bitumes	1 ^{er} banc calcaire	50 à 80 m	4 m	Calcaire
	1 ^{er} banc marneux		20 m	Marnes
	2 ^e banc calcaire		8 m	Calcaire
	2 ^e banc marneux		15 m	Marnes
	Marnes et calcaires		15 m	Marnes calcaires
Marnes inférieures	Argiles grises	100à200 m	20 m	Argile
	Marqueur grésocalcaires		10 m	Grès et calcaires
	Pic radioactif		1 m	Argile
	Marnes rouges inférieures		45 m	Marnes
	3 ^e séquence		15 m	Argiles gréseuses
	2 ^e séquence		40 m	Argiles gréseuses
	1 ^{re} séquence		100 m	Argiles gréseuses
Formation anhydritique	Zone A	60 à 600 m	1 m	Marnes silteuses
	Sel supérieur		1 m	Sel
	Zone B		70 m	Marnes anhydritiques
	Zone C		80 m	Marnes anhydritiques
	Zone de marnes		40 m	Marnes
	Anhydrite massive		140 m	Anhydrite
Formation salifère	-	200 à 1000 m	800 m	Sel
Formation intrasalifère	Marnes noires		750 m	Marnes
	Brèche		50 m	Brèche

Cette description du log type de Manosque n'est qu'indicative. La variabilité des séries est bien connue sur l'ensemble du stockage où les épaisseurs peuvent varier beaucoup d'un puits à l'autre.

11.3.3.2. Genèse, structure et tectonique

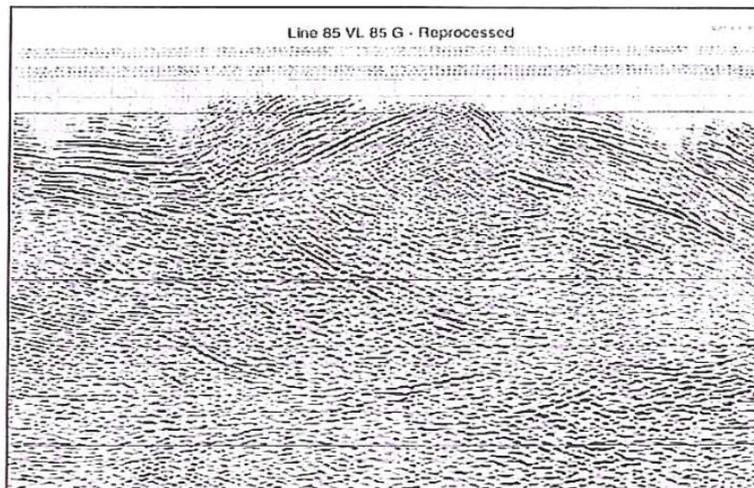
La genèse de la série évaporitique est liée à une subsidence très active qui a permis la rétention, dans les parties les plus profondes du bassin, des solutions hypersalines les plus denses et la précipitation des sels. Ici, la halite est associée à d'autres éléments, ce qui traduit la fluctuation dans le régime d'alimentation du domaine lacustre et les variations des conditions de précipitation.

La formation salifère ne s'est pas développée sur les marges du bassin. L'érosion n'a pas été assez forte pour la faire apparaître à la surface.

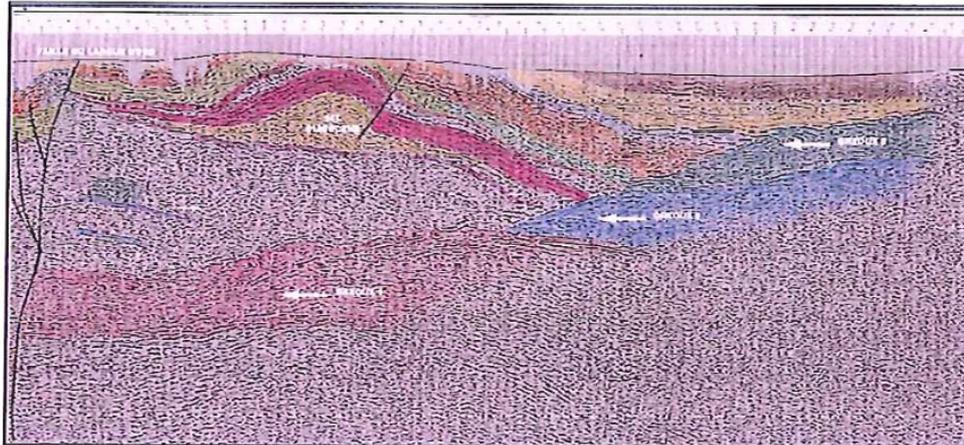
L'épaisseur de cette formation varie de 200 à 1050 m (moyenne 800 m). Elle présente une homogénéité verticale pour ce qui est de la répartition des insolubles. On peut différencier deux domaines sur la base du taux d'insolubles :

- 0 à 10 %, domaine occidental, région de Passaire,
- 10 à 20 %, domaine oriental, région de Manosque (zone de stockage).

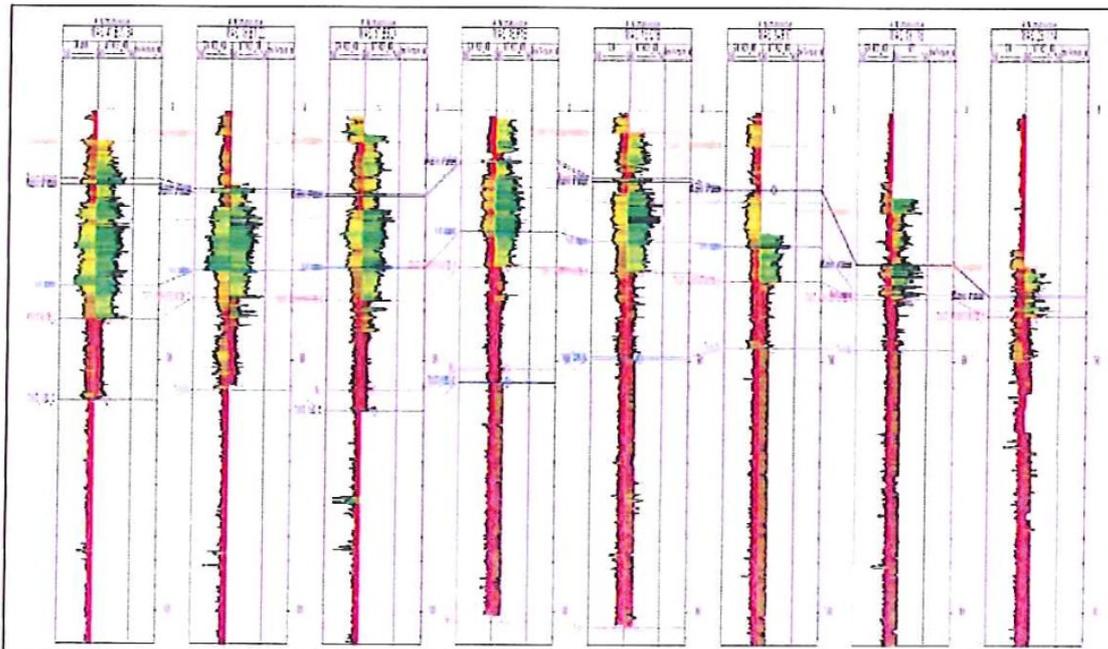
Les évaporites ont sédimenté dans un synclinal bordé par les deux grandes unités de charriage : le Luberon d'axe Nord-Sud et les nappes provençales de Gréoux de direction Est-ouest, à la suite d'un basculement de bloc vers l'Est lié à la faille du Largue Nord, le sel a migré latéralement et un pli faille s'est mis en place générant l'actuelle structure de Manosque.



Section sismique 85 VLG retraitée montrant clairement le pli faille



Section sismique interprétée montrant le fluage salifère lié à la faille du Largue Nord



Corrélations Sud-est-Nord-ouest

La structure salifère a été générée par une tectonique gravitaire liée au basculement du substratum Mésozoïque vers le Sud-Est (pendage d'une dizaine de degrés du substratum). La résistance due aux terrains surincombant a généré un anticlinal composé du Nord-Est vers le Sud-Ouest du monoclinal de la Mort d'Imbert, de la zone coffrée de Passaire et du chevauchement de Valmines.

Si les conditions structurales favorables à la formation d'un bassin subsident ont été réunies au cours de l'Orogenèse pyrénéo-provençale d'âge Éocène, la disposition en anticlinal complexe actuelle résulte des poussées tangentielles de l'Orogenèse alpine. Les flancs sont très redressés et l'activité actuelle des phénomènes de glissement génère une sismicité principalement sur le flanc compressif Est.

Probablement en raison des propriétés de plasticité très différentes du sel gemme et des roches sus-jacentes, des phénomènes dysharmoniques entre les évaporites et leur couverture ont pris place. Ils se traduisent par une bréchification intense du sel et un plissement complexe de la couverture dans les hauts structuraux. Cependant, cette tectonique tangentielle n'a pas affecté la succession stratigraphique et le gisement de sel est toujours trouvé, en forage, intercalé entre les formations du toit et du mur.

Sur le site, les accidents cassants, failles ou plis faillés, qui affectent la couverture et la formation anhydritique, ne semblent affecter ni la masse salifère, ni son mur.

11.3.4. Sismicité

D'un point de vue du risque sismique, la région de Manosque (arrondissement de Forcalquier) est située en zone 4 « sismicité moyenne » (Décret n° 2010.1255).

Les archives font apparaître de nombreux épïcêtres dans le département des Alpes-de-Haute-Provence et dans les départements limitrophes.

On peut distinguer une sismicité proche et une sismicité lointaine :

- sismicité proche (< 15 km) : il existe essentiellement trois zones majeures pour lesquelles les séismes présentent des magnitudes comprises entre 0 et 1 sur l'échelle de Richter (région de Saint-Maime, Col de la Mort d'Imbert et l'Ouest de Manosque). La fréquence des séismes est variable avec quelques dizaines d'événements par année. Cette sismicité proche (quelques kilomètres) est observée dans une zone allant du Sud à l'Est du site,
- sismicité lointaine : les épïcêtres de ces séismes sont essentiellement situés dans la région de Nice, dans le Sud des Alpes (notamment Barcelonnette) et le Nord de l'Italie (Piémont). Les magnitudes épïcétrales varient de 1 à 6 sur l'échelle de Richter. La fréquence des séismes est variable, jusqu'à plus de 100 événements par année.

Dans les séismes lointains, on peut observer également des événements liés aux effondrements du toit de la mine de Gardanne (Bouches-du-Rhône).

Tous ces séismes, proches ou lointains, n'ont eu aucun effet sur la stabilité du stockage souterrain de GEOMETHANE.

Le réseau sismique commun à GEOMETHANE et GEOSEL est régulièrement suivi et entretenu (maintenance annuelle, connexion journalière), ce qui permet d'avoir une surveillance microsismique en continu du site de GEOMETHANE.

Depuis la mise en place du réseau sismique de GEOMETHANE, aucun événement sismique alarmant (magnitude > 1), ayant pour origine le stockage souterrain en cavités salines, n'a été détecté.

L'analyse des événements sismiques ne montre aucun signe d'instabilité potentielle dans les cavités et leur périmètre. La sensibilité actuelle du réseau sismique permet de détecter tout événement microsismique de magnitude supérieure à - 2.

11.3.5. Hydrogéologie

11.3.5.1. Le réseau hydrographique de surface

L'axe principal local du réseau d'écoulement en surface est le Largue, orienté sensiblement Ouest-Est et situé au Nord de la structure anticlinale proprement dite. Tous les écoulements issus de la zone englobant les sites de GEOSSEL et de GEOMETHANE aboutissent au Largue.

La boutonnière anticlinale elle-même constitue un petit bassin versant et est drainée par un axe principal modelé sur l'affleurement des calcaires à indices de bitume du flanc Nord : l'Agasson, qui en est l'exutoire unique.

L'Ausselet reçoit, à Passaire, dans la zone des cavités de Manosque 1, les ruisseaux de la Chote, de l'Agasson et des Fournigues, eux-mêmes alimentés pour une part importante par les sources sulfureuses du pré Gavoi.

L'ensemble des trois sources forme un débit de l'ordre de 2 m³/h moyen. Du fait des périodes de sécheresse annuelles pouvant s'étendre sur 3 à 4 mois, et par suite de l'infiltration d'une partie de ces eaux sur le trajet entre les sources et l'Ausselet, ces eaux ne sont pas utilisables de façon permanente. Un petit barrage en maçonnerie et une conduite de 4" alimentaient anciennement la ferme Savario.

Au sortir de la zone de stockage proprement dite, l'Ausselet conflue avec le ruisseau descendu du col de la Mort d'Imbert par le val de Gontard et devient le ruisseau du Chalet. Il reçoit en rive droite les écoulements du vallon de Chautoue avant de confluer avec le Largue qui en amont de ce point reçoit également des écoulements de sources oligocènes extérieures au bassin versant par les côtés Nord et Ouest de la structure (ruisseaux du Pifférat et du Riou, sources de Saint-Martin-les-Eaux).

Le débit du Largue varie entre 100 et 500 m³/h en période moyenne, si l'on excepte les périodes de crues à la fonte des neiges ou pendant les fortes pluies et les périodes de sécheresse annuelles. Les eaux ont une composition variable qui dépend des apports de l'Agasson et de l'Ausselet.

Un élément particulier au site est constitué par la présence au fond du cirque d'érosion de Passaire, d'une source salée et sulfureuse portée sur les cartes sous le signe « l'eau salée » (aussi connue comme le « puits romain »). On sait que la salinité de cette source est liée à la présence, à faible profondeur, de lentilles de sel gemme et à la présence de gypse à l'affleurement. Cette salinité est variable avec la pluviosité de 10 g/l à 50 g/l.

Les archives de Forcalquier attestent qu'elle était un lieu de cure et même de pèlerinage depuis une époque très reculée. Les vertus curatives d'eaux sulfurées de composition voisine ont, d'ailleurs, fait la renommée de Saint-Martin-les-Eaux, petite et ancienne station thermale proche du site.

11.3.5.2. Présentation de la situation hydrogéologique

Les travaux de reconnaissance hydrogéologique de la structure de Manosque ont été entrepris par GEOSTOCK à partir de 1968. Ces travaux ont porté essentiellement sur les auréoles internes de l'anticlinal (en boutonnière).

Répartition stratigraphique des aquifères

Préalablement aux travaux, une étude complète de l'environnement hydrogéologique du site a été effectuée en 1968. Cette étude était destinée à établir l'inventaire complet des points d'eau et des aquifères souterrains correspondants et à en dresser un tableau récapitulatif indiquant leurs caractéristiques principales afin de disposer d'un « bilan zéro » hydrogéologique à partir duquel un certain nombre de dispositions à prendre pour contrôler et prévenir tout risque de pollution tant par les saumures de lessivage que par les produits stockés ont été proposées. Ces dispositions ont été mises en application durant les opérations de contrôle des caractéristiques des eaux de surface du site de stockage.

À partir des études du bilan zéro des nappes et des travaux de Manosque 1, les niveaux perméables suivants ont été distingués :

- aquifère du Largue,
- aquifère des alluvions de Passaire et des gypières,
- aquifère de la molasse miocène,
- aquifère des calcaires de Reillanne,
- aquifère du calcaire de Vachères,
- aquifère des grès de Manosque et du Bois d'Asson,
- aquifère de calcaire « petits cubes »,
- aquifère des calcaires à indices de bitume.

À la suite des travaux de Manosque 2, on a été amené à leur ajouter :

- un niveau perméable à la partie supérieure de la formation anhydritique,
- un niveau perméable au contact anhydrite sel : niveau pseudo-karstique.

Ces différents horizons perméables sont séparés par des niveaux marneux et par la formation anhydritique.

Formations	Lithologie	Épaisseur	Nombre de points d'eau échantillonnés	Niveaux perméables	Composition des eaux	Conditions aux limites
Quaternaire	Sables, graviers et limons	Variables	18	Nappes phréatiques diverses	Douces et potables	Limité aux alluvions Substrat variable
Molasse Miocène	Calcaire	250 m	30	Nappe du Miocène, calcaires de Reillanne, de Vachères et de Bois d'Asson	Douces bicarbonatées et consommables	Bassin molassique de Forcalquier, en communication probable avec alluvions quaternaires et assises calcaires oligocènes, vers le bas
Calcaires de Reillanne	Calcaire	80 m	2			
Marnes de Viens	Marnes	100 m	0			
Calcaires de Vachères	Calcaires et marnes	350 m	2			
Formation de Bois d'Asson	Grès et marnes	350 m	5			
Formation des calcaires de Montfuron	Calcaire	300 à 400 m	28	Nappe de calcaires de Montfuron	Sulfatées, sulfureuses, pauvres en chlorures et non consommables, (localement artésiennes)	Affluent à la périphérie de l'anticlinal. Confiné entre marnes de Bois d'Asson et marnes supérieures. Plongent rapidement sous les terrains plus récents.
Formation marneuse supérieure	Marnes plus ou moins silteuses	40 à 140 m	1	Nappe des calcaires à indice de bitume	Sulfatées, sulfureuses, chlorurées et non consommables (localement artésiennes)	Affluent au cœur de l'anticlinal. Plongent rapidement sur les flancs. Confinées au moins localement par les Marnes supérieures ou inférieures
Calcaires indices de bitume	Calcaire	50 à 80 m	8			
Formation marneuse inférieure	Marnes plus ou moins silteuses	100 à 200 m	3			
Formation anhydritique	Anhydrite niveaux de sel supérieur	60 à 600 m		Locale (Passaire)	Sulfatées, sulfureuses et chlorurées	Limitées aux niveaux de subsosion de Passaire
Formation salifère	Sel	200 à 1000 m				
Marnes noires et brèches infrasalifères	Marnes et brèches		Néant	Néant		

Répartition géographique des aquifères

On peut distinguer les aquifères placés à l'extérieur de la ligne des crêtes constituée à la périphérie du bassin versant par l'affleurement des calcaires de Montfuron, les aquifères lointains, de ceux placés à l'intérieur et les aquifères proches.

Ces deux séries d'aquifères se distinguent notamment par le fort contraste chimique de leurs eaux respectives. Les aquifères « lointains » généralement exploités, possèdent des eaux douces consommables, alors que les eaux des aquifères « proches » sont naturellement fortement minéralisées, souvent non consommables (sulfureuses et chlorurées).

La persistance de ce contraste géochimique est un bon indice de l'indépendance entre les aquifères « lointains » et « proches ».

11.3.5.3. Description des eaux souterraines

Les aquifères lointains

Dans l'ordre stratigraphique descendant, on peut individualiser :

- a) Une nappe phréatique correspondant aux **alluvions quaternaires** qui remplissent la vallée du Largue. Ces alluvions sont représentées par des épandages limités et sans grande continuité dans d'autres fonds de vallée.

L'eau des alluvions du Largue est douce et grâce à ses caractéristiques de transmissivité favorable ($T = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$) est activement exploitée pour l'usage domestique des communes ou des particuliers. L'installation d'un ouvrage de captage supplémentaire pour l'alimentation de GEOSSEL y avait été envisagée en 1968, sans donner suite.

- b) Un ensemble de niveaux perméables correspondant à la **molasse miocène** et aux diverses assises calcaires et marneuses du Stampien.

Il n'a pas été identifié de point d'eau sur le niveau central de cette série représenté par les **marnes de Viens** et le rôle joué par cette assise, a priori peu perméable, reste mal précisé. Les eaux de ces diverses formations sont douces, bicarbonatées, consommables, très similaires du point de vue chimique et pourraient représenter une nappe unique.

En détail, les analyses chimiques réalisées sur deux échantillons de l'**Helvétien-Burdigalien** montrent une faible minéralisation totale inférieure à 100 mg/l mais avec une prépondérance de calcium. Cette formation est une formation lointaine non seulement dans le sens stratigraphique, mais également dans le sens géographique. Elle se situe essentiellement en rive gauche du Largue.

Les résultats de l'analyse des échantillons provenant des formations **Miocène-Aquitainien** ont des caractéristiques fort semblables, à une exception près, celui de l'échantillon 55 qui est plus sulfaté.

Les eaux de la **formation du Bois d'Asson** sont également faiblement minéralisées. Cependant, on peut distinguer les eaux situées au Nord-Ouest de la structure anticlinale (35 et 94) de celles qui se situent au Sud (50). Les premières contiennent une plus grande teneur en SO_4 et se trouvent à Saint-Martin-les-Eaux.

Les aquifères proches

On peut ramener l'environnement hydrogéologique de la subsurface du site de stockage à un nombre restreint d'horizons perméables, leur faible productivité potentielle n'en faisant pas, en général, des aquifères au sens strict.

- a) La formation des **calcaires de Montfuron** comprend trois ensembles :
- les calcaires en plaquettes supérieures,
 - les marnes intermédiaires,
 - les calcaires en plaquettes « petits cubes ».

Pour chacun d'eux, un certain nombre d'analyses a été réalisé dont les résultats sont relativement dispersés. Globalement, la composition est assez semblable d'un ensemble à l'autre. Les niveaux perméables de la formation de Montfuron contiennent des eaux sulfatées et sulfureuses. De nombreux points d'eau ou sources sont issus du terme moyen marneux et il est probable que l'on ait affaire, ici, à un ensemble perméable continu.

Les principales dispersions se trouvent dans les teneurs en sulfates relativement variables, parfois accompagnées par de plus fortes teneurs en Na et Cl. On remarque, tout de même, que la composition de l'échantillon 89, situé dans les calcaires à plaquettes supérieures, montre une composition semblable à celle de l'eau des alluvions du Lague, mais légèrement plus minéralisée.

Les études antérieures faisaient état de l'artésianisme, au moins local, des calcaires « petits cubes », fait qui n'a pas pu être vérifié par la suite.

- b) Le niveau perméable des **calcaires à indices de bitume** déborde largement vers le haut dans la formation marneuse supérieure, et vers le bas dans les formations marneuses inférieures et anhydritiques, à la faveur au moins de discontinuités locales. Les eaux y sont sulfatées ($SO_4 > 700$ mg/l), sulfureuses et fortement chlorurées ($Cl > 200$ mg/l), indications à mettre en relation avec la dissolution des niveaux de sel supérieur lenticulaires de la formation anhydritique ou avec le niveau pseudo-karstique du toit du sel.

Ce niveau perméable est localement artésien du fait des propriétés confinantes de la formation marneuse supérieure, au moins au niveau du repère rouge. Le débit en surface du forage Mag 5, qui a pu atteindre de 12 à 15 m³/h, est actuellement beaucoup plus faible. À noter cependant que la source de la ferme Patatonis, d'un débit de 0,3 à 0,7 m³/h, a pu alimenter un chantier de forage en 1969.

- c) Enfin, un **niveau ou réseau dit pseudo-karstique** est situé à la limite sel-anhydrite. Ce niveau résulte vraisemblablement d'une combinaison de déformations par plissement et de phénomènes de friction dysharmonique du sel contre sa couverture. De cette manière, un certain nombre de poches de saumures saturées ont pu s'individualiser. Pour certaines, l'isolement est très net. Aucune circulation d'eau dans ce niveau pseudo-karstique n'a été, jusqu'à présent, mise en évidence.

L'analyse chimique des eaux émergentes en surface sur le site de Manosque montre rarement des concentrations en NaCl supérieures à 0,3 g/l. La seule exception est la source d'eau salée (aussi connue comme le « puits romain »), pour laquelle des teneurs en sel de l'ordre de 10 à 50 g/l sont notées. On remarque que les concentrations en NaCl de l'ordre de 3 g/l, mesurées dans les calcaires à indices de bitume, correspondent à des échantillonnages réalisés en piézomètre ; il ne s'agit donc pas d'eaux émergentes. Toutes ces teneurs en NaCl sont nettement inférieures à 360 g/l, valeur qui correspond à la concentration pour une saumure saturée à 20 °C. On peut donc conclure que s'il y a des circulations dans le niveau pseudokarstique, elles sont extrêmement lentes.

11.3.6. Ressources minérales

Une certaine richesse minérale a fait, pendant environ un siècle, de la région considérée, un centre actif d'extraction minière. Cette activité a maintenant cessé.

11.3.6.1. Le lignite

Ce charbon d'âge Oligocène est intercalé dans les strates qui environnent le site. Il est représenté à différents niveaux en bancs d'épaisseur et d'extension variables. Les bancs les plus puissants ont été exploités jusqu'à une période relativement récente. Les centres d'extraction les plus proches et les plus actifs étaient ceux de Saint-Maime et de la Gaude (ce dernier siège d'exploitation étant relié à Manosque par une galerie souterraine de plus de 4 km de long, en dehors du périmètre de protection).

11.3.6.2. Les hydrocarbures

Les strates oligocènes renferment des niveaux de schistes et de calcaires bitumineux. Ces niveaux ont fait, comme pour le lignite ou le charbon, l'objet d'une active exploitation minière, notamment à Bois d'Asson près de Saint-Maime et à Gontard ainsi que, dans un environnement plus lointain, à Sigonce et à Villemus.

Les schistes de Bois d'Asson donnaient, suivant les niveaux, à la distillation, de 50 à 150 l à la tonne d'huile minérale.

Ceux de Gontard fournissaient 100 kg de goudron et 40 m³ de gaz combustible à la tonne distillée. Cette activité passée n'a et n'a eu aucune incidence sur les stockages souterrains de GEOSEL et GEOMETHANE.

11.3.6.3. Le soufre

Il s'agit de soufre sédimentaire comme celui exploité, à la même époque, au Tapets près d'Apt. Le siège de l'extraction se situait à Biabaux, en bordure du Lague, au Nord du site ; des galeries aboutissaient dans la région de Marcaud proche du site. Elles sont en dehors du périmètre de protection du stockage.

La production massive du soufre à Lacq a mis fin aux exploitations en bouleversant les données économiques. Le soufre d'extraction minière n'étant plus compétitif, la mine fut abandonnée dans les années 1950.

Hormis ces trois matières minérales principales, quelques autres ont donné lieu à de petites exploitations artisanales sporadiques et temporaires.

11.3.6.4. Le gypse

Il existe non seulement dans la formation anhydritique de Passaire mais aussi à des niveaux plus récents et a été localement exploité pour la fabrication du plâtre (moulin à plâtre de Gontard). Les lieux-dits « Les Gipières » portés sur les cartes témoignent également de ces implantations. Il ne s'agissait que de petites lentilles de gypse et non de couches régulières, sans incidence sur le stockage.

11.3.6.5. Les argiles téglaires

Il existe au col de la Mort d'Imbert une ancienne carrière d'argile et un bâtiment nommé « La Tuilerie ».

Les travaux de terrassement nécessités par l'ouverture des voies d'accès sur le site ont permis la découverte d'un atelier et d'un four gallo-romain ; des tuiles et des poteries y étaient fabriquées comme en témoignent les très nombreux tessons rencontrés. Sous les directives de l'administration des Beaux-Arts, ce site archéologique a été partiellement dégagé et protégé, préservant ainsi toute possibilité de fouilles ultérieures et de mise en valeur.

11.3.7. **Conditions climatologiques**

Du fait de sa situation géographique, la zone de Manosque a un climat semi-continental avec des variations sensibles de température que ce soit le contraste diurne-nocturne ou les variations saisonnières.

11.3.8. **Bruits et vibrations**

En ce qui concerne le bruit, GEOMETHANE a fait réaliser par un organisme tiers, une campagne d'analyse des bruits générés par les installations actuelles (voir chapitre suivant relatif aux impacts).

11.4. **Impact du stockage sur l'environnement**

11.4.1. **Étanchéité des cavités de GEOMETHANE**

L'activité d'exploitation de cavités destinées au stockage de gaz naturel concerne :

- les phases d'injection de gaz naturel en cavité,
- les phases de soutirage du gaz naturel des cavités vers le réseau,
- des tâches relatives au suivi du comportement des cavités.

L'analyse de l'impact potentiel de l'exploitation du site de GEOMETHANE sur l'environnement nécessite, en préliminaire, une présentation du principe d'étanchéité des cavités salines ainsi qu'une description brève des différentes phases d'exploitation.

11.4.1.1. Principe d'étanchéité d'une cavité saline

Une cavité de stockage lessivée dans le sel correspond à un vide qui doit être isolé de tous les vecteurs de fuites potentielles. Ces vecteurs ont pour origine les parois de la caverne, l'existence de formations géologiques, potentiellement aquifères et perméables, situées au mur et au toit de la couche de sel hôte et surtout toutes les connexions entre la caverne et la surface. Ils sont donc, soit naturels et liés à la géologie du site, soit artificiels et inhérents aux processus de création de la caverne.

Étanchéité naturelle

Les cavernes sont entièrement lessivées dans la couche salifère. Les parois correspondent à la surface de lessivage et sont constituées de sel (pour plus de 90 % de la surface) et d'insolubles.

Les insolubles, tout particulièrement dans le cas du sel de Manosque, correspondent, généralement, à des amas d'anhydrites bréchiques et discontinues, emballés dans le sel.

L'étanchéité naturelle repose essentiellement :

- sur les qualités pétrophysiques intrinsèques du sel (microperméabilité de l'ordre de 10^{-15} à 10^{-20} m/s, comportement élasto-plastique),
- sur l'épaisseur suffisante de la couche d'accueil afin de pouvoir développer des cavernes avec des gardes de sel au toit et au mur, supérieure à 50 m,

De plus, à Manosque, la couche salifère d'accueil des cavernes gît sous une formation toute aussi imperméable : la formation anhydritique. Cette dernière, d'une épaisseur variable de 60 à 600 m, équivaut à un écran étanche qui sépare le sel de la première formation potentiellement aquifère sus-jacente : les calcaires à indices de bitume.

L'étanchéité des cavités et, tout particulièrement, des connexions entre la caverne et la surface, est démontrée au cours d'essais spécifiques. Ces derniers correspondent aux essais d'étanchéité du puits avant lessivage et aux essais de la cavité lessivée avant injection du gaz naturel.

Étanchéité à la base des cavités

Les cavités de stockage ne sont jamais créées à la base de la formation salifère. Il est toujours conservé une épaisseur de sel suffisante pour assurer l'étanchéité entre la base de la cavité et le mur du gisement.

Par ailleurs, la description de la géologie au droit du site de GEOMETHANE montre la présence, sous le massif salifère, d'une épaisse formation d'argiles marneuses à intercalations d'anhydrites, particulièrement imperméables.

Enfin, au cours des travaux de reconnaissance, effectués préalablement à l'implantation des cavités de stockage, deux sondages, implantés sur la partie la plus haute de la structure, ont atteint les formations de base du tertiaire. Les informations recueillies au cours de ces travaux confirment que ces niveaux, plus profonds que la formation infrasalifère présentée ci-dessus, sont également imperméables.

Étanchéité aux parois

Les cavités sont entièrement créées dans la formation salifère : les parois sont donc constituées soit de sel (pour plus de 90 % de la surface), soit d'insolubles. Ces deux types de matériaux sont imperméables.

Les insolubles, tout particulièrement dans le cas des couches salifères de Manosque, correspondent généralement à des amas d'anhydrites bréchiques et discontinues, emballés dans le sel.

Étanchéité au toit des cavités

Une épaisseur de sécurité est toujours conservée entre le toit des cavités de stockage et la partie sommitale du massif salifère.

En outre, la description de la géologie au droit du site de GEOMETHANE, confirmée par tous les sondages de reconnaissance réalisés lors des phases d'études préalables à l'implantation des cavités, montre que la formation salifère au sein de laquelle sont implantés les stockages est en totalité recouverte par une épaisse formation, constituée essentiellement d'anhydrites, à intercalations salifères ou argileuses.

Étant donné sa constitution, cette formation est considérée comme parfaitement imperméable et permet de garantir une couverture mécanique résistante et hydrauliquement étanche de toute la zone d'implantation des cavités. Son épaisseur est au moins égale à 150 mètres dans tout le domaine oriental et varie entre 50 et 350 mètres dans le domaine occidental (domaine qui se situe à l'altitude la plus importante). Elle équivaut à un écran étanche qui sépare le sel de la première formation potentiellement aquifère sous-jacente : les calcaires à indices de bitume.

11.4.1.2. Création d'une cavité

Voir chapitre 6.1.4.

11.4.1.3. Essais des cavités

Essai d'étanchéité de la caverne

En fin de lessivage, un essai de réception de la cavité est effectué, pour vérifier l'étanchéité de la cavité lessivée. De plus, cet essai contrôle, de nouveau, l'étanchéité du sabot du casing cimenté, testée au cours de l'essai d'aptitude du puits.

De la même manière que pour l'essai du puits avant lessivage, il est défini une pression d'essai au sabot du casing pour la réalisation de l'essai d'étanchéité de la cavité.

Cette Pression d'essai d'Étanchéité de la Caverne au sabot (PECs) est reliée à la PMSs calculée pour des conditions d'exploitation les plus contraignantes :

$$PECs = 110 \% \times PMSs$$

Procédure d'essai des cavités

Cet essai consiste à injecter un fluide de test (gazole, azote, GPL, ...) dans le puits jusque dans la cheminée de la cavité et à pressuriser l'ensemble par injection de saumure.

Le suivi de l'interface saumure-fluide de test permet de détecter une éventuelle fuite au niveau du casing cimenté et, plus particulièrement, au niveau du sabot.

En surface, le contrôle des pressions en tête et dans l'espace annulaire ainsi que la qualité des fluides présents permettent de s'assurer de l'étanchéité de la colonne d'exploitation.

Cette méthode permet de mesurer directement et avec précision le volume de fuite éventuelle et de s'affranchir, en grande partie, des effets parasites importants intervenant dans le suivi de la pression de l'ensemble de la cavité (fluage, effet thermique, dissolution complémentaire, etc.).

Le fluide utilisé est de l'azote.

Les résultats de cet essai, associés à ceux obtenus au cours de tous les tests antérieurs, sont intégrés au dossier de demande d'autorisation pour l'aménagement et l'exploitation du stockage.

Essais en exploitation

Lorsque les résultats de l'essai d'étanchéité sont positifs, la caverne est apte à recevoir le produit à stocker pour lequel elle a été prévue.

Pendant les premiers mois d'utilisation, il est procédé à un contrôle soutenu des réactions de la caverne aux multiples scénarios d'exploitation : les bilans de matière (fluides entrant et sortant), les enregistrements de pressions et températures sont renforcés et analysés en détail afin de compléter définitivement les protocoles d'exploitation de chaque caverne. Cette phase peut être complétée par un contrôle par sonar de la géométrie de caverne.

L'ensemble des dispositions techniques et d'exploitation mises en œuvre dès le début de la construction des cavités jusqu'à leur exploitation permet de s'assurer de leur étanchéité sur le long terme.

11.4.2. Stabilité des cavités de GEOMETHANE

11.4.2.1. Stabilité

Les conditions de stabilité des cavités sont essentiellement régies par les aspects :

- de géologie et de géomécanique. Ces propriétés sont définies par les travaux de reconnaissance préalables à la conception, en particulier par les informations obtenues lors des travaux de forage et par des essais de mécanique des roches sur des échantillons de la masse salifère et des terrains qui l'encaissent. On définit, d'une façon générale, des propriétés telles que la composition minéralogique, la structure géologique du sel (présence de bancs, arrangement des diverses accumulations minérales...) et les propriétés géomécaniques telles que les densités, les résistances à la compression et à la traction, les caractéristiques de déformation des matériaux. En particulier, les caractéristiques de fluage du sel sont définies à ce stade.
- de géométrie et d'implantation des cavités. Les dimensions, la forme et la position des cavités les unes par rapport aux autres et par rapport à la structure géologique dans laquelle elles sont implantées sont des paramètres déterminants pour la stabilité.

- de régime de pressions dans les cavités au cours de leur exploitation : pour définir la plage de pressions d'exploitation (P_{max} et P_{min}) et le régime des variations de pression, la prise en compte des conditions de fluage du sel est indispensable. À noter que l'expérience acquise par les phases d'exploitation précédentes, soit sur le même massif salifère, soit sur des massifs à caractéristiques comparables, est mise largement à contribution dans la conception de nouvelles cavités et la définition de leurs conditions d'exploitation.

Tous ces phénomènes influent sur la stabilité des cavités. Leur impact est évalué pour être pris en compte dans la conception de nouvelles cavités. Ce travail de conception s'appuie largement sur l'expérience acquise dans le cadre de projets comparables. Il s'appuie également sur des études numériques basées sur les théories de la mécanique des roches. Ces études permettent, en intégrant les mesures de terrains, de déterminer des critères techniques précis assurant la stabilité à long terme. Ce travail est ensuite complété par une surveillance continue tout au long des phases de développement et d'exploitation des futures cavités.

Ainsi, toutes les conditions de la stabilité à long terme de nouvelles cavités sont prises en compte à chacun des stades de développement d'un projet :

- Lors de la phase de reconnaissance des formations géologiques où les mesures, les prélèvements, les essais mécaniques sur des échantillons de sel au laboratoire, ... sont effectués pour déterminer au mieux les paramètres de stabilité.
- Lors de la conception des cavités où des études de dimensionnement sont réalisées, au cours desquelles sont définies les caractéristiques essentielles des cavités à construire, c'est-à-dire :
 - la profondeur des cavités, fonction de la profondeur de gisement de la formation salifère,
 - la garde de sel qui sera laissée entre le toit de la formation salifère et le sabot du casing cimenté le plus profond,
 - la hauteur de la « cheminée », partie du forage dans le sel située entre le sabot du casing le plus profond et le toit de la cavité à construire,
 - le diamètre maximal des cavités et la distance minimale (pilier) à maintenir entre cavités voisines de façon qu'elles ne soient pas affectées par la construction et l'exploitation des cavités adjacentes,
 - la pression maximale de service définie en fonction de la profondeur du sabot du dernier casing cimenté pour empêcher l'endommagement et la fracturation du sel au toit de la cavité,
 - la pression minimale de service définie à partir d'études sur les propriétés de fluage du matériau salifère afin de limiter la déformation excessive et la perte de volume de la cavité. Pour une cavité de stockage de gaz naturel, fonctionnant entre deux pressions extrêmes, les paramètres de fluage sont déterminants pour la stabilité de la cavité à long terme.
- Lors de la phase de construction (lessivage des cavités), on procède au contrôle de la forme et des dimensions des cavités par mesures échométriques en place (sonar).
- En fin de lessivage et avant la mise en gaz, un essai de réception et d'étanchéité de la cavité sous pression est effectué en présence d'un expert de la DREAL.

- Pendant la période d'exploitation, le suivi des paramètres d'exploitation ainsi que les dispositifs d'écoute sismique (voir ci-après, partie sismique) permettent de contrôler, en particulier, les conditions de la stabilité des cavités.

Au cours de la période de lessivage et d'exploitation, les résultats des modélisations numériques peuvent être comparés aux mesures (sonars, paramètres d'exploitation...) afin de s'assurer de la stabilité des cavités et de vérifier que l'évolution du fluage est conforme aux prévisions. Les modélisations intègrent le régime des pressions réelles qui ont été appliquées aux cavités en exploitation et contribuent à valider ou à recalibrer en tant que de besoin, les paramètres définis au cours de la conception (utilisation de l'historique des pressions).

Ils permettent de conclure à la stabilité des cavités pour l'historique de pressions considérées (en particulier des pressions minimales de service de l'ordre de 60 bar). La déformation moyenne dans le pilier due au fluage, sur une période de référence de trente ans, est largement inférieure à 2 %, ce qui est considéré comme tout à fait acceptable.

11.4.2.2. Subsidence

Description du réseau et des campagnes de mesures

Le suivi de la subsidence est réalisé au moyen d'un réseau de points dont les altitudes sont relevées à chaque campagne de mesures. Toutes les campagnes sont menées par deux organismes indépendants et complémentaires, experts en contrôle de réseaux de nivellement.

Le suivi de la subsidence du site de Manosque a débuté en 1991 par la mise en place des repères et par la première campagne de mesures. En 1996, de nouveaux points ont été mis en place, afin de compléter le réseau implanté en 1991. En 2000, cent cinquante-cinq points ont été mesurés, une dizaine avait disparu en 2005. À ces points s'ajoute une quarantaine de repères posés sur les plates-formes des cavités permettant un suivi local par cavité.

Dans un premier temps, les campagnes ont eu lieu chaque année (1991, 1992, 1993 et 1994). Depuis 1996, les campagnes sont espacées de deux puis de cinq ans (1996, 1998, 2000, 2005 après un simple contrôle d'état des lieux en 2003, 2010 et 2015). Compte tenu de la très faible amplitude de la subsidence, les campagnes sont actuellement espacées de cinq ans.

Déroulement de la campagne 2015

La reconnaissance des points IGN a eu lieu du 21 au 27 août 2015. Cent vingt-neuf points sur les cent trente-six au total ont été retrouvés, nettoyés et marqués. Parmi ces points :

- neuf n'ont plus de couvercle (2023, 2010, 3009, 2020, 4024, 4019, 2031, 3044 et 3045) ; deux ont un tube endommagé (2010 et 2031) ;
- le 3032 a son socle qui se déchausse fortement, le tube est appuyé contre la tige ; quatre n'ont plus de retour du détecteur de Bora.

Sept repères n'ont donc pas été retrouvés dont :

- le 2000 et le 2037 qui sont détruits ;
- les points 2012, 2041, 3023 et 2024 qui sont probablement détruits (nouvelles constructions) ;
- le point 3037 qui n'a pas été retrouvé à cause de la végétation mais est sûrement encore en bon état.

La reconnaissance des points ATGTSM a eu lieu les 9 et 10 septembre. Parmi les points de la piste, seul le point 5003 a été abîmé (tige tordue et tube de protection détruit). Au niveau des puits, les points 301 (EH) et 103 (PS2) ont disparu.

Six tiges de 3 mètres, protégées par un radier de 30 cm de côté, ont été construites :

- le numéro 2055, à proximité de la nouvelle cavité GB, en contre-bas de la route, entre les repères existants 2017 et 2018 ;
- les numéros 2053 et 2054, à l'est de la nouvelle cavité GA, en bord de chemin entre les repères existants 2012 et 3035 ;
- le numéro 2041bis, à proximité de l'entrée de l'usine GEOSEL, en remplacement du repère 2041 détruit ;
- le numéro 301bis, à proximité de la plate-forme EH, en remplacement de 301 détruit ;
- le 3023bis, en remplacement du repère 3023 désormais enfermé dans un petit bâtiment.

Par ailleurs, huit repères « petit modèle » ont été scellés dans des supports pérennes en béton ou dans le rocher. Ils sont numérotés comme suit :

- les numéros 2056 et 2057, à l'ouest de la nouvelle cavité GA, scellés dans des rochers situés dans le thalweg ;
- les numéros 901 et 902 situés à l'entrée et sur le mur du borbier de la plate-forme de GB ;
- les numéros 903 et 904 situés à l'entrée et sur le mur du borbier de la plate-forme de GA ;
- le numéro 103bis situé à proximité de l'armoire incendie de la plate-forme PS2, mis en place en remplacement du numéro 103 détruit ;
- le numéro 2037bis situé dans l'usine GEOSEL, en remplacement du numéro 2037 détruit.

Enfin, il est à noter que les repères 2012, 2024 et 3037, présentés comme non retrouvés dans le rapport de reconnaissance, ont finalement pu être retrouvés et observés.

Résultats et interprétations

L'analyse des résultats des campagnes de mesures sur le site de Manosque depuis le développement des cavités en gaz n'a pas montré d'apparition d'un phénomène de subsidence, lié à la présence des cavités en gaz. En effet, aucune formation de cuvette de subsidence n'a pu être mise en évidence. Entre 1991 et 2000, soit en neuf ans, la variation totale d'altitude est, en moyenne pour l'ensemble des points du réseau global, de l'ordre de 5 mm, soit environ 0,5 mm par an sur l'ensemble du site. La campagne de 2005 n'a pas infirmé la tendance et les évaluations sont jugées difficiles par rapport à la faiblesse des mouvements et à l'importance relative des effets climatiques. Cette variation extrêmement faible est, en outre, indépendante de la position des points de mesure par rapport aux plates-formes des cavités.

L'analyse des résultats des campagnes de mesures s'avère délicate en raison du comportement local de certains terrains dans lesquels les repères ont été implantés (gonflements des sols, glissements de terrains...). Il ressort de la campagne 2015 (extrait du rapport GK-GMHB2-GTC-RPT-0001-0) :

- que ce type de mesure demeure, outre sa nécessité pour des obligations réglementaires, très utile et fiable.
- que les mouvements enregistrés sont faibles et sans conséquence et c'est sans aucun doute une donnée fondamentale.
- que la précaution d'instrumenter l'aplomb des nouvelles cavernes, sensiblement plus volumineuses que les précédentes, apparaît déjà légitimée par des tassements d'ensemble qui pourraient s'être accélérés (de l'ordre de 3 à 5 mm en 5 ans).
- que des mesures complémentaires de tassement même partielles, plus fréquentes et/ou utilisant d'autres méthodologies par soucis de redondance pourraient utilement être évaluées.
- les nouveaux points implantés dans la zone de GA/GB ne donneraient des informations utilisables que dans cinq ans, ce qui plaide également pour des mesures qui n'attendraient pas cette échéance. On pourrait, par exemple, envisager de mesurer ces tassements lorsque des points définitifs pourront être implantés sur les nouvelles plates-formes entre les deux campagnes.
- avant la prochaine campagne, il sera bon de mieux analyser la nature de différents points montrant des singularités et de voir avec l'IGN la meilleure représentation possible d'ensemble des tassements validés.
- il serait également justifié, vu l'importance stratégique du cheminement sur la D5 (le plus proche des cavités) d'envisager un nivellement motorisé sur cette route, celui-ci n'aurait pas été réalisé cette année pour des raisons de sécurité vis-à-vis du trafic (manque de visibilité dans les virages).

11.4.3. Impact sur la géologie du site

En dehors du volume de sel qui aura été lessivé au cours du processus de création des cavernes, l'exploitation proprement dite des cavités ne modifie pas la géologie du site.

L'innocuité du gaz naturel vis-à-vis du sel repose sur les caractéristiques physiques naturelles de la roche.

Les produits stockés ne se diffuseront pas dans la formation salifère d'accueil de la caverne.

Les tests d'étanchéité réalisés, en cours de construction des cavités, permettent d'assurer qu'il n'y aura pas de mouvement de gaz naturel vers les formations géologiques situées au toit et au mur de l'horizon salifère. À l'inverse, l'eau présente dans ces aquifères ne pourra pas migrer vers la caverne pour amorcer des phénomènes de lessivage incontrôlés.

La stabilité de la caverne, qui repose sur l'étanchéité du sel et une géométrie définie à l'aide des caractéristiques mécaniques du sel considéré, permet de s'affranchir de tout risque d'effondrement qui aurait notamment pour conséquence une modification de la géologie du site.

11.4.4. Impact sur l'hydrogéologie

Un contrôle des eaux souterraines est effectué périodiquement par GEOSEL-MANOSQUE, pour ses besoins propres et ceux de GEOMETHANE, à l'aide d'un réseau de forages de contrôle des nappes souterraines (piézomètres). L'évolution des niveaux des nappes et des analyses de la qualité des eaux permet de s'assurer de l'absence d'effet des cavités sur la qualité des eaux souterraines.

De plus, le site de GEOSEL (stockage d'hydrocarbures liquides) réalise une analyse des aquifères proches et lointains tous les dix à quinze ans.

L'objectif des analyses physico-chimiques sur des prélèvements d'eau en provenance des aquifères proches et lointains est de vérifier l'absence d'impact des activités de stockage sur le chimisme des aquifères qui entourent le site de GEOSEL. Ces résultats sont valables pour le site de GEOMETHANE.

La dernière campagne d'analyses réalisée fin octobre 2010 s'inscrit dans ce contexte et fait suite aux campagnes de 1968, 1972, 1983 et 1993.

Lors des travaux de reconnaissance en 1968, un bilan zéro a été réalisé qui a permis de dresser un inventaire des points d'eau (sources, puits et captages) dans les formations proches et éloignées. De plus, dès la création et la mise en exploitation des cavités, les aquifères proches et les eaux de surface ont fait l'objet d'un contrôle de salinité bimensuel à partir d'un certain nombre de points d'échantillonnage.

L'actuelle série d'analyses porte sur seize points situés dans les diverses formations sus-jacentes à la formation salifère.

Ces points ont été sélectionnés en tenant compte de :

- la répartition stratigraphique afin d'intégrer les différentes formations,
- l'historique des différentes campagnes pour permettre une comparaison avec les données précédentes,
- l'état actuel des sources et puits non taris.

Le tableau ci-dessous résume les points à échantillonner, leur formation correspondante ainsi que des précisions géographiques :

Formation	Échantillon n°	Coordonnées GPS		Localisation	Remarques
		Latitude	Longitude		
Nappe alluviale de la Gypière	106	N 43°52'31.5"	E 5°46'50.0"	Captage Dauphin (ancienne source Gontard), situé à côté du site de regroupement de GEOMETHANE	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée - Cadenas – Clé GEOSEL Zénith 45 - Prévoir un système pour échantillonnage
Miocène	21	N 43°53'32.6"	E 5°46'22.6"	Propriété privée de M. ARGUELLE, située au niveau de la terrasse arrière À contacter avant (contact actuel : M. CHAUMONT, Architecte : 04.92.72.24.99)	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée (ancien tunnel voûté en pierre) - Débitante - Échantillonnage dans le puisard (≈20 m)
	55	N 43°52'50.4"	E 5°44'26.1"	Entreprise de traitement et de reconditionnement de fumier, suivre le chemin au fond de la propriété, franchir le grillage, suivre chemin jusqu'à la carrière (franchissement de la bande de descente du pipe) À contacter avant : Mme SALISI, ferme en face	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée - Débit faible au niveau de la carrière - Prélèvement dans l'écoulement
Formation du Bois d'Asson	35	N 43°52'27.2"	E 5°44'8.3"	Fontaine, Centre de Saint-Martin-les-Eaux, devant la mairie juste à côté du monument aux morts	
Calcaires de Montfuron - Calcaire en plaquettes supérieures	7	N 43°53'3.2"	E 5°46'38.5"	Source Gontard, près de la patte-d'oie menant à GEOSEL (prélèvement Ausselet), traverser le ruisseau, au pied de l'affleurement	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée par tube PVC - Débitante
	78	N 43°52'26.5"	E 5°46'1.2"	Ancienne maison PELISSIER, contre la fondation, buse située à l'arrière.	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée débitante (fort débit) - Barrière forestière à grosse clé à douille

Formation	Échantillon n°	Coordonnées GPS		Localisation	Remarques
		Latitude	Longitude		
Calcaires de Montfuron (suite)	85	N 43°50'59.4"	E 5°45'14.5"	Source de la Thomassine Accès par la route à gauche de l'Hôtel Le Pré Saint Michel, suivre Maison de la Biodiversité Source située à l'arrière de la Maison de la Biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée (maçonnerie en pierre) - Débitante - Échantillonnage dans l'écoulement
	3*	N 43°52'21.6"	E 5°45'25.5"	Sur le chemin du club, après la barrière, au niveau du passage avec caniveau	<ul style="list-style-type: none"> - Source ayant un débit faible - Pour échantillonnage, prélever dans l'écoulement, en sortie de buse
- Marnes intermédiaires	5	N 43°52'50.9"	E 5°46'35.5"	Sur le ruisseau de l'Ausset (nouvelle source Gontard), traverser le pré au niveau du panneau « Gontard, deux moulins », descendre en contrebas	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée, protégée par une grille verte - Débitante
	36	N 43°52'11.0"	E 5°44'2.2"	Saint-Martin-les-Eaux Sortie de source (maçonnerie en pierre) : N 43°52'11.4", E 5°43'57.7"	<ul style="list-style-type: none"> - Source sulfureuse débitante - Pour échantillonnage, ne pas prélever à la sortie de la source (eau stagnante) mais dans l'écoulement (20 m après)
	47	N 43°51'28.8"	E 5°46'28.0"	Sur la route de la Mort d'Imbert vers Manosque (Borne D5-5), deux cuves/fosses bétonnées cadenassées reliées par un tube PVC	<ul style="list-style-type: none"> - Source captée - Au niveau du té du tube PVC, point de prélèvement - Dévisser le bouchon gris (prévoir deux clés à griffes), enlever l'eau stagnante et récupérer l'eau rafraîchie débitante (léger)
	81 *	N 43°52'27.8"	E 5°44'39.6"	À gauche des ruines du Jas (coordonnées N 43°52'22.3", E 5°44'37.0")	<ul style="list-style-type: none"> - Source sèche - Légère odeur de soufre - Pas de possibilité de prélèvement

Formation	Échantillon n°	Coordonnées GPS		Localisation	Remarques
		Latitude	Longitude		
Calcaires de Montfuron (suite) - Calcaires à petits cubes	65	N 43°52'8.5"	E 5°46'47.2"	Dans le fond de la vallée Les Ministres, coordonnées du point de descente au niveau de la route : N 43°52'11.1", E 5°46'51.4"	<ul style="list-style-type: none"> - Source débitante légèrement - Échantillonnage dans écoulement - Prévoir chaussures et vêtement de terrain
Formation marneuse supérieure	31	N 43°53'3.3"	E 5°46'39.1"	Vallée de Chantoue, sur le chemin menant à Mag 9, passer la barrière forestière, aller à la borne 7, puis 100 m vers E-SE (fond de la clairière)	<ul style="list-style-type: none"> - Débitante - Prélever dans l'écoulement - Prévoir grosse clé à douille pour la barrière forestière
Calcaires à indices de bitume	Mag 4	N 43°52'25.9"	E 5°45'30.9"	Face à la plate-forme W	<ul style="list-style-type: none"> - Forage artésien débitant - Débit faible - Prendre un échantillon en ouvrant la tête de puits (Weco), curer (une semaine avant échantillonnage si pas de débit) et rafraîchir l'eau avant
	Mag 5 **	N 43°51'51.9"	E 5°45'49.3"	-	<ul style="list-style-type: none"> - Forage artésien, débitant très légèrement - Pour échantillonnage, ouvrir la tête de puits (Weco), curer (une semaine avant échantillonnage) et rafraîchir l'eau
	4 **	N 43°51'50.0"	E 5°45'54.9"	Dans le ravin, à gauche de la plate-forme EW	<ul style="list-style-type: none"> - Source très débitante - Prélèvement dans l'écoulement
Formation marneuse inférieure	-				
Formation anhydritique	2	N 43°51'53.2"	E 5°44'56.5"	Puits romain « Eau salée », face à la plate-forme C	<ul style="list-style-type: none"> - Eau stagnante - Avant échantillonnage, puits à curer une semaine avant échantillonnage et à rafraîchir

* Point à échantillonner si suffisamment d'eau. Autrement, dans les dernières campagnes, ce point 3 était remplacé par le point 81. Aujourd'hui, la source au point 81 est sèche donc il n'y a pas de possibilité de prélever à ce point.

** Point à échantillonner si forage débitant, autrement le remplacer par le point 4.

Résultats

D'une manière générale, les résultats des analyses ne montrent pas d'évolution significative et les caractéristiques des eaux analysées peuvent être considérées comme constantes à l'échelle de la période d'analyse.

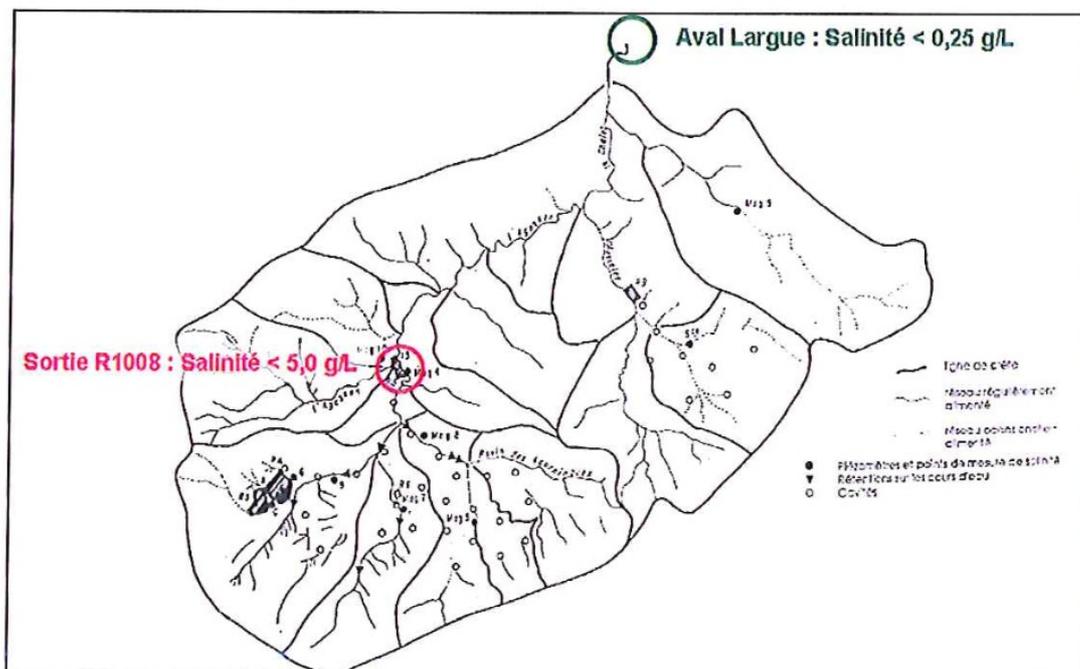
Seules quelques différences majeures sont constatées par rapport aux diverses campagnes :

- Le point 5, qui montrait en 1993 une légère augmentation en salinité (Na^+ et Cl^-), n'indique plus cette augmentation en 2010 avec des valeurs en mg/l équivalentes à 1983.
- Le point 2 montre une augmentation significative du calcium et des sulfates et une diminution significative du sodium, des chlorures et des hydrogénocarbonates. Le point 31 montre également une augmentation en sulfates.
- Le point 7 montre une diminution en sodium et chlorures.
- Le point 85 montre une diminution significative en sulfates et une augmentation significative en nitrates.

Les analyses physico-chimiques de 2010 sont cohérentes avec les analyses des campagnes précédentes. Cette campagne ne montre aucune anomalie et, notamment, aucun impact des activités de stockage sur le chimisme des aquifères qui entourent le site GEOSEL-MANOSQUE (référence : rapport GEOSEL GSM/H/J/0007 du 1^{er} février 2011, analyses physico chimiques des aquifères proches et lointains).

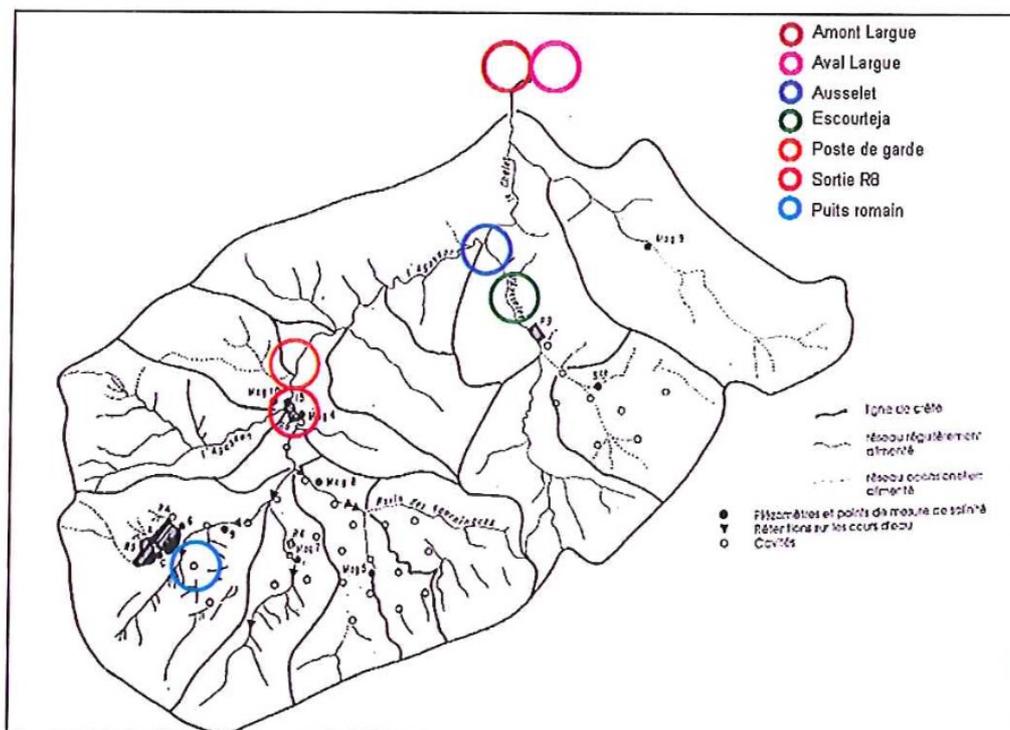
Analyse et suivi des eaux du Largue

Dans le cadre de son suivi hydrogéologique, GEOSEL fait analyser mensuellement la qualité des eaux des ruisseaux et des cours d'eau dans toute la zone de Passaire et de Gontard, pour son propre compte et celui de GEOMETHANE. Les analyses portent sur la salinité et la teneur en hydrocarbures :



Carte des prélèvements pour analyses de la salinité

La teneur maximale admise pour la salinité pour le Largue en aval de sa confluence avec le Chalet est de 0,25 g/l. En 2015, les valeurs de la salinité sont restées inférieures à 0,1 g/l, avec une valeur maximale de 0,093 g/l en août. En amont de la confluence avec le Chalet, le Largue présente une salinité stable au cours de 2015, avec des valeurs inférieures à 0,02 g/l. L'écart de salinité entre l'amont et l'aval du Largue varie entre 0 et 0,05 g/l.



Carte des prélèvements pour analyses des hydrocarbures

Au cours de l'année 2015, toutes les mesures en hydrocarbures C5-C10 et C10-C40 montrent des teneurs inférieures au seuil d'acceptabilité (égal à 5 ppm) et même au seuil de détection (0,125ppm), ce qui est satisfaisant.

Analyse des aquifères profonds

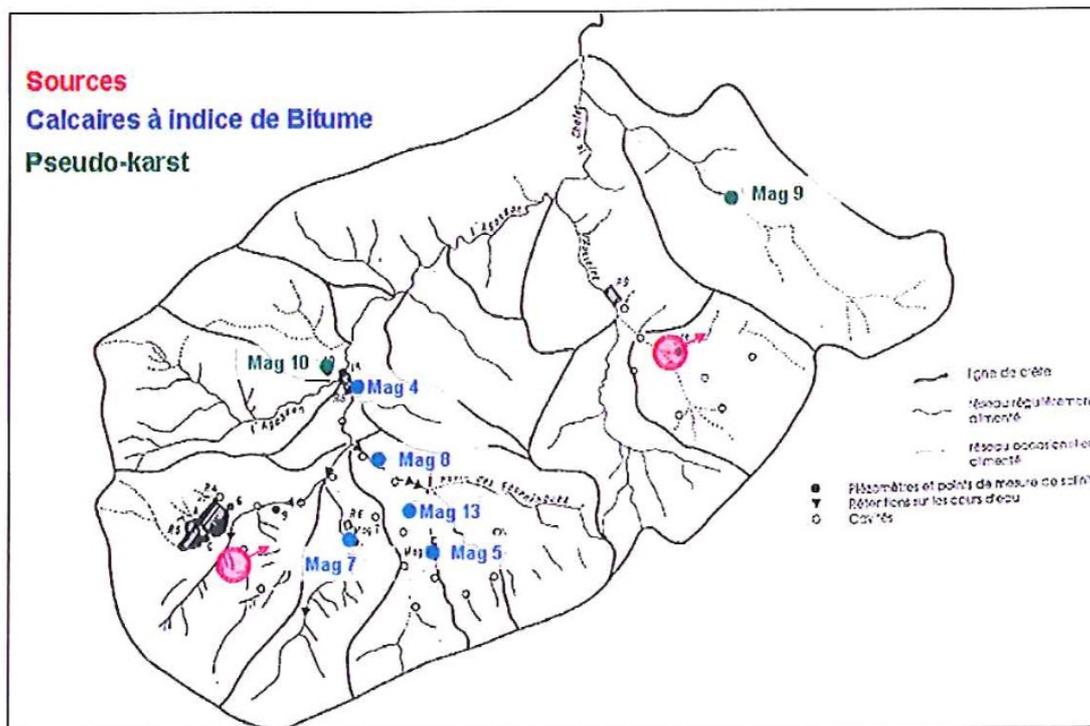
La zone de GEOSEL / GEOMETHANE est caractérisé par des eaux naturellement salées et sulfureuses.

Afin de pouvoir distinguer, lors du suivi des eaux de surface, les effets dus à l'exploitation industrielle (c'est-à-dire l'exploitation des cavités de stockage souterrains et les infrastructures de surface telles que les rétentions de saumure, les têtes de puits, les pipelines où sont manipulés divers types de produits hydrocarbures et des saumures...), un suivi est réalisé sur l'évolution de la salinité des aquifères profonds.

Ce suivi s'exprime par trois aspects qui sont :

- les sources salées : une des sources salées est celle connue sous le nom **Puits romain**, qui se situe sur le site de GEOSEL. Une autre source également légèrement salée est située dans la vallée du Gontard, **la source Escourteja**.
- les calcaires à indice de bitume : les piézomètres d'auscultation de cette formation sont au nombre de cinq et sont nommés Mag 4, Mag 5, Mag 7, Mag 8 et Mag 13.
- le réseau pseudo-karstique : ce niveau perméable se situe au toit du sel et est composé d'une saumure saturée ou proche de la saturation. Le suivi de ce réseau est effectué par le suivi du niveau dans les piézomètres profonds Mag 9 et Mag 10.

La carte et la coupe ci-dessous présentent les piézomètres d'auscultation des aquifères profonds comprenant les deux sources salées, le réseau pseudo-karstique et la formation calcaire à indice de bitume.



Le Puits romain est situé sur le site de GEOSEL à proximité de la cavité C. La source est trop éloignée de GEOMETHANE pour être prise en compte dans le présent document. Il en est de même pour le réseau des calcaires à indice de bitume.

La source d'Escourteja, dans la vallée du Gontard, est une source dont la salinité peut légèrement fluctuer en fonction de l'état de la nappe. En 2015, la salinité de la source est restée très stable, avec une valeur d'environ 0,15 g/l.

Concernant les niveaux piézométriques du réseau pseudo-karstique, on observe en 2014 et 2015 une fluctuation saisonnière dans les deux forages surveillant cette formation, Mag 9 et Mag 10, ce qui est satisfaisant. Pour rappel, depuis 2011, la tendance de Mag 9 était plutôt à la stabilisation, tandis que Mag 10 continuait à montrer des oscillations périodiques. Cela mettait en question le concept de la configuration de la tête de puits de Mag 9, car historiquement les amplitudes saisonnières des deux forages étaient similaires.

11.4.5. Impact sur les eaux

Le site de GEOMETHANE est alimenté en eau potable et en eau industrielle. L'eau industrielle provient du réseau incendie de GEOSEL (voir chapitre 6.1.4.2).

Les consommations annuelles sont de l'ordre de 390 m³/an pour l'eau potable et de 1400 m³/an pour l'eau industrielle.

Les principaux usages d'eau potable sont les suivants :

- l'alimentation en eau du laboratoire,
- l'alimentation en eau pour les opérations de lavage (aire de dépotage et bâtiments des compresseurs),
- l'alimentation en eau des bâtiments d'exploitation (bâtiment garage – atelier-magasin et bâtiment administratif) pour les usages domestiques (sanitaires et lavabos).

L'eau incendie est fournie par GEOSEL (voir chapitre 6.1.4.2).

Sa consommation annuelle est liée :

- à l'évaporation du bassin,
- aux essais incendie réalisés sur site,
- aux prélèvements pour les opérations d'arrosage.

Aucun prélèvement n'est effectué dans le ruisseau de Valveranne, longeant la bordure Est de la station de Gaude.

Rejets aqueux

Eaux pluviales

Les eaux pluviales de la station de Gontard et des plates-formes de puits sont collectées et dirigées vers la rétention PS2, propriété de GEOSEL. Elles passent à travers un décanteur avant d'être directement rejetées dans le milieu naturel.

Ces rejets ne sont pas comptabilisés.

Les eaux pluviales bloquées dans la cave de la tête de puits sont, quant à elles, analysées avant d'être évacuées dans le milieu naturel, conformément à l'arrêté préfectoral n° 2002-1882.

Les caractéristiques à respecter sont les suivantes :

- $6,5 < \text{pH} < 8,5$,
- MEST $< 30 \text{ mg/l}$,
- DCO $< 125 \text{ mg/l}$,
- phénols $< 10 \mu\text{g/l}$,
- hydrocarbures $< 10 \text{ mg/l}$,
- température $< 30 \text{ °C}$.

Eaux d'extinction incendie

Les eaux d'extinction incendie des plates-formes de puits et de la plate-forme de regroupement sont actuellement collectées et envoyées au bassin de rétention (PS2).

Après analyse, elles sont, soit rejetées dans le milieu naturel, soit renvoyées chez GEOSSEL pour traitement.

Eaux industrielles

Les effluents industriels de la station sont les suivants :

- eaux de soutirage provenant des séparateurs des rampes de comptage des anciens et nouveaux puits, des pots siphons des dorsales,
- égouttures provenant des cuvettes de rétention des pompes de méthanol,
- égouttures provenant des cuvettes de rétention de la zone de dépotage / rempotage de méthanol.

Ces effluents sont collectés dans une cuve enterrée de 20 m^3 , qui est empotée pour traitement à l'extérieur du site. La fréquence moyenne de vidange de cette cuve est semestrielle.

Eaux de lessivage

Lors de la création de nouvelles cavités, comme c'est actuellement le cas pour les cavités GA et GB (voir chapitre 6.1.4.2), le lessivage nécessite une quantité significative d'eau douce et génère une quantité de saumure équivalente.

Ces aspects ont été traités dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact jointe au dossier de demande d'autorisation de création des cavités GA et GB (référence GMH / L / J / 0013).

Les dispositions prises pour la construction des cavernes (tubages cimentés dans les puits, drainage et contrôle des qualités des eaux de ruissellement sur les plates-formes, bacs de collectes des éventuelles éclaboussures à partir des puits et des installations sur le site...) comme de leur exploitation (contrôle et maîtrise des rejets) ont permis au projet GEOMETHANE Phase 1 de n'avoir aucun impact sur les eaux du site. L'ensemble de ces dispositifs est maintenu et étendu aux nouvelles cavités de GEOMETHANE.

Les opérations de lessivage se font par l'intermédiaire des installations existantes de GEOSEL-MANOSQUE, en ce qui concerne la fourniture et le transport de l'eau douce de lessivage ainsi que le transport et l'évacuation de la saumure produite vers les zones de stockage ou de rejet de la saumure (bassins de rétention de saumure de GEOSEL-MANOSQUE à Passaire, étangs de Lavalduc et d'Engrenier dans la région de Berre, Golfe de Fos).

La zone susceptible d'être affectée par les nuisances éventuelles de cette activité, exercée dans le cadre des autorisations administratives correspondantes, dépasse donc le cadre géographique du vallon de Gontard, du périmètre de stockage et des installations de GEOMETHANE au sens strict.

En contrepartie, les opérations de lessivage bénéficient de l'ensemble des mesures déjà en vigueur destiné à protéger les eaux du site. Ces mesures concernent aussi bien la maîtrise des écoulements accidentels de surface que les méthodes de construction des conduites d'apport d'eau et d'évacuation des saumures.

À l'aval du site de GEOMETHANE, la rétention R9 située sur la plate-forme PS2 est destinée à la récupération des eaux de ruissellement sur les plates-formes du site. Une arrivée accidentelle de boue ou de saumures en provenance des plates-formes de forages qui n'aurait pas été retenue en amont, peut être récupérée par la rétention puis pompée et évacuée vers un site approprié.

11.4.6. Impact sur l'air

11.4.6.1. État naturel de l'atmosphère

La pureté de l'atmosphère qui baigne cette région des Alpes-de-Haute-Provence est de la plus haute qualité.

C'est à cette pureté exceptionnelle qu'est due l'installation sur la commune de Saint-Michel-l'Observatoire, localité voisine du site, de l'Observatoire de Haute-Provence.

Il serait toutefois constaté, depuis quelques années, une dégradation de la limpidité de l'atmosphère par l'enrichissement en vapeur d'eau. Cette variation serait en rapport avec la réalisation des grands barrages sur la Durance et le Verdon.

11.4.6.2. Émissions canalisées

Il n'existe aucune émission canalisée sur le site de Gontard.

11.4.6.3. Émissions occasionnelles ou accidentelles

Les émissions diffuses de gaz naturel sont la conséquence d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité d'urgence, nécessitant une décompression des installations concernées. Les émissions diffuses émises par le site sont estimées chaque année pour le méthane et les COV non méthaniques. Elles sont de l'ordre de 97 t/an de CH₄ et de 14 t/an de COV non méthaniques pour l'ensemble du site (Gaude + Gontard).

La plus grande part de ces émissions provient de l'atelier compression (de l'ordre de 80 t/an).

Les émissions diffuses de la station de Gontard sont donc inférieures à 30 t/an.

11.4.6.4. Rappel sur les émissions de la station de Gaude

Dans un souci d'exhaustivité, les émissions de la station de Gaude sont rappelées ci-après (document de référence : Étude d'impact n° MAN2-TP-EC-00-SEC-004, décembre 2012).

Les effluents gazeux rejetés dans l'atmosphère par les installations proviennent de la combustion du gaz naturel. Ces effluents sont émis par les équipements suivants :

- En phase d'injection :
 - les groupes de compression (gaz d'échappement des moteurs des compresseurs existants, le nouveau étant électrique).
- En phase de soutirage :
 - les chaudières de production d'eau chaude,
 - les chaudières de régénération du triéthylène glycol,
 - les torches.

Les chaudières de chauffage (bâtiment administratif, atelier-magasin...) fonctionnent principalement pendant les mois d'hiver. Le groupe électrogène ne fonctionne qu'en cas de perte d'électricité sur le site de Gaude.

Les émissions atmosphériques canalisées recensées pour le site de Manosque sont reprises pour les années 2009, 2010 et 2011 dans le tableau ci-dessous :

Composés	Provenance	Rejets annuels (en T)			
		2009	2010	2011*	Moyenne
CH ₄ (imbrûlés)	Moteur C1 et C2, chaudières 1-2-3, chaudières régénération RK1 et RK2, chaudières chauffage bâtiment dont émission diffuse gaz naturel	5,81	2,66	1,53	4,23
CO	Moteur C1 et C2, chaudières 1-2-3, chaudières régénération RK1 et RK2, chaudières chauffage bâtiment	1,96	1,11	0,65	1,54
NO _x = NO + NO ₂ (en eq. NO ₂)	Moteur C1 et C2, chaudières 1-2-3, chaudières régénération RK1 et RK2, chaudières chauffage bâtiment, groupe électrogène	4,97	2,53	1,61	3,75
CO ₂	Moteur C1 et C2, chaudières 1-2-3, chaudières régénération RK1 et RK2, chaudières chauffage bâtiment, groupe électrogène	3272	1662	1046	2467
N ₂ O	Moteur C1 et C2, chaudières 1-2-3, chaudières régénération RK1 et RK2, chaudières chauffage bâtiment, groupe électrogène	0,06	0,03	0,02	0,04
SO _x = SO ₂ + SO ₃ (en eq. SO ₂)	Moteur C1 et C2, chaudières 1-2-3, chaudières régénération RK1 et RK2, chaudières chauffage bâtiment, groupe électrogène	0,03	0,03	0,02	0,03
COVnm (imbrûlés)	Moteurs C1 et C2 dont rejet diffus de gaz naturel	1,49	0,68	0,39	1,08

* L'année 2011 n'est pas retenue car elle n'est pas représentative d'une activité normale du site.

Liste des rejets atmosphériques canalisés recensés sur le site de Manosque (selon les déclarations GERP)

Dioxyde de carbone (CO₂)

Dans le cadre du Plan National d'Affectation des Quotas d'émission de gaz à effet de serre établi pour la période de 2008 à 2012 et approuvé par Décret n° 2007-979 du 15 mai 2007 (PNAQ II), le site de GEOMETHANE à Manosque dispose d'un quota annuel d'émission de **6 527 t de CO₂**, soit 32 635 t sur la période 2008-2012. À noter qu'à ce jour GEOMETHANE est sortie du Plan National d'Allocation de Quotas (PNAQ), sa puissance de combustion étant inférieure à 20 MW.

À noter que le projet générerait une augmentation d'environ 6 % de la quantité de rejets de CO₂ équivalent émis par les cheminées du site. Toutefois, ces résultats constituent des estimations prévisionnelles (elles ne tiennent pas compte des nouvelles technologies notamment l'évolution du rendement de combustion de la future chaudière et de l'économiseur par rapport à ceux existants).

Conformément à la réglementation européenne, les quotas demandés seront basés sur les quantités réelles mesurées et non sur des estimations. Cette demande s'effectuera donc après la mise en service de l'installation.

11.4.7. Impact sur le bruit

On distingue deux types d'émissions sonores.

11.4.7.1. Émissions ponctuelles sur le site

Seule la station de Gontard et les plates-formes des têtes de puits sont considérées dans le présent chapitre.

Document de référence : Développement du stockage de Manosque phase II ; dossier de demande d'autorisation d'exploiter ; Volet 4 - Étude d'impact réf. MAN2-TP-EC-00-SEC-004.

Sachant qu'il n'existe aucune machine tournante sur le site de Gontard et sur les têtes de puits, la pollution sonore pendant l'exploitation ne provient que du passage du fluide dans les tuyauteries. En ce qui concerne précisément les têtes de puits, il n'y a pas d'équipement générateur de bruit sur les plates-formes et le passage des fluides n'est pas source de nuisance.

Une campagne de mesures acoustiques a été réalisée sur la station de Gontard le 10 octobre 2012 avant le lancement du projet d'extension de capacité MAN2.

Trois points de mesure en limite de propriété ont été réalisés afin d'évaluer l'impact acoustique de la station de Gontard de jour et de nuit, dans des conditions opératoires représentatives d'un fonctionnement normal.

Les mesures ont été réalisées au niveau de la limite de propriété de la station.

Les niveaux de bruit existants retenus pour la vérification de l'impact sonore du projet MAN2 sont les suivants :

GONTARD	Niveaux de bruit ambiant			
	Jour (7 h-22 h)		Nuit (22 h-7 h)	
Point de Mesure	Limite (dBA)	Niveau sonore mesuré (dBA)	Limite (dBA)	Niveau sonore mesuré (dBA)
Point 1	65	37	55	37
Point 2	65	35	55	25
Point 3	65	35,5	55	23

Commentaire

On peut remarquer que les niveaux mesurés de jour comme de nuit sont particulièrement bas pour des niveaux en limite de propriété d'un site industriel. Ces niveaux sont cohérents au vu de la configuration de la station et du peu d'équipements bruyants qu'elle contient.

Les seuils réglementaires ne sont pas dépassés.

Afin de vérifier l'émergence sonore de la station, des mesures en période diurne et nocturne de bruit ambiant et résiduel ont été réalisées à cette ZER. Aucune perception du site existant n'a été constatée en ZER de jour comme de nuit. Seul le bruit résiduel à la ZER a été mesuré.

Les niveaux existants mesurés en ZER du site de Gontard sont présentés ci-dessous :

DIURNE		Niveau Global A	Émergence en dBA
ZER	Bruit ambiant dBA	-	Aucune
	Bruit résiduel dBA	34,5	

NOCTURNE		Niveau Global A	Émergence en dBA
ZER	Bruit ambiant dBA	-	Non caractérisée
	Bruit résiduel dBA	23	

Sur les périodes diurne et nocturne réglementaires, le bruit ambiant issu du site de Gontard n'étant pas perçu en ZER, il n'y a pas de dépassement d'émergence constaté suivant l'arrêté du 23/01/97.

11.4.7.2. Émissions ambiantes

Il n'y aura pas, hors du site, de production sonore pendant l'exploitation à part un peu de trafic routier dû aux opérations courantes sur place et des mises à l'atmosphère ponctuelles.

11.4.8. Impact sur la topographie et sur le paysage

Tous les aménagements récents du site, font l'objet d'étude paysagère en concertation avec le Parc Naturel Régional du Luberon. Tout nouvel équipement est dans la mesure du possible, implanté dans des zones considérées comme « peu perçues » par le Parc Naturel Régional du Luberon. De plus et bien que située dans ces zones de moindre sensibilité paysagère, GEOMETHANE a volontairement arboré les pourtours des plates-formes, en prenant en compte les impératifs de sécurité, notamment au regard du risque incendie et des nécessités d'accès aisées aux têtes de puits des stockages.

Par ailleurs (voir les résultats du suivi ci-avant), la subsidence n'est pas perceptible.

11.4.9. Impact sur la santé

11.4.9.1. Préambule

Au niveau de la station de Gontard et des têtes de puits, seuls deux produits sont présents : le gaz naturel et le méthanol.

Les principaux impacts de ces produits sur la santé sont rappelés ci-après :

Note : Définition de la VLEP

(Article R. 4412-4 du code du travail - Circulaire du 19 Juillet 1982 modifiée)

La VLEP est la limite de la moyenne pondérée en fonction du temps de la concentration d'un agent chimique dangereux dans l'air de respiration d'un travailleur au cours d'une période déterminée. Les VLEP sont exprimées :

- toujours en mg/m^3 pour les aérosols liquides et/ou solides,
- soit en ppm (partie par million), soit en mg/m^3 pour les gaz et/ou les vapeurs,
- en fibres/ cm^3 ou par litre pour les fibres.

VLEP 8 h (VME) : Valeur Moyenne d'Exposition

Valeur pour la moyenne dans le temps des concentrations auxquelles un travailleur est effectivement exposé au cours d'un poste de 8 heures. La VME tend à éviter les effets résultant d'une exposition prolongée sans prémunir du risque CMR et/ou allergique.

VLCT (VLE) : Valeur Limite d'Exposition à court terme

Valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 minutes et ne devant jamais être dépassée. Le respect des VLE permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme.

On distingue :

Des VLEP indicatives fixées par Arrêtés ministériels du 9 février 2006, du 26 octobre 2007 et du 9 mai 2012 modifiant l'Arrêté du 30 juin 2004 et pris en application de l'article R. 4412-150 du code du travail. Elles constituent des objectifs de prévention et d'aide à l'évaluation des risques prescrits par les textes en matière d'exposition aux agents chimiques.

Des VLEP réglementaires contraignantes à ne pas dépasser fixées par décret en Conseil d'État.

Les contrôles se mesurent dans l'air de la zone de respiration d'un travailleur. Les prélèvements doivent donc être individuels en ambulatoire et ne tiennent pas compte de la protection apportée par un EPI (sauf pour l'amiante). Dans tous les cas, le respect des VLEP doit être considéré comme un objectif minimal de prévention du risque chimique.

11.4.9.2. Données toxicologiques pour le gaz naturel (méthane)

a) Identification des dangers pour la santé

Le méthane est inodore et non toxique. Toutefois, ce gaz peut provoquer l'asphyxie par réduction de la teneur en oxygène de l'air à l'intérieur d'un espace confiné.

b) Limite d'exposition

Aucune.

c) Conséquence sur la santé

En fonctionnement normal, il n'y a aucun rejet de ces produits, en surface comme à l'atmosphère. En conséquence, les opérations normales de stockage et déstockage d'essence n'ont pas d'effet sur la santé.

11.4.9.2.1. Méthanol

a) Identification des dangers pour la santé

Ingestion : Outre les syndromes d'ébriété, apparition d'une acidose métabolique avec respiration rapide et ample et des troubles visuels tardifs.

Inhalation : Similaire aux signes d'intoxication par voie d'ingestion ainsi qu'une irritation des muqueuses nasales et oculaires, jusqu'à trachéite, bronchite et blépharospasme.

Possibilité d'une pénétration cutanée importante.

b) Limite d'exposition

VLEP sur 8 h : 260 mg/m³ d'air, 200 ppm.

VLE (15 min) : 1300 mg/m³.

c) Conséquence sur la santé

Les quantités de méthanol sur la station de Gontard sont négligeables (deux citernes de 15 m³). En fonctionnement normal, il n'y a aucun rejet en surface ou à l'atmosphère.

11.4.10. Impact en cas d'abandon

L'abandon d'une seule cavité est peu probable : si la cavité n'était plus utilisée en stockage de gaz naturel, elle serait simplement remplie en saumure saturée et elle continuerait de faire l'objet du même suivi que les autres cavités.

Le seul exemple de fermeture de stockage souterrain en cavité lessivée en France à ce jour est celui de Carresse, qui était un stockage de GPL.

La fermeture définitive comprendrait les phases suivantes :

- remplacement du gaz naturel stocké par de la saumure saturée,
- le démantèlement partiel des installations du site non nécessaires à la surveillance des cavernes,
- mise en observation de la caverne pendant la durée nécessaire au retour à l'équilibre thermique et mécanique évaluée à une dizaine d'années. Au cours de cette période, il doit être prévu une surveillance comprenant :
 - des mesures régulières dans la caverne (thermomètre, sonar...),
 - des mesures hors caverne (suivi de la subsidence et écoute des bruits sismiques)
- l'obturation définitive des puits,
- le démantèlement final et complet des installations de surface,
- la remise en état du site.

11.5. Mesures de réduction d'impact

11.5.1. Analyse des risques encourus par l'environnement

Les risques encourus par l'environnement, associés à l'existence d'un stockage souterrain de Manosque, font déjà l'objet d'une analyse permanente qui a été initiée en 1966, puis développée et affinée depuis lors par GEOSSEL, puis par GEOMETHANE à partir de 1993. L'analyse, dont les résultats sont présentés ci-après, bénéficie de cet historique. Elle a été enrichie de contacts et échanges constants avec les services de tutelle de l'Administration et les partenaires locaux.

Il en résulte que ces risques et les mesures apportées pour les prévenir sont maintenant bien définis. Ils sont de deux types :

- ceux encourus par les eaux, qui sont liés aux possibilités de fuites des fluides utilisés lors des opérations d'exploitation du stockage.
- ceux encourus par la faune et la flore du site, qui sont essentiellement associés au risque incendie inhérent à la manipulation de fluides combustibles lors de ces opérations.

Il n'y a pas de risque encouru par l'air.

Les autres risques tels que ceux inhérents à la foudre, à l'activité sismique rémanente du site ne sont pas liés aux opérations réalisées dans le cadre de la présente demande. Cependant, leurs effets potentiels sur l'exploitation du site sont présentés dans l'étude de dangers mise à jour en 2012.

En ce qui concerne les mesures compensatoires, celles qui ont été mises en œuvre jusqu'à ce jour ont répondu de manière satisfaisante aux objectifs qui leur étaient assignés. Elles seront reconduites et éventuellement affinées dans la phase de développement du site.

L'ensemble de ces mesures a pour objectif particulier de rendre l'exploitation du site compatible, dans son état actuel et dans ses développements à venir, avec les objectifs de conservation du site de la Directive Européenne Natura 2000 et de l'ensemble des autres dispositions réglementaires en faveur de la protection de l'environnement.

11.5.2. Mesures prises pour supprimer ou réduire l'impact des opérations sur l'environnement

11.5.2.1. Risques encourus par les eaux du site et le paysage, mesures prises pour les protéger

Concernant les eaux, l'exploitation normale des cavités de GEOMETHANE ne génère aucun effluent sur le site du Gontard ni sur les plates-formes des têtes de puits. Pour autant, un certain nombre de dispositions existent afin de prévenir les conséquences de toute pollution accidentelle sur l'environnement.

Plates-formes des puits

Les dispositions suivantes ont été prises lors de la construction des plates-formes :

- réseau de collecte des effluents du puits (caniveaux et caves intégrés à la plate-forme)
- drainage des effluents, projetés accidentellement au-delà du réseau de la plate-forme vers le bassin R9,
- système de piégeage des effluents éventuels dans lesdits bassins et de pompage et réinjection dans les installations en opération,
- système d'alarme retransmis en salle de contrôle.

Bassin R9

Afin de stopper la propagation de rejets accidentels éventuels, le bassin de rétention R9, d'un volume de l'ordre de 1500 m³, a été aménagé dans la vallée du Gontard, en aval immédiat du site.

Les équipements du bassin R9 permettent de détecter la présence d'hydrocarbures et de saumure dans les eaux d'écoulement et de les bloquer dans la rétention.

L'opérateur de quart de GEOSEL-MANOSQUE* peut ainsi déclencher la procédure de contrôle ou d'intervention adaptée à la nature de l'incident.

Ces produits peuvent être récupérés puis envoyés vers les installations d'exploitation de GEOSEL-MANOSQUE*.

Contrôle de la nappe phréatique

Voir chapitre 11.4.4.

Puits et conduites de liaison fond-surface

Les puits des cavités sont équipés d'instruments permettant d'alerter le personnel en cas de pressions anormales dans le tubing d'injection et dans la colonne annulaire de fluide de garde. Les paramètres de pression et de débit sont enregistrés en permanence en salle de contrôle.

En fonction de la profondeur des cavités, des valeurs maximales acceptables au sabot du casing cimenté, des densités et des pertes de charges éventuelles, une anomalie de pression pourrait nuire à l'intégrité du puits et entraînerait un arrêt de l'opération en cours.

Des alarmes et actions de sécurité sont installées en tête de puits :

- alarme basse pression,
- alarme et contact de sécurité de haute pression sur la colonne d'injection, avec action d'arrêt immédiat de la compression et fermeture des vannes motorisées qui isolent le puits.

Dans le cadre particulier du lessivage, les puits sont équipés d'instruments de contrôle permettant le suivi de la pression d'injection en fonction du débit de lessivage et d'alerter le personnel en cas de pressions anormales dans le tubing d'injection et la colonne annulaire de fluide de garde. Les paramètres de pression et de débit sont enregistrés en permanence.

En phase d'essai, des alarmes et actions de sécurité semblables sont installées en tête de puits.

* Le bassin R9 est propriété de GEOSEL et exploité par le personnel de GEOSEL. Il est utilisé pour les installations de GEOMETHANE dans le cadre d'une convention.

Conduites de surface

Les conduites de surface, qui relient les têtes de puits aux pompes, aux cuvettes de rétention et aux pipelines, sont étudiées et construites conformément aux règlements en vigueur. Ces conduites sont en acier soudé selon les normes, radiographiées, et éprouvées de la pression maximale de service. Les parties enterrées sont revêtues et les tuyauteries aériennes sont protégées par peinture. Tous les tuyauteries, accessoires, robinetteries, pompes, soupapes, etc. sont conformes aux normes françaises en vigueur.

D'autre part, le risque de corrosion a été minimisé au moyen :

- d'une surépaisseur de corrosion,
- de la protection cathodique.

Pour les sites industriels, les canalisations sont soumises à l'arrêté du 15 mars 2000 modifié qui prévoit des inspections et requalifications périodiques. Les modalités (nature et périodicité des contrôles) des inspections et requalifications périodiques sont définies par le service Inspection reconnu de STORENGY, conformément au « Guide professionnel élaboration des plans d'inspection » de STORENGY approuvé par la décision DM-T/P 33058 du 9 juillet 2004. Ces deux modalités découlent de l'évaluation de la criticité estimée de la canalisation concernée vis-à-vis de la dégradation par corrosion (évaluation de la cinétique de corrosion) ainsi que du retour d'expérience acquis par la profession pour des équipements similaires. Les requalifications périodiques sont systématiquement réalisées sous le contrôle d'un organisme habilité.

En opération, un contrôle permanent de la pression de service est réalisé ainsi que des arrêts en cas de haute ou basse pression.

11.5.2.2. Risques encourus par la faune et la flore du site et mesures prises pour les protéger

Les risques encourus par la faune et la flore correspondent en un risque incendie lié aux machines qui fonctionnent pendant les opérations d'exploitation.

Les mesures prises pour limiter ces risques s'inscrivent naturellement dans le cadre des mesures permanentes de protection et lutte contre l'incendie en vigueur sur le site de GEOMETHANE. Elles consistent en l'application des normes antidéflagrantes, la mise à disposition de tout le système de lutte contre l'incendie requis ainsi qu'en la réalisation fréquente d'exercices de sécurité avec le personnel affecté au forage. Ces mesures ne sont pas spécifiques à ce projet. Elles répondent à des standards mis systématiquement en œuvre pour des forages profonds en France et en Europe.

Le risque incendie est bien maîtrisé. L'application des mesures de lutte en vigueur devrait apporter les solutions requises par GEOMETHANE pour protéger la faune et la flore du risque incendie.

Les mesures qui seront prises pour prévenir le risque incendie seront similaires à celles retenues pour la réalisation des forages (normes antidéflagrantes, équipements de lutte contre l'incendie et exercices du personnel).

11.6. Aspects particuliers relatifs à la protection de la faune, de la flore et aux zones Natura 2000

S'agissant d'une notice d'impact concernant un renouvellement de concession de stockage souterrain et non d'une étude d'impact liée à des travaux, l'incidence sur les zones Natura 2000 n'est pas à traiter en particulier.

Néanmoins, compte tenu, d'une part, de la particularité de l'implantation du site, situé dans le Parc National du Luberon et dans (ou à proximité) de zones Natura 2000 ou à enjeux et, d'autre part, de la volonté de GEOMETHANE de démontrer sa détermination à promouvoir une technologie de stockage parfaitement compatible avec les contraintes environnementales les plus strictes, certains éléments synthétiques sont présentés ci-après, sur la base de plusieurs études d'impact récentes concernant le site de GEOMETHANE :

- l'étude d'impact relative à la création des cavités GA et GB (2010),
- l'étude d'impact relative au projet MAN2 (2012).

Par ailleurs, une évaluation environnementale (incluant Natura 2000) de la future mise en exploitation des cavités GA et GB a été menée en 2015 (non publiée). Cette étude a été menée par ECOMED. Étant la plus récente et centrée sur la zone du Gontard, ses conclusions sont en parfaite adéquation avec l'objet du présent chapitre.

Localisation des installations de la zone de Gontard par rapport aux zones à statuts

Le site est partiellement dans :

- 1 périmètre Natura 2000 (ZSC),
- 1 périmètre d'inventaires (ZNIEFF).

Le site est situé à proximité de :

- 2 périmètres Natura 2000,
- 4 périmètres d'inventaires.

Périmètres Natura 2000 :

Nom du site	Type	Habitat(s) Espèce(s) d'intérêt communautaire	Distance avec le site	Lien écologique
FR9301542 « Adrets de Montjustin – Les Craux – Rochers et crêtes de Volx »	ZSC	11 habitats naturels 7 espèces de mammifères 5 espèces d'invertébrés	Partiellement incluse	Fort
FR9301589 « La Durance »	SIC	19 habitats naturels 9 espèces de mammifères 1 espèce de reptile 1 espèce d'amphibien 8 espèces de poissons 5 espèces d'invertébrés	5,5 km	Très faible
FR9312003 « La Durance »	ZPS	65 espèces DO1 45 espèces EMR	5,5 km	Très faible

SIC : Site d'Importance Communautaire
 ZSC : Zone Spéciale de Conservation
 ZPS : Zone de Protection Spéciale

Périmètres d'inventaires :

Nom du site	Type	Espèce(s) déterminante(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
N° 04161191 « Collines de Saint-Martin, les Ubacs, Sarzen, la Garde, les Margaridetes, Pissautier et Montaigu »	I	2 espèces de plantes	800 m	Très faible
N° 04161100 « Versant nord-est du massif du Luberon – Forêts domaniales de Pélissier et de Montfuron – Collines de Montjustin »	II	11 espèces d'invertébrés 1 espèce d'oiseau 7 espèces de plantes	Partiellement incluse	Modéré
N° 04158100 « Le Largue et ses ripisylves »	II	1 espèce d'invertébré 1 espèce de reptile 2 espèces de plantes	2 km	Faible
N° 04159100 « Plaine et craux de Mane et de Saint-Michel-l'Observatoire, bois de Pouvarel, crau chétive, Porchères, les Craux »	II	3 espèces d'invertébrés 4 espèces d'oiseaux 2 espèces de plantes	2 km	Faible
N° 04160100 « Collines à l'ouest de Villeneuve, Bois d'Asson, Costebelle, La Roche, Saint Jean »	II	1 espèce de plante	2 km	Très faible

Les ZNIEFF sont des espaces répertoriés pour la richesse de leur patrimoine naturel. Il en existe deux types :

- Les **ZNIEFF de type I** : ensemble de quelques mètres carrés à quelques milliers d'hectares constitués d'espaces remarquables : présence d'espèces rares ou menacées, de milieux relictuels et de diversité d'écosystèmes.
- Les **ZNIEFF de type II** : ensemble pouvant atteindre quelques dizaines de milliers d'hectares correspondant à de grands ensembles naturels peu modifiés, riches de potentialités biologiques et présentant souvent un intérêt paysager.

Autres périmètres :

Nom du site	Type	Espèce(s) déterminante(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
Parc Naturel Régional du Luberon	PNR	Patrimoine écologique important : flore, faune et paysages	Totalement incluse	Lien écologique fonctionnel

***N.B.** : les fiches de présentation des différents périmètres présentés ci-après sont disponibles sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : <http://inpn.mnhn.fr/>*

Résumé - Conclusions de l'étude volet naturel de l'étude d'impact

État initial

Concernant les **habitats**, la zone d'étude des cavités est totalement aménagée et anthropisée. Seuls trois habitats sont présents dans les alentours des cavités : une chênaie blanche, en fond de vallon, un ruisseau temporaire non loin de GA et des plantations paysagères.

Concernant la **flore**, aucune espèce à enjeu n'a été observée et aucune espèce présentant un enjeu local de conservation notable n'est jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

Concernant les **invertébrés**, aucune autre espèce à enjeu, tant des lépidoptères que des orthoptères, n'a été contactée ni n'est jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

Concernant les **amphibiens**, une seule espèce a été contactée, la Grenouille rieuse. La majorité de la surface de la zone d'étude est très peu favorable à ce compartiment biologique. Un ruisseau temporaire, présent à l'est de GA, peut éventuellement être fréquenté comme zone de reproduction. Quatre autres espèces, jugées potentielles, ont été présentées.

Concernant les **reptiles**, deux espèces ont été avérées au sein de la zone d'étude, le Lézard des murailles et l'Orvet fragile. La forte homogénéité et anthropisation des habitats présents au sein de la zone d'étude et sa position en ubac limitent le nombre d'espèces potentiellement présentes. Une espèce jugée potentielle au sein de la zone d'étude a été présentée.

Concernant les **oiseaux**, les alentours de la zone d'étude ne présentent que des cortèges d'espèces communes et abondantes localement et d'affinités forestières. Aucune espèce à enjeu n'a été contactée lors de la reconnaissance de terrain, et l'analyse des habitats naturels présents dans la zone d'étude et dans ses abords proches exclut la potentialité de présence d'espèce à enjeu. De ce fait, ce compartiment biologique ne présente qu'un enjeu très faible.

Concernant les **chiroptères**, la zone d'étude ne présente aucun arbre-gîte potentiellement favorable. Une étude réalisée en 2011 à proximité a montré une utilisation faible du secteur par les chauves-souris, qui exploitent essentiellement la ripisylve de l'Ausselet pour se déplacer. La zone d'étude peut être exploitée par les chiroptères comme zone de transit.

Impacts initiaux

Les impacts globaux du projet sont jugés négligeables à faibles.

Les impacts sur les **habitats** sont jugés nuls.

Les impacts sur la **flore** sont jugés nuls.

Les impacts sur les **invertébrés** sont jugés négligeables.

Les impacts sur les **amphibiens** et, plus particulièrement, sur la Grenouille rieuse, espèce avérée au sein de la zone d'étude, sont jugés très faibles.

Les impacts sur les **reptiles** et, plus particulièrement, sur le Lézard des murailles et l'Orvet fragile, espèces avérées au sein de la zone d'étude, sont jugés très faibles.

Les impacts sur les **oiseaux** sont jugés négligeables, et ne concernent que des espèces inféodées aux boisements limitrophes de la zone d'étude.

Les impacts sur les **chiroptères** sont jugés très faibles compte tenu qu'aucun arbre-gîte n'est présent dans la zone d'étude et que l'activité nocturne au sein de celle-ci sera très limitée.

Mesures

Compte tenu des impacts initiaux évalués sur les espèces soumises à l'analyse, jugés de nuls à très faibles, aucune mesure d'atténuation n'est proposée.

Aucune mesure d'atténuation n'étant proposée, il n'y a donc pas lieu de mettre en place un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation destiné à assurer leurs bonnes mises en œuvre et à garantir à terme la réussite des opérations.

Ainsi, aucune mesure de suivi n'a été préconisée ici.

Impacts résiduels

Les impacts résiduels, en l'absence de mesures d'atténuation, sont identiques aux impacts initiaux.

Compte tenu des impacts résiduels évalués sur les espèces soumises à l'analyse, jugés de nuls à très faibles, aucune mesure de compensation n'a été proposée ici.

Résumé - Conclusions de l'étude Natura 2000

Ce paragraphe reprend les conclusions relatives aux incidences du projet sur l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire de la ZSC « Adrets de Montjustin – les Craux – Rochers et crêtes de Volx ».

Évaluation des atteintes résiduelles

Atteintes résiduelles sur les habitats et espèces, au regard du site « Adrets de Montjustin – les Craux – Rochers et crêtes de Volx » :

Compartiment	Entité / espèce concernée	Atteintes sur l'état de conservation des habitats/des populations de l'espèce au sein de la ZSC « Adrets de Montjustin – les Craux – Rochers et crêtes de Volx »	Mesures proposées	Atteintes résiduelles sur l'état de conservation des habitats/des populations de l'espèce au sein de la ZSC « Adrets de Montjustin – les Craux – Rochers et crêtes de Volx »
Habitats naturels	-	-	-	-
Invertébrés	-	-	-	-
Mammifères	-	-	-	-

Conclusion sur la significativité des incidences du projet au regard de l'intégrité du site Natura 2000 et de la cohérence du réseau Natura 2000 global

« L'intégrité du site au sens de l'article 6.3 de la directive Habitats peut être définie comme étant la cohérence de la structure et de la fonction écologique du site, sur toute sa superficie, ou des habitats, des complexes d'habitats ou des populations d'espèces pour lesquels le site est classé. La réponse à la question de savoir si l'intégrité est compromise doit partir des objectifs de conservation du site et se limiter auxdits objectifs » (BCEOM/ECONAT, 2004).

Au regard de l'absence d'atteinte sur les différents éléments évalués, le projet de mise en exploitation des cavités GA et GB a une incidence non notable dommageable (= non significative) sur la ZSC FR9301542 « Adrets de Montjustin – les Craux – Rochers et crêtes de Volx ».

Ce projet ne porte pas atteinte à l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire qui ont justifié la désignation de cette ZSC.