

SESSION 2009

**ACADEMIES DE
BESANCON, DIJON,
NANCY-METZ, REIMS,
STRASBOURG**

Durée de l'épreuve : 4h.

Le sujet se compose de quatre exercices notés sur dix points chacun.

Il comporte de nombreux documents mais leur exploitation et les réponses attendues sont courtes.

Les pages 11, 19 et 20 sont à rendre avec la copie.

Exercice 1 : les hydrates de méthane... manne énergétique ou bombe écologique à retardement

Ces dernières décennies, l'exploration des fonds océaniques a permis d'étonnantes découvertes avec entre autres l'existence jusqu'alors insoupçonnée d'importantes quantités d'hydrates de méthane. Les réserves traditionnelles d'hydrocarbures s'épuisant, ces hydrates de méthane font rêver ... mais le réchauffement climatique pourrait aussi les faire sortir naturellement de leur réserve avec perte et fracas...

Document 1 : que sont les hydrates de méthane ?

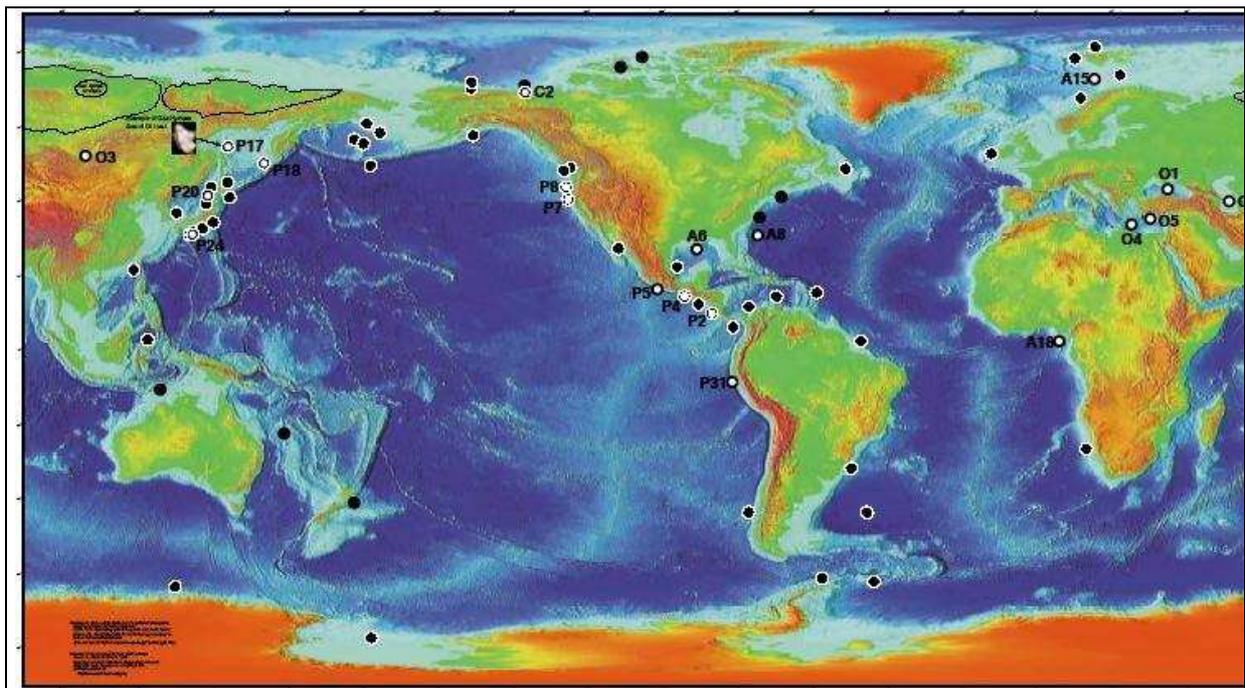
Le méthane résulte de la décomposition, à l'abri de l'oxygène de l'air, de débris animaux et végétaux (essentiellement du zooplancton et du phytoplancton) qui précipitent sur le plancher des océans. Une fois formé, le méthane peut partir rapidement dans l'atmosphère, ou, dans des conditions particulières de température et de pression, peut s'associer à de l'eau et former un cristal mixte d'eau et de méthane, qui s'appelle... un hydrate de méthane. Cela ressemble à de la glace ...sauf que c'est de la glace qui brûle en libérant du dioxyde de carbone et de l'eau.

www.manicore.com

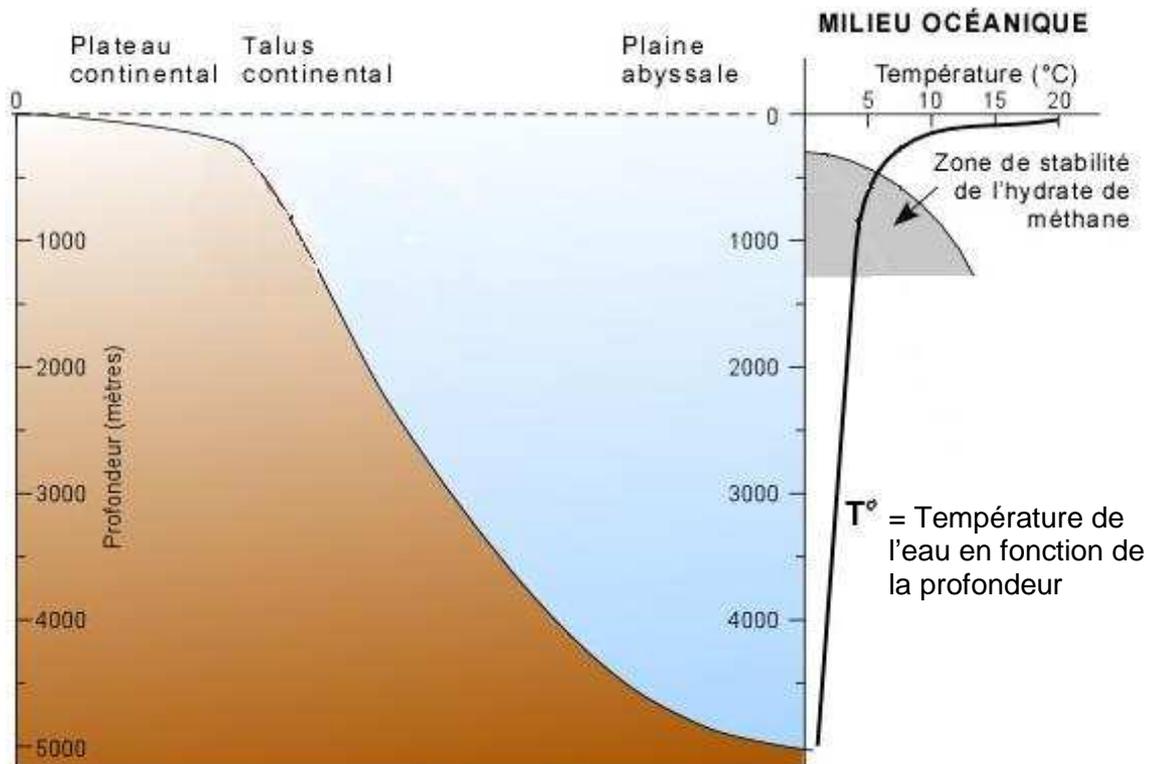
Document 2 : localisation des hydrates de méthane

Régions du monde où la présence d'hydrates est avérée par des prélèvements (ronds blancs) ou supposée par le biais d'analyses sismiques ou d'analyses de puits dans lesquelles des carottes ont été prélevées (ronds noirs).

Source Keith A. Kvenvolden and Thomas D. Lorenson, USGS, 2000



Document 3 : zone de stabilité des hydrates de méthane



D'après Bourques - Université de Laval Canada

L'hydrate de méthane est stable à l'état de glace dans les conditions de température et de pression exprimées par la zone en gris, et instable sous les conditions à l'extérieur de cette zone.

Document 4 : quelques valeurs...

Consommation énergétique mondiale en 2005 : 8,10 Gtep (Gigatonnes équivalents pétrole)

(source: conseil mondial de l'énergie 2007)

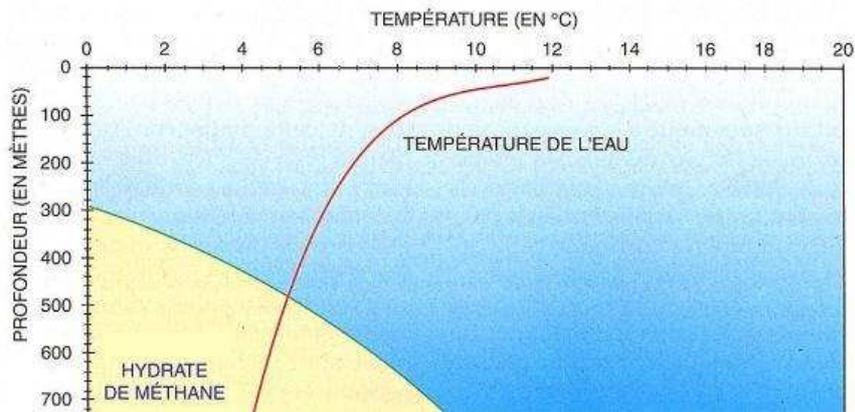
1 tep = 42 GJ (Gigajoules)

La combustion d'un kg de méthane libère 55 600KJ (kilojoules)

Estimation de la quantité de méthane au fond des océans : $2 \cdot 10^{15}$ Kg

Milkov 2005

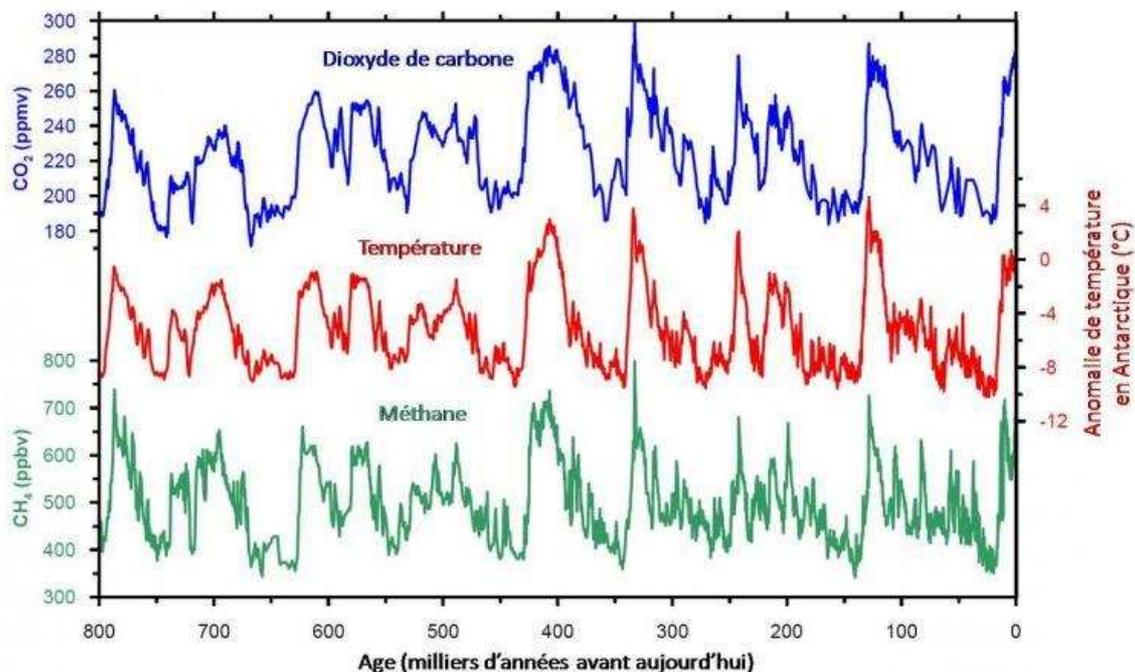
Document 5 : diagramme de stabilité des hydrates de méthane



La courbe rouge représente la température moyenne de l'eau sous la surface de l'océan, à des latitudes moyennes (en fait, quelle que soit la latitude, la température de l'eau à quelques centaines de mètres de profondeur est presque la même, à quelques degrés près). La zone colorée en jaune représente la zone de stabilité potentielle des hydrates de méthane.

www.manicore.com d'après données usgs 2005.

Document 6 : Mai 2008 ... la carotte du dôme C nous raconte



Evolution des deux gaz à effet de serre de l'atmosphère les plus importants après la vapeur d'eau : le dioxyde de carbone (courbe bleue) et le méthane (courbe verte), au cours des derniers 800 000 ans. La reconstitution de la température en Antarctique (courbe rouge) est issue des mesures des isotopes de l'eau constituant la glace. Les données de dioxyde de carbone proviennent de plusieurs carottes de glace (Vostok, Taylor Dome, EPICA Dôme C). Celles du méthane sont entièrement issues du forage EPICA Dôme C.

Université de Berne et LGGE. 15 Mai 2008

QUESTIONS

1. a. A l'aide des documents 1, 2 et 3, localiser les hydrates de méthane présents dans les océans.
b. Hachurer cette zone sur le document 3 qu'il faudra rendre avec la copie.
2. Les réserves d'hydrates de méthane présentent potentiellement une source d'énergie importante. En considérant que la consommation d'énergie reste constante, calculer durant combien d'années les hydrates de méthane permettraient d'assurer l'approvisionnement énergétique du monde.
3. A l'aide d'une détermination graphique sur le document 5, indiquer l'effet d'un réchauffement global océanique de 2°C sur le devenir des hydrates de méthane présents à 550 m de profondeur.
4. Sachant que la communauté scientifique s'accorde sur un réchauffement climatique à venir, justifier l'expression " les hydrates de méthane constituent une bombe écologique à retardement".

Exercice 2 : les travaux de construction d'un parking souterrain

Les documents utilisés dans cet exercice sont tirés de l'étude géotechnique d'auditorium et de parking souterrain réalisée par Nicolas Carpentier de la société ANTEA

La ville de Bordeaux souhaite construire un parking souterrain. Celui-ci est un ouvrage rectangulaire, prévu sur 10 niveaux de sous-sol. Compte tenu du contexte géologique et des études préalables, votre agence s'est vu proposer, par le maître d'œuvre, l'étude géotechnique complémentaire des terrains où celui-ci sera construit.

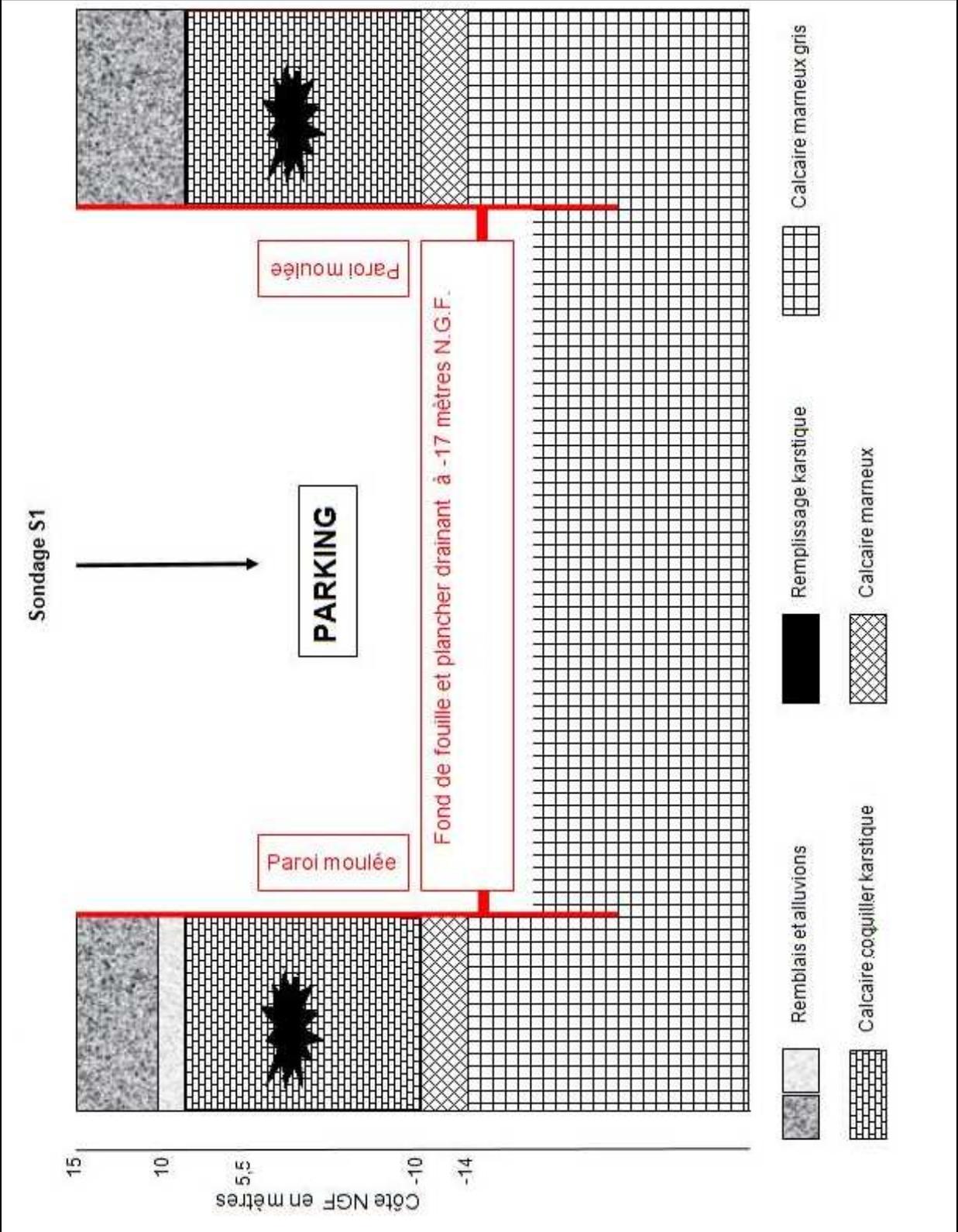
Cette étude a porté sur plusieurs points : la reconnaissance de la nature des roches du sous sol, leurs caractéristiques mécaniques et l'étude hydrogéologique du lieu.

Votre étude terminée, vous conseillez au maître d'œuvre l'utilisation de parois moulées ancrées dans le substratum de calcaire marneux ainsi que la mise en place d'un radier drainant.

Le document 1 présente la solution envisagée.

- 1. D'après l'ensemble des informations recueillies (documents 2 à 4), quelles difficultés ce type de sous-sol présente-il pour la construction de cet ouvrage ?**
- 2. Sur le document 5 représenter le trajet de l'eau.**
- 3. Le document 1 présente le projet simplifié proposé par votre agence. Justifier la présence des parois moulées et du plancher drainant.**

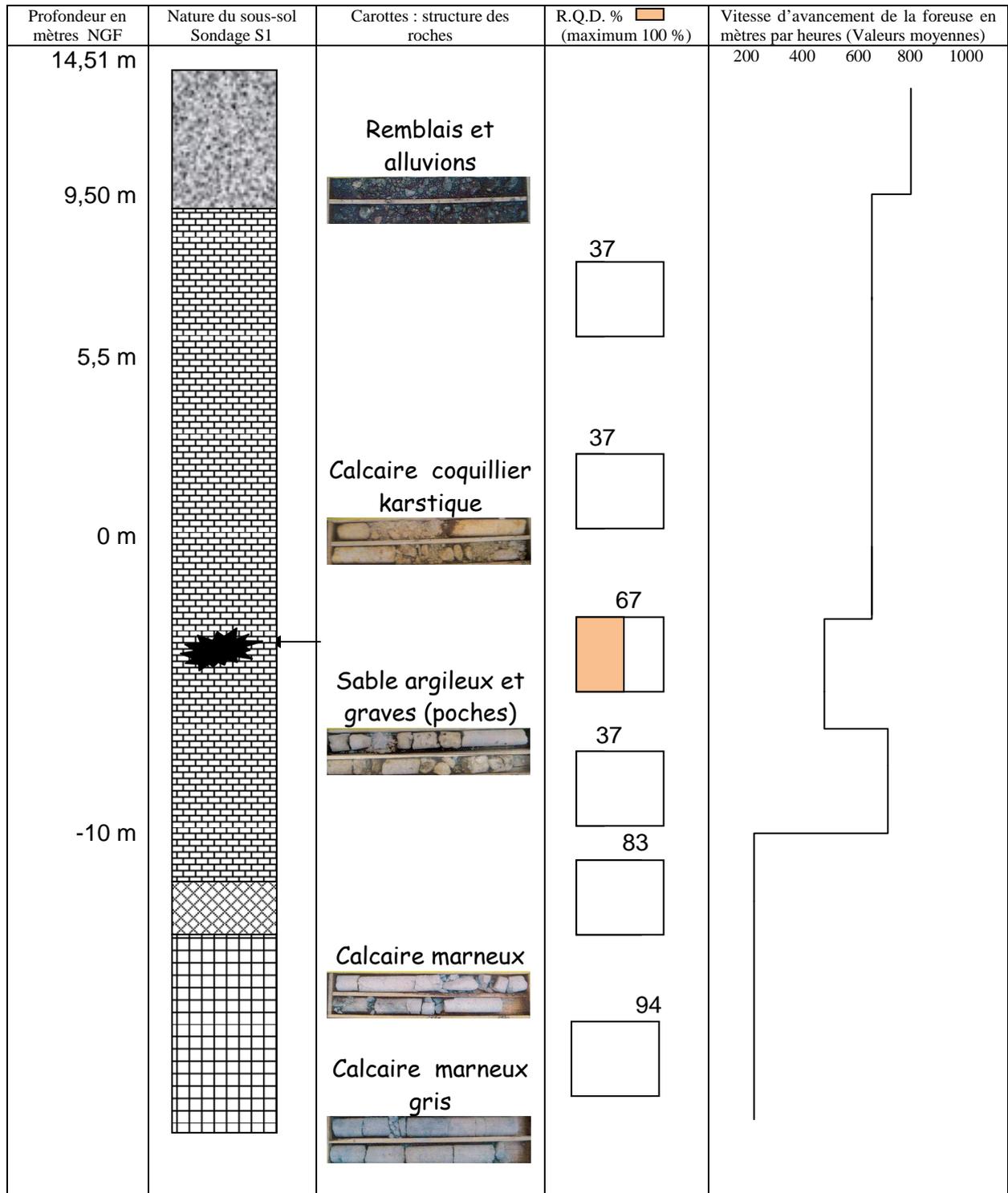
Document 1 : Projet



Document 2 : coupe du sondage S1 et caractéristiques physiques des roches

N.G.F : Niveau Géographique Français correspondant au 0 du niveau de la mer à Marseille

R.Q.D : « Rock Qualification Design » exprime la densité de fracturation. Sur 1 mètre de carotte on mesure la somme des morceaux dont la taille est égale ou plus grande que 10 centimètres et on calcule le pourcentage. Plus celui-ci est élevé moins la roche est fracturée.



Document 3 : caractéristiques des roches rencontrées au cours du forage

Roches	Caractéristiques
Remblais et alluvions	Remblais urbains grossiers à dominance argilo-sableuse, avec des graves (mélange de sables et de gravillons) et des morceaux de brique. Les alluvions se présentent soit sous le faciès argile compacte avec de petits galets, soit sous le faciès sable graveleux.
Calcaire karstique	Couche hétérogène constituée de bancs très altérés, tendres, fracturés, friables et de bancs calcaires massifs et très compacts. Présence de cavités remplies d'argiles meubles avec ou sans graves ou vides.
Calcaire marneux	Calcaire coquillier peu marneux cohérent. Avec présence de marnes, roche homogène, peu perméable, non altérée et non karstifiée.

Document 4 : caractéristiques hydrodynamiques

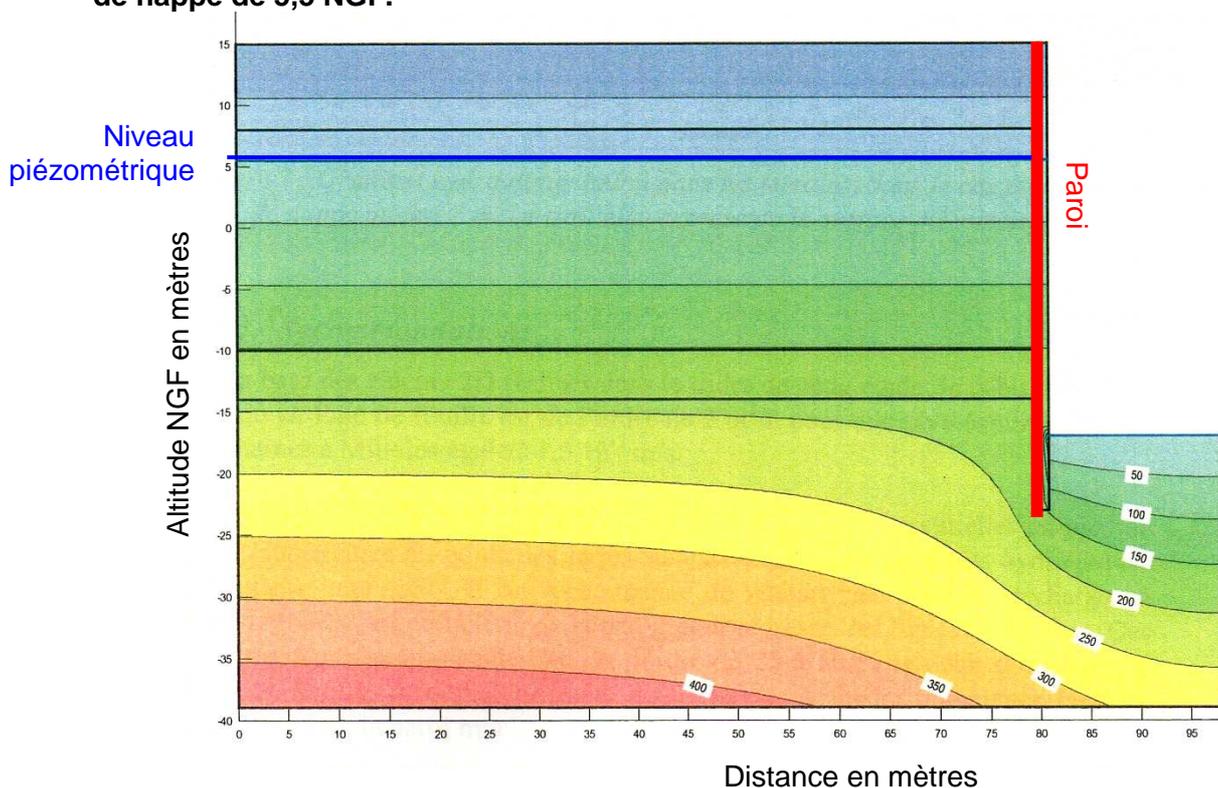
4 a : contexte hydrogéologique, par référence aux données du sondage S1

Le tableau suivant présente les différentes formations géologiques rencontrées sur le site, décrites du haut vers le bas et les perméabilités associées.

Formation	*Perméabilités horizontales
Remblais	_____
Calcaires karstiques	1.10^{-5} à 1.10^{-4} m.s ⁻¹
Calcaires marneux	3.10^{-7} m.s ⁻¹
Paroi moulée	5.10^{-9} m.s ⁻¹

* La perméabilité d'un milieu est son aptitude à laisser passer l'eau.

4b : modélisation de la distribution de la *pression interstitielle (kPa) pour un niveau de nappe de 5,5 NGF.



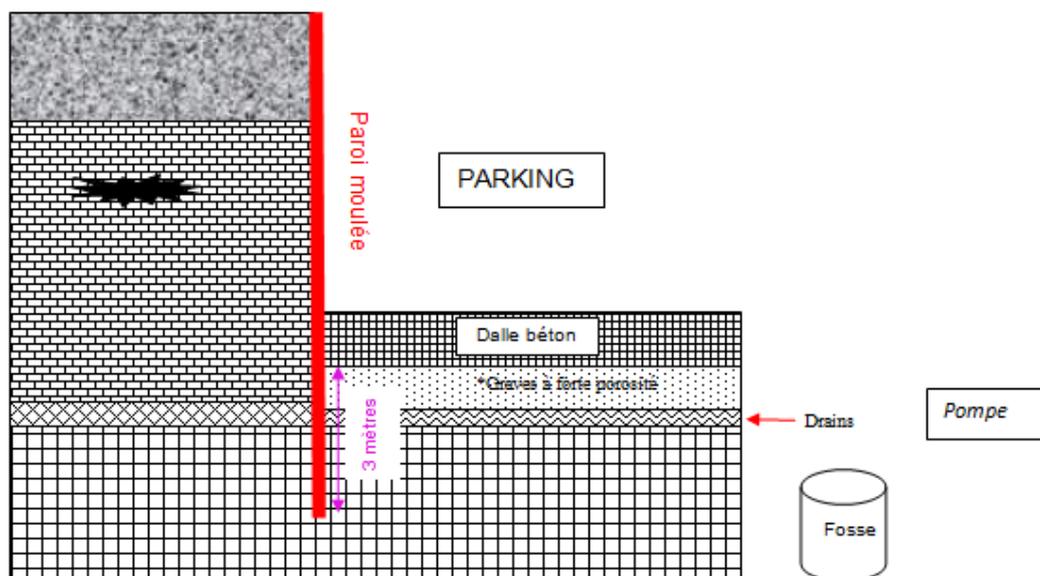
* La pression interstitielle est la pression exercée par l'eau

Document 5 à rendre avec la copie

Schématisation du plancher drainant préconisé par le cabinet d'études

Le radié drainant est constitué de 30 centimètres de graves à forte porosité, et d'un réseau de drains sous le plancher béton. La circulation de l'eau se fait le long de la paroi. L'eau est envoyée dans une fosse et reprise avec une pompe de relevage.

Remarque : sur ce schéma, les échelles, l'épaisseur et la profondeur des couches ne sont pas respectées.



Exercice 3 : l'exploitation des mines de potasse d'Alsace et son impact sur la nappe phréatique alsacienne

Pendant près de cent ans (1910 à 2002), les mines de potasse d'Alsace (MDPA) ont exploité l'unique gisement de sylvinite (KCl + NaCl) français pour en valoriser le KCl, composant essentiel des engrais. En effet, les plantes ont besoin d'un apport minéral régulier en azote (N), phosphore (P) et potassium (K). Ce dernier élément est apporté sous forme de chlorure de potassium (KCl) que les agriculteurs appellent « potasse ». La zone exploitée porte donc le nom de Bassin Potassique.

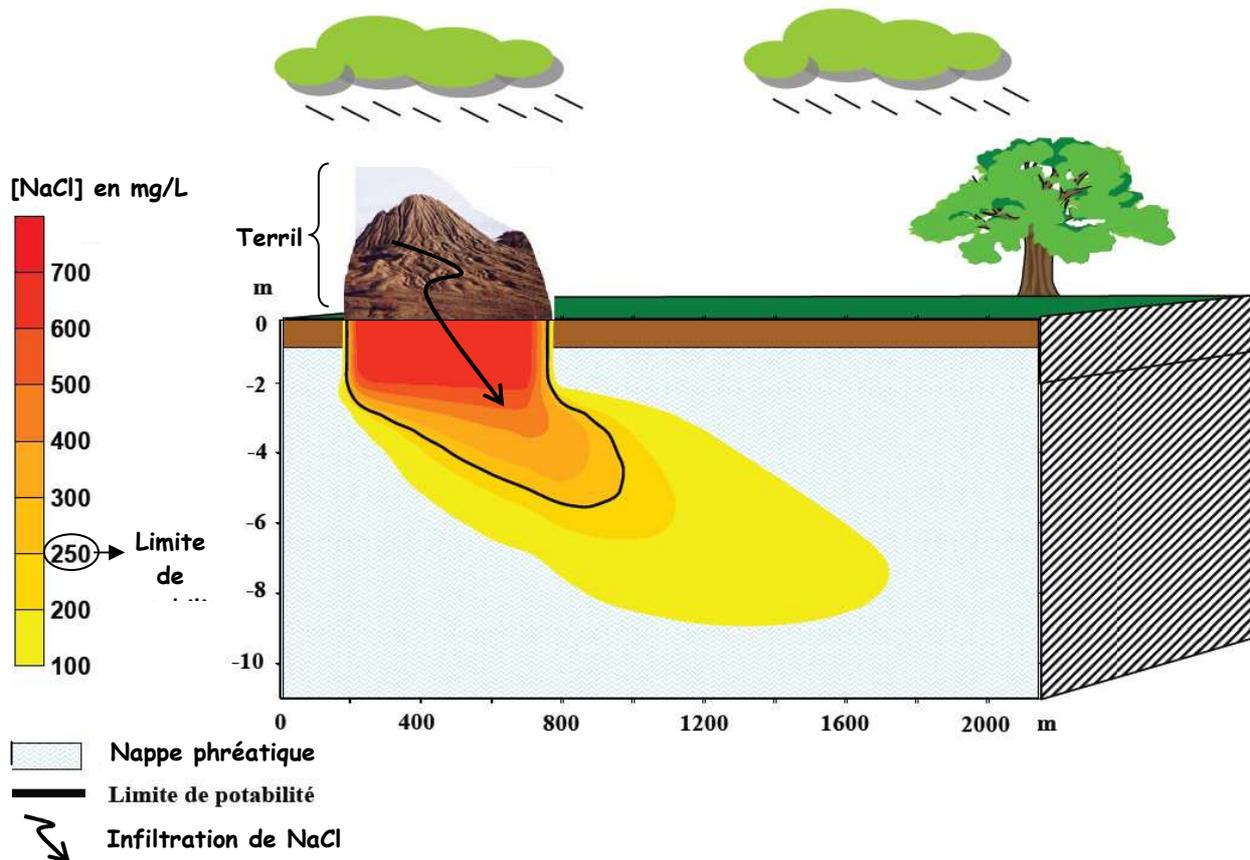
Couvrant une superficie de 203 km², à une profondeur moyenne de 630 m, le minerai de sylvinite est constitué de deux couches de quelques mètres d'épaisseur, distantes d'environ 20 m. Ces deux couches font partie d'un vaste ensemble salifère de plus de 1000 m d'épaisseur où alternent des bancs de marnes, de sel gemme (NaCl) et d'anhydrite.

Document 1. Caractéristiques du gisement du Bassin Potassique

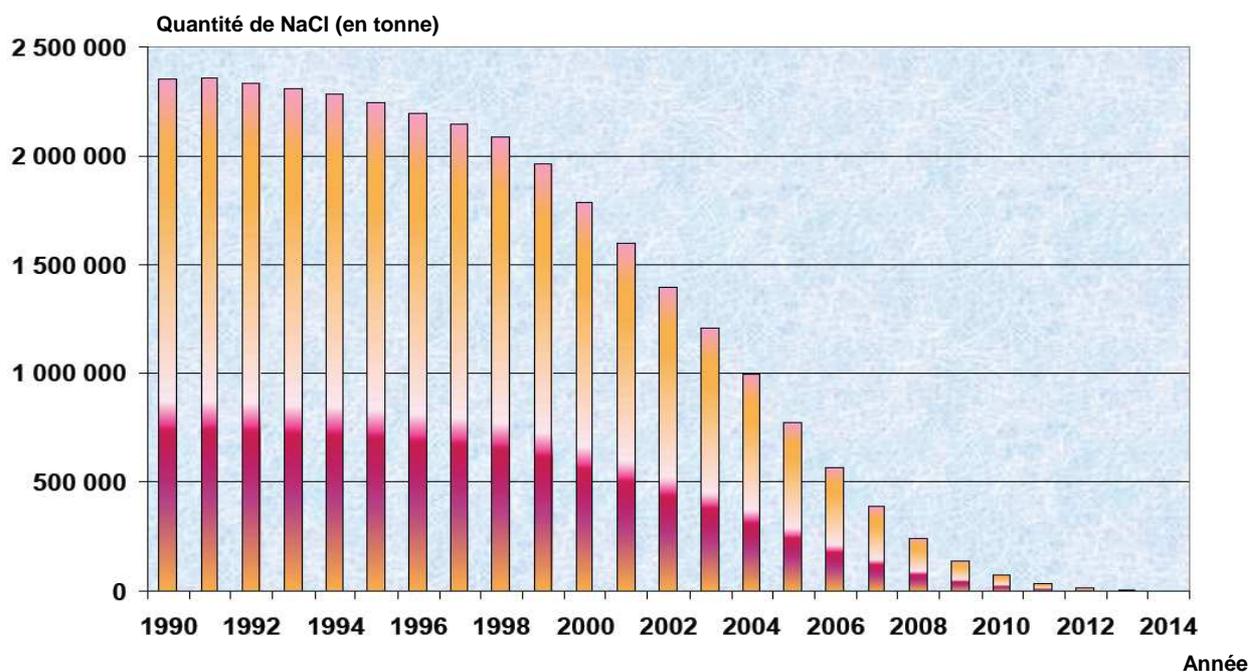


Tonnage des terrils en NaCl		
En kt	à l'origine	au 1/1/97
ALEX	1 450	300
RODOLPHE	650	269
MARIE-LOUISE	3 350	1 551
AMELIE NORD	3 045	1 358
AMELIE EST	950	303
AMELIE 2	220	55
JOSEPH-ELSE OUEST	1 200	524
JOSEPH-ELSE EST	1 100	785
ANNA	1 500	795
FERNAND	1 650	389
EUGENE	630	270
THEODORE	930	382
ENSISHEIM OUEST	440	198
ENSISHEIM EST	1 160	56
ENSISHEIM NORD	150	41
TOTAL	18 425	7 276

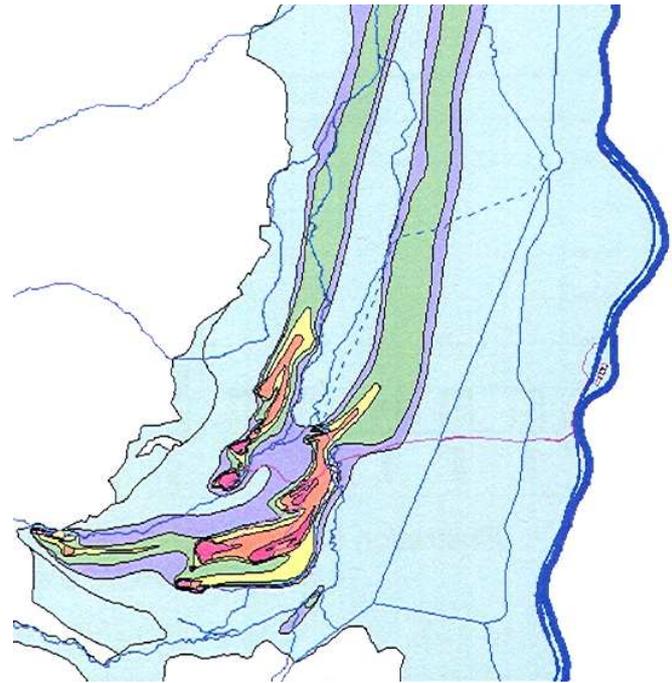
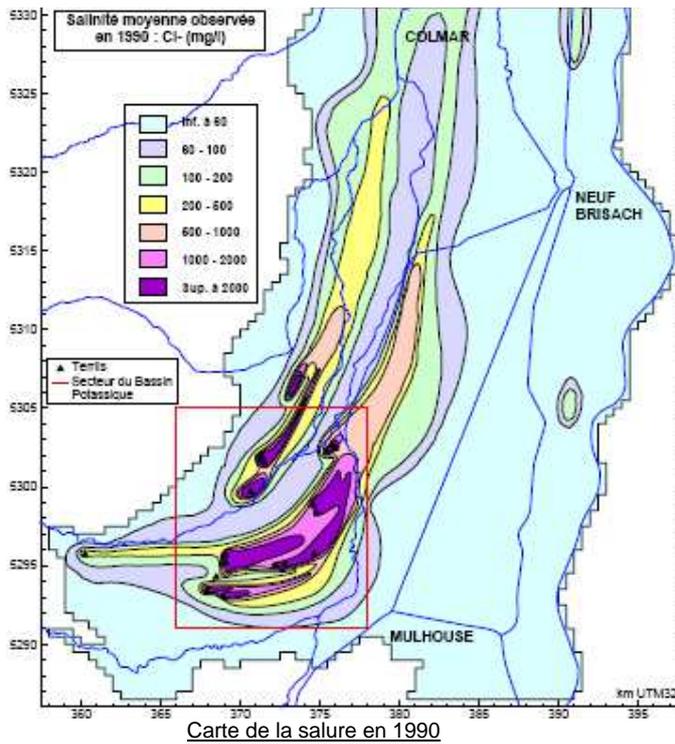
Document 2. Localisation et tonnage en NaCl des 15 terrils des MDPAs (source MDPAs)



Document 3. Mécanisme de formation d'une langue salée sous un terril (source MDPA)

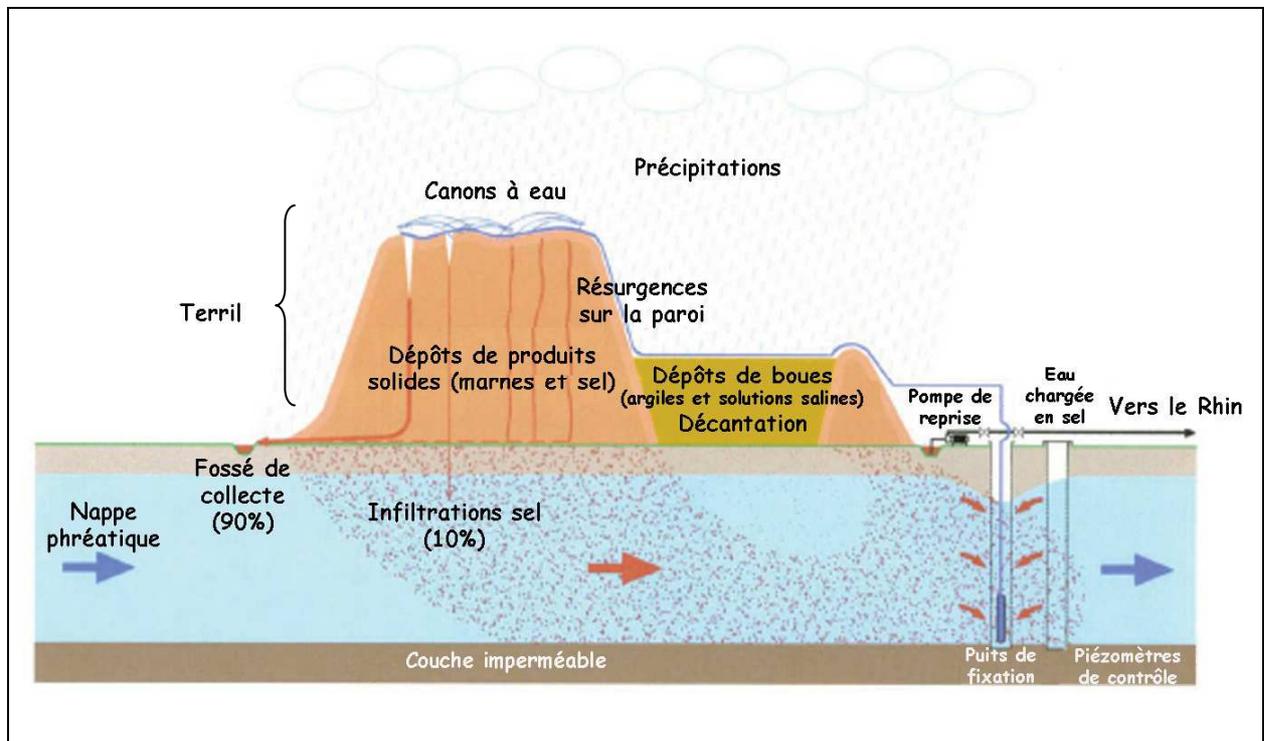


Document 4. Evolution réelle et prévisible de la quantité de NaCl dans la nappe phréatique d'Alsace (source MDPA)



Document 5. Historique de la pollution salée de la nappe phréatique d'Alsace

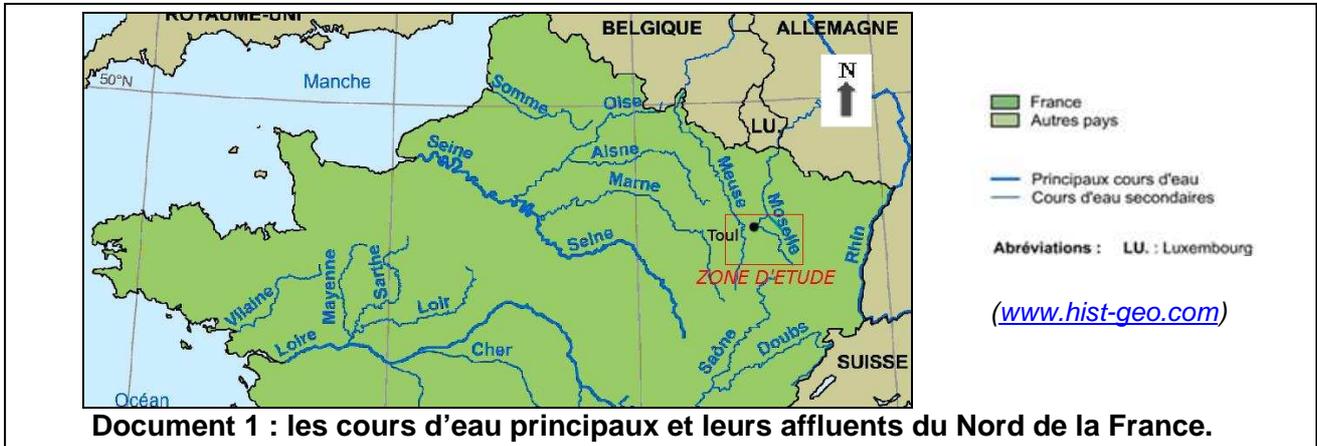
A l'époque, le seuil de potabilité des chlorures était fixé à 200 mg/L. Il est aujourd'hui harmonisé au niveau européen à 250 mg/L.



Document 6. Traitement d'un terril par dissolution accélérée (source MDPA)

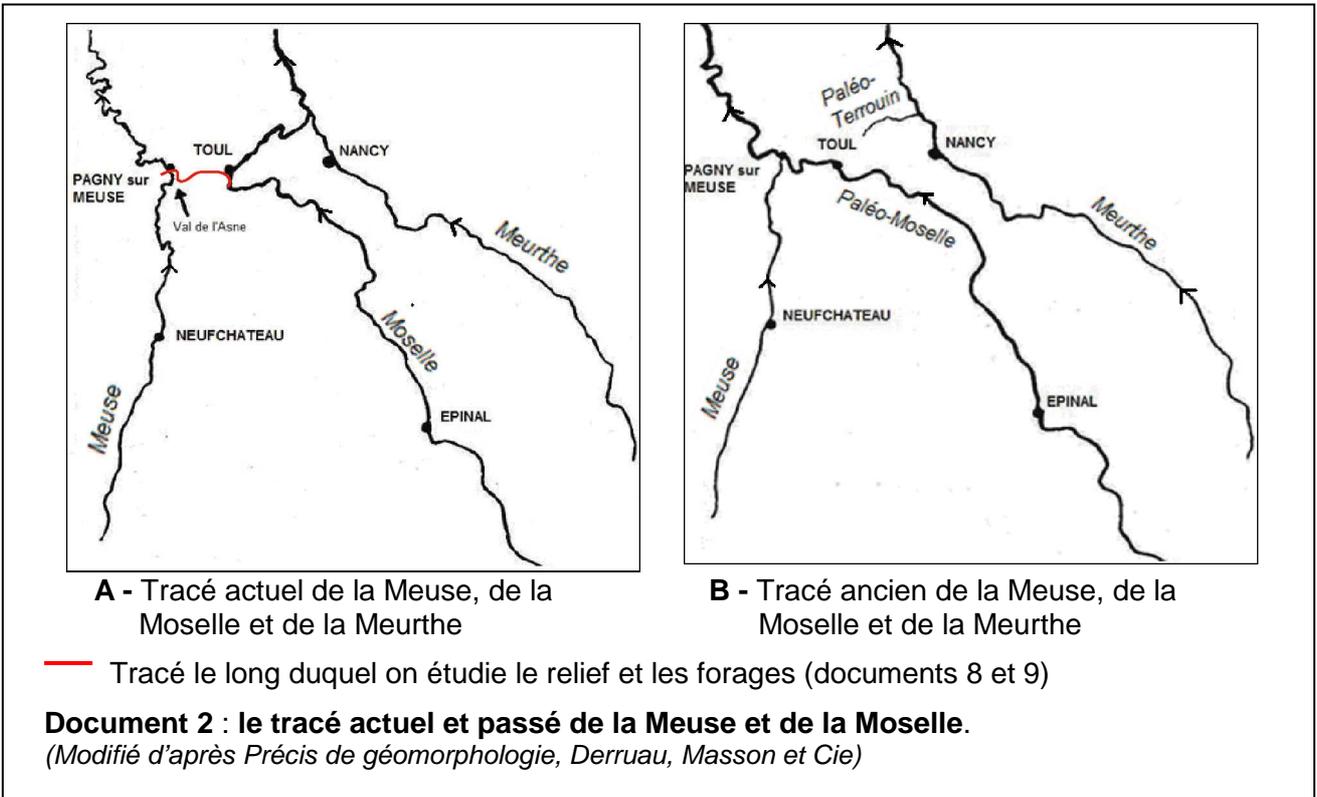
Exercice 4 : la capture de la Moselle

La Moselle est un affluent du Rhin. Elle prend sa source dans les Vosges et s'écoule vers le nord-nord-ouest en direction de la Meuse. A la hauteur de Toul, la Moselle change brusquement de direction et s'écoule alors vers le nord-est puis vers le nord avant de se jeter dans le Rhin à Coblenche en Allemagne.



Certains géologues et géographes (*Buvignier 1840, Davis 1895, Tricart 1950, Harmand et Le Roux 2000*) se sont intéressés au tracé particulier de la Moselle au niveau de Toul. Ils ont émis la thèse suivante :

« Auparavant, la Moselle se jetait dans la Meuse. Son tracé a été modifié pour rejoindre la Meurthe et prendre son allure actuelle. Ce phénomène est qualifié de capture »



L'exercice a pour objectif de découvrir les arguments qui ont permis aux scientifiques d'établir cette thèse et de présenter une des causes possibles à l'origine de cette capture.
Remarque = échelle pour les cartes (Toul-Nancy = 25 km). Voici différentes données géologiques sur ces deux rivières qui ont permis d'émettre cette thèse.

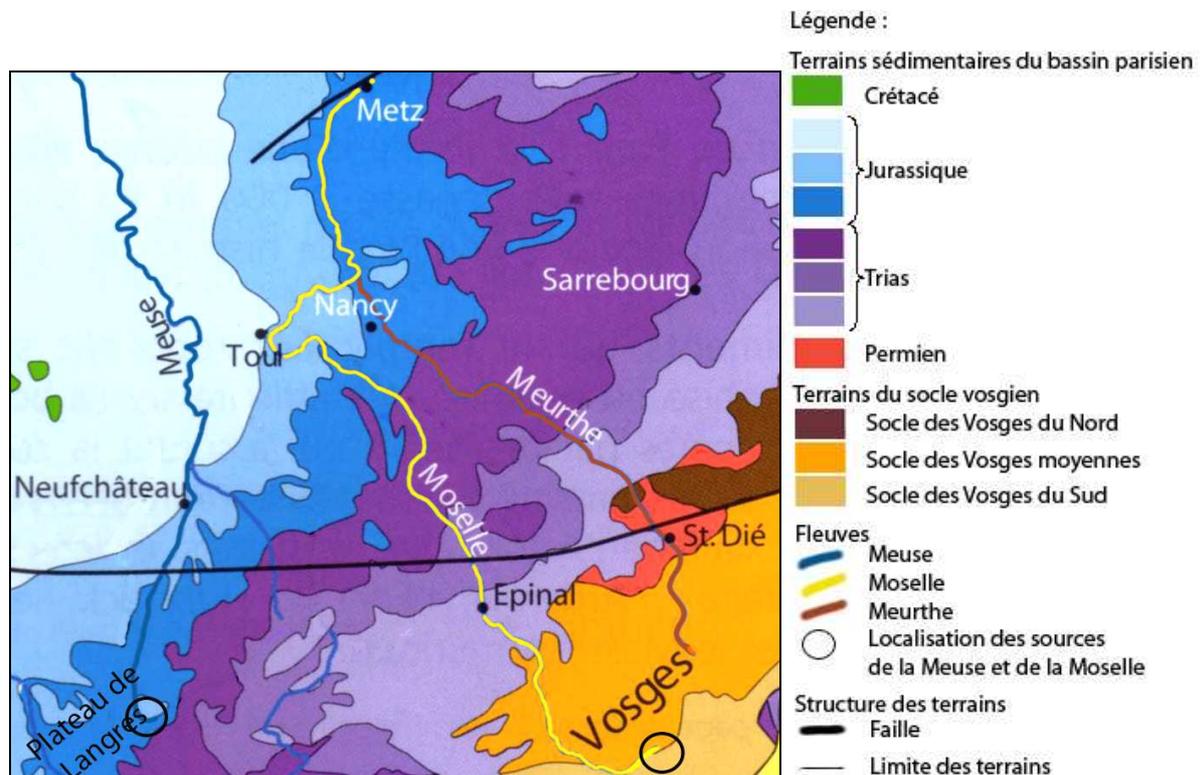
Les cours d'eau, tels la Meuse et la Moselle sont des agents d'érosion qui prélèvent des matériaux sur leur passage depuis leur source et qui les déposent en chemin. Ces matériaux, sous forme de sables et de galets, transportés et déposés par les cours sont des alluvions.

Les alluvions actuelles se déposent dans le lit* actuel du cours d'eau. Les alluvions anciennes se trouvent dans des zones qui correspondent à l'ancien lit du cours d'eau localisé souvent à sa proximité.

La nature des alluvions retrouvées dans le lit des rivières dépend de la nature des terrains traversés par les fleuves.

*le lit est une partie d'une vallée occupée de manière permanente ou temporaire par un cours d'eau.

Document 3 : les cours d'eau, des agents d'érosion



Document 4 : extrait nord est de la carte géologique de la France au 1/1 500 000 et nature des terrains géologiques traversés par la Meuse et la Moselle.

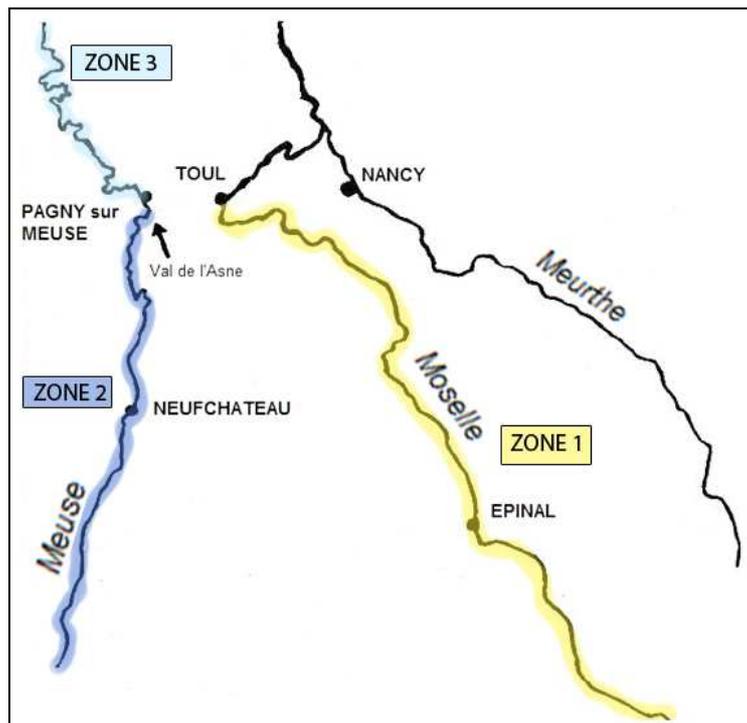
Le Jurassique est composé de roches carbonatées et argileuses.

Le Trias est composé de roches gréseuses, carbonatées et argileuses.

Le socle des Vosges est constitué en grande majorité de roches granitiques et métamorphiques (gneiss). D'autres types de roches sont rencontrées dans le socle vosgien : roches sédimentaires détritiques siliceuses, roches volcaniques basaltiques à rhyolitiques, des roches métamorphiques de type éclogite et des péridotites...

(Modifié d'après Géologie et Géographie de la Lorraine. Le Bassin de Paris : un bassin sédimentaire intracontinental. J. Le Roux.)

	Localisation	Nature des alluvions anciennes (avant la capture de la Moselle)
ZONE 1	Moselle en amont de Toul	Galets de compositions granitique et gréseuse
ZONE 2	Meuse en amont de Pagny sur Meuse	Galets uniquement calcaires
ZONE 3	Meuse en aval de Pagny sur Meuse	Galets de composition granitique et gréseuse et quelques galets calcaires



Document 5 : nature des anciennes alluvions trouvées au niveau de la Meuse et de la Moselle

- 1) A partir des documents 3 et 4, citer, de l'amont vers l'aval, la nature des terrains traversés par la Moselle et la Meuse et en déduire la nature des galets composant les alluvions actuelles de ces deux rivières.

2) Expliquer en quoi la nature des alluvions anciennes de la Meuse est un argument en faveur de la thèse émise par les géologues.



Document 6 : photographie d'un méandre de la Meuse dans les Ardennes.

Les méandres qui correspondent à des sinuosités des cours d'eau, présentent un relief typique. La rive concave est rongée par le courant et la berge y est abrupte. La rive convexe est en pente douce et est constituée d'alluvions. (Wikipedia)

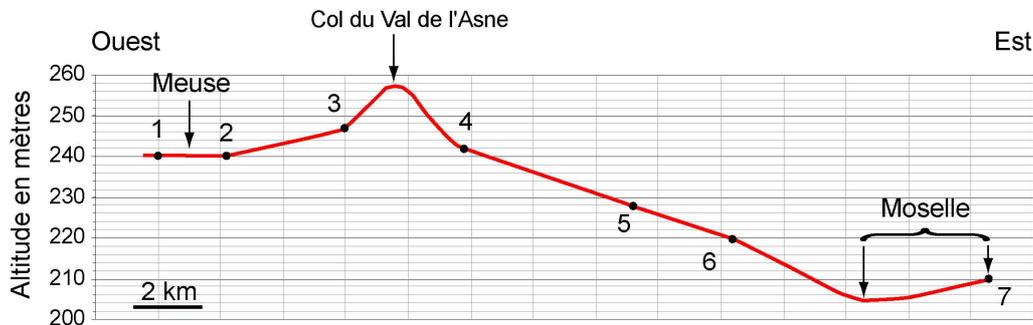


Document 7 : image satellitaire du « Val de l'Asne », paysage observé entre Toul et Pagny sur Meuse. Localisation de cette vue en document 2A (Google Earth)

3) Après avoir pris connaissance du relief pouvant se développer au niveau d'un méandre (document 6), dire en quoi le paysage entre Toul et Pagny sur Meuse du document 7 est un argument en faveur de l'existence passée d'un cours d'eau à cet endroit.

Représenter, sur le document 7, par un trait rouge le tracé probable du cours d'eau aujourd'hui disparu : la Paléo-Moselle; rendre le document 7 avec la copie.

Les documents 8 et 9 permettent de réfléchir à l'évolution du relief le long du tracé supposé de la Paléo-Moselle, entre la Meuse et la Moselle actuelle. Actuellement, le relief ne permet pas un écoulement d'eau de la Moselle vers la Meuse. Le relief avant la capture peut être reconstitué grâce à certaines données (document 9).



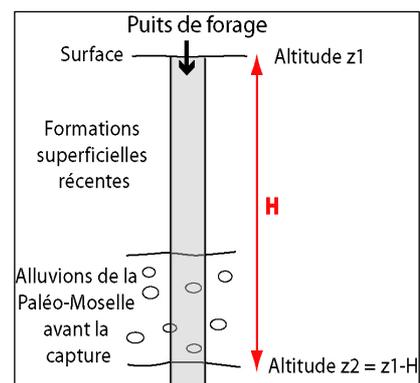
Document 8 : relief actuel entre la Meuse et la Moselle, le long du tracé probable de la Paléo-Moselle (voir tracé sur le document 2) entre Toul (à l'Est) et Pagny (à l'Ouest).
 Les numéros font référence aux lieux des forages présentés dans le document 9.
 Remarque : L'échelle verticale est exagérée. (Modifié d'après Harmand et Le Roux, 2000)

Localisation et référence des forages. Les numéros 1 à 7 figurent sur le document 8	Altitude de la base des alluvions datées d'avant la capture
N°1. Ouest de Pagny sur Meuse (Douard et al., 1972)	222 m
N°2. Pagny sur Meuse (Douard et al., 1972)	222 m
N°3. Lay-Saint-Rémy (Douard et al., 1972)	224 m
N°4. Sud de Foug (Douard et al., 1972)	227 m
N°5. Grandmesnil (Husson, 1864)	229 m
N°6. Ecrouves	230 m
N°7. Pierre-la-Treiche	235 m

Document 9 : altitude des alluvions anciennes datées d'avant la capture de la Moselle d'après l'étude de forages

Pour connaître l'altitude des alluvions anciennes de la Paléo-Moselle des forages ont été réalisés. Il apparaît que des alluvions sont enfouies sous des formations superficielles récentes. Le forage donne accès à la base de ces alluvions qui traduit l'altitude à laquelle se trouvait le lit de la Paléo-Moselle avant la capture. (voir tableau ci-dessus)

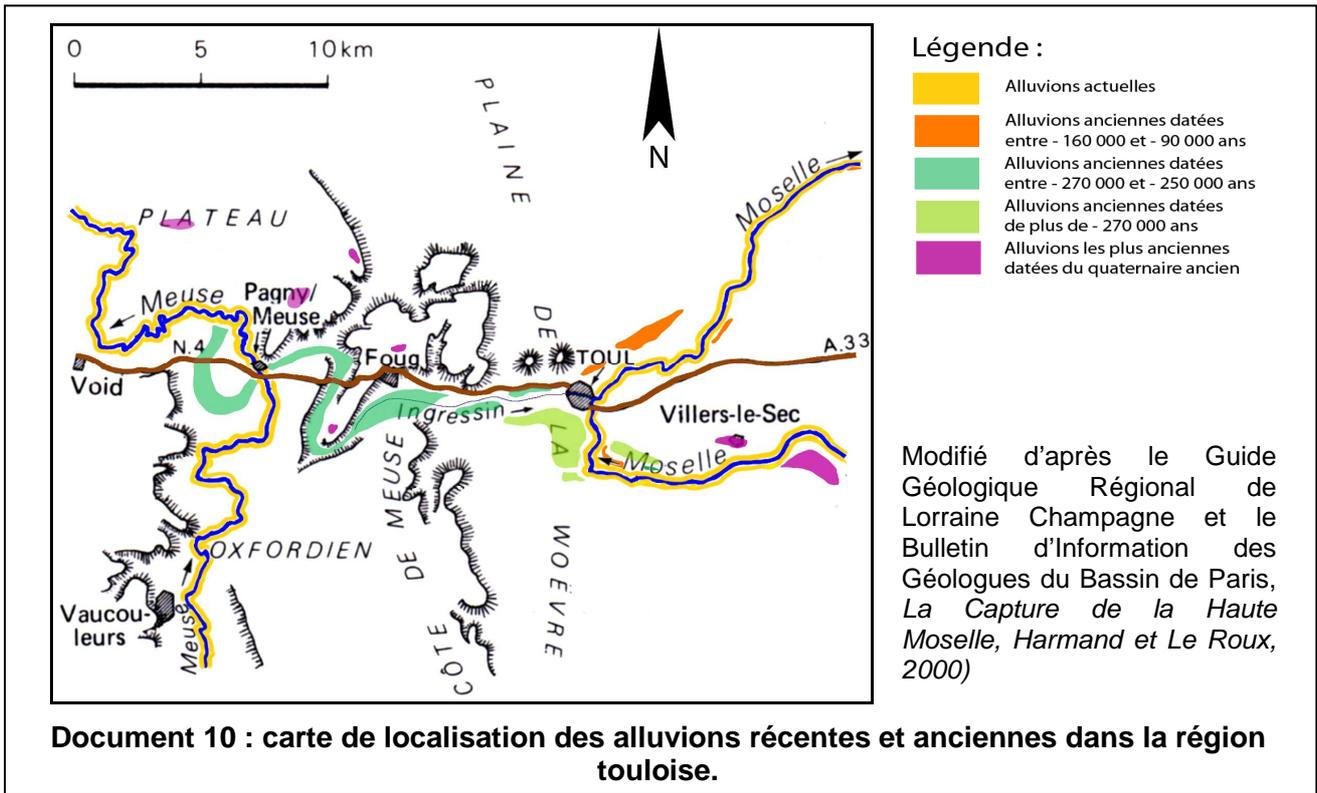
Remarque: En réalisant un forage aux points 5, 6 et 7 on ne trouve pas les alluvions anciennes. En revanche, on trouve ces alluvions à quelques centaines de mètres de là, à des altitudes plus élevées. On fait l'hypothèse qu'aux points 5, 6 et 7 les alluvions anciennes ont été érodées, mais qu'elles se trouvaient à la même altitude que les restes d'alluvions observés à proximité.



4) A partir des données du tableau du document 9, tracer sur le document 8 le profil du lit de la Paléo-Moselle avant la capture; rendre le document 8 avec la copie.

5) Représenter par des flèches sur le document 8 l'écoulement des eaux possible avant la capture, entre Toul et Pagny sur Meuse.

Expliquer en quoi l'altitude du lit de la Paléo-Moselle entre Toul et Pagny sur Meuse est un argument supplémentaire en faveur de la thèse des géologues.



6) A partir de la répartition des alluvions d'âges différents présentées sur le document 10, donner un âge approximatif pour la capture de la Moselle. Expliquer brièvement votre raisonnement.

Il existe de nombreuses hypothèses sur les causes de la capture de la Moselle. Le document 11 permet de réfléchir à l'une d'entre elles.

Les cours d'eau sont des agents d'érosion qui modifient le paysage et leur lit au cours des temps géologiques. Le travail du cours d'eau est de creuser à certains endroits, là où la pente est importante, de transporter des matériaux et de les déposer à d'autres endroits, là où la pente s'adoucit. Ces creusements et ces remblaiements aboutissent au cours du temps à l'établissement d'un profil d'équilibre du cours d'eau. Le profil d'équilibre correspond à une pente minimale qui permet au cours d'eau de s'écouler et de transporter des matériaux sans les déposer et sans éroder. Au cours de l'établissement de cette pente d'équilibre, la source du cours d'eau a tendance à reculer par érosion régressive. De même les ravinements qui se créent dans les champs lors d'un orage, sont comme des petits cours d'eau dont le point de départ tend à se propager vers le haut lors de l'orage suivant. Au changement d'échelle près, il en est de même pour les fleuves et les rivières.

Document 11 : modification de la pente du lit des cours d'eau au cours du temps.
(Modifié d'après *Précis de géomorphologie, Derruau, Masson et Cie*)

7) A partir des informations données dans le document 11 et de l'observation du document 2B, proposer une explication de ce qui a pu se passer aux environs de Toul pour que la Moselle modifie son tracé.

8) Résumer en une dizaine de lignes les arguments en faveur de la thèse de la capture de Moselle.

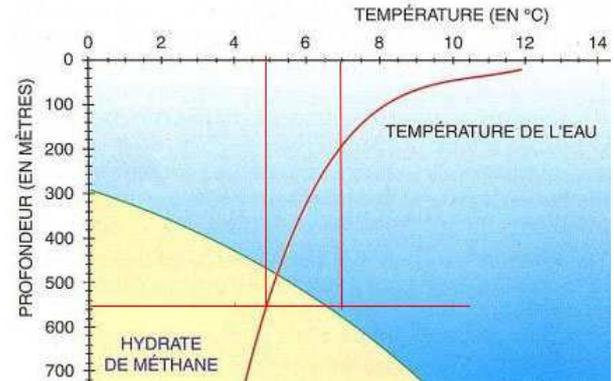
SESSION 2009

OLYMPIADES DES GEOSCIENCES

**ACADEMIES DE
BESANCON, DIJON,
NANCY-METZ, REIMS,
STRASBOURG**

Proposition de corrigé et barème.

Exercice 1 : « hydrates de méthane »

	Saisie d'informations	interprétations	points
1	<p>a-H de M en bordure des océans (doc 2) + présence de phytoplancton(doc1)+ conditions de t° et de P (valeurs non attendues) où ils sont stables (doc3)</p>  <p>b- limite supérieure à 500 m (croisement géotherme et limite de stabilité)</p>	<p>Talus continental</p>	<p>0,5 0,5 0,5 0,5</p> <p>1</p>
2	<p>- Raisonnement (comparaison en GJ ou en Gtep) Consommation énergétique mondiale annuelle : $3,4 \cdot 10^{11}$ GJ Quantité d'énergie contenue dans les réserves de méthane : $1,1 \cdot 10^{14}$ GJ - Nombre d'années de réserve : 324 ans exactitude du résultat (+ ou - 2 ans)</p>		<p>1</p> <p>1</p>
3	<p>Détermination graphique</p>  <p>-A 550m et 7°C, les H de M ne sont plus stables -donc il y a libération de méthane (gazeux) -dans l'atmosphère</p>		<p>1</p> <p>0,5 0,5 0,5</p>

4	<p>Doc 6: Corrélation entre les 3 courbes</p> <p>Le méthane est un GES</p> <p>Réchauffement ---> libération CH4 ---> ↗ température</p>  <p>Idée d'emballement du phénomène</p>	<p>0,5</p> <p>0,5 causalité 1</p> <p>0,5 causalité 2</p> <p>1</p>
---	--	--

Exercice 2 :
« Les travaux de construction d'un parking souterrain »

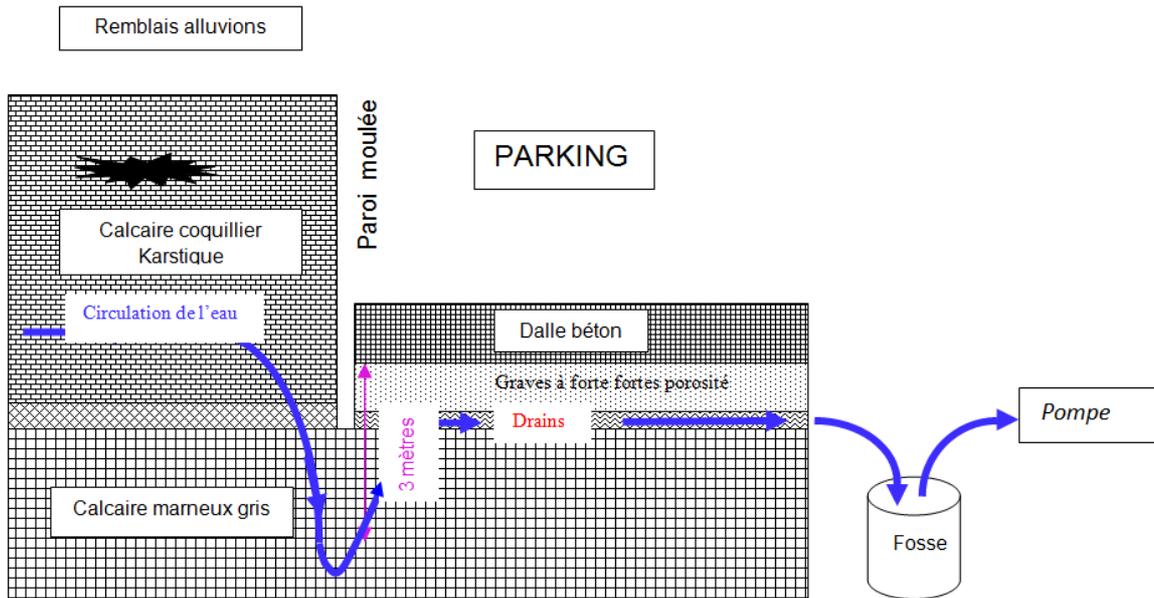
Saisies d'informations	Interprétation	Points
<p>Question 1 <u>Documents 1, 2, 3 et 4a :</u> - Le parking est à creuser dans un sous sol hétérogène qui contient une nappe d'eau dont le niveau est élevé. - Le calcaire coquiller karstique : <i>RQD faible</i> <i>Vitesse d'avancement de la foreuse rapide</i> → calcaire fracturé. - Le calcaire coquillier est perméable.</p>	<p><u>Risques</u> : humidité, inondation, effondrement</p>	1,5
<p>Question 2 Utilisation du doc 5 Voir document page suivante</p>	<p>Tout trajet cohérent sinon 0</p>	1
<p>Question 3 Paroi moulée</p> <p><u>Documents 1, 2, 3 et 4a</u> Calcaires marneux sous le parking sont résistants (résistent à la vitesse d'avancement de la foreuse), homogènes (ont un RQD très élevé) et peu perméables</p>	<p>La solution impose un système de protection imperméable mais les parois devront supporter la pression exercée par la nappe.</p> <p>Les calcaires marneux situés juste sous le parking ont des caractéristiques qui permettent d'ancrer solidement une paroi moulée étanche</p>	1 et 1
<p>Plancher drainant <u>Document 4b</u> La modélisation de la distribution de la pression interstitielle montre que celle-ci diminue, en pied de paroi / pression moyenne qui s'exerce sous la nappe, à la même profondeur</p>	<p>La dépression constatée au pied de la paroi sécurise l'ancrage des parois et garantit la stabilité de l'ouvrage. De l'eau sous pression peut s'infiltrer dans les roches sous la nappe. L'eau pourra contourner le pied des parois et remonter sous le parking d'où la nécessité de créer un plancher drainant</p>	1 et 1

Document 5 : Le plancher drainant est constitué de drains surmontés par une roche très poreuse puis par une dalle de béton.

Celui-ci « récupère » les eaux infiltrées en dessous et les draine à l'extérieur de l'ouvrage dans une fosse. Un réservoir d'eau est constitué juste au dessus par le niveau de gravas.

1 et 1

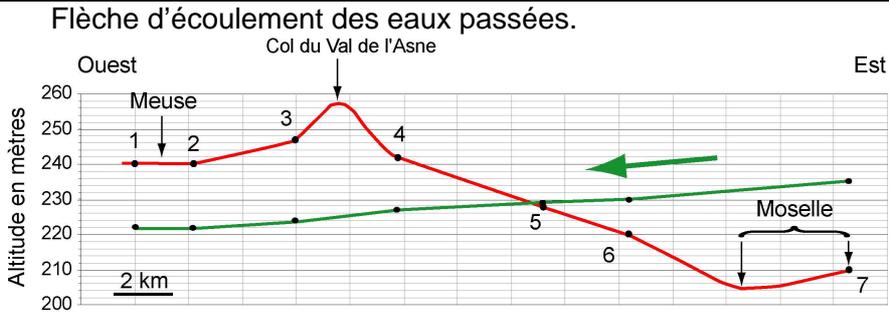
Document 5 à rendre avec la copie



Exercice 3 : l'exploitation des mines de potasse d'Alsace et son impact sur la nappe phréatique alsacienne

question	Réponses attendues	points
1 (Saisie d'informations)	<ul style="list-style-type: none"> - doc 1 : Le gisement exploité est la sylvinite, c'est un mélange de KCl, NaCl et de marnes insolubles. Seul le KCl est utilisé, le reste est stocké sur des terrils, 18,4 Mt ont été mis en terrils. - doc 2 : Le sel a été réparti sur 15 terrils dans le bassin potassique. Le tonnage en sel a diminué considérablement au cours du temps : en 97, plus de la moitié a disparu. - doc 3 : Le sel est très soluble et il est lessivé à chaque pluie puis entraîné en profondeur dans la nappe phréatique. Il se forme ainsi une langue salée dans la nappe qui dépasse la limite de potabilité (250 mg/L) à proximité du terril. - doc 4 : En 1990, il y a près de 2,5 Mt de NaCl dans la nappe phréatique alsacienne. - doc 5 : En 1990, deux immenses langues salées non potables s'étendent depuis les terrils vers le Nord. La pollution est considérable, 	5
2 (saisie d'informations)	<ul style="list-style-type: none"> - doc 6 : Les terrils sont à la source de cette pollution il faut donc les traiter. On peut accélérer la dissolution du sel avec des canons à eau et récupérer les infiltrations de sel dans un puits de fixation avant qu'elles ne partent dans la nappe. - doc 7 : D'autres terrils sont isolés de l'eau de pluie par une couche étanche recouverte d'une protection végétale. Le sel restant dans le terril ne peut plus être dissout et ne pollue plus la nappe. - doc 8 : En 2008, presque tous les terrils ont été traités par l'une ou l'autre des deux méthodes précédentes. Il n'en reste plus que 2 (Marie-Louise et Amélie-nord) en cours de traitement. 	3
3 (saisie d'informations)	<ul style="list-style-type: none"> - doc 4 : Les MDPA prévoient que la nappe redevienne normale en 2014. En 2008, la quantité de sel a été divisée par 10. Les traitements réalisés sont donc efficaces. - Doc 5 : Les deux langues salées ont fortement diminué entre 1990 et 2005 : les zones qui dépassent le seuil de potabilité sont confinées au secteur sud et il n'y a plus de salinité supérieure à 2000 mg/l. 	2

Correction : La capture de la Moselle

Questions	Élément de réponse attendu	Barème
1	<ul style="list-style-type: none"> - La Moselle traverse des terrains du socle Vosgien de composition granitique et métamorphique essentiellement, puis des terrains du Trias gréseux et du Jurassique carbonatés et argileux. - Les alluvions actuelles dans la Moselle sont donc de même nature que les terrains traversés : carbonatés, gréseux, granitiques, métamorphiques ... (argileux peut être évoqué par l'élève même si on sait que ces roches sont friables). - La Meuse traverse des terrains du Jurassique carbonatés et marneux. - Les alluvions actuelles dans la Meuse sont donc de la même nature que les terrains traversés : carbonatés (et argileux). <p><i>Identification des terrains traversés, d'après la carte :</i></p> <p><i>Nature des alluvions actuelles :</i></p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> - La nature des alluvions des zones 1 et 2 correspond à la nature des terrains traversés et aussi aux alluvions actuelles. - La zone 3 présente des alluvions de compositions gréseuse et granitique ce qui est surprenant vu le tracé actuel de la Meuse. - Les galets gréseux et granitiques ont pu être apportés par la Moselle lorsqu'elle se jetait dans la Meuse (avant la capture). 	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>1</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> - Le relief est similaire entre un méandre actuel et le Val de L'Asne. - Ceci laisse supposer qu'un méandre existait entre Toul et Pagny sur Meuse. Ce méandre aurait été emprunté par un cours d'eau qui raccordait la Moselle et la Meuse (Paléo-Moselle). - Exactitude du tracé 	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>1</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> - Points bien placés et reliés. (Voir graphique ci-dessous) 	<p>1</p>
5	<p style="text-align: center;">Flèche d'écoulement des eaux passées.</p>  <ul style="list-style-type: none"> - La topographie passée permettait l'écoulement des eaux de la Moselle vers la Meuse (ce qui n'est plus possible à l'actuel) ce qui 	<p>0,5</p> <p>1</p>

	va dans le sens de la thèse des géologues.	
6	<ul style="list-style-type: none"> - Des alluvions anciennes datées de -270 000 à -250 000 ans sont retrouvées entre Toul et Pagny sur Meuse. Les alluvions plus récentes datées de -160 000 à -90 000 ans ne s'y trouvent plus. - La capture est datée entre -250 000 et -160 000 ans d'après ce document. 	0,5 0,5
7	<ul style="list-style-type: none"> - Sur le document 2B, le Paléo-Terrouin est un ancien affluent de la Meurthe dont la source était relativement proche de Toul et de la Paléo-Moselle. Son tracé ressemble à celui de la Moselle actuelle entre Toul et la Meurthe. - Le recul de la source du Paléo-Terrouin par érosion régressive d'après le document 8) aurait pu capturer la Moselle et la faire s'écouler vers la Meurthe. 	0,5 0,5
8	<ul style="list-style-type: none"> - Eléments de réponse attendus dans la synthèse : <ul style="list-style-type: none"> - Alluvions siliceuses retrouvées dans la Meuse ne peuvent provenir que de la Moselle. - Observation d'un paléo-méandre entre Toul et Pagny sur Meuse, traduisant le passage d'une ancienne rivière, éventuellement la Paléo-Moselle. - Profil du lit de la Paléo-Moselle permettant un écoulement des eaux de la Moselle vers la Meuse. 	0,5