

CAMPAGNE D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES 1^{ER} SUIVI


Golf de Deva – Sheraton - SHD

Commune de Bourail

CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1

Avril 2017



	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

Titre : Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – Mars 2017

Demandeur : SHD

Destinataire(s) : DENV

Copie(s) : SHD, Sheraton

Référence commande : Devis CAPSE NC 2017-Y51 rev0

Bon de commande n°756 du 27 décembre 2016

HISTORIQUE DU DOCUMENT


Version	Date	Rédaction	Vérification	Approbation	Approbation client	Commentaires
Rev 1	19/04/17	M.MICHEL	M.MICHEL	C.DELORME	D.MICHAUD	Suite aux commentaires client
Rev 0	06/04/17	M.MICHEL	M.MICHEL	C.DELORME	D.MICHAUD	Etablissement

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à CAPSE NC, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de CAPSE NC ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.


Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par CAPSE NC dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. La responsabilité de CAPSE NC ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée. CAPSE NC dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
AVANT PROPOS	5
1 LOCALISATION DU SITE ET DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGES	6
1.1 LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE	6
1.2 LOCALISATION DES PIEZOMETRES.....	7
2 METHODOLOGIE	8
2.1 ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SOUTERRAINES	8
2.2 PROGRAMMES ANALYTIQUES	8
2.3 CONDITIONS DE PRELEVEMENT	9
3 RESULTATS DES ANALYSES.....	10
3.1 METHODOLOGIE APPLIQUEE	10
3.2 RESULTATS	11
3.3 INTERPRETATION	13
4 CONCLUSION ET PERSPECTIVE.....	15
ANNEXES	16

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

LISTE DES TABLEAUX


Tableau 1 : Récapitulatif des paramètres analysés, ainsi que des normes d'analyses et des limites de quantification associées concernant les eaux souterraines.	8
Tableau 2 : Résultats des analyses in situ d'eaux souterraines pour les 3 piézomètres – Mars 2017	11
Tableau 3 : Résultats des analyses ex situ d'eaux souterraines pour les 3 piézomètres – Mars 2017.....	12

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site à l'étude.....	6
Figure 2 : Localisation des points de prélèvements.....	7
Figure 3 : Diagramme des précipitations pour le mois de mars 2017 – Station de relevés de La Foa (source : météo.nc).....	9
Figure 4 : Diagramme des températures pour le mois de mars 2017 - Station de relevés de La Foa (source : météo.nc).....	10

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 Fiche d'échantillonnage des eaux souterraines	17
ANNEXE 2 Bordereaux analytiques	18
ANNEXE 3 : Note explicative - Evaluation SEQ Eau - Eaux souterraines	19

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

AVANT PROPOS

Ce rapport de synthèse a pour objectif de présenter les résultats d'analyses de la campagne de prélèvements effectuée le 13 mars 2017 par CAPSE NC sur le site du golf de Deva, au niveau du complexe hôtelier du Sheraton, sur le domaine de Deva, commune de Bourail.

Ces analyses sont effectuées sur demande de la direction de l'environnement (service impacts). En effet, il n'y a pas de contexte réglementaire spécifique.

Le présent rapport comportera :

- La localisation du site et des points de prélèvement,
- Une description des investigations de terrain réalisées et de la méthodologie suivie,
- La présentation des résultats bruts obtenus sur les prélèvements des eaux résiduaires et des eaux souterraines,
- La comparaison des résultats obtenus aux valeurs seuils réglementaires ou valeurs guide.

CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

1 LOCALISATION DU SITE ET DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGES

1.1 LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE

Les prélèvements d'eaux ont été réalisés afin de caractériser les eaux souterraines du golf de Déva, exploité par la SHD, installation située sur la commune de Bourail et (Société hôtelière de Deva).

Ce site est situé dans un contexte particulier. Il est situé :

- Sur le domaine de Deva (domaine provincial doté d'une charte développement durable et d'un plan de gestion environnemental);
- Dans la zone de tampon terrestre UNESCO et limitrophe à la zone maritime UNESCO (site UNESCO de la Zone Côtière Ouest);
- Limitrophe à une réserve naturelle maritime (réserve marine de Poé) et à deux écosystèmes d'intérêt patrimonial (herbier et forêt sèche).

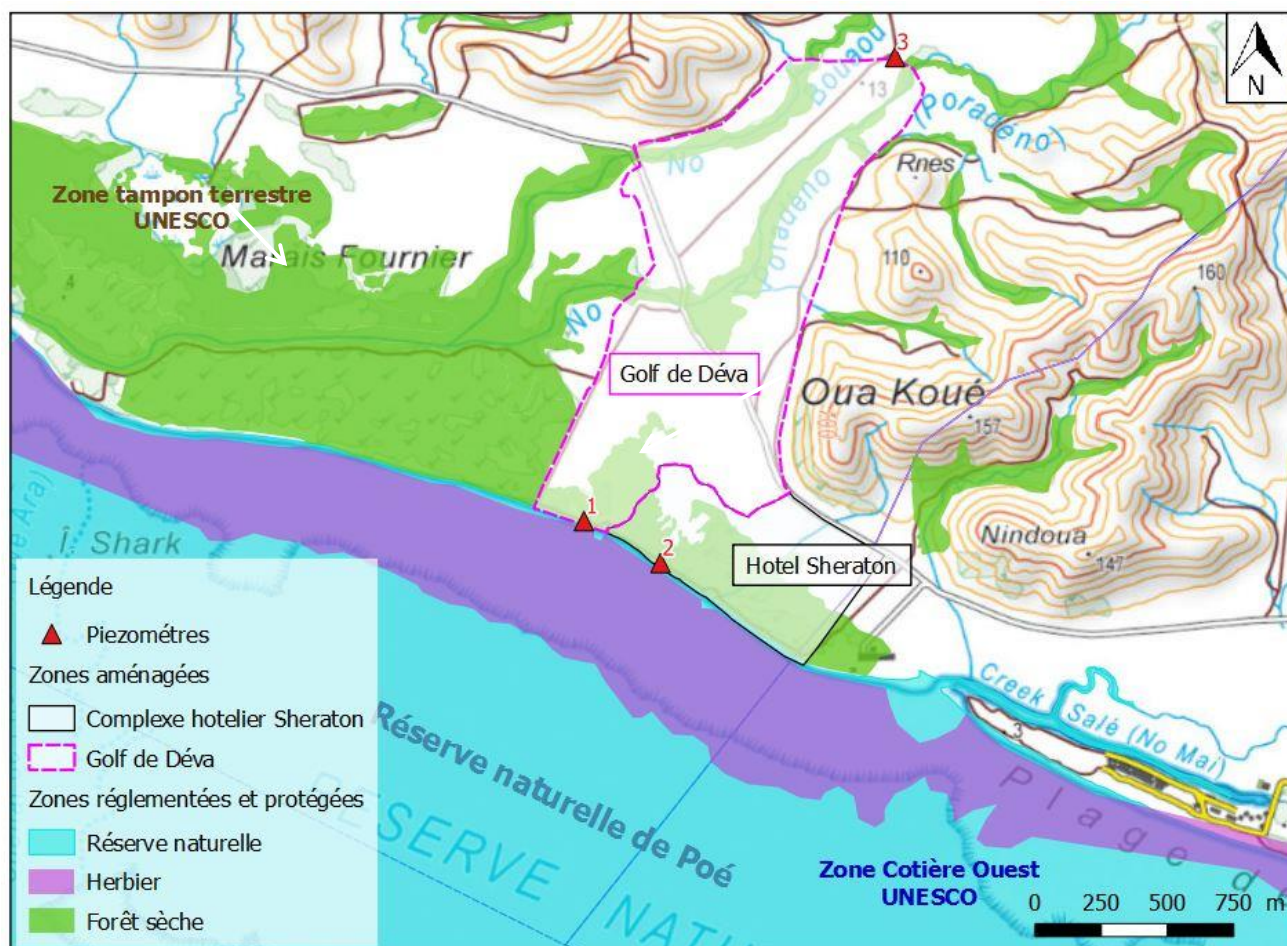


Figure 1 : Localisation du site à l'étude

CAPSE CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

1.2 LOCALISATION DES PIEZOMETRES

La campagne de prélèvement d'eaux souterraines a été réalisée par CAPSE NC le 13 mars 2017. Lors de cette campagne, les prélèvements d'eaux souterraines ont été effectués dans les piézomètres PZ1, PZ2 et PZ3. Le site du golf et les piézomètres sont localisés sur la figure ci-dessous.

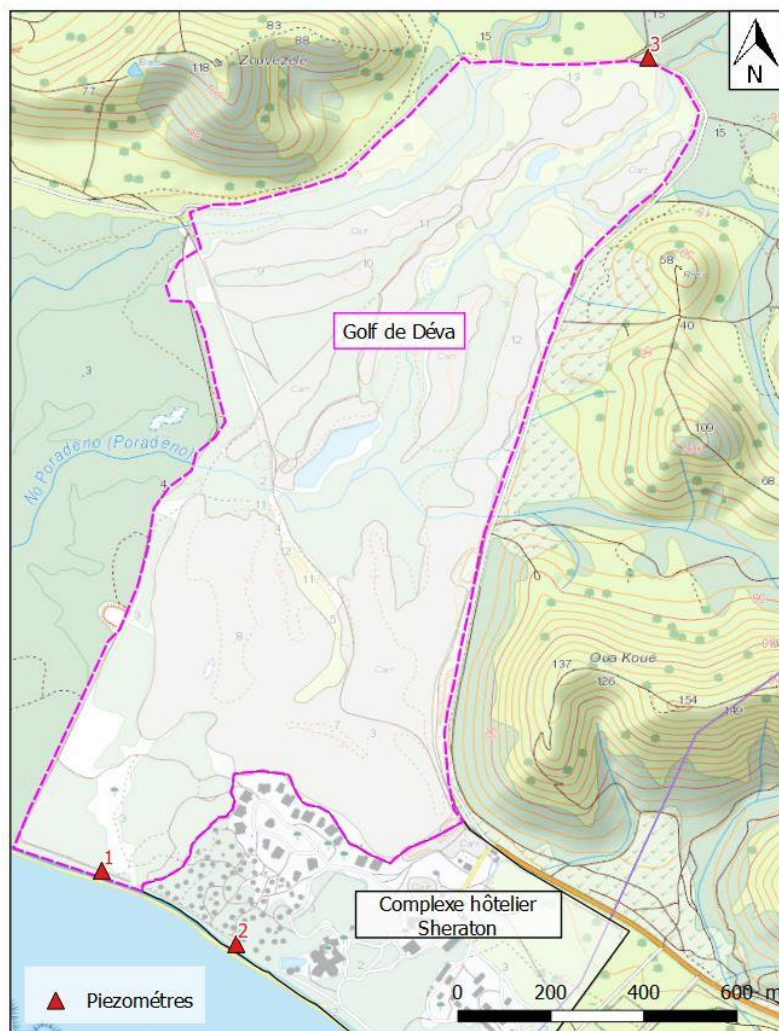



Figure 2 : Localisation des piézomètres

La localisation des piézomètres a été définie en fonction du sens d'écoulement de la nappe (du nord-est au sud-ouest selon les investigations préliminaires) par triangularisation avec un piézomètre amont (PZ3) et deux piézomètres aval (PZ1 et PZ2) afin caractériser les eaux souterraines. La localisation des trois piézomètres a été validée par la direction de l'environnement avant pose du matériel.

Les trois piézomètres se situent sur la même couche géologique. D'après les données disponibles de la Dimenc, il s'agit d'une formation lithologique de type fluviatile et littorale. Aucune donnée hydrogéologique spécifique n'est disponible sur le site d'étude.

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

2 METHODOLOGIE

2.1 ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SOUTERRAINES

L'échantillonnage des eaux souterraines dans chacun des piézomètres a été mis en œuvre selon les recommandations et la démarche indiquées dans la norme AFNOR FD-X-31-615, 2000, comprenant :

- La mesure du niveau statique de la nappe,
- Le contrôle de la présence de produit flottant sur la nappe, et le cas échéant la mesure de son épaisseur, à l'aide d'une sonde de détection des hydrocarbures,
- Le développement de l'ouvrage : si le piézomètre est productif, vidange d'au minimum trois fois le volume d'eau contenu dans le piézomètre; si le piézomètre est peu productif, vidange de l'eau contenue dans le piézomètre à l'aide d'un échantillonneur jetable; attente de la remontée et de la stabilisation du niveau piézométrique,
- Mesure des paramètres physico-chimiques (pH, température, conductivité, oxygène), jusqu'à stabilisation de ces paramètres,
- Le prélèvement au moyen d'un préleveur à usage unique,
- Le conditionnement dans un flaconnage spécifique fourni par le laboratoire.


Les échantillons ont ensuite été transportés en conditionnement froid par transporteur express vers le laboratoire métropolitain Alcontrol et le laboratoire local Lab'eau. Les fiches d'échantillonnage des eaux souterraines sont consultables en **Annexe 1**.

2.2 PROGRAMMES ANALYTIQUES

Les paramètres analysés sur les échantillons d'eaux souterraines prélevés ont été définis en accord avec la direction de l'environnement. Les paramètres, les méthodes analytiques employées par le laboratoire et les seuils de quantification des composés sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Récapitulatif des paramètres analysés, ainsi que des normes d'analyses et des limites de quantification associées concernant les eaux souterraines.

Paramètre analysé	Limite de quantification	Norme d'analyse
pH, température, conductivité, oxygène dissous	-	In situ (ISO 5667-1)
Demande chimique en oxygène (DCO)	3 mg/l	ISO 15705 : 2002
Demande biologique en oxygène (DBO5)	2 mg/l	NF EN 1899 – 2
Phosphore total	0.09 mg/l	NF EN 6878
Nitrates dissous	0.05 mg/l	NF EN ISO 10304-1
Nitrites dissous	0.05 mg/l	NF EN ISO 10304-1

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

Ammonium	0.025 mg/l	EPA 10023
Calcium	0.1 mg/l	NF EN ISO 11885
Potassium	0.1 mg/l	NF EN ISO 11885
Hydrocarbures totaux (fractions C5-C10 et C10-C40)	(C5-C10) : <30 µg/l (C10-C40) : <20 µg/l	C5-C10 : Méthode interne headspace GCMS C10-C40 : Méthode interne (extraction hexane, analyse par GC-FID)
Détergents anioniques	0.1 µg/l	Méthode interne

2.3 CONDITIONS DE PRELEVEMENT

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques étaient bonnes au moment des prélèvements. Le ciel était dégagé et ensoleillé.

Les diagrammes suivants synthétisent l'évolution de deux facteurs météorologiques (température et pluviométrie) pendant la période de Mars 2017 (source : Météo France – Nouvelle Calédonie).

Pluviométrie

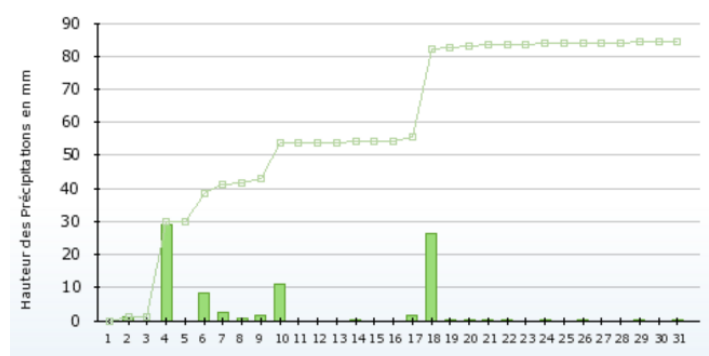


Figure 3 : Diagramme des précipitations pour le mois de mars 2017 – Station de relevés de La Foa (source : météo.nc)

D'après le diagramme des précipitations, un épisode pluvieux a eu lieu 3 jours avant la campagne de prélèvement. L'évènement pluvieux a été court et suivi d'une période de précipitation nulle.

Température


	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	



Figure 4 : Diagramme des températures pour le mois de mars 2017 - Station de relevés de La Foa (source : météo.nc)

D'après le diagramme précédent, malgré de très légères hausses des températures maximales et minimales, les valeurs enregistrées restent constantes pour le début du mois de mars 2017.

ACCESSIBILITE DES POINTS DE PRELEVEMENT

Les 3 piézomètres sont accessibles exclusivement avec les voiturettes mises à disposition pour le Sheraton. En effet, la zone est interdite aux voitures.

3 RESULTATS DES ANALYSES


3.1 METHODOLOGIE APPLIQUEE

Les résultats d'analyses des eaux souterraines sont compilés dans les bordereaux analytiques présentés en **Annexe 2**.

Etant donné l'absence de valeur de référence, la méthodologie d'interprétation des analyses est la suivante :

- Comparaison des résultats entre eux (influence Amont/Aval) ;
- Comparaison des résultats aval avec les résultats d'analyse de la qualité des eaux du milieu récepteur, à savoir la mer (réalisée dans le cadre du suivi environnemental annuel) ;
- Comparaison avec des arrêtés :
 - Arrêté d'autorisation d'exploiter de l'ISD de Gadji (n°915-2005/PS du 22 juillet 2005) ;
 - Arrêté relatif aux limites et référence de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine métropolitaine (arrêté du 11 janvier 2007, R.1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R.1321-38 du code de la santé publique – Annexe II)¹.

¹ Il existe un arrêté territorial définissant les normes de potabilité des eaux, mais celui-ci date de 1979 (arrêté n°79-153/SGCG du 3 avril 1979 modifié par l'arrêté n°79-295/SGCG du 19 juin 1979). L'arrêté métropolitain a donc été préféré pour l'évaluation de la qualité des eaux, car plus récent.

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

- Les valeurs du SEQ Eau souterraines (grillé d'évaluation de la qualité des eaux souterraines – Etat patrimonial). Une note explicative de la grille d'évaluation est présentée en **Annexe 3**.

Lors des prélèvements d'échantillons effectués sur le site, aucune odeur particulière n'a été constatée sur l'ensemble des ouvrages. Cependant, une couleur blanchâtre a été relevée sur les eaux du premier piézomètre investigué (PZ1). Après le volume de purge extrait, la couleur est redevenue claire.

3.2 RESULTATS

Les résultats bruts pour les paramètres mesurés *in situ* ont présentés ci-dessous.

Le piézomètre 3 (PZ3) est considéré comme piézomètre témoin (situé en amont hydraulique).

Tableau 2 : Résultats des analyses in situ d'eaux souterraines pour les 3 piézomètres – Mars 2017

	PZ1	PZ2	PZ3
Conductivité (µS/cm)	6 790	18 630	1 464
pH	7.46	7.33	7.12
Température (°C)	27.4	27.9	28.6
Oxygène dissous (mg O ₂ /l)	4.82	2.76	3.47
Saturation en oxygène (%)	61.6	35.1	44.3

Les résultats pour les paramètres analysés en laboratoire sont présentés ci-dessous.


Il est également présenté d'autres valeurs de référence :

1. Les valeurs en nutriments de l'eau de mer. Ces prélèvements et analyses sont réalisés dans le cadre du suivi environnemental annuel (3 points de mesure aux abords du complexe hôtelier au niveau du littoral). Les résultats présentés ci-dessous correspondent à l'étendue des valeurs obtenues.
2. Les valeurs seuils de l'arrêté d'autorisation 915-2005/PS pour l'exploitation du centre d'enfouissement des déchets non dangereux de Gadji (Paita, province Sud).
3. Les valeurs seuils pour l'utilisation de l'eau brute pour la consommation humaine (arrêté du 11 janvier 2007, R.1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R.1321-38 du code de la santé publique – Annexe II).
4. Les valeurs du SEQ Eau souterraines (grillé d'évaluation de la qualité des eaux souterraines – classe de qualité par altération).

Les numéros 1, 2, 3 et 4 sont rappelés sur l'en-tête des colonnes.

Paramètres	Unités	Sur site			Références			
		PZ1	PZ2	PZ3	1	2	3	4
Phosphore total	mg P2O5/L	5	1,04	1,28	<0,09	10		
Nitrates dissous	mg NO3/L	26.4	28,3	7,85	1,77-4,87			10-20-50-100
Nitrites dissous	mg NO2/L	<0.5	<0,5	<0,05				0.05-0.07-0.1-0.7
Ammonium	mg NH4/L	0.064	0,231	<0,025	<0,025-0,05			0.05-0.3-0.5-4
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	mg O2/L	3	3	6		100		
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/L	52	non analysé	7		300		
Calcium	mg Ca/l	1044	333	139				
Potassium	mg K/L	36.1	165	6,97				
<i>naphtalène</i>	µg/l	<0.1	<0.1	<0.1				
<i>acénaphtylène</i>	µg/l	<0.1	<0.1	<0.1				
<i>acénaphène</i>	µg/l	<0.1	<0.1	<0.1				
<i>fluorène</i>	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05				
<i>phénanthrène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>anthracène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>fluoranthène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>pyrène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>benzo(a)anthracène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>chrysène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>benzo(b)fluoranthène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>benzo(k)fluoranthène</i>	µg/l	<0.01	<0.01	<0.01				
<i>benzo(a)pyrène</i>	µg/l	<0.01	<0.01	<0.01				
<i>dibenzo(ah)anthracène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>benzo(ghi)pérylène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
<i>indéno(1,2,3-cd)pyrène</i>	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02				
Somme des HAP (10) VROM	µg/l	<0.3	<0.3	<0.3				
Somme des HAP (16) EPA	µg/l	<0.57	<0.57	<0.57		10000	1000	
Détergents anioniques	mg LSF/l	0.31	1.3	<0.10				

Tableau 3 : Résultats des analyses ex situ d'eaux souterraines pour les 3 piézomètres – Mars 2017

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

3.3 INTERPRETATION

PARAMETRES *IN SITU*

Les piézomètres situés en bordure du littoral présentent des conductivités de 6 790 et 18 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (respectivement pour le PZ1 et le PZ2). Ces conductivités sont des indicateurs de présence d'eau saumâtre dans le sous-sol (mélange d'eau douce et d'eau salée). L'infiltration en eau salée est plus importante pour le PZ2. Un rejet d'eau douce à proximité du PZ1 n'est pas à exclure du fait de la différence de conductivité entre les deux piézomètres du littoral. La conductivité du PZ3 est également importante en comparaison des conductivités pouvant être mesurés pour les eaux douces d'ordre maximal de l'ordre de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. Cette valeur indique très certainement la présence d'infiltration du biseau salé jusqu'à ce point.

Les températures sont comprises entre 27.4 et 28.6°C. Il s'agit de valeurs élevées mais ne présentant pas d'anomalie compte tenu des températures extérieures et de la saison (température extérieure observée le jour du prélèvement de 35°C).

L'oxygène dissous est assez faible. Il est compris entre 2.76 et 4.82 mg /l pour des saturations comprises entre 35.1 et 61.6 %. Ce paramètre est difficilement interprétable car il a montré de grandes variations de valeurs pendant les mesures sur un même piézomètre (*cf. Fiche de terrain, annexe 1*). En effet, le fait de pomper l'eau, la différence de pression entre le point de prélèvement en sous-sol et l'air ambiant et le déversement de l'eau dans un sceau, sont autant de facteurs pouvant très largement modifier la valeur d'oxygène dissous. Si les campagnes d'eau souterraines se poursuivent, Il sera demandé de supprimer ce paramètre analytique car difficilement reproductible et donc interprétable par la suite.

PARAMETRES *EX SITU*


Comparaison entre piézomètres

Les concentrations en nitrates dissous, ammonium, potassium, calcium et détergents anioniques sont plus importantes pour les piézomètres situés en aval hydraulique (résultats en orange dans le tableau de résultats).

Les paramètres calcium et potassium peuvent être sous influence de l'infiltration de l'eau de mer dans le sol. En effet, ces deux paramètres font partie des constituants minéraux principaux de l'eau de mer (concentration d'environ 0.40 g/kg pour les deux paramètres dans une eau à 35g/l de sel³).

² Données extraites de ndata.fr.

³ UNESCO, *Tables océanographiques internationales*, citées par Andrew W.Dickson et Catherine Goyet (éds.), *Handbooks of methods for the analysis of the various parameters of the carbon dioxide system in sea water*, US Department of Energy, version 2, septembre 1994, ORNL/CDIAC-74, chap. 5, partie 6.1 « The major ion composition of seawater », p. V-10.

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

Les valeurs du paramètre DCO ne sont pas comparables entre piézomètre du fait de l'importante différence de conductivité entre ces derniers. N'étant pas interprétable, ce paramètre peut être supprimé lors de la prochaine campagne.

Pour les trois piézomètres, les analyses portant sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) montrent toutes des concentrations inférieures au seuil de détection.

Comparaison entre les analyses en eau de mer


Cette comparaison est effectuée pour les PZ1 et PZ2 en bordure du littoral.

Les concentrations en nitrates dissous, ammonium et phosphore total sont supérieures dans les eaux souterraines échantillonnées dans les piézomètres que dans l'eau de mer. Cette différence de concentration est très marquée pour les nitrates dissous avec des concentrations d'environ 6 fois supérieures dans les piézomètres.

Comparaison avec les autres valeurs de référence

Toutes les valeurs mesurées sont inférieures aux seuils réglementaires pris comme référence. A noter que par manque de référence, aucune comparaison n'est effectué pour le paramètre « agents anioniques ».

Concernant l'évaluation SEQ Eau et en prenant les classes de qualité par altération, la qualité de l'eau du PZ1 et PZ2 est altérée. Il s'agit d'une altération « Nitrates » et « Matières azotées hors nitrates » .

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

4 CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Conclusion sur les résultats analytiques

Les piézomètres 1 et 2 (PZ1 et PZ2) sont fortement sous influence de la remontée de l'eau de mer dans le sol. Concernant les résultats d'analyses, les paramètres analysés présentent tous des valeurs en dessous des valeurs de références (références incomplètes, objet du deuxième paragraphe ci-dessous). De par la différence de résultats entre l'amont et l'aval ainsi qu'avec les résultats disponibles du suivi environnemental de l'eau de mer, il semble avoir une source d'interaction influençant la qualité de l'eau souterraine et notamment pour les paramètres nitrates dissous, ammonium et détergents anioniques.

Il est à rappeler qu'il s'agit d'une seule campagne de mesure avec des prélèvements ponctuels, donc difficile à interpréter surtout qu'aucun état initial des eaux souterraines n'existe dans la zone.

Evolution du suivi

Difficilement interprétables, il est conseillé de supprimer les analyses in situ de l'oxygène dissous et l'analyse *ex situ* de la demande chimique en oxygène (DCO).


Ce point doit être validé par la direction de l'environnement.

Il pourra être également discuté les valeurs seuils ou guide à prendre en référence pour interpréter les résultats et notamment pour le paramètre « agents anioniques ».


Perspectives

Afin d'aborder la problématique en amont, un bilan sur les quantités utilisées et les quantités nécessaires en produits phytosanitaires et en engrais peut être réalisés afin de s'assurer de la bonne utilisation de ces derniers.

Afin d'étayer l'hypothèse de l'influence de l'exploitation du golf ou des effluents de sortie de la station d'épuration sur la qualité de l'eau souterraine, un suivi annuel de la qualité des eaux souterraines est nécessaire. Pour cette nouvelle campagne, il pourrait être intéressant d'analyser un ou plusieurs paramètres permettant de discriminer l'une des deux sources probables d'interférence.

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

ANNEXES

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

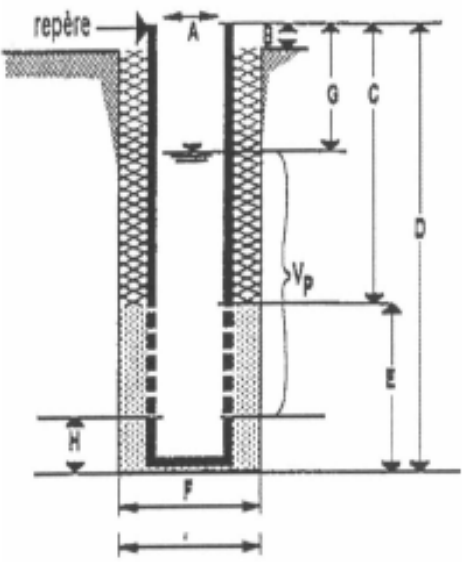
ANNEXE 1

Fiche d'échantillonnage des eaux souterraines

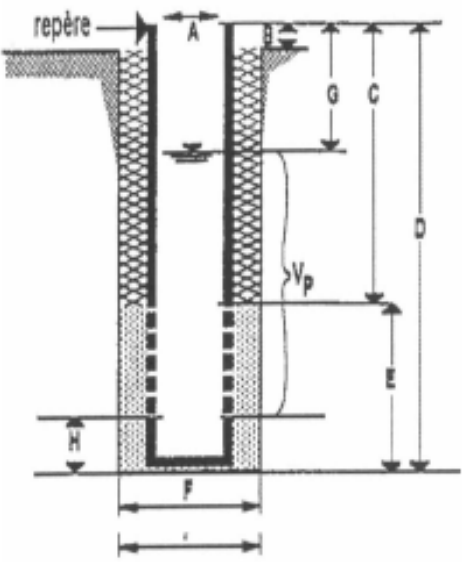
Annexes

*Ce document et les informations qu'il contient sont confidentiels.
Il ne peut en aucun cas être diffusé à des tiers sans l'accord préalable de la société.*

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SELON LA NORME FD X 31-615

SITE	Sheraton Golf Gouaro Deva	Date	13/03/17	PUITS N°	PZ 1		
		Opérateur	MM				
COUPE TECHNIQUE DU FORAGE			MESURE DU NIVEAU D'EAU				
Matériau du tube et des crépines : Diamètre du tubage (A) : 5 cm (0.05m) Hauteur de la bouche à clef (B) : 49 cm Hauteur de crépine (E) : Hauteur de tube non crépiné (C) : Nature du massif filtrant : F= 10 cm			MESURE A FAIRE AVANT TOUTE OPERATION G : niveau statique eau : 2.83 m / haut du capot de protection D : profondeur du puits : 4.56 m / haut du capot de protection Niveau statique flottant : Epaisseur flottant :				
			DEVELOPPEMENT Matériel : Pompe : Pompe de 15 m Débit pompe : Procédure : H= 1.73m Volume d'eau : $3.14 \times R^2 \times \text{Hauteur}$ Volume purgé : 3 x le volume d'eau = 10.1L				
			PRELEVEMENT (matériel) Nature de l'échantillonneur : Préleveur à usage unique Type de flaconnage utilisé : Lab'Eau et Al Control Conditionnement des échantillons : Glacière et analyses laboratoire calédonien sous 24h et métropolitain sous 5j				
			OBSERVATIONS EFFECTUEES A STABILITE DES PARAMETRES (avant prélèvement)				
Somme V pompé (L)	Remarque sur Pompage	T (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	O2 dissous (mg/L)	Saturation en O2 (%)	Caractéristiques/ remarques
Sans effort	3L	29.5	4.0mS	7.07	2.80	36.7	
Sans effort	3L	27.5	5.14mS	7.14	2.15	27.1	
Sans effort	3L	27.4	6.30mS	7.40	2.73	34.3	
Sans effort	3L	27.1	6.86mS	7.33	2.49	31.2	
Sans effort	3L	27.4	6.79mS	7.46	4.82	61.6	
Conditions météorologiques : Soleil, le vent se lève – pas d'odeur mais trouble							

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SELON LA NORME FD X 31-615

SITE	Sheraton Golf Gouaro Deva	Date	13/03/17	PUITS N°	PZ 2		
		Opérateur	MM				
COUPE TECHNIQUE DU FORAGE			MESURE DU NIVEAU D'EAU				
Matériau du tube et des crépines : Diamètre du tubage (A) : 5 cm (0.05m) Hauteur de la bouche à clef (B) : 42 cm Hauteur de crépine (E) : Hauteur de tube non crépiné (C) : Nature du massif filtrant : F= 10 cm			MESURE A FAIRE AVANT TOUTE OPERATION G : niveau statique eau : 2.72 m / haut du capot de protection D : profondeur du puits : 4.56 m / haut du capot de protection Hauteur d'eau : 1.86 m Niveau statique flottant : Epaisseur flottant :				
			DEVELOPPEMENT Matériel : Pompe : Pompe de 15 m Débit pompe : Procédure : H= 1.86m Volume d'eau : $3.14 \times R^2 \times \text{Hauteur}$ Volume purgé : 3 x le volume d'eau = 10.95L arrondi à 11L				
			PRELEVEMENT (matériel) Nature de l'échantillonneur : Préleveur à usage unique Type de flaconnage utilisé : Lab'Eau et AI Control Conditionnement des échantillons : Glacière et analyses laboratoire calédonien sous 24h et métropolitain sous 5j				
OBSERVATIONS EFFECTUEES A STABILITE DES PARAMETRES (avant prélèvement)							
Somme V pompé (L)	Remarque sur Pompage	T (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	O2 dissous	Saturation en O2	Caractéristiques/ remarques
Sans effort	3L	28.3	11.66mS	6.91	2.03 mg/L	26%	
Sans effort	6L	28.1	16.85mS	7.22	2.59 mg/L	33%	
Sans effort	9L	27.9	18.03mS	7.38	2.89 mg/L	36.70%	
Sans effort	12L	27.8	17.8mS	7.36	2.64 mg/L	33.5%	
Sans effort	15L	27.9	18.63mS	7.33	2.76 mg/L	35.1%	
Conditions météorologiques : soleil, abs vent							

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SELON LA NORME FD X 31-615

SITE	Sheraton Golf Gouaro Deva	Date	13/03/17	PUITS N°	PZ 3
		Opérateur	MM		

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE

MESURE DU NIVEAU D'EAU

Matériau du tube et des crépines :

Diamètre du tubage (A) : 5 cm (0.05m)

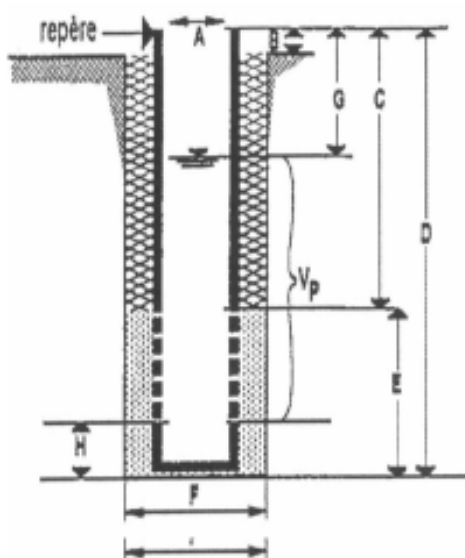
Hauteur de la bouche à clef (B) :

Hauteur de crépine (E) :

Hauteur de tube non crépiné (C) :

Nature du massif filtrant :

F= 10 cm



MESURE A FAIRE AVANT TOUTE OPERATION

G : niveau statique eau : 4.48 m / haut du capot de protection

D : profondeur du puits : 10.66 m / haut du capot de protection

Niveau statique flottant :

Epaisseur flottant :

DEVELOPPEMENT

Matériel :

Pompe : Pompe de 15 m

Débit pompe :

Procédure : H=

Volume d'eau : $3.14 \times R^2 \times \text{Hauteur}$

Volume purgé : 3 x le volume d'eau = 36L

PRELEVEMENT (matériel)

Nature de l'échantillonneur : Préleveur à usage unique

Type de flaconnage utilisé : Lab'Eau et Al Control


Conditionnement des échantillons :

Glacière et analyses laboratoire calédonien sous 24h et métropolitain sous 5j

OBSERVATIONS EFFECTUEES A STABILITE DES PARAMETRES (avant prélèvement)

Somme V pompé (L)	Remarque sur Pompage	T (°C)	Conductivité (μS/cm)	pH	O2 dissous (mg/L)	Saturation en O2 (%)	Caractéristiques/ remarques
Sans effort	5L	30.8	1305	6.64	2.39	33.2	
Sans effort	5L	28.4	1367	6.89			
Sans effort	5L	28.0	1435	7.10	2.14	37.1	
Effort	5L	28.10	1466	7.08	2.52	32	
Effort	5L	27.9	1473	7.05	3.28	41.9	
Effort	5L	28.4	1453	7.11	3.87	50	
Effort	5L	28.6	1464	7.12	3.47	44.3	

Conditions météorologiques : Soleil, pas de vent – eau maronnasse trouble

	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

ANNEXE 2

Bordereaux analytiques des eaux souterraines

Annexes

*Ce document et les informations qu'il contient sont confidentiels.
Il ne peut en aucun cas être diffusé à des tiers sans l'accord préalable de la société.*



Rapport d'analyse

CAPSE

Marine MICHEL

3 Rue Dolbeau à Ducos

2e étage

F-98802 NOUMEA (NEW CALEDONIA)

Page 1 sur 3

Votre nom de Projet : Prélèvement eaux souterraines golf Sheraton

Votre référence de Projet : 2017 10580 01

Référence du rapport ALcontrol : 12495621, version: 1

Rotterdam, 03-04-2017

Cher(e) Madame/ Monsieur,

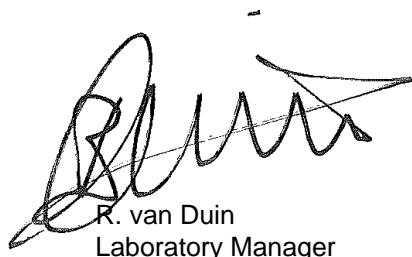
Veuillez trouver ci-joint les résultats des analyses effectuées en laboratoire pour votre projet 2017 10580 01. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. Les résultats rapportés se réfèrent uniquement aux échantillons analysés.

Ce rapport est constitué de 3 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses, à l'exception des analyses sous-traitées, sont réalisées par ALcontrol B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas et / ou 99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers, France.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



R. van Duin
Laboratory Manager

CAPSE
Marine MICHEL

Rapport d'analyse

Page 2 sur 3

Projet Prélèvement eaux souterraines golf Sheraton
Référence du projet 2017 10580 01
Réf. du rapport 12495621 - 1

Date de commande 16-03-2017
Date de début 24-03-2017
Rapport du 03-04-2017

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Eau souterraine	PZ1
002	Eau souterraine	PZ2
003	Eau souterraine	PZ3

Analyse	Unité	Q	001	002	003
<i>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</i>					
naphtalène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1
acénaphthylène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1
acénaphthène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1
fluorène	µg/l	Q	<0.05	<0.05	<0.05
phénanthrène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
anthracène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
fluoranthène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
pyrène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(a)anthracène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
chrysène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(b)fluoranthène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(k)fluoranthène	µg/l	Q	<0.01	<0.01	<0.01
benzo(a)pyrène	µg/l	Q	<0.01	<0.01	<0.01
dibenzo(ah)anthracène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(ghi)pérylène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02
Somme des HAP (10) VROM	µg/l	Q	<0.3	<0.3	<0.3
Somme des HAP (16) - EPA	µg/l	Q	<0.57	<0.57	<0.57
<i>AUTRES ANALYSES CHIMIQUES</i>					
Détergents anioniques	mg LSF/l	Q	0.31	1.3	<0.10

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



CAPSE
Marine MICHEL

Rapport d'analyse

Page 3 sur 3

Projet Prélèvement eaux souterraines golf Sheraton
Référence du projet 2017 10580 01
Réf. du rapport 12495621 - 1

Date de commande 16-03-2017
Date de début 24-03-2017
Rapport du 03-04-2017

Analyse	Matrice	Référence normative
naphtalène	Eau souterraine	Méthode interne
acénaphthylène	Eau souterraine	Idem
acénaphthène	Eau souterraine	Idem
fluorène	Eau souterraine	Idem
phénanthrène	Eau souterraine	Idem
anthracène	Eau souterraine	Idem
fluoranthène	Eau souterraine	Idem
pyrène	Eau souterraine	Idem
benzo(a)anthracène	Eau souterraine	Idem
chrysène	Eau souterraine	Idem
benzo(b)fluoranthène	Eau souterraine	Idem
benzo(k)fluoranthène	Eau souterraine	Idem
benzo(a)pyrène	Eau souterraine	Idem
dibenzo(ah)anthracène	Eau souterraine	Idem
benzo(ghi)peryène	Eau souterraine	Idem
indéno(1,2,3-cd)pyrène	Eau souterraine	Idem
Somme des HAP (10) VROM	Eau souterraine	Idem
Somme des HAP (16) - EPA	Eau souterraine	Idem
Détergents anioniques	Eau souterraine	Idem

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	B5813777	23-03-2017	13-03-2017	ALC207
001	S0837232	23-03-2017	13-03-2017	ALC237
002	S0837221	23-03-2017	13-03-2017	ALC237
002	B5813785	23-03-2017	13-03-2017	ALC207
003	B5813778	23-03-2017	13-03-2017	ALC207
003	S0837222	23-03-2017	13-03-2017	ALC237

Paraphe :

BC n°
Aff n°
Devis n°

CAPSE
Marine Mme Michel
3 rue DOLBEAU
98800 Nouméa
Tel : 253020
marine.michel@capse.nc

Echantillon : 2017/03/E0201

Lieu du prélèvement: SHERATON

Date de début d'analyse : 14/03/2017

Nature de l'échantillon : Eau de forage douce

Référence Client : SHERATON PZ1

Température à réception : 4.3°C

Date de prélèvement : 13/03/2017 09h-18h

Date de réception : 14/03/2017 10h

Date de fin d'analyse : 24/03/2017

Préleveur : le client

Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Normes Françaises Arrêté du 11/01/2007 Limite de qualité des eaux brutes Annexe II	Limite de quantification
Paramètre indésirable					
Phosphore total	NF EN 6878	5	mg P2O5/L		0,09
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	26.4	mg NO3/L	100	0,05
Nitrites dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.5	mg NO2/L		0,05
Ammonium	EPA 10023	0.064	mg NH4/L	4.0	0,025
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	NF EN 1899-2	3	mg O2/L		2
Demande chimique en oxygène (DCO)	ISO 15705:2002	52	mg/L		3
Paramètre physico chimique					
Calcium	NF EN ISO 11885	1044	mg Ca/l		0.1
Potassium	NF EN ISO 11885	36.1	mg K/L		0.1

Remarques/Commentaires :

Nitrites : LQ augmentée en raison du caractère particulier de la matrice

(1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.

(2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.

(3) Les résultats précédés du signe « < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.

(4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)

(5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.

(6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 24/03/2017

Isabelle GALY

Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n°

CAPSE
Marine Mme Michel
3 rue DOLBEAU
98800 Nouméa
Tel : 253020
marine.michel@capse.nc

Echantillon : 2017/03/E0202

Lieu du prélèvement: SHERATON

Date de début d'analyse : 14/03/2017

Nature de l'échantillon : Eau de forage douce

Référence Client : SHERATON PZ2

Température à réception : 4.3°C

Date de prélèvement : 13/03/2017 09h-18h

Date de réception : 14/03/2017 10h

Date de fin d'analyse : 29/03/2017

Préleveur : le client

Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Normes Françaises Arrêté du 11/01/2007 Limite de qualité des eaux brutes Annexe II	Limite de quantification
Paramètre indésirable					
Phosphore total	NF EN 6878	1.04	mg P2O5/L		0,09
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	28.3	mg NO3/L	100	0,05
Nitrites dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.5	mg NO2/L		0,05
Ammonium	EPA 10023	0.231	mg NH4/L	4.0	0,025
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	NF EN 1899-2	3	mg O2/L		2
Demande chimique en oxygène (DCO)	ISO 15705:2002	non analysé	mg/L		3
Paramètre physico chimique					
Calcium	NF EN ISO 11885	333	mg Ca/l		0.1
Potassium	NF EN ISO 11885	165	mg K/L		0.1

Remarques/Commentaires :

Nitrites : LQ augmentée en raison du caractère particulier de la matrice

DCO : impossible à réaliser en raison du caractère particulier de la matrice (30mS/cm)

(1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.

(2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.

(3) Les résultats précédés du signe « < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.

(4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)

(5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.

(6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 29/03/2017

Isabelle GALY

Responsable de laboratoire



BC n°
Aff n°
Devis n°

CAPSE
Marine Mme Michel
3 rue DOLBEAU
98800 Nouméa
Tel : 253020
marine.michel@capse.nc

Echantillon : 2017/03/E0203

Lieu du prélèvement: SHERATON

Date de début d'analyse : 14/03/2017

Nature de l'échantillon : Eau de forage douce

Référence Client : SHERATON PZ3

Température à réception : 4.3°C

Date de prélèvement : 13/03/2017 09h-18h

Date de réception : 14/03/2017 10h

Date de fin d'analyse : 31/03/2017

Préleveur : le client

Flaconnage : labeau

Analyse	Méthode	Résultat	Unité	Normes Françaises Arrêté du 11/01/2007 Limite de qualité des eaux brutes Annexe II	Limite de quantification
Paramètre indésirable					
Phosphore total	NF EN 6878	1.28	mg P2O5/L		0,09
Nitrates dissous	NF EN ISO 10304-1	7.85	mg NO3/L	100	0,05
Nitrites dissous	NF EN ISO 10304-1	<0.05	mg NO2/L		0,05
Ammonium	EPA 10023	<0.025	mg NH4/L	4.0	0,025
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	NF EN 1899-2	6	mg O2/L		2
Demande chimique en oxygène (DCO)	ISO 15705:2002	7	mg/L		3
Paramètre physico chimique					
Calcium	NF EN ISO 11885	139	mg Ca/l		0.1
Potassium	NF EN ISO 11885	6.97	mg K/L		0.1

Remarques/Commentaires :

(1) Les résultats se rapportent uniquement à cet échantillon.

(2) Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée aux résultats.

(3) Les résultats précédés du signe « < » correspondent aux limites de quantification. NC = somme non calculable.

(4) Toutes les informations relatives aux analyses sont disponibles au laboratoire sur demande (incertitudes...)

(5) Les limites de quantifications indiquées expriment les capacités optimales de nos procédés et n'ont à ce titre qu'une valeur indicative. Des variations de ces seuils sont susceptibles d'être observées lors de l'analyse d'échantillons de nature particulière.


(6) Les types de filtres utilisés pour l'analyse des MES sont en microfibre de verre sans liant. Leur masse surfacique est comprise entre 50 g/m² et 100 g/m².

Nouméa le 31/03/2017

Isabelle GALY

Responsable de laboratoire



	DOC – N°	CAPSE 2017-10580-01-RA-001 rev1.docx
	TYPE	Rapport d'analyses
Titre	Campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines du golf de Deva – 1 ^{er} suivi	

ANNEXE 3

Evaluation SEQ EAU – Eaux souterraines

Annexes

*Ce document et les informations qu'il contient sont confidentiels.
Il ne peut en aucun cas être diffusé à des tiers sans l'accord préalable de la société.*

3. Classes et indices de qualité






Comme déjà indiqué au paragraphe 1.2, un indice d'évaluation de la qualité a été bâti en s'appuyant sur les deux fonctions jugées importantes : l'usage production d'eau potable et l'état patrimonial.

Pour chacun des paramètres décrivant ces fonctions, il a été établi des courbes indice = f (concentration).

Cet indice varie entre 0 (eau de mauvaise qualité) et 100 (eau de très bonne qualité).

La manière dont est construit cet indice est détaillée dans le paragraphe 3.2.

3.1. LES DIFFERENTES CLASSES DE QUALITE D'UNE EAU

Classe		Indice de qualité	Définition de la classe de qualité
Bleu		80 à 100	Eau de très bonne qualité.
Vert		60 à 79	Eau de bonne qualité.
Jaune		40 à 59	Eau de qualité moyenne
Orange		20 à 39	Eau de qualité médiocre
Rouge		0 à 19	Eau de mauvaise qualité

3.2. CONSTRUCTION DES COURBES INDICE - PARAMETRE

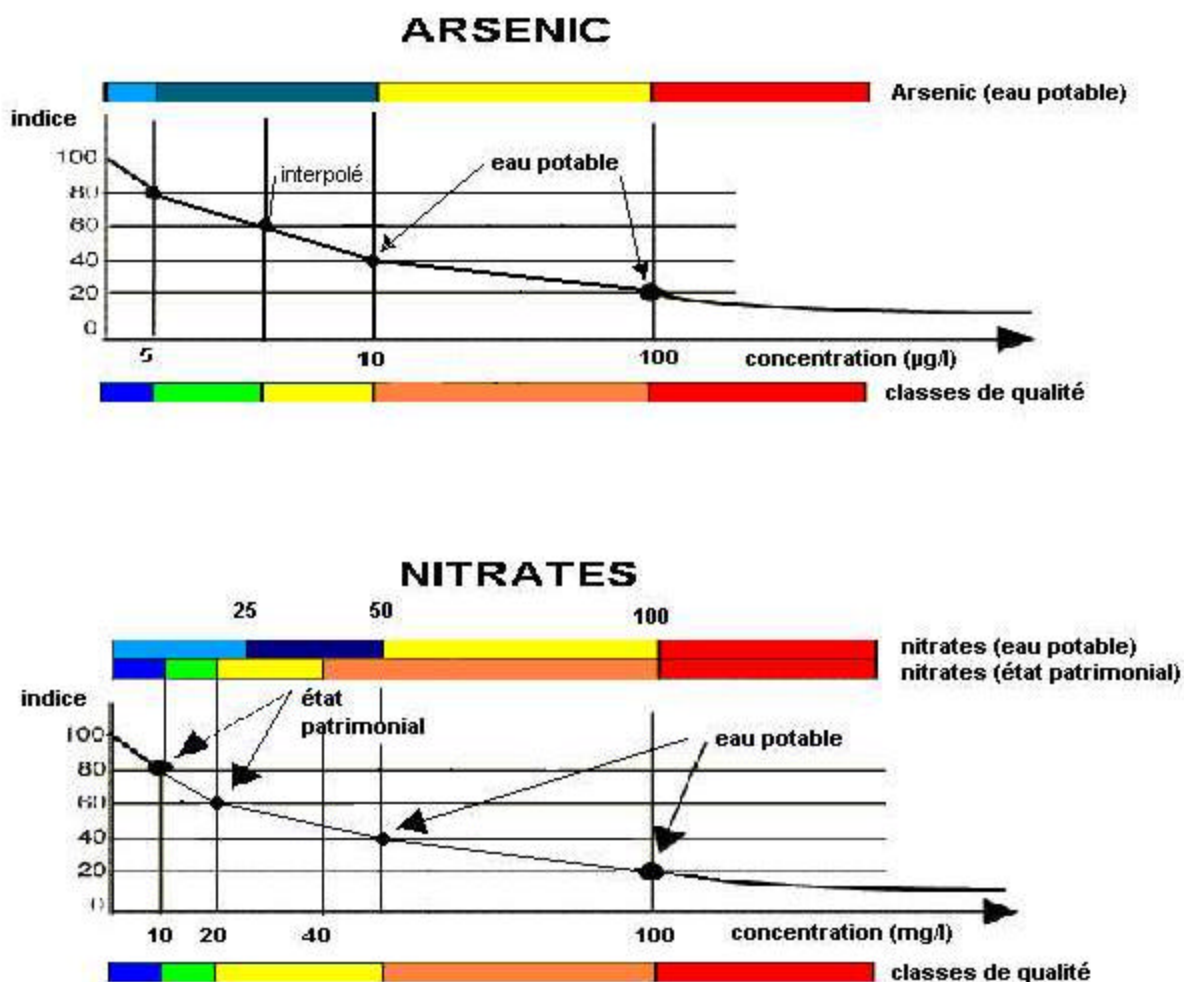
3.2.1. Principes généraux

- l'indice 80, limite entre les classes de qualité *bleu* et *vert*, est associé au seuil qui fait quitter la classe *bleu* à *vert* pour l'état patrimonial ou à défaut la classe *bleu clair* à *bleu foncé* pour l'usage production d'eau potable;
- l'indice 60, limite entre les classes de qualité *vert* et *jaune*, est associé au seuil qui fait quitter la classe *vert* à *jaune* pour l'état patrimonial ou à défaut est interpolé à partir des courbes établies indice = f (concentration);
- l'indice 40, limite entre les classes *jaune* et *orange* est associé au seuil qui fait quitter la classe *bleue foncée* à *jaune* pour l'usage production d'eau potable;
- l'indice 20, limite entre les classes de qualité *orange* et *rouge* est lié au passage au *rouge* de l'aptitude à l'usage AEP;

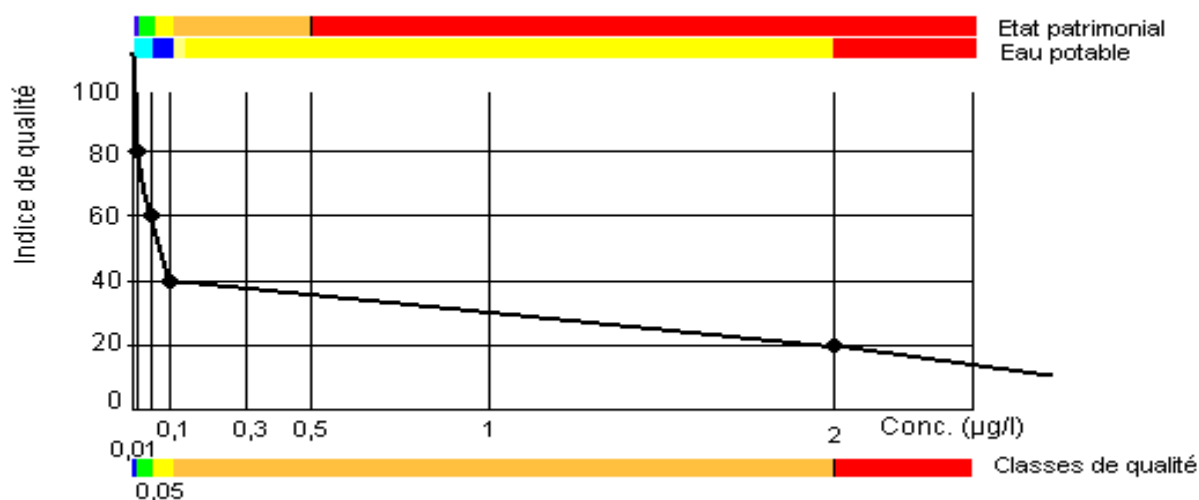
3.2.2. Principes de construction des courbes d'indice

Exemples de construction des courbes

Le principe de construction présenté ci-avant est illustré à l'aide des trois exemples ci-dessous, suivant que le paramètre n'intervient uniquement que dans l'usage production d'eau potable (cas de l'arsenic), ou qu'il intervient simultanément dans l'usage production d'eau potable et l'état patrimonial, cas des nitrates ou de l'atrazine.



ATRAZINE



Les modèles :

Pour simplifier les modèles de calcul de l'indice, le choix a été fait de se limiter à des modèles à deux paramètres (désignés par α et β dans la suite).

Quatre types de modèles ont été nécessaires pour répondre aux différents cas de figure rencontrés avec les paramètres physico-chimiques et bactériologiques (avec I pour la valeur de l'indice et C pour la valeur de concentration du paramètre) :

- type 1 : $I = \alpha.C + \beta$ (modèle linéaire pour les intervalles entre deux limites de classes),
- type 2 : $I = \alpha.C^\beta$ (exponentiel croissant si $\beta > 0$, ou exponentiel décroissant si $\beta < 0$, tangent au point suivant ou précédent),
- type 3 : $I = 100 - \alpha.C^\beta$ (exponentiel croissant ou décroissant, tangent au point suivant ou précédent),
- type 4 : $I = \alpha.(P - C)^2 + \beta$ (parabolique, P étant la valeur pôle, c'est à dire la valeur du paramètre pour la valeur extrême de l'indice : maximum ou minimum).

Remarque : afin d'assurer une forme aussi régulière que possible à la courbe, on impose aux modèles exponentiels d'être tangents aux droites (modèles linéaires) des segments précédents ou suivants selon le cas, ce qui permet d'obtenir deux équations à deux inconnues, donc une solution.

Au moyen des courbes indice = $f(\text{concentration})$, on détermine, à partir de la concentration de chaque paramètre, l'indice de qualité correspondant.

La qualité de l'eau pour chaque altération est déterminée par le paramètre le plus déclassant, c'est-à-dire celui présentant l'indice de qualité le plus faible.

3.3 CLASSES DE QUALITE PAR ALTERATION

Les paramètres en **caractères gras**, sauf précision complémentaire indiquée en remarque, sont impératifs pour qualifier l'altération.

Les paramètres en caractères normaux sont optionnels et participent, lorsqu'ils sont mesurés, à la qualification de cette altération.

Le motif  indique dans les tableaux ci-après que le paramètre ne décrit pas la (ou les) classe(s) de qualité

Altération Goûts et Odeurs

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Odeur	seuil à 25°C	1	2	3	20	
Saveur	seuil à 25°C	1	2	3	20	

Altération Matières Organiques et oxydables

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Oxydabilité au permanganate (1)	mg/l O2	1	3	5	10	
Carbone organique dissous	mg/l C	3	4.5	6	12	

(1) en milieu acide à chaud

Altération Fer et Manganèse

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Fer	µg/l	50	125	200	10000	
Manganèse	µg/l	20	30	50	1000	

Altération Particules en suspension

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Turbidité	NTU	0.4	1.2	2	3750	
Matières en suspension	mg/l	2	3.5	5	5000	

Altération Coloration

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Couleur	mg/l Pt-Co	1	8	15	200	

Altération Micro-organismes

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
<i>Escherichia Coli</i>	N/100 ml	0	10	20	20000	
Entérocoques ou Streptocoques fécaux	N/100 ml	0	10	20	10000	
Coliformes totaux	N/100 ml	0	25	50	50000	

La classe bleu traduit l'absence de micro-organismes par 100 ml d'eau.

Altération Minéralisation et salinité

Paramètres	Unités		Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité			80	60	40	20	
Conductivité (1)	µS/cm à 20°C	min	180	120	60	0	(3)
		max	2500	3000	3500	4000	
Dureté	d°F	min	8	6	4	0	(3)
		max	40	70	90	125	
pH	unité pH	min	6.5	6.2	5.8	5.5	
		max	8.5	8.8	9.2	9.5	
Résidu sec (1)	mg/l à 180 °C	min	140	90	45	0	(3)
		max	2000	2300	2700	3000	
Chlorures (2)	mg/l		25	75	125	200	
Sulfates (2)	mg/l		25	100	175	250	
Calcium	mg/l	min	32	22	12	0	(3)
		max	160	230	300	500	
Fluorures	mg/l		>=0.7 et <=1.5	<0.7 ou >1.5 et <=4.5	>4.5 et <=7 ⁽⁴⁾	>7 et <=10	>10
Magnésium	mg/l		30	40	50	400	
Potassium	mg/l		10	11	12	70	
Sodium	mg/l		20	80	140	200	
TAC	d°F	min	8	5	3	0	(3)
		max	40	58	75	100	

(1) au moins l'un des deux paramètres doit être pris en compte pour qualifier l'altération

(2) au moins l'un des deux paramètres doit être pris en compte pour qualifier l'altération

(3) le plus mauvais indice de qualité pour ce paramètre et pour les valeurs basses est 20

(4) le plus mauvais indice de qualité pour ce paramètre et pour les valeurs basses est 60

min : lecture des seuils par valeurs décroissantes

max : lecture des seuils par valeurs croissantes

Classes et indices pour l'altération minéralisation et salinité

Pour les paramètres Conductivité, pH, Dureté, Résidu sec, TAC, la règle générale de construction des indices n'est pas adaptée pour la création d'un indice continu. En conséquence les valeurs des seuils intermédiaires ont été interpolées.

Altération Nitrates

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Nitrates	mg/l NO ₃	10	20	50	100	

Altération Matières azotées hors nitrates

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Ammonium	mg/l NH ₄	0.05	0.3	0.5	4	
Nitrites	mg/l NO ₂	0.05	0.07	0.1	0.7	

Altération Micropolluants minéraux

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Arsenic	µg/l	5	7.5	10	100	
Baryum	µg/l	100	300	500	700	
Bore	µg/l	50	350	700	1000	
Cadmium	µg/l	1	2.5	3.5	5	
Chrome total	µg/l	25	30	40	50	
Cuivre	µg/l	100	150	200	4000	
Cyanures	µg/l	5	25	40	50	
Mercure	µg/l	0.5	0.65	0.8	1	
Nickel	µg/l	10	15	20	40	
Plomb	µg/l	5	7.5	10	50	
Sélénium	µg/l	5	6.5	8.5	10	
Zinc	µg/l	100	1700	3400	5000	
Aluminium	µg/l	50	125	200	(1)	
Antimoine	µg/l	2	3.5	5	10	
Argent	µg/l	5	7.5	10	200	

Au moins quatre paramètres de l'altération micropolluants minéraux, parmi ceux mentionnés en caractères gras, devront être choisis pour pouvoir qualifier cette altération. Le choix pourra être effectué en fonction des problématiques locales.

(1) le plus mauvais indice de qualité pour ce paramètre est 20

Altération Pesticides

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Atrazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Atrazine--déséthyl	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Diuron	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Isoproturon	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Lindane	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Simazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Terbutylazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Aldrine	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Déséthyl simazine	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Dieldrine	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Heptachlore	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Heptachlore-époxyde	µg/l	0.001	0.005	0.03	2	
Total Parathion (1)	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Pesticide (autre) par substance identifiée (2)	µg/l	0.01	0.05	0.1	2	
Pesticides (somme) (3)	µg/l	0.01	0.05	0.5	5	

(1) Total Parathion = somme des concentrations en parathion éthyl et parathion méthyl.

(2) A titre de référence : liste des pesticides à rechercher préférentiellement dans les eaux souterraines d'après le protocole pour la mise en place du réseau national de connaissance des eaux souterraines :

Pesticides		Environnement	
		Rural	Urbain
Organochlorés	lindane, métolachlore, métazachlore.	x	
Triazines	atrazine, simazine, déséthylatrazine, déséthylsimazine, terbutylazine.	x	x
Urées substituées	diuron, isoproturon, chlortoluron.	x	x

(3) Pesticides (somme) = somme de tous les pesticides individualisés, détectés et quantifiés.

Altération Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
HAP somme (4)*	µg/l	0.05	0.07	0.1	1	
Benzo(a)pyrène	µg/l	0.001	0.005	0.01	0.2	

* HAP somme (4) = Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, somme des concentrations en benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)peryène, indéno(1,2,3-cd)pyrène (mesure impérative de ces paramètres pour qualifier l'altération).

Altération Poly-Chloro-Biphényles

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
PCB somme (7)*	µg/l	0.001	0.01	0.5	5	

* PCB somme (7) : = PolyChloroBiphényles, somme des concentrations des congénères 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 (mesure impérative de ces paramètres pour qualifier l'altération).

Altération Micropolluants organiques (autres)

Paramètres	Unités	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Indice de qualité		80	60	40	20	
Tétrachloréthylène	µg/l	0.1	0.5	10	200	
Trichloréthylène	µg/l	0.1	0.5	10	200	
Total Tétrachloréthylène et Trichloréthylène	µg/l	0.1	0.5	10	200	
Benzène	µg/l	0.5	0.75	1	10	
Chloroforme	µg/l	0.5	2.5	5	10	
Détergents anioniques	µg/l	100	200	350	500	
Dichloroéthane-1,2	µg/l	1	2	3	60	
Hexachloro-benzène	µg/l	0.001	0.005	0.01	0.1	
Tétrachlorure de carbone	µg/l	0.1	0.5	2	20	
Trichloroéthane-1,1,1	µg/l	0.1	0.5	200	500	
Trihalométhanes*	µg/l	0.5	2.5	100	2000	

* Trihalométhanes (THM) = somme des concentrations de chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane.

Classes et indices pour l'altération micropolluants organiques (autres)

Pour les paramètres benzène, chloroforme et dichloroéthane-1,2, la règle générale de construction des indices n'est pas adaptée pour la création d'un indice continu. En conséquence, les valeurs des seuils intermédiaires ont été interpolées (seuil Vert/Jaune, pour les paramètres benzène et dichloroéthane-1,2 et Jaune/Orange, pour le paramètre chloroforme).

4. Règles de calcul

Ce chapitre détaille les règles de calcul utilisées pour évaluer, à partir des résultats de mesure obtenus à l'occasion d'un prélèvement d'eau, et pour chaque altération, les classes d'aptitude à chaque usage, l'état patrimonial, et les classes et indices de qualité de l'eau. Les calculs sont destinés à évaluer la qualité d'un prélèvement ou d'un ensemble de prélèvements annuels ou interannuels. Les résultats dépendront de la qualité des prélèvements et des analyses qui est de la responsabilité du producteur de données. Il est donc important de souligner que la mise en œuvre et le développement des procédures d'assurance qualité est un préalable indispensable à toute exploitation des résultats, notamment avec l'outil SEQ-Eaux souterraines.

4.1. Classes ou indices d'aptitude, classes et indices de qualité, pour un prélèvement :

- des paramètres impératifs ont été définis pour chaque altération. A défaut de mesure sur l'un des paramètres impératifs, l'altération ne peut être qualifiée, ni pour définir des classes d'aptitude à un usage, ni pour définir des classes ou des indices de qualité ou d'aptitude à la biologie;
- la classe d'aptitude, la classe et l'indice de qualité sont déterminés par le paramètre le plus déclassant, c'est-à-dire celui qui définit la classe d'aptitude ou la classe de qualité la moins bonne, avec l'indice de qualité le plus bas.

4.2. Classes ou indices d'aptitude, classes et indices de qualité, sur une période :

Le SEQ - Eaux souterraines donne la possibilité de calculer, pour chaque altération, une qualité annuelle ou interannuelle.

La classe d'aptitude, la classe et l'indice de qualité sont déterminés par le prélèvement le plus déclassant constaté sur la période considérée.

Pour ne pas pénaliser les utilisateurs disposant de faibles jeux de données, il n'est pas requis ni de nombre, ni de répartition minimum de prélèvements pendant la période pour qualifier chaque altération (classe d'aptitude, classe et indice de qualité).

L'utilisateur de l'outil, devra toutefois s'assurer que la série de prélèvements à traiter, est bien représentative de la situation critique annuelle ou interannuelle et/ou qu'elle répond aux objectifs poursuivis par le diagnostic.

Pour agréger des données sur une période, une année par exemple, deux approches étaient possibles :

- l'approche par jeux de données, en rassemblant, pour chaque paramètre, les valeurs mesurées pendant la période, et en sélectionnant ensuite les valeurs représentatives de la période,
- l'approche par prélèvement, en considérant que le prélèvement est l'unité statistique de base et en sélectionnant celui qui est représentatif de la période.

L'approche par prélèvement a été retenue car elle conserve la cohérence du prélèvement d'eau dans lequel ont été effectuées les différentes analyses. Elle est ainsi mieux à même de traduire la qualité ou l'aptitude de l'eau par altération.

Cette approche permet :

- le respect de la cohérence physico-chimique des résultats d'un prélèvement,
- la simplicité du système d'agrégation,
- la comparabilité des résultats de différents utilisateurs ayant par exemple effectué chacun des prélèvements pendant la même période.

Remarque : traitement des résultats de mesure inférieurs au seuil de détection ou de quantification du laboratoire

Parmi les résultats de mesure, certains sont exprimés comme étant inférieurs au seuil de détection ou de quantification du laboratoire, ou supérieur à un seuil de saturation.

Ces résultats ne sont pas utilisés pour les calculs d'indices d'aptitude ou de qualité (résultats par altération).

Ils sont cependant utilisés pour :

- qualifier un prélèvement,
- évaluer une qualité ou une aptitude annuelle ou inter-annuelle (règle du nombre minimum et de la répartition minimale de prélèvements pendant la période),
- calculer les classes d'aptitude et de qualité dans les conditions restrictives suivantes :
 - si le seuil est dans la classe bleue ou verte, ces classes sont retenues pour l'aptitude ou la qualité,
 - si le seuil est dans les autres classes (jaune, orange ou rouge), aucun classement d'aptitude ou de qualité n'est effectué.

En cas de paramètre calculé (somme de plusieurs paramètres) :

- si l'un des paramètres constitutifs a une valeur définie, les autres ayant une valeur inférieure à un seuil, le paramètre calculé ne tient compte que de la valeur du premier paramètre constitutif,
- si tous les paramètres constitutifs mesurés ont des valeurs inférieures à un seuil, le paramètre calculé n'est pas utilisé pour le calcul des classes ou indices d'aptitude ou de qualité.

5. Conclusions

Le SEQ Eaux souterraines a été conçu pour répondre aux besoins des différents acteurs de l'eau : gestionnaires, administrations, techniciens, usagers ou élus.

Il permet de définir l'aptitude d'une eau à satisfaire différents usages et donne une indication sur son état d'altération (écart par rapport à un état naturel). Il offre également une description de la qualité de l'eau par classes de qualité pour permettre de constituer des indicateurs de suivi d'action mais aussi permettre à des personnes non averties d'obtenir une information simple et globale sur la qualité.

L'outil a été construit en cohérence avec les réglementations européennes et françaises. Il est donc destiné à évoluer en fonction de ces réglementations. Il est également cohérent avec le SEQ cours d'eau. Toutefois, certaines petites différences existent qui tiennent compte de la spécificité des eaux souterraines par rapport aux eaux de surface en matière d'usage et de leur comportement vis à vis des pollutions.

L'architecture modulaire du SEQ en fait un outil adaptable et évolutif. De nouveaux usages, ainsi que de nouveaux paramètres, peuvent être ajoutés à tout moment.