

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Postbus 693, 7400 AR Deventer
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



N° Cde 638879 Solide / Eluat

Unité 876392
 EGES/CN/S6

Autres analyses

Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,05 *
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,05 *
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,1 *
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	11 *
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,001 *
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	15 *
Chrome VI cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,1 *
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,02 *
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,02 *
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 1 *
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 1000 *
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,1 *
Masse échantillon total < 2 kg	kg	1,12
Mercuré cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,0003 *
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,05 *
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,05 *
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,05 *
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 50 *
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,05 *
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 0,02 *
Diphénylamine (DPA)	mg/kg Ms	<0,20
2-Nitrotoluène	mg/kg Ms	<0,050
3-Nitrotoluène	mg/kg Ms	<0,050
4-Nitrotoluène	mg/kg Ms	<0,050
2,4-Dinitrotoluène	mg/kg Ms	<0,050
2,6-Dinitrotoluène	mg/kg Ms	<0,050
1,3-Dinitrobenzène	mg/kg Ms	<0,050
1,3,5-Trinitrobenzène	mg/kg Ms	<0,050
4-Amino-2,6-Dinitrotoluène	mg/kg Ms	<0,050
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	mg/kg Ms	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	mg/kg Ms	<0,050
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	mg/kg Ms	<2,0
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN)	mg/kg Ms	<2,0
Nitroglycérine (NG)	mg/kg Ms	<1,0
Hexogène	mg/kg Ms	<0,20
Octogène (HMX)	mg/kg Ms	<0,10
Tétryle (CE)	mg/kg Ms	<0,10
Hexyle	mg/kg Ms	<0,50
Penthrite (PETN)	mg/kg Ms	<2,0
Acide picrique (PA)	mg/kg Ms	<0,10

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

DOC-13-088/666-FR-FP11

Kamer van Koophandel Directeur
 Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
 VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
 NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



N° Cde 638879 Solide / Eluat

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Il existe une différence observée avec le guide méthodologique : le poids de l'échantillon est inférieur à 2 kg.

Début des analyses: 13.02.2017

Fin des analyses: 27.02.2017

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « x ».

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

AL-West B.V. Mlle Fatiha Beneddif, Tel. +33/380680151
Chargée relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé Ceci est en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Il est valide avec la signature digitale.



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

N° Cde 638879 Solide / Eluat

Liste des méthodes

Eluat

Conforme à ISO 10359-1, conforme à EN 16192: Fluorures (F)

conforme EN 16192: COT

Conforme NEN-EN-ISO 17294-2: Baryum (Ba) Plomb (Pb) Molybdène (Mo) Cadmium (Cd) Zinc (Zn) Sélénium (Se) Cuivre (Cu)
Chrome (Cr) Arsenic (As) Nickel (Ni) Antimoine (Sb)

EN 16192: Mercure (Hg)

EN-ISO 16192: Indice phénol

Équivalent à EN-ISO 10304-1, équivalent à EN-ISO 15682: Chlorures (Cl)

Équivalent à ISO 22743: Sulfates (SO₄)

Équivalent à NF EN ISO 15216: Résidu à sec

méthode interne (conforme EPA218.6 et EPA7199-2): Chrome VI

selon norme lixiviation: L/S cumulé Conductivité électrique Température pH

Matière solide

? DIN ISO 11916-2(OB) u): 2,4-Dinitrotoluène 2,6-Dinitrotoluène 2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)

Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement): pH-H₂O

Conform 6961 /NF-EN 16174: Minéralisation à l'eau régale

Conforme à ISO 22155: BTX total Hydrocarbures C5-C10 Hydrocarbures C5-C6 Fraction C6-C8 Fraction C8-C10

Conforme à ISO 22155: Somme Xylènes Chlorure de Vinyle Dichlorométhane Trichlorométhane Tétrachlorométhane Trichloroéthylène
Tétrachloroéthylène 1,1,1-Trichloroéthane 1,1,2-Trichloroéthane 1,1-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes Hydrocarbures volatils C6-C10

conforme ISO 10694: COT Carbone Organique Total

Conforme NEN-EN 15192: Chrome (VI)

DIN EN ISO 22478(OB) u): Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN) Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN) Nitroglycérine (NG) Hexogène
Octogène (HMX) Tétryle (CE) Hexyle Penthrite (PETN) Acide picrique (PA)

EN-ISO 11885: Aluminium (Al)

EN-ISO 11885: Cuivre (Cu) Zinc (Zn) Plomb (Pb) Arsenic (As) Cadmium (Cd) Nickel (Ni) Chrome (Cr)

HLUG, Hand, Altlasten Bd.7 T5(OB) u): Diphénylamine (DPA) 2-Nitrotoluène 3-Nitrotoluène 4-Nitrotoluène 1,3-Dinitrobenzène
1,3,5-Trinitrobenzène 4-Amino-2,6-Dinitrotoluène 2-Amino-4,6-dinitrotoluène

ISO 16772: Mercure (Hg)

ISO 22155: 1,1-Dichloroéthylène

ISO11465; EN12880: Matière sèche

méthode interne: Homogénéisation HAP (6 Borneff) - somme Somme HAP (VROM) HAP (EPA) - somme

Méthode interne: Fraction C10-C12 Fraction C12-C16 Fraction C16-C20 Fraction C20-C24 Fraction C24-C28 Fraction C28-C32
Fraction C32-C36 Fraction C36-C40

Méthode interne: Préparation d'échantillons composés (2 éch.) Somme Phtalates Hydrocarbures totaux C10-C40
Somme PCB (STI) (ASE) Somme 7 PCB (Ballschmüter)

NF EN 12457-2: Lixiviation (EN 12457-2)

Sans objet: Molybdène cumulé (var. L/S) Baryum cumulé (var. L/S) Zinc cumulé (var. L/S) Chlorures cumulé (var. L/S)
Chrome VI cumulé (var. L/S) Mercure cumulé (var. L/S) Chrome cumulé (var. L/S) Antimoine cumulé (var. L/S)
Fraction soluble cumulé (var. L/S) Plomb cumulé (var. L/S) Sélénium cumulé (var. L/S)
Indice phénol cumulé (var. L/S) Cuivre cumulé (var. L/S) Cadmium cumulé (var. L/S) Arsenic cumulé (var. L/S)
Sulfates cumulé (var. L/S) Nickel cumulé (var. L/S)

Sans objet: Masse échantillon total < 2 kg

selon norme lixiviation: Fluorures cumulé (var. L/S) COT cumulé (var. L/S)

MADEP: Fraction aliphatique C5-C40 Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)

u) Sous-traitance a un laboratoire accrédité du groupe Agrolab.

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



N° Cde 638879 Solide / Eluat

Laboratoires du groupe AGROLAB

Analyse par (autre laboratoire)

(OB) AGROLAB Laboratoire Bruckberg, pour la méthode citée accréditée selon le référentiel ISO/IEC 17025:2005, certificat d'accréditation: D-PL-14289_01_00

Méthode

? DIN ISO 11916-2

(OB) AGROLAB Laboratoire Bruckberg, pour la méthode citée accréditée selon le référentiel ISO/IEC 17025:2005, certificat d'accréditation: D-PL-14289_01_00

Méthode

DIN EN ISO 22478

(OB) AGROLAB Laboratoire Bruckberg, pour la méthode citée accréditée selon le référentiel ISO/IEC 17025:2005, certificat d'accréditation: D-PL-14289_01_00

Méthode

HLUG, Hand, Altlasten Bd.7 T5

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

ASTERALIS  **VEOLIA**

Laboratoire Caractérisation et Analyses

556, Chemin de l'Ision, 38670 Chasse sur Rhône

Tél : (+33) 4.37.20.13.70 Fax : (+33) 4.37.20.13.71

Email : laboratoire@asteralis.fr site web: www.asteralis.fr

N° TVA : FR20789558889

Rapport d'essai

RA 12008-17

IDENTIFICATION RAPPORT	
Réf. : RA N°12008-17	Date : 14/03/2017
Version : 01	Nombre de pages : 04
Commentaires : - Offre EGES OC-232 - Nombre total des échantillons analysés : 06	

IDENTIFICATION DEMANDE D'ANALYSE	
Demandeur : Yves LEMORDANT	N° DEMANDE D'ANALYSE : 008-17
ADRESSE : EGES 3, rue Raoul Follereau 86000 Poitiers	DESTINATAIRE : <input checked="" type="checkbox"/> Identique au demandeur
EMAIL : y.lemordant@eges.fr	TEL : 05 49 55 43 78

TYPES D'ECHANTILLONS	
<input type="checkbox"/> Matrices environnementales	<input type="checkbox"/> Contrôle atmosphérique
<input type="checkbox"/> Déchets	<input type="checkbox"/> Eau rechargée
<input type="checkbox"/> Effluents	<input checked="" type="checkbox"/> Chantier

ANALYSES REALISEES	
<input checked="" type="checkbox"/> Spectrométrie gamma	<input type="checkbox"/> Spectrométrie α
<input checked="" type="checkbox"/> Comptage α / β total	<input type="checkbox"/> ICP-MS
<input checked="" type="checkbox"/> Scintillation liquide	<input type="checkbox"/> Analyse physico-chimique

VISA		
OPERATEUR	VERIFICATEUR	APPROBATEUR
Ingénieur Caractérisation et Analyses	Ingénieur Caractérisation et Analyses	Directeur Caractérisation et Analyses
		
F. El Yadari	N. Dehbi	C. Véronneau
14/03/2017	14/03/2017	14/03/2017

LAB DOC 094 G

Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.



Accréditation n°1-5750
 Portée disponible sur
 www.cofrac.fr

Résultats d'Analyses – 1

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo.	: 12-17; 13-17; 14-17 ; 15-17 ; 16-17 ; 17-17	Date de réception	: 17/02/2017
ID Client	: Voir le tableau ci-dessous	Date d'Analyse	: 21/02/2017 au 10/03/2017
Nature des échantillons	: Sols	Date de référence	: 08/02/2017

ID Labo		012-17	013-17	014-17	015-17	016-17	017-17
ID Client		EGES (CN) S1	EGES (CN) S2	EGES (CN) S3	EGES (CN) S4	EGES (CN) S5	EGES (CN) S6
Masse fraîche (g)		746,3	664,9	1052,9	1248,2	687,7	799
Masse sèche (g)		603,3	532,8	884,3	1034	620,5	740,6
% humidité		18,6	19,2	15,8	16,9	9,3	6,7
Date de prélèvement		08/02/2017					
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (avec k=2)					
Spectrométrie γ [Méthode d'Analyse : NF ISO 18589-3]							
K-40	Bq/kg m.s	290 ± 50	450 ± 70	180 ± 35	160 ± 34	79 ± 19	32 ± 12
Co-60	Bq/kg m.s	< LD (3,3)	< LD (2,8)	< LD (2,6)	< LD (2,5)	< LD (2,2)	< LD (2,0)
Ag-108m	Bq/kg m.s	< LD (2,6)	< LD (3,0)	< LD (2,5)	< LD (2,0)	< LD (1,2)	< LD (1,5)
Sb-125	Bq/kg m.s	< LD (6,6)	< LD (6,9)	< LD (5,0)	< LD (4,6)	< LD (3,7)	< LD (3,9)
Cs-134	Bq/kg m.s	< LD (2,6)	< LD (2,8)	< LD (2,4)	< LD (2,4)	< LD (1,6)	< LD (1,6)
Cs-137	Bq/kg m.s	< LD (2,0)	< LD (2,9)	< LD (2,4)	< LD (1,9)	< LD (1,7)	< LD (1,4)
Eu-152	Bq/kg m.s	< LD (4,2)	< LD (4,3)	< LD (3,4)	< LD (3,4)	< LD (2,5)	< LD (2,1)
Eu-154	Bq/kg m.s	< LD (2,4)	< LD (2,7)	< LD (2,0)	< LD (2,0)	< LD (1,5)	< LD (1,2)
Eu-155	Bq/kg m.s	< LD (4,0)	< LD (4,4)	< LD (3,6)	< LD (3,1)	< LD (2,2)	< LD (1,9)
Ac-228 (Th-232)	Bq/kg m.s	33 ± 6	44 ± 6	22 ± 5	19 ± 4	< LD (8,4)	< LD (6,3)
Tl-208 ⁽¹⁾	Bq/kg m.s	14 ± 3	18 ± 3	7,2 ± 2,1	7,2 ± 1,6	2,6 ± 0,9	< LD (2,0)
U-235	Bq/kg m.s	< LD (1,7)	1,9 ± 0,9	< LD (1,2)	< LD (1,9)	< LD (1,4)	< LD (1,2)
Th-234 (U-238)	Bq/kg m.s	26 ± 11	29 ± 6	17 ± 10	14 ± 6	< LD (13)	< LD (9,6)
Ra-226 ⁽²⁾	Bq/kg m.s	38 ± 13	51 ± 18	34 ± 16	< LD (32)	< LD (22)	< LD (20)
Pb-210 ⁽²⁾	Bq/kg m.s	33 ± 13	< LD (34)	< LD (26)	17 ± 8	< LD (17)	< LD (13)
Am-241	Bq/kg m.s	< LD (2,8)	< LD (3,1)	< LD (2,2)	< LD (2,1)	< LD (1,8)	< LD (1,2)

⁽¹⁾ Descendant du Thorium 232

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD)

⁽²⁾ Descendant de l'Uranium 238

m.s = matière sèche

Notes : La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.



Accréditation n°1-5750
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

Résultats d'Analyses - 2

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo	012-17	013-17	014-17	015-17	016-17	017-17	
ID Client	EGES (CN) S1	EGES (CN) S2	EGES (CN) S3	EGES (CN) S4	EGES (CN) S5	EGES (CN) S6	
Date de prélèvement	08/02/2017						
Radionucléides	Unité	Activité \pm incertitude élargie (avec $k=2$)					
Comptage α/β global [Méthode d'Analyse : NF ISO 18589-6]							
Indice β global (équivalent $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$)	Bq/kg m.s	410 \pm 100	490 \pm 110	230 \pm 65	200 \pm 60	90 \pm 21	41 \pm 13

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD) m.s = matière sèche

Notes : La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.

Résultats d'Analyses - 3

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo		012-17	013-17	014-17	015-17	016-17	017-17
ID Client		EGES (CN) S1	EGES (CN) S2	EGES (CN) S3	EGES (CN) S4	EGES (CN) S5	EGES (CN) S6
Date de prélèvement		08/02/2017					
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (avec k=2)					
Comptage α global [Méthode d'Analyse : LAB MOP 012] (HORS COFRAC)							
Indice α global (équivalent ²⁴¹ Am)	Bq/kg m.s	39 ± 22	69 ± 30	35 ± 21	22 ± 17	9,3 ± 4,8	7,9 ± 4,5
Scintillation liquide [Méthode d'Analyse : NF M60-325] (HORS COFRAC)							
Tritium ³ H	Bq/kg m.f	< LD (51)	< LD (50)	< LD (49)	< LD (51)	< LD (51)	< LD (52)

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD) m.s = matière sèche m.f = masse fraîche

Notes : La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.
 L'analyse du tritium a été réalisée sur échantillon frais (sans séchage).

ANNEXE 5

RESULTATS DES ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE (BORDEREAUX LABORATOIRES)

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Postbus 693, 7400 AR Deventer
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



N° Cde 674207 Eau

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
189675	EGES/ CN/ PZ2	26.07.2017	
189681	EGES/ CN/ PZ3	26.07.2017	

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

Unité	189675 EGES/ CN/ PZ2	189681 EGES/ CN/ PZ3
Analyses Physico-chimiques		
pH (Lab.)	7,3	7,2
Température °C	19,3	19,4
Indice phénol µg/l	<10	25
DBO 5 mg/l	19	49
Demande chimique en oxygène (DCO) mg/l	400	100
Chrome VI µg/l	<5,0	<5,0
Matières en suspension mg/l	69	13
COT mg/l	27	43

Métaux

Aluminium (Al) µg/l	76 *	11 *
Arsenic (As) µg/l	<5,0	7,1
Cadmium (Cd) µg/l	<0,10	<0,10
Chrome (Cr) µg/l	<2,0	<2,0
Cuivre (Cu) µg/l	3,8	<2,0
Mercure (Hg) µg/l	<0,03	<0,03
Nickel (Ni) µg/l	<5,0	7,9
Plomb (Pb) µg/l	<5,0	<5,0
Zinc (Zn) µg/l	79	60

HAP

Naphtalène µg/l	<2,0 ^{m)}	0,03
Acénaphthylène µg/l	<0,50 ^{m)}	<0,050
Acénaphthène µg/l	<0,50 ^{m)}	<0,01
Fluorène µg/l	<2,0 ^{m)}	<0,010
Phénanthrène µg/l	0,027	<0,010
Anthracène µg/l	<0,020 ^{m)}	<0,010
Fluoranthène µg/l	0,029	<0,010
Pyrène µg/l	0,040	<0,010
Benzo(a)anthracène µg/l	0,022	<0,010
Chrysène µg/l	0,027	<0,010
Benzo(b)fluoranthène µg/l	0,013	<0,010
Benzo(k)fluoranthène µg/l	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyrène µg/l	0,014	<0,010
Dibenzo(ah)anthracène µg/l	<0,010	<0,010

DOC-18-1003422-FR-PZ

Kamer van Koophandel Directeur
 Nr. 08110899 ppa. Marc van Gelder
 VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
 NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Postbus 693, 7400 AR Deventer
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

N° Cde 674207 Eau

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

	Unité	189675	189681
		EGES/ CN/ PZ2	EGES/ CN/ PZ3
HAP			
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	0,021	<0,010
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010
Somme HAP	µg/l	0,077 ^{xj}	n.d.
Somme HAP (VROM)	µg/l	0,14 ^{xj}	0,030 ^{xj}
Somme HAP (16 EPA)	µg/l	0,19 ^{xj}	0,030 ^{xj}
Composés aromatiques			
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l	1,2	70
Ethylbenzène	µg/l	2,1	<0,5
m,p-Xylène	µg/l	7,0	<0,2
o-Xylène	µg/l	2,6	<0,50
Somme Xylènes	µg/l	9,6	n.d.
COHV			
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	1,3
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	12
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	0,3
cis-1,2-Dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l	n.d.	n.d.
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1
TPH			
Fraction aliphatique >C5-C6	µg/l	<10 *	54 *
Fraction aliphatique >C6-C8	µg/l	<10 *	34 *
Fraction aliphatique >C8-C10	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C10-C12	µg/l	270 *	<15 ^{mj}
Fraction aliphatique >C12-C16	µg/l	34000 *	36 *
Fraction aliphatique >C16-C21	µg/l	9200 *	22 *
Fraction aliphatique >C21-C35	µg/l	2200 *	32 *
Fraction aliphatique >C35-C40	µg/l	160 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aliphatiques	µg/l	46000 ^{xj}	180 ^{xj}
Fraction aromatique >C6-C7	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C7-C8	µg/l	<10 *	60 *

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Postbus 693, 7400 AR Deventer
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



N° Cde 674207 Eau

	Unité	189675 EGES/ CN/ PZ2	189681 EGES/ CN/ PZ3
TPH			
Fraction aromatique >C8-C10	µg/l	16 *	<10 *
Fraction aromatique >C10-C12	µg/l	<15 * ^{m)}	<10 *
Fraction aromatique >C12-C16	µg/l	<500 * ^{m)}	<10 *
Fraction aromatique >C16-C21	µg/l	<350 * ^{m)}	<10 *
Fraction aromatique >C21-C35	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C35-C40	µg/l	<10 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques	µg/l	16 * ^{x)}	60 * ^{x)}
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)	µg/l	46000 * ^{x)}	240 * ^{x)}
Polychlorobiphényles			
PCB (28)	µg/l	<0,010	<0,010
PCB (52)	µg/l	<0,010	<0,010
PCB (101)	µg/l	<0,010	<0,010
PCB (118)	µg/l	<0,010	<0,010
PCB (138)	µg/l	<0,010	<0,010
PCB (153)	µg/l	<0,010	<0,010
PCB (180)	µg/l	<0,010	<0,010
Somme PCB (STI) (ASE)	µg/l	n.d.	n.d.
Somme 7 PCB (Ballschmíter)	µg/l	n.d.	n.d.
Phtalates			
Bis-(2-ethylhexyl)-phtalate (DEHP)	µg/l	17	<1
Butylbenzylphtalate	µg/l	<1	<1
Dibutylphtalate	µg/l	<1	<1
Diéthylphtalate	µg/l	<1	<1
Diheptylphtalate	µg/l	<1	<1
Di-isobutylphtalate	µg/l	<2,0	<2,0
Diisopropylphtalate	µg/l	<1	<1
Diméthylphtalate	µg/l	<1	<1
Di-n-octylphtalate	µg/l	<1	<1
Dinonylphtalate	µg/l	<1 *	<1 *
Dipentylphtalate	µg/l	<1	<1
Dipropylphtalate	µg/l	<1	<1
Somme Phtalates	µg/l	17 ^{x)}	n.d.
Hydrocarbures totaux			
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	13800	<50
Fraction C10-C12	µg/l	120 *	<10 *
Fraction C12-C16	µg/l	9700 *	<10 *
Fraction C16-C20	µg/l	3000 *	<5,0 *
Fraction C20-C24	µg/l	730 *	<5,0 *

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

DOC: B-1003422-RR-FR

Kamer van Koophandel Directeur
 Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
 VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
 NL 811132559 B01



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Postbus 693, 7400 AR Deventer
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



N° Cde 674207 Eau

	Unité	189675 EGES/ CN/ PZ2	189681 EGES/ CN/ PZ3
Hydrocarbures totaux			
Fraction C24-C28	µg/l	180 *	<5,0 *
Fraction C28-C32	µg/l	67 *	<5,0 *
Fraction C32-C36	µg/l	38 *	<5,0 *
Fraction C36-C40	µg/l	19 *	<5,0 *
Autres analyses			
Acide picrique (PA)	µg/l	<0,54 ^{pej}	<0,20
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN)	µg/l	<8,1 ^{pej}	<30 ^{mj}
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<8,1 ^{pej}	<30 ^{mj}
Diphénylamine (DPA)	µg/l	<0,81 ^{pej}	<0,30
Hexogène	µg/l	<1,1 ^{pej}	<4,0 ^{mj}
Hexyle	µg/l	<1,4 ^{pej}	<0,50
Nitroglycérine (NG)	µg/l	<5,0 ^{mj}	<10 ^{mj}
Octogène (HMX)	µg/l	0,72 ^{pej}	<3,5 ^{mj}
Penthrite (PETN)	µg/l	<10 ^{mj}	<30 ^{mj}
Tétryle (CE)	µg/l	<0,54 ^{pej}	<2,0 ^{mj}
1,3-Dinitrobenzène	µg/l	<0,30 ^{pej}	<0,10
1,3,5-Trinitrobenzène	µg/l	<0,30 ^{pej}	<0,10
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	µg/l	<0,30 ^{pej}	<0,10
2-Nitrotoluène	µg/l	<0,60 ^{pej}	<0,20
2,4-Dinitrotoluène	µg/l	0,79 ^{pej}	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	µg/l	<0,30 ^{pej}	<0,10
2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,15 ^{pej}	<0,050
3-Nitrotoluène	µg/l	<0,30 ^{pej}	<0,10
4-Amino-2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,30 ^{pej}	<0,10
4-Nitrotoluène	µg/l	<0,30 ^{pej}	<0,10

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

pe) Etant donné l'influence perturbatrice de l'échantillon, une dilution de l'échantillon a occasionnée une augmentation des limites de quantification.

m) Etant donnée l'influence perturbatrice de l'échantillon, les limites de quantification ont été relevées.

? va) Die Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da die vorliegende Konzentration erforderte, die Probe in den gerätespezifischen Arbeitsbereich zu verdünnen.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Début des analyses: 28.07.2017

Fin des analyses: 14.08.2017

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. .

ASTERALIS  **VEOLIA**
 Laboratoire Caractérisation et Analyses
 556, Chemin de l'Isilon, 38670 Chasse sur Rhône
 Tél : (+33) 4.37.20.13.70 Fax : (+33) 4.37.20.13.71
 Email : laboratoire@asteralis.fr site web: www.asteralis.fr
 N° TVA : FR20789558889

Rapport d'essai




RA 55054-17

IDENTIFICATION RAPPORT	
Réf. : RA N°55054-17	Date : 08/08/2017
Version : 01	Nombre de pages : 03
Commentaires : - Offre EGES OC-0232 - Nombre total des échantillons analysés : 03	

IDENTIFICATION DEMANDE D'ANALYSE	
Demandeur : Yves LEMORDANT	N° DEMANDE D'ANALYSE : 054-17
ADRESSE : EGES 3, rue Raoul Follereau 86000 Poitiers	DESTINATAIRE : <input checked="" type="checkbox"/> Identique au demandeur
EMAIL : y.lemordant@eges.fr	TEL : 05 49 55 43 78

TYPES D'ECHANTILLONS	
<input checked="" type="checkbox"/> Matrices environnementales	<input type="checkbox"/> Contrôle atmosphérique
<input type="checkbox"/> Déchets	<input type="checkbox"/> Eau rechargée
<input type="checkbox"/> Effluents	<input type="checkbox"/> Chantier

ANALYSES REALISEES	
<input checked="" type="checkbox"/> Spectrométrie gamma	<input type="checkbox"/> Spectrométrie α
<input checked="" type="checkbox"/> Comptage α / β total	<input type="checkbox"/> ICP-MS
<input checked="" type="checkbox"/> Scintillation liquide	<input type="checkbox"/> Analyse physico-chimique

VISA			
OPERATEUR		VERIFICATEUR	APPROBATEUR
Technicien d'analyses radiochimiques	Technicien d'analyses radiochimiques	Responsable Caractérisation et Analyses	Responsable Caractérisation et Analyses
			
P. Schenckbecher	G. Gasse	N. Dehbi	N. Dehbi
08/08/2017	08/08/2017	08/08/2017	08/08/2017



Accréditation n°1-5750
 Portée disponible sur
www.cofrac.fr

Résultats d'Analyses – 1

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo.	: 305-17 à 307-17	Date de réception	: 28/07/2017
ID Client	: Voir le tableau ci-dessous	Date d'Analyse	: Du 28/07 au 07/08/2017
Nature des échantillons	: Eaux	Date de référence	: 26/07/2017

ID Labo		305-17	306-17	307-17
ID Client		PZ1	EGES / CN / PZ2	EGES / CN / PZ3
Date de prélèvement		26/07/2017		
Date de référence		26/07/2017		
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (avec k=2)		
Scintillation liquide [Méthode d'Analyse : NF ISO 9698, méthode par distillation]				
Tritium ³H	Bq/L	< LD (2,0)	< LD (2,0)	< LD (2,0)
Comptage α/β global [Méthode d'Analyse : NF ISO 10704]				
Indice α global (équivalent ²⁴¹Am)	Bq/L	1,1 ± 0,3	0,10 ± 0,06	0,12 ± 0,06
Indice β global (équivalent ⁹⁰Sr - ⁹⁰Y)	Bq/L	0,65 ± 0,22	< LD (0,13)	0,23 ± 0,09
Spectrométrie γ [Méthode d'Analyse : NF ISO 10703]				
K-40	Bq/L	Cf. page 3 (Résultats hors Cofrac)	< LD (5,0)	< LD (4,7)
Co-60	Bq/L		< LD (0,41)	< LD (0,40)
Ag-108m	Bq/L		< LD (0,32)	< LD (0,35)
Sb-125	Bq/L		< LD (0,87)	< LD (0,95)
Cs-134	Bq/L		< LD (0,38)	< LD (0,36)
Cs-137	Bq/L		< LD (0,35)	< LD (0,36)
Eu-152	Bq/L		< LD (0,55)	< LD (0,55)
Eu-154	Bq/L		< LD (0,33)	< LD (0,34)
Eu-155	Bq/L		< LD (0,35)	< LD (0,35)
Ac-228 (Th-232)	Bq/L		< LD (1,2)	< LD (1,4)
Tl-208 ⁽¹⁾	Bq/L		< LD (0,35)	< LD (0,35)
U-235	Bq/L		< LD (0,32)	< LD (0,30)
Th-234 (U-238)	Bq/L		< LD (2,1)	< LD (2,0)
Ra-226 ⁽²⁾	Bq/L		< LD (5,2)	< LD (4,9)
Pb-210 ⁽²⁾	Bq/L		< LD (2,4)	< LD (2,6)
Am-241	Bq/L		< LD (0,27)	< LD (0,26)

⁽¹⁾ Descendant du Thorium 232

⁽²⁾ Descendant de l'Uranium 238

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD). La limite de détection est la plus petite valeur vraie de l'activité qui garantit d'avoir 95 % de chances d'être détectée (β = 0,05). Elle est calculée selon la norme NF ISO 11929 : Détermination des limites caractéristiques pour mesurages de rayonnements ionisants (seuils de risque de 1^{ère} et 2^{ème} espèces : α = β = 0,05).

Notes : La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon (e-mail du 29 juillet 2017).

Résultats d'Analyses – 2

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo.	: 305-17 à 307-17	Date de réception	: 28/07/2017
ID Client	: Voir le tableau ci-dessous	Date d'Analyse	: Du 28/07 au /08/2017
Nature des échantillons	: Eaux	Date de référence	: 26/07/2017

ID Labo		305-17
ID Client		PZ1
Date de prélèvement		26/07/2017
Date de référence		26/07/2017
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (avec k=2)
Spectrométrie γ [Méthode d'Analyse : NF ISO 10703] HORS COFRAC		
K-40	Bq/L	< LD (5,0)
Co-60	Bq/L	< LD (0,40)
Ag-108m	Bq/L	< LD (0,33)
Sb-125	Bq/L	< LD (0,89)
Cs-134	Bq/L	< LD (0,36)
Cs-137	Bq/L	< LD (0,37)
Eu-152	Bq/L	< LD (0,57)
Eu-154	Bq/L	< LD (0,36)
Eu-155	Bq/L	< LD (0,37)
Ac-228 (Th-232)	Bq/L	< LD (1,4)
Tl-208 ⁽¹⁾	Bq/L	< LD (0,41)
U-235	Bq/L	< LD (0,30)
Th-234 (U-238)	Bq/L	< LD (2,0)
Ra-226 ⁽²⁾	Bq/L	< LD (4,9)
Pb-210 ⁽²⁾	Bq/L	< LD (2,7)
Am-241	Bq/L	< LD (0,27)

⁽¹⁾ Descendant du Thorium 232

⁽²⁾ Descendant de l'Uranium 238

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD). La limite de détection est la plus petite valeur vraie de l'activité qui garantit d'avoir 95 % de chances d'être détectée ($\beta = 0,05$). Elle est calculée selon la norme NF ISO 11929 : Détermination des limites caractéristiques pour mesurages de rayonnements ionisants (seuils de risque de 1^{ère} et 2^{ème} espèces : $\alpha = \beta = 0,05$).

Notes : La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.

L'échantillon « PZ1 » a été traité hors Cofrac en raison de son hétérogénéité (très fines particules en suspension difficilement filtrables).

Auteur : Y. LEMORDANT

Eaux Géologie Environnement Services (E G E S)

3 Rue Raoul Follereau – 86000 POITIERS - Tel. 05 49 55 43 78
e-mail : y.lemordant@eges.fr

SARL au capital de 15000 Euros – RCS Poitiers 442 846 879 – SIRET 442 846 879 00033 - APE 74.2c
Siège social : 4, Rue de Wachtberg – 86240 SMARVES



Annexe 4 - 6 : Installation d'un piézomètre complémentaire en zone Poulmic / Suivi de l'état des eaux souterraines – Hautes eaux 2019 en Zones Poulmic et Nivouville

EGES – LEMORDANT Yves, EAR 279 – CHATEAUDUN (28), Zone Poulmic : installation d'un piézomètre complémentaire - Zones Poulmic et Nivouville : suivi de l'état des eaux souterraines – Hautes eaux 2019, Réf. EGES R20190701, juillet 2019



ESID DE RENNES

EAR 279 – CHATEAUDUN (28)

ZONE POULMIC

INSTALLATION D'UN PIEZOMETRE COMPLEMENTAIRE

ZONES POULMIC ET NIVOUVILLE

SUIVI DE L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES – HAUTES EAUX 2019

JUILLET 2019

N° R20190701

EAR 279 – CHATEAUDUN (28)

ZONE POULMIC

INSTALLATION D'UN PIEZOMETRE COMPLEMENTAIRE

ZONES POULMIC ET NIVOUVILLE

SUIVI DE L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES – HAUTES EAUX 2019

JUILLET 2019

N° R20190701

Mots clés : Eaux souterraines - Piézomètre – Châteaudun.

En bibliographie ce rapport sera cité de la façon suivante :

« ESID de Rennes - EAR 279 – Châteaudun (28)

Zone Poulmic : Installation d'un piézomètre complémentaire - Zones Poulmic et Nivouville : Suivi de l'état des eaux souterraines – Hautes eaux 2019 -» - EGES R20190701 – Juillet 2019.

Auteur : Yves LEMORDANT.

© E G E S, 2019. Ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation d'EGES ou de l'ESID de Rennes.

SOMMAIRE

	Page
1. INTRODUCTION	4
2. INSTALLATION D'UN 4^{EME} PIEZOMETRE SUR LA ZONE POULMIC	4
2.1 LOCALISATION.....	4
2.2 REALISATION.....	7
3. BILAN DU SUIVI DE L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES SUR LA ZONE POULMIC	7
3.1 RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE LOCAL	7
3.2 CONTEXTE PIEZOMETRIQUE LOCAL.....	7
3.3 PRELEVEMENTS ET ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE	8
3.4 RESULTATS DES ANALYSES	8
4. BILAN DU SUIVI DE L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES SUR LA ZONE NIVOUILLE	15
4.1 LOCALISATION DES PIEZOMETRES DE NIVOUILLE	15
4.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	15
4.3 RESULTATS DES ANALYSES	17
5. CONCLUSION	20

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1 - Coordonnées géographiques des piézomètres de la zone Poulmic	4
Tableau 2 - Zone Poulmic - Récapitulatif des principales caractéristiques physico-chimiques des eaux vis à vis des normes de potabilité.....	12
Tableau 3 - Zone Poulmic – Valeurs des indices alpha et bêta sur les eaux des 4 piézomètres.....	14
Tableau 4 - Coordonnées géographiques des piézomètres de la zone Nivouville (source : Géosphère 2016)	15
Tableau 5 - Zone Nivouville - Récapitulatif des principales caractéristiques physico-chimiques des eaux vis à vis des normes de potabilité.....	19
Tableau 6 - Zone Nivouville – Valeurs des indices alpha et bêta sur les eaux des 3 piézomètres	19

Liste des figures

	Page
Figure 1 - Situation géographique des sites sur l'EAR 279 – Echelle 1/25 000	5
Figure 2 - Zone Poulmic : Localisation des piézomètres sur photographie aérienne – Echelle 1/2000.	6
Figure 3 - Zone Poulmic : Carte piézométrique locale au 2 mai 2019 – Echelle 1/2000	9
Figure 4 - Zone Nivouville : Localisation des piézomètres sur photographie aérienne – Echelle 1/2000.....	16

Liste des annexes

- Annexe 1** - Coupes géologique et technique du piézomètre PZ4.
Diagraphies instantanées de forage (Enregistrements Soltechnic).
- Annexe 2** - Zone Poulmic : Fiches de prélèvement d'eau souterraine sur PZ1, PZ2, PZ3, PZ4.
- Annexe 3** - Zone Nivouville : Fiches de prélèvement d'eau souterraine sur PZ1, PZ2, PZ3.
- Annexe 4** - Résultats des analyses chimiques d'eau souterraine - Bordereaux Laboratoire.
- Annexe 5** - Résultats des analyses radiologiques d'eau souterraine - Bordereaux Laboratoire.

1. INTRODUCTION

A l'intérieur de l'EAR 279 de Châteaudun, et dans le cadre d'un entreposage futur au niveau des hangarettes 0085, 0086 et 0087 de la zone « Poulmic », de matériaux issus du démantèlement d'aéronefs en fin de vie qui comportent des matériaux faiblement radioactifs, un « état zéro » de la qualité des eaux souterraines transitant sous le site a été réalisé en 2017, après la mise en place d'un piézomètre amont et de 2 piézomètres aval.

Compte tenu de la direction d'écoulement des eaux souterraines, l'installation d'un troisième piézomètre aval s'est révélée nécessaire, en aval immédiat de la hangarette 0086.

Corrélativement, des prélèvements et analyses d'eau souterraine sur les piézomètres de la zone Poulmic ont été effectués, ainsi que sur les 3 piézomètres existants sur la zone Nivouville.

Le suivi des travaux de mise en place du quatrième piézomètre de la zone Poulmic ainsi que l'ensemble des prélèvements d'eau pour analyse ont été réalisés par EGES dans le cadre d'une sous-traitance pour un marché d'assistance au maître d'ouvrage (Etablissement du Service d'Infrastructures de la Défense de Rennes (ESID)) dont le titulaire est BERTIN TECHNOLOGIES SAS.

2. INSTALLATION D'UN 4^{EME} PIEZOMETRE SUR LA ZONE POULMIC

2.1 LOCALISATION

La localisation des zones Poulmic et Nivouville de l'EAR 279 de Châteaudun est présentée, figure 1.

Les coordonnées géographiques du nouveau piézomètre PZ4 de la zone Poulmic sont précisées dans le tableau 1 ci-dessous, avec en rappel, les coordonnées des 3 piézomètres installés en 2017.

La situation des 4 piézomètres de la zone Poulmic est présentée figure 2.

Les coordonnées géographiques des piézomètres, en coordonnées Lambert 93, sont précisées dans le tableau n°1 ci-dessous :

Piézomètre	X en m	Y en m	Z (sol) en m*1
PZ1	579817,56	6773834,83	131,90
PZ2	579911,95	6773750,75	131,21
PZ3	579725,93	6773693,62	131,10
PZ4	579811,73	6773660,59	131,36

*1 : D'après IGN photographie aérienne site Géoportail

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des piézomètres de la zone Poulmic

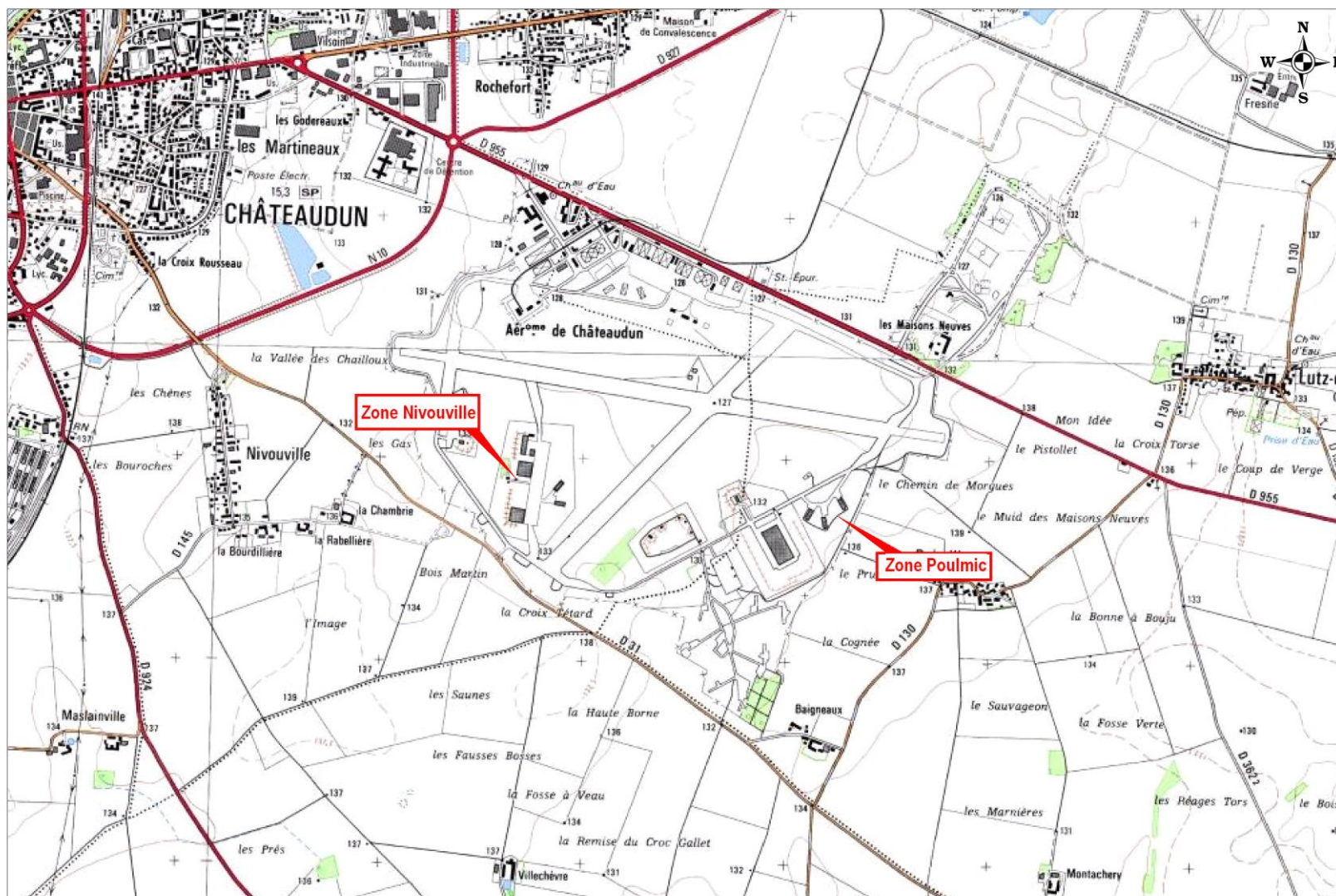


Figure 1 – Situation géographique des sites sur l'EAR 279 – Echelle 1/25 000



2.2 REALISATION

Le piézomètre complémentaire de la zone Poulmic a été implanté sur site le 29 mars 2019, au Sud de la hangarette 0086 après investigation pyrotechnique du secteur.

Le forage a été réalisé du 23 au 25 avril 2019 par la méthode rotary avec injection d'eau, et adjonction d'un polymère spécial forage d'eau, destiné à tenir les terrains et remonter les déblais.

Après atteinte de la profondeur finale de 32 m, un équipement composé de 12 m de crépines (\varnothing 104/114 mm, entourée d'un filtre textile) et 21 m de tubes pleins a été descendu, puis suivi de l'injection d'environ 200 l de graviers filtre en quartz \varnothing 2,5/5 mm, puis de 50 l d'argile gonflante (type orégonite).

Au final, une cimentation jusqu'au niveau du sol a terminé la pose de l'équipement, avec une protection du tube PVC par capot métallique cadernassé.

La coupe géologique et technique de ce piézomètre PZ4 est présentée en annexe 1 avec les diagraphies instantanées enregistrées lors de l'avancement du forage (vitesse d'avancement, pression sur l'outil, pression d'injection et couple de rotation).

3. BILAN DU SUIVI DE L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES SUR LA ZONE POULMIC

3.1 RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE LOCAL

Le contexte géologique local est caractérisé par la présence superficielle de calcaires lacustres d'âge éocène, passant en profondeur à un ensemble détritique d'origine continentale, également d'âge éocène, de lithologie variable, composée de marne et argile blanche à beige, de grès et silex en amas important.

La base de ces formations éocènes se situe entre 22 et 25 m de profondeur au droit des hangarettes Poulmic. En dessous se trouve la craie à silex du Crétacé supérieur.

Sur le plan hydrogéologique, on distingue la nappe dite des calcaires de Beauce, qui se trouve dans les différentes formations de calcaires lacustres d'âge éocène recouvrant le plateau où est installé l'EAR 279. La nappe contenue dans ces calcaires est une nappe perchée.

Plus en profondeur, se rencontre la nappe de la craie, en liaison avec les eaux souterraines contenues dans les formations détritiques qui la recouvrent, et parfois séparée par un niveau discontinu d'argile verte à silex.

3.2 CONTEXTE PIEZOMETRIQUE LOCAL

Afin de préciser le contexte piézométrique local autour des hangarettes de la zone Poulmic, il a été nécessaire d'effectuer un relevé des niveaux piézométriques sur les points de mesure suivants :

- Piézomètres PZ1, PZ2, PZ3 et PZ4 de Poulmic ;
- Puits communal équipé d'une ancienne pompe, au centre du hameau de Boirville, à l'Est du site de Poulmic (sur la commune de Villemaury, anciennement Lutz-en-Dunois).

Ces mesures ont été effectuées le 23 avril 2019 à la sonde électrique (précision : +/- 1 cm) sur l'ensemble des points sauf PZ4 en cours de forage dont le niveau statique a été relevé le 26 avril.

Ces mesures ont servi à préciser la piézométrie de la zone de Poulmic, qui a été dessinée, figure 3, après nivellement du piézomètre PZ4 par visée de rattachement sur PZ2 et PZ3.

Cette piézométrie indique que l'écoulement des eaux souterraines est orienté vers le Sud, avec un gradient hydraulique plus élevé à l'Est de la zone d'implantation des piézomètres.

Ainsi :

- Le piézomètre PZ1 se trouve en amont hydraulique du site des hangarettes de Poulmic,
- Le piézomètre PZ2 est en aval hydraulique immédiat de la hangarette 0087,
- Le piézomètre PZ3 est en aval hydraulique immédiat de la hangarette 0085,
- Le piézomètre PZ4 est en aval hydraulique immédiat de la hangarette 0086.

3.3 PRELEVEMENTS ET ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE

Les prélèvements ont fait l'objet de fiches détaillées pour chaque ouvrage. Elles sont présentées en annexe 2 pour la zone Poulmic, et annexe 3 pour la zone Nivouville.

Tous les prélèvements ont été effectués à la pompe immergée électrique à faible débit, après renouvellement des eaux et filtration sur site à 80 µm pour certains prélèvements (selon les directives du laboratoire).

Les analyses ont concerné les éléments chimiques suivants :

- ⇒ HCT (y compris fraction C10-C40) ; BTEX (13 composés) ; HAP (16 composés), COHV (13 composés) ;
- ⇒ Hydrocarbures TPH aliphatiques,
- ⇒ Indice Phénol ;
- ⇒ MES et COT ;
- ⇒ DBO + DCO,
- ⇒ Al + As + Cr + Cr⁶⁺ + Cu + Hg + Ni + Pb + Zn + Mn et K,
- ⇒ Phtalates (12 composés),
- ⇒ Composés explosifs (20 éléments).

Pour les paramètres radiologiques, les analyses ont été les suivantes :

- ⇒ • Indice Alpha, Bêta et Tritium,
- ⇒ • Uranium (pondéral et isotopes 235 et 238,) ; Radium 226 et 228, Plomb 210, Polonium 210 et Thorium 228 et 232.

3.4 RESULTATS DES ANALYSES

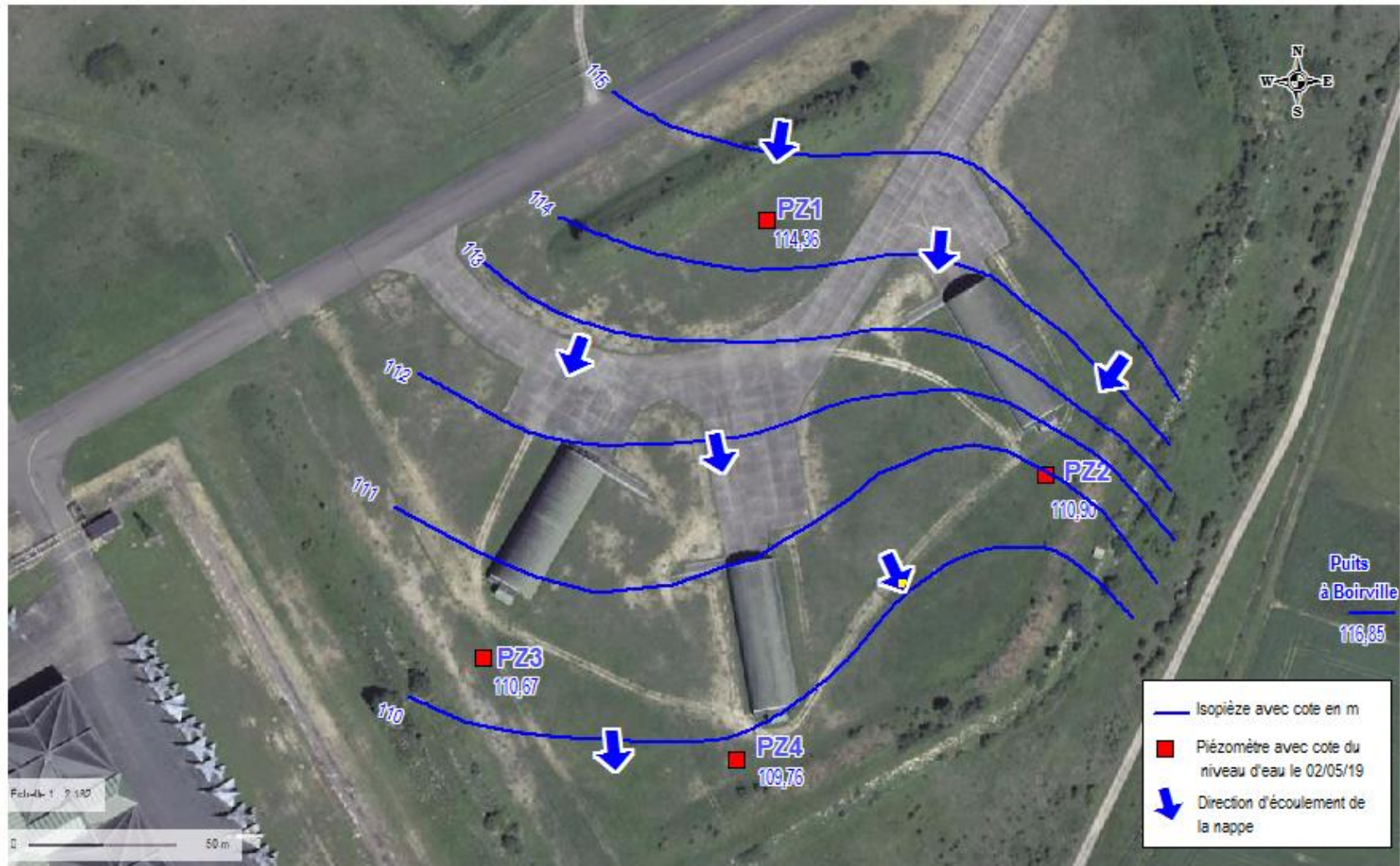
Les résultats bruts complets et les méthodes d'analyse utilisées, sont retranscrits sur les bordereaux des laboratoires agréés COFRAC, d'analyse chimique et radiologique, présentés respectivement en annexe 4 et 5.

L'interprétation des résultats doit être effectuée en considérant les limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Arrêté du 21 janvier 2010 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution).

Ainsi dans les tableaux de résultat présentés ci-après, les valeurs limites ou référence de qualité ont été indiqués de manière à visualiser les anomalies chimiques. Ces dernières pouvant être d'origine naturelle ou anthropique.

3.4.1 Paramètres physico-chimiques

Leurs principales caractéristiques physico-chimiques des eaux sont résumées dans le tableau suivant :



Paramètre	Unité	Pz1 (prélèvt : 24/04/19)	Pz2 (prélèvt : 25/04/19)	Pz3 (prélèvt : 25/04/19)	Pz4 (prélèvt : 26/04/19)	Valeur limite ou référence de qualité Eaux traitées ¹
Température au prélèvement	°C	13,2	13,2	12,6	12,8	Référence : 25
pH au prélèvement	Unité pH	6,65	6,54	6,18	6,90	Réf. : >6,5 et <9
Conductivité (25°C)	µS /cm	703	757	695	781	Réf. : >200 et <1100
Indice phénol	µg/l	<10	<10	<10	<10	100 µg/l pour production eau potable à partir eaux sout.
DBO5	mg/l	2	1	<1	9	
DCO	mg/l	30	7	<5	31	
MES	mg/l	10	<2	93	8,5	Référence : 0,10 mg/l
COT	mg/l	5,4	2,0	2,0	14	Référence : 2,0 mg/l Aucun changement anormal
Métaux						
Aluminium	µg/l	<10	<10	<10	<10	Référence : 200 µg/l
Arsenic	µg/l	<5	<5	6,1	<5	10 µg/l
Cadmium	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,1	5,0 µg/l
Chrome total	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	50 µg/l
Chrome 6+	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	
Cuivre	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	Réf. : 1000 µg/l
Manganèse	µg/l	130	34	120	<1,0	Réf. : 50 µg/l
Mercure	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1 µg/l
Nickel	µg/l	5,5	<5,0	17	<5,0	20 µg/l
Potassium	µg/l	960	520	940	2400	
Plomb	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	10 µg/l
Zinc	µg/l	30	10	2,7	4,3	

¹ Arrêté du 21/01/ 2010 modifié le 9/12/15 puis le 4 août 2017

Paramètre	Unité	Pz1 (prélèvt : 24/04/19)	Pz2 (prélèvt : 25/04/19)	Pz3 (prélèvt : 25/04/19)	Pz4 (prélèvt : 26/04/19)	Valeur limite ou référence de qualité Eaux traitées
Somme 16 Hydrocarbures Polyc. Arom. (HAP)	µg/l	n.d.	0,030 (naphtalène)	0,030 (naphtalène)	0,030 (naphtalène)	0,1 µg/l
Composés Aromatiques (BTEX)						
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,0 µg/l
Toluène	µg/l	3,4	<0,5	<0,5	15	-
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
M,p-Xylène	µg/l	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	-
o-Xylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
COHV détectés						
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	2,6	<0,5	-
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	0,5
TPH						
F. aliphatique C5-C6	µg/l	<10	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C6-C8	µg/l	<10	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C8-C10	µg/l	<10	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C12-C16	µg/l	120	16	<10	<10	-
F. aliphatique C16-C21	µg/l	85	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C21-C35	µg/l	160	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C35-C40	µg/l	44	<10	<10	<10	-
Somme fractions hydroc. aliphatiques	µg/l	410	16	n.d.	n.d.	-
TPH somme aromatiques	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-
Somme fractions hydroc. Aliphatiques et aromatiques	µg/l	410	16	n.d.	n.d.	

Paramètre	Unité	Pz1 (prélèvt : 24/04/19)	Pz2 (prélèvt : 25/04/19)	Pz3 (prélèvt : 25/04/19)	Pz4 (prélèvt : 26/04/19)	Valeur limite ou référence de qualité Eaux traitées
Phtalates						
Somme	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-
HCT						
Somme C10-C40	µg/l	446	111	<50	<50	-
Fraction C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10	-
Fraction C12-C16	µg/l	69	66	<10	<10	-
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	31	<5,0	<5,0	-
Fraction C20-C24	µg/l	32	8,6	<5,0	<5,0	-
Fraction C24-C28	µg/l	110	<5,0	5,1	<5,0	-
Fraction C28-C32	µg/l	120	67	5,8	<5,0	-
Fraction C32-C36	µg/l	77	<5,0	<5,0	<5,0	-
Fraction C36-C40	µg/l	28	<5,0	<5,0	<5,0	-
Explosifs						
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<3,0	10	<3,6	<3,0	
Octogène (HMX)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,24	<0,20	-
2,4 Dinitrotoluène	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
2-Amino-4,6 - Dinitrotoluène	µg/l	<0,1	0,9	<0,1	0,26	
4-Amino-2,6 - Dinitrotoluène	µg/l	<0,1	1,5	<0,1	0,17	

*1 : limite détection augmentée du fait de la matrice

Tableau 2 : Zone Poulmic - Récapitulatif des principales caractéristiques physico-chimiques des eaux vis-à-vis des normes de potabilité

L'observation des tableaux précédents montre :

- ⇒ Une certaine homogénéité dans les paramètres physico-chimiques mesurés in situ sur les 4 piézomètres ;
- ⇒ La disparition des HAP détectés lors de la campagne de juillet 2017 ;
- ⇒ La présence de BTEX essentiellement en toluène sur les eaux de PZ1 et surtout PZ4 ;
- ⇒ Des solvants organochlorés (COHV) sur les eaux de PZ3 ;
- ⇒ Une teneur en hydrocarbures aliphatiques et aromatiques sur PZ1 et PZ2 (hydrocarbures légers volatils et lourds type huiles) et une trace sur PZ3 ;
- ⇒ Concernant les métaux, essentiellement la présence de manganèse en fort excès en PZ1 et PZ3 ;
- ⇒ La disparition des phtalates détectés en 2017 ;

- ⇒ Enfin la présence d'explosifs sur PZ2 et en traces sur PZ4, avec des éléments de type 2-amino-4,6-dinitrotoluène (2A-DNT) et 4-amino-2,6-nitrotoluène (4A-DNT) qui proviennent de la réduction primaire du 2,4,6-trinitrotoluène (TNT). Le dinitrate d'éthylène glycol détecté sur PZ2 est un élément principalement utilisé en mélange avec la nitroglycérine dans les explosifs.

3.4.2 Paramètres radiologiques

3.4.2.1 Principe d'étude et mesure de la radioactivité

L'eau se charge d'éléments radioactifs lors de son passage au travers de certaines roches profondes. Cependant, les eaux profondes ne sont pas les seules eaux pouvant présenter une radioactivité élevée.

Des eaux de nappe superficielle ayant pour réservoir des roches anciennes affleurantes ou beaucoup plus récentes notamment recouvertes de sédiments datés du Tertiaire (comme dans le cas présent) peuvent aussi présenter une radioactivité importante.

La radioactivité naturelle dans les eaux dépend de la nature géologique des terrains qu'elles traversent, du temps de contact, de la température, et de la solubilité des radioéléments rencontrés.

Les bordereaux d'analyse détaillée sont présentées également en annexe 5 à la suite des analyses chimiques.

Pour l'eau potable et les eaux souterraines, et à la suite de la directive 2013/51/Euratom fixant les exigences pour la protection de la santé de la population en ce qui concerne les substances radioactives dans les eaux destinées à la consommation humaine, l'adaptation en droit français a donné lieu à un arrêté pris en décembre 2015.

Ce dernier a modifié plusieurs arrêtés relatifs aux eaux destinées à la consommation humaine dont les méthodes d'analyse et leurs caractéristiques de performance, ainsi que la notion de « Dose Indicative (DI) qui correspond à la dose efficace engagée résultant d'une ingestion pendant un an de tous les radionucléides naturels ou artificiels détectés dans une eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion du tritium, du potassium 40, du radon et des ses descendants à vie courte figurant en annexe de l'arrêté ».

La liste de ces descendants à vie courte du radon non pris en compte dans le calcul de la dose indicative est la suivante :

Astate (At) 218, Bismuth (Bi) 214, Plomb 214, Polonium (Po) 218, Thallium (Tl) 210.

La détermination de la Dose Indicative (DI) se fait selon la formule suivante :

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i(\text{obs})}{C_i(\text{der})} \leq 1$$

Avec $C_i(\text{obs})$ = concentration observée du radionucléide i ,

Avec $C_i(\text{der})$ = concentration dérivée du radionucléide i mentionnée au tableau de l'annexe de l'arrêté comportant 14 radionucléides,

n = nombre de radionucléides détectés.

Lorsque la formule précédente est respectée, la DI est considérée être inférieure à la référence de qualité de 0,1 mSv/an.

En outre, lorsque l'activité alpha globale et l'activité bêta globale résiduelle sont inférieures respectivement à 0,1 Bq/l et 1,0 Bq/l, il est considéré que la DI est inférieure à la référence de qualité de 0,1 mSv/an.

Ainsi, les paramètres indicateurs de radioactivité concernent la mesure de :

- l'activité alpha globale de 0,1 Bq/L : si supérieure 0,1 Bq/l, mesure de la DI
- l'activité bêta globale résiduelle de 1 Bq/l : si supérieure 1,0 Bq/l, mesure de la DI
- l'activité Tritium de 100 Bq/L qui est un indicateur de radioactivité issue d'activités anthropiques. La présence de concentrations élevées de tritium dans l'eau peut être le témoin de la présence d'autres radionucléides artificiels. En cas de dépassement de la référence de qualité, il est procédé à l'analyse des radionucléides spécifiques, soit 2 isotopes de l'uranium (234 et 238), et 2 du radium (226 et 228), le plomb 210 et le polonium 210, afin d'identifier et de quantifier les radionucléides naturels et/ou artificiels présents dans l'échantillon

3.4.2.2 Interprétation des résultats

Concernant le tritium, les résultats obtenus sur les eaux des 4 piézomètres restent inférieurs à la limite de détection (2,2 bq/l);

Concernant les activités alpha global, et bêta global, les résultats sont les suivants :

	Poulmic PZ1	Poulmic PZ2	Poulmic PZ3	Poulmic PZ4
Indice alpha global (Bq/l)	0,37 +/- 0,10	0,077 +/-0,040	< LD (0,06)	0,092 +/- 0,044
Indice bêta global (Bq/l)	<LD (0,14)	<LD (0,11)	<LD (0,11)	<LD (0,11)

Tableau 3 : Zone Poulmic – valeurs des indices alpha et bêta sur les eaux des 4 piézomètres

Sur l'échantillon Poulmic PZ1 où l'indice alpha global est le plus élevé, la DI est la suivante :

Avec la seule concentration dérivée de l'uranium 238, élément pour lequel une teneur a été quantifiée dans l'échantillon PZ1:

Uranium 238 : Concentration dérivée de 3,0 bq/l

$$\frac{Ci(\text{obs})}{Ci(\text{der})} = 0,0088 / 3,0 = 0,0029 \text{ bq/l}$$

Ci (der)

Étant très inférieure à 1, la dose indicative DI est donc inférieure à la référence de qualité de 0,1 mSv/an.

L'activité bêta globale résiduelle des 4 échantillons ne dépasse pas la valeur guide de 1 Bq/l. en restant inférieure à la limite de détection (0,11 à 0,14 bq/l).

A noter que parmi les radionucléides recherchés, hormis l'uranium total et ses 2 isotopes qui ont été quantifiés (sauf l'uranium 235 sur PZ3), seul le Thorium 232 a pu être quantifié sur PZ1 (0,00114 Bq/l). Ce radionucléide « présent, en particulier, dans les chaînes de décroissance radioactive de l'uranium naturel présente 13 radio-isotopes dont le principal est le 232 Th, radioélément primordial, émetteur de rayonnements alpha (Source : IRSN / Thorium 232 et environnement – P. Henner 2002) ».

4. BILAN DU SUIVI DE L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES SUR LA ZONE NIVOUVILLE

4.1 LOCALISATION DES PIEZOMETRES DE NIVOUVILLE

Un plan de localisation des 3 piézomètres de Nivouville est présenté, figure 4, et les coordonnées géographiques sont précisées dans le tableau 4 ci-dessous

OUVRAGES	Ref. point de mesure	COORDONNEES LAMBERT 2 Étendu		Z (m)
		E (m)	N (m)	
PZ1	Tête du piézomètre	527 920.91	2 339 928.70	131.30
PZ2	Tête du piézomètre	527 666.67	2 340 056.03	132.67
PZ3	Tête du piézomètre	527 636.18	2 339 843.80	135.07

Tableau 4 : Coordonnées géographiques des piézomètres de la zone Nivouville (source : Géosphère 2016)

4.2 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Superficiellement, sous la couche de terre et limons superficiels, se trouve la formation dite des « Marnes pulvérulentes de Villeau et Calcaire de Morancez » datée de l'Eocène moyen, apparaissant sous forme d'un calcaire lacustre blanc, pulvérulent. Cette formation renferme la nappe superficielle perchée dite des calcires lacustres.

Au-dessous se trouvent les formations détritiques continentales puis la craie à silex du Crétacé supérieur.

A la profondeur de 29 m, profondeur finale des 3 forages piézométriques, le toit de la nappe de la craie a été atteinte.

La direction d'écoulement de ces 2 nappes apparaît identique, et au droit de la zone Nivouville, les eaux souterraines s'écoulent vers le Sud-ouest.

Les cotes piézométriques mesurées le 26 avril 2019 et reportées, figure 4, apparaissent très peu différenciées.

En tenant compte d'une imprécision de mesure de la profondeur du niveau d'eau de +/- 1 cm, le piézomètre PZ1 se situe en amont hydraulique, mais il n'est pas possible de dessiner précisément la direction d'écoulement des eaux de la nappe de la craie autrement que par une direction générale, vers le Sud-Ouest, à l'aplomb de ce secteur de l'EAR 279.



Figure 4 – Zone Nivouville : Localisation des piézomètres sur photographie aérienne – Echelle 1/2000
(Fond photographique Géoportail – IGN)

4.3 RESULTATS DES ANALYSES

4.3.1 Paramètres physico-chimiques

Leurs principales caractéristiques physico-chimiques des eaux sont résumées dans le tableau 5 ci-dessous :

Paramètre	Unité	Pz1 (prélèvt : 02/05/19)	Pz2 (prélèvt : 02/05/19)	Pz3 (prélèvt : 26/04/19)	Valeur limite ou référence de qualité Eaux traitées ²
Température au prélèvement	°C	12,6	12,8	13,5	Référence : 25
pH au prélèvement	Unité pH	6,89	7,02	6,81	Réf . : >6,5 et <9
Conductivité (25°C)	µS /cm	587	555	565	Réf . : >200 et <1100
Indice phénol	µg/l	<10	<10	<10	100 µg/l pour production eau potable à partir eaux sout.
DBO5	mg/l	<1	<1	<1	
DCO	mg/l	<5	<5	<5	
MES	mg/l	8,5	14	11	Référence : 0,10 mg/l
COT	mg/l	1,2	0,8	1,1	Référence : 2,0 mg/l Aucun changement anormal
Métaux					
Aluminium	µg/l	<10	<10	<10	Référence : 200 µg/l
Arsenic	µg/l	<5	<5	<5	10 µg/l
Cadmium	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	5,0 µg/l
Chrome total	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	50 µg/l
Chrome 6+	µg/l	<5	<5	<5	
Cuivre	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	Réf. :1000 µg/l
Manganèse	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	Réf. :50 µg/l
Mercure	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	1 µg/l
Nickel	µg/l	<5	<5	<5	20 µg/l
Plomb	µg/l	<5	<5	<5	10 µg/l
Potassium	µg/l	1400	1600	1600	

² Arrêté du 21/01/ 2010 modifié par arrêté du 9/12/15 puis du 4 août 2017

Zinc	µg/l	<2,0	<2,0	3,8	
Paramètre	Unité	Pz1 (prélèvt : 02/05/19)	Pz2 (prélèvt : 02/05/19)	Pz3 (prélèvt : 26/04/19)	Valeur limite ou référence de qualité Eaux traitées
Somme 16 Hydrocarbures Polyc. Arom. (HAP)	µg/l	0,03 (naphta lène)	0,02 (naphta lène)	0,04 (naphtalè ne)	0,1 µg/l
Composés Aromatiques (BTEX)					
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	1,0 µg/l
Toluène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	-
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	-
M,p-Xylène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	-
o-Xylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	-
COHV (tout élément)	µg/l	<LD	<LD	<LD	
TPH					
F. aliphatique C5-C6	µg/l	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C6-C8	µg/l	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C8-C10	µg/l	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C12-C16	µg/l	<10	<10	<10	-
F. aliphatique C16-C21	µg/l	53	<10	<10	-
F. aliphatique C21-C35	µg/l	32	<10	<10	-
F. aliphatique C35-C40	µg/l	<10	<10	<10	-
Somme fractions hydroc. aliphatiques	µg/l	85	nd	nd	-
TPH somme aromatiques C7-C40	µg/l	nd	nd	nd	-
Somme fractions hydroc. aliphatiques et aromatiques	µg/l	85	nd	nd	
Phtalates					
Somme	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	-

Paramètre	Unité	Pz1 (prélèvt : 02/05/19)	Pz2 (prélèvt : 02/05/19)	Pz3 (prélèvt : 26/04/19)	Valeur limite ou référence de qualité Eaux traitées
HCT					
Somme C10-C40	µg/l	<50	<50	<50	-
Fraction C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	-
Fraction C12-C16	µg/l	<10	<10	<10	-
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	-
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	-
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	-
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	-
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	-
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	-
Explosifs	µg/l	Tout élément inférieur à la limite de détection			

*1 : limite détection augmentée du fait de la matrice

Tableau 5 : Zone Nivouville - Récapitulatif des principales caractéristiques physico-chimiques des eaux vis-à-vis des normes de potabilité

4.3.2 Paramètres radiologiques

Concernant le tritium, les résultats obtenus sur les eaux des 3 piézomètres restent inférieurs à la limite de détection (2,2 bq/l).

Concernant les activités alpha global, et bêta global, les résultats sont les suivants :

	Nivouville PZ1	Nivouville PZ2	Nivouville PZ3
Indice alpha global (Bq/l)	0,088 +/- 0,039	0,075 +/- 0,036	0,092 +/- 0,041
Indice bêta global (Bq/l)	<LD (0,11)	<LD (0,11)	<LD (0,11)

Tableau 6 : Zone Nivouville – valeurs des indices alpha et bêta sur les eaux des 3 piézomètres

Sur l'échantillon Nivouville PZ3 où l'indice alpha global est le plus élevé, la DI est la suivante :

Avec la seule concentration dérivée de l'uranium 238, élément pour lequel une teneur a été quantifiée dans l'échantillon PZ3 :

Uranium 238 : Concentration dérivée de 3,0 bq/l

$$C_i(\text{obs}) = 0,0026 / 3,0 = 0,00086 \text{ bq/l}$$

$C_i(\text{der})$

Etant très inférieure à 1, la dose indicative DI est donc inférieure à la référence de qualité de 0,1 mSv/an.

En outre, l'activité bêta globale résiduelle des 3 échantillons ne dépasse pas la valeur guide de 1 Bq/l. en restant inférieure à la limite de détection (0,11 bq/l).

Les radionucléides recherchés, hormis l'uranium total et ses 2 isotopes qui ont été quantifiés (sauf l'uranium 235 sur PZ2), restent inférieurs à leur limite de détection respective.

5. CONCLUSION

A la suite de la mise en place de 3 piézomètres de contrôle de l'état des eaux souterraines sur le site des hangarettes de la zone Poulmic de l'EAR 279 de Châteaudun, et après définition précise des directions des écoulements des eaux souterraines, il s'est avéré que le dispositif de suivi devait être complété par l'installation d'un quatrième piézomètre en aval hydraulique de la hangarette 0086.

Le réseau actuellement opérationnel permet un contrôle de la nappe présente dans les formations détritiques continentales et la craie à silex qui leur fait suite en profondeur, dont l'écoulement est globalement orienté du Nord vers le Sud.

La campagne de suivi de la qualité des eaux souterraines pour la période des hautes eaux 2019 a été effectuée par prélèvements et analyses des eaux des 4 piézomètres de la zone Poulmic.

Simultanément, des prélèvements et analyses ont été réalisés sur les 3 piézomètres de la zone Nivouville.

Pour l'ensemble des prélèvements effectués, les analyses ont comporté les éléments chimiques suivants :

HCT, HAP (16 composés), BTEX, COHV (13 composés), Hydrocarbures TPH aliphatiques, Indice phénol, matières en suspension et Carbone Organique Total, DBO et DCO, métaux Al + As + Cr + Cr⁶⁺ + Cu + Hg + Ni + Pb + Zn + Mn et K ; phtalates et composés explosifs (20 éléments).

Et pour les paramètres radiologiques :

- Indice Alpha, Bêta et Tritium,
- Uranium (pondéral et isotopes 235 et 238,) ; Radium 226 et 228, Plomb 210, Polonium 210 et Thorium 228 et 232.

Sur la zone Poulmic, les résultats des analyses d'eau souterraine ont montré :

- ⇒ La présence de BTEX (essentiellement en toluène) sur les eaux de PZ1 et surtout PZ4 ;
- ⇒ Des solvants organochlorés (COHV : trichlorométhane (ou chloroforme)) sur les eaux de PZ3 ;
- ⇒ Une teneur en hydrocarbures aliphatiques et aromatiques sur PZ1 et PZ2 (hydrocarbures légers volatils et lourds type huiles) et une trace sur PZ3 ;
- ⇒ Concernant les métaux, essentiellement la présence de manganèse en fort excès en PZ1 et PZ3, qui se traduit par l'apparition d'un voile noir puis un précipité quelques jours après contact de l'échantillon d'eau avec l'air ;
- ⇒ La présence d'explosifs sur PZ2, en traces sur PZ4, avec des éléments de type 2-amino-4,6-dinitrotoluène (2A-DNT) et 4-amino-2,6-nitrotoluène (4A-DNT) qui proviennent de la réduction du 2,4,6-trinitrotoluène (TNT). Le dinitrate d'éthylène glycol détecté sur PZ2 étant un élément principalement utilisé en mélange avec la nitroglycérine dans les explosifs ;
- ⇒ Les paramètres radiologiques montrent une activité alpha dépassant le seuil de 0,1 Bq/L en PZ1, mais une dose indicative DI inférieure à la référence de qualité de 0,1 mSv/an.

Par comparaison avec les analyses des campagnes précédentes (2017 et 2018), l'évolution de la qualité des eaux souterraines apparaît plutôt rapide compte tenu d'un milieu aquifère qui, du fait d'un gradient hydraulique élevé (2%), est faiblement perméable.

De manière corrélative, la productivité des 4 piézomètres s'est révélée également faible, malgré le dernier ouvrage installé (PZ4) qui est le plus productif de cette zone Poulmic.

Ainsi les sources de contamination des eaux souterraines doivent se trouver à proximité des piézomètres de contrôle.

Sur la zone Nivouville, moins impactée par le passif environnemental historique de l'EAR 279, les résultats des analyses d'eau souterraine n'ont montré qu'une trace en naphthalène sur les 3 piézomètres, ainsi qu'une faible teneur en hydrocarbures aliphatiques (fraction C16-C35) sur le piézomètre amont PZ1.

Les paramètres radiologiques restent au-dessous des seuils de mesure de la Dose Indicative (DI) pour le tritium et les activités alpha et bêta.

EGES le 29/08/2019
Yves LEMORDANT

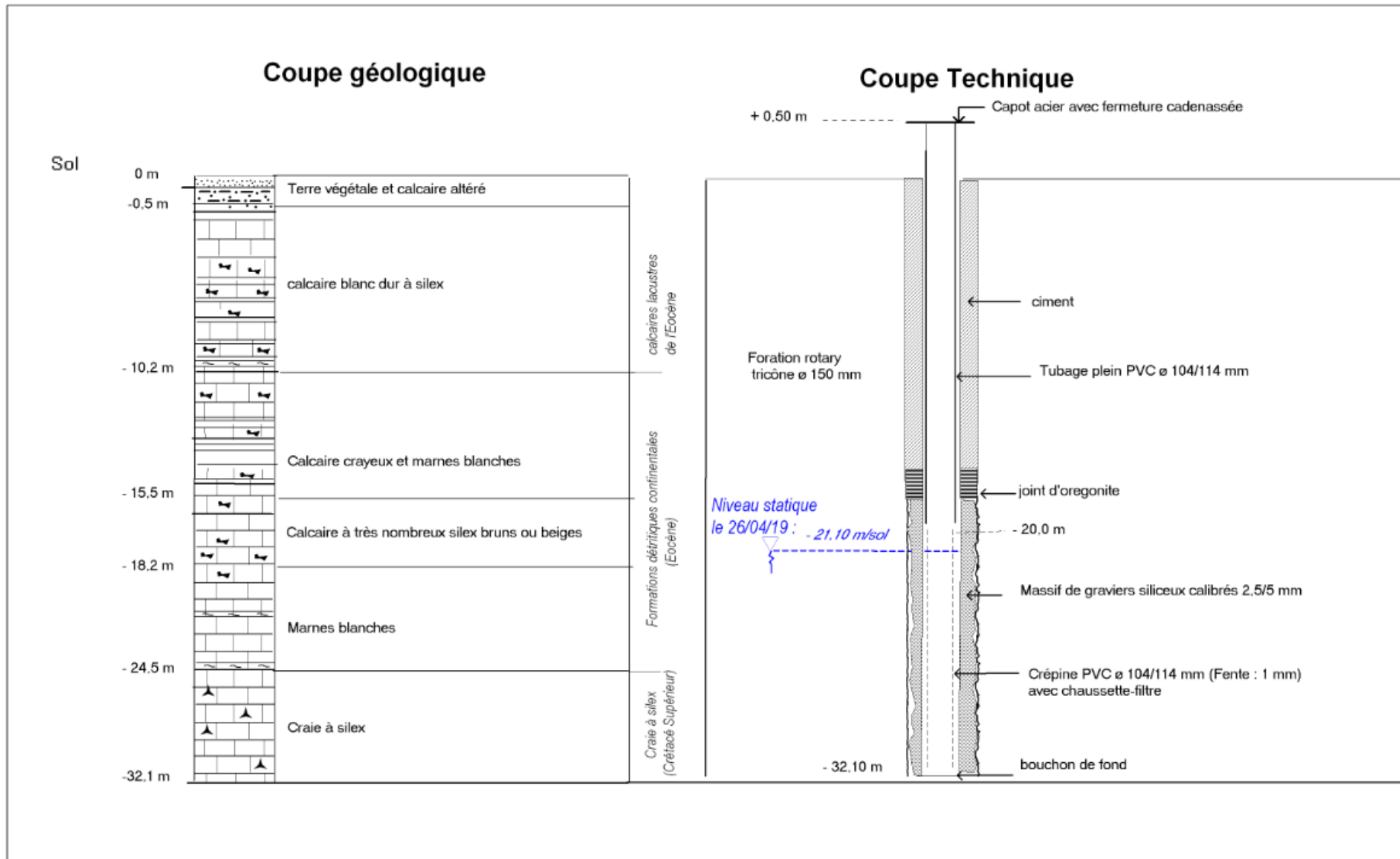
ANNEXES

- 1. - COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE PZ4
DIAGRAPHIES INSTANTANEEES DE FORAGE (ENREGISTREMENTS SOLTECHNIC)**
- 3. - FICHES DES PRELEVEMENTS D'EAU SUR LA ZONE POULMIC PZ1, PZ2, PZ3 ET PZ4**
- 4 - RESULTATS DES ANALYSES DES SOLS (BORDEREAUX LABORATOIRES)**
- 5. - RESULTATS DES ANALYSES D'EAU SOUTERRAINE (BORDEREAUX LABORATOIRES)**

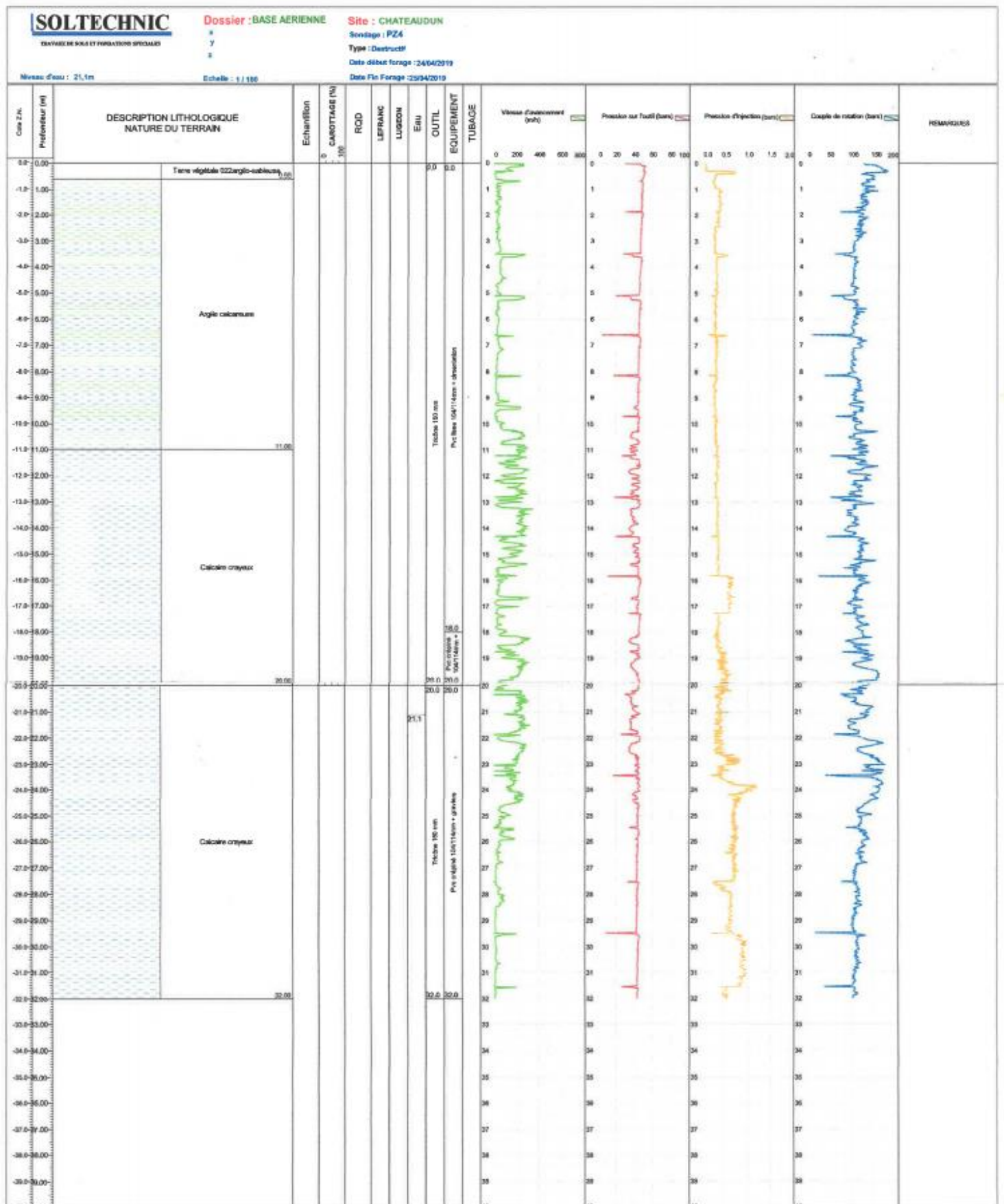
ANNEXE 1

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU PIEZOMETRE PZ4

DIAGRAPHIES INSTANTANÉES DU FORAGE (ENREGISTREMENTS SOLTECHNIC)



Coupes géologique et technique du piézomètre PZ4



Diagraphies instantanées enregistrées durant le forage du piézomètre PZ4

ANNEXE 2

FICHES DE PRELEVEMENT D'EAU SOUTERRAINE SUR LA ZONE POULMIC

EAR 279 CHATEAUDUN SITE DE POULMIC / PIEZOMETRE PZ1

FICHE DESCRIPTIVE DU PRELEVEMENT DU 24 AVRIL 2019

IDENTIFICATION - LOCALISATION

- *Indice national / Désignation**: Déclaration effectuée (attente numéro d'inventaire national)
- *Commune* : Villemaury
- *Lieu-dit ou dénomination usuelle* : «Hangards de Poulmic»
- *Carte topographique IGN 1/25 000* : La Chapelle-du-Noyer (n°2019 E)
- *Carte géologique BRGM 1/50 000* : Cloyes sur le Loir (n°361)
- *Coordonnées (Lambert 93)* :
X = 579 817,56 m ; Y = 677 3834,83 m
- *Altitude au sol (m NGF)* : Z ~ 131,90 m NGF
- *Nivellement* : relatif/ PZ2 et PZ3

PLAN DE SITUATION



© Copyright IGN extrait Géoportail

CARACTERISTIQUES GENERALES

- *Nature du point d'eau* : piézomètre
- *Usage du point* : prélèvement d'échantillons
- *Etat du point d'eau* : fermeture cadenas
- *Etat du sol* : terrain enherbé dur
- *Accessibilité* : conditions d'accessibilité de l'EAR 279

FICHE (suite)

PIEZOMETRE PZ1

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

- *Date de réalisation de l'ouvrage* : 06 au 07 février 2017, approfondi le 21 juin 2017.
- *Nom de l'entreprise* : SOLTECHNIC
- *Propriétaire et exploitant de l'ouvrage* : EAR279
- *Profondeur* : 25,40 m/sol.
- *Diamètre de foration* : 170 puis 89 mm • *Cimentation en tête de tubage* : oui
- *Aquifère capté* : Eocène (formations détritiques)
Profondeur tête crépines : 15 m
Profondeur pied crépines : 25 m
Profondeur eau : 18,65 m/sol, (26/07/17) – 17,54 (23/04/19)
- *Protection de l'en-tête* : tête métallique cadénassée à +0,60 m hors sol
- *Margelle ciment* : oui : hauteur/sol : 0,15 m
- *Équipement de pompage sur place* : non
- *Débit estimé* : quelques l/mn

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coupe géologique

Prof. (m)	Description	stratigraphie
9	Calcaires à silex, marnes blanches	Eocène
29,5	Formations détritiques continentales	Eocène

Coupe technique

Prof. (m)	Description
0 - 12	Tubage PVC plein Ø 103/113 mm
12 - 20,7	Tubage PVC crépiné Ø 103/113 mm
0 - 15	Tubage PVC plein Ø 64/75 mm
15 - 26	Tubage PVC crépiné Ø 64/75 mm

PRELEVEMENT

- *Moyens* : Pompe immergée électrique (type Mega-Purger)
Eau filtrée sur site (80 µm) pour certaines analyses
- *Débit et durée pompage avant prélèvement* : 5 l/mn durant 10 mn
- *Durée totale des prélèvements* : 4 h

DONNEES QUALITE MESUREES IN SITU

Conductivité : 703 microS/cm

Température : 13,2 °C au début de prélèvement et 15,3 °C après 3 h (avec interruptions de pompage pour remontée du niveau)

DONNEES QUALITE MESUREES EN LABORATOIRE AGREE

HCT, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux, Al, Cr6+, fractions carbonées des hydrocarbures (spécification aliphatique et aromatique des C9-C40), PCB, Phtalates, DBO5, DCO, COT, I Phénol, MES, analyse de radionucléides (activité alpha globale, activité bêta globale, tritium, radium 226 et 228, U total, 235 et 238, Plomb 210, Thorium 228 et 232, Polonium 210), 20 composés explosifs.

EAR 279 CHATEAUDUN SITE DE POULMIC / PIEZOMETRE PZ2

FICHE DESCRIPTIVE DU PRELEVEMENT DU 25 AVRIL 2019

IDENTIFICATION - LOCALISATION

- *Indice national / Désignation**: Déclaration effectuée (attente numéro d'inventaire national)
- *Commune* : Villemaury
- *Lieu-dit ou dénomination usuelle* : «Hangards de Poulmic»
- *Carte topographique IGN 1/25 000* : La Chapelle-du-Noyer (n°2019 E)
- *Carte géologique BRGM 1/50 000* : Cloyes sur le Loir (n°361)
- *Coordonnées (Lambert 93)* :
X = 579 911,95 m ; Y = 677 3750,75 m
- *Altitude au sol (m NGF)* : Z ~ 131,21 m
- *Nivellement* : relatif/ PZ1 et PZ3

PLAN DE SITUATION



© Copyright IGN extrait Géoportail

CARACTERISTIQUES GENERALES

- *Nature du point d'eau* : piézomètre
- *Usage du point* : prélèvement d'échantillons
- *Etat du point d'eau* : fermeture cadenas (idem PZ1 ET PZ3)
- *Etat du sol* : terrain enherbé
- *Accessibilité* : conditions d'accessibilité de l'EAR 279

FICHE (suite)

PIEZOMETRE PZ2

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

- Date de réalisation de l'ouvrage : 17 juillet 2017.
- Nom de l'entreprise : SOLTECHNIC
- Propriétaire et exploitant de l'ouvrage : EAR279
- Profondeur : 32,40 m/sol.
- Diamètre de foration : 120 mm
- Aquifère capté : Eocène/Crétacé sup
 Profondeur tête crépines : 15 m
 Profondeur pied crépines : 32 m
 Profondeur eau : 20,33 m/sol, le 23 avril 2019
- Protection de l'en-tête : tête métallique cadénassée à +0,70 m hors sol
- Margelle ciment : oui : hauteur/sol : 0,20 m
- Equipement de pompage sur place : non
- Débit estimé : plus important que sur PZ1 et PZ3
- Cimentation en tête de tubage : oui

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coupe géologique

Prof. (m)	Description	stratigraphie
1 - 8	Calcaires à silex,	Eocène
8 - 26,5	Formations détritiques continentales	Eocène
26,5 - 32	Calcaire crayeux	Eocène/Crétacé sup

Coupe technique

Prof. (m)	Description
0 - 15	Tubage PVC plein Ø 64/75mm
15 - 32	Tubage PVC crépiné Ø 64/75 mm

PRELEVEMENT

- Moyens : Pompe immergée électrique (type Mega-Purger)
 Eau filtrée sur site (80 µm) pour certaines analyses
- Débit et durée pompage avant prélèvement : 3 - 5 l/mn durant 15 mn

DONNEES QUALITE MESUREES IN SITU

Eau trouble (voile blanc en suspension dans l'eau)

Conductivité : 757 microS /cm

Température : 13,2 °c ; pH = 6,54

DONNEES QUALITE MESUREES EN LABORATOIRE AGREE

HCT, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux, Al, Cr6+, fractions carbonées des hydrocarbures (spécification aliphatique et aromatique des C9-C40), PCB, Phtalates, DBO5, DCO, COT, I Phénol, MES, analyse de radionucléides (activité alpha globale, activité bêta globale, tritium, radium 226 et 228, U total, 235 et 238, Plomb 210, Thorium 228 et 232, Polonium 210), 20 composés explosifs.

EAR 279 CHATEAUDUN SITE DE POULMIC / PIEZOMETRE PZ3

FICHE DESCRIPTIVE DU PRELEVEMENT DU 26 JUILLET 2017

IDENTIFICATION - LOCALISATION

- *Indice national / Désignation**: Déclaration effectuée (attente numéro d'inventaire national)
- *Commune* : Villemaury
- *Lieu-dit ou dénomination usuelle* : «Hangards de Poulmic»
- *Carte topographique IGN 1/25 000* : La Chapelle-du-Noyer (n°2019 E)
- *Carte géologique BRGM 1/50 000* : Cloyes sur le Loir (n°361)
- *Coordonnées (Lambert 93)* :
X = 579 725,93 m ; Y = 677 3693,62 m
- *Altitude au sol (m NGF)* : Z ~ 131,10 m NGF
- *Nivellement* : relatif/ PZ2 et PZ1

PLAN DE SITUATION



© Copyright IGN extrait Géoportail

CARACTERISTIQUES GENERALES

- *Nature du point d'eau* : piézomètre
- *Usage du point* : prélèvement d'échantillons
- *Etat du point d'eau* : fermeture cadenas
- *Etat du sol* : terrain enherbé dur
- *Accessibilité* : conditions d'accessibilité de l'EAR 279

FICHE (suite)

PIEZOMETRE PZ3

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

- Date de réalisation de l'ouvrage : 08 février 2017, approfondi le 22 juin 2017.
- Nom de l'entreprise : SOLTECHNIC
- Propriétaire et exploitant de l'ouvrage : EAR279
- Profondeur : 24,30 m/sol.
- Diamètre de foration : 170 puis 89 mm • Cimentation en tête de tubage : oui
- Aquifère capté : Eocène (formations détritiques)
 Profondeur tête crépines : 15 m
 Profondeur pied crépines : 24,2 m
 Profondeur eau : 20,43 m/sol, le 23 avril 2019
- Protection de l'en-tête : tête métallique cadenassée à +0,60 m hors sol
- Margelle ciment : oui : hauteur/sol : 0,17 m
- Equipement de pompage sur place : non
- Débit estimé : de l'ordre de qq dizaines de l/mn

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coupe géologique

Prof. (m)	Description	stratigraphie
10	Calcaires à silex, marnes blanches	Eocène
16,5	Marnes ocre, argille gris vert ou blanchâtre (formation détritique)	Eocène
23	Calcaire crayeux à silex	Eocène

Coupe technique

Prof. (m)	Description
0 - 12	Tubage PVC plein Ø 103/113 mm
12 - 21,5	Tubage PVC crépiné Ø 103/113 mm
0 - 15	Tubage PVC plein Ø 64/75 mm
15 - 25	Tubage PVC crépiné Ø 64/75 mm

PRELEVEMENT

- Moyens : Pompe immergée électrique (type Mega-Purger)
 Eau filtrée sur site (80 µm) pour certaines analyses
- Débit et durée pompage avant prélèvement : 5 l/mn durant 10 mn (fin pompage : niveau à 22,22 m/sol)

DONNEES QUALITE MESUREES IN SITU

Conductivité : 695 micro S/cm

Température : 12,3 °c pH = 6,18

DONNEES QUALITE MESUREES EN LABORATOIRE AGREE

HCT, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux, Al, Cr6+, fractions carbonées des hydrocarbures (spécification aliphatique et aromatique des C9-C40), PCB, Phtalates, DBO5, DCO, COT, I Phénol, MES, analyse de radionucléides (activité alpha globale, activité bêta globale, tritium, radium 226 et 228, U total, 235 et 238, Plomb 210, Thorium 228 et 232, Polonium 210), 20 composés explosifs.

EAR 279 CHATEAUDUN SITE DE POULMIC / PIEZOMETRE PZ4

FICHE DESCRIPTIVE DU PRELEVEMENT DU 26 AVRIL 2019

IDENTIFICATION - LOCALISATION

- *Indice national / Désignation**: Déclaration effectuée (attente numéro d'inventaire national)
- *Commune* : Villemaury
- *Lieu-dit ou dénomination usuelle* : «Hangards de Poulmic»
- *Carte topographique IGN 1/25 000* : La Chapelle-du-Noyer (n°2019 E)
- *Carte géologique BRGM 1/50 000* : Cloyes sur le Loir (n°361)
- *Coordonnées (Lambert 93)* :
X = 579 811,73 m ; Y = 677 3660, 59 m
- *Altitude au sol (m NGF)* : Z ~ 131,36 m NGF
- *Nivellement* : relatif / PZ3

PLAN DE SITUATION



© Copyright IGN extrait Géoportail

CARACTERISTIQUES GENERALES

- *Nature du point d'eau* : piézomètre
- *Usage du point* : prélèvement d'échantillons
- *Etat du point d'eau* : fermeture cadenas
- *Etat du sol* : terrain enherbé dur
- *Accessibilité* : conditions d'accessibilité de l'EAR 279

FICHE (suite)

PIEZOMETRE PZ4

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

- Date de réalisation de l'ouvrage : 23 au 24 avril 2019.
- Nom de l'entreprise : SOLTECHNIC
- Propriétaire et exploitant de l'ouvrage : EAR279
- Profondeur : 31,60 m/sol.
- Diamètre de foration : 150 mm
 - Cimentation en tête de tubage : oui
- Aquifère capté : Eocène (formations détritiques)
 - Profondeur tête crépines : 20 m
 - Profondeur pied crépines : 31,5 m
 - Profondeur eau : 21,10 m/sol, le 26 avril 2019
- Protection de l'en-tête : tête métallique cadénassée à +0,50 m hors sol
- Margelle ciment : cimentation au sol
- Equipement de pompage sur place : non
- Débit estimé : de l'ordre de 2 à 3 m3/h

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coupe géologique

Prof. (m)	Description	stratigraphie
0,5 - 10,2	Calcaires à silex, marnes blanches	Eocène
10,2 - 24,5	Marnes blanches, calcaire à très nbx silex (formation détritique)	Eocène
24,5 - 31,5	Craie à silex	Crétacé sup

Coupe technique

Prof. (m)	Description
0 - 20	Tubage PVC plein Ø 104/114 mm
20 - 32,10	Tubage PVC crépiné Ø 104/114 mm

PRELEVEMENT

- Moyens : Pompe immergée électrique 12 v (type Mega-Purger)
 Eau filtrée sur site (80 µm) pour certains prélèvements (selon directives labo)
- Débit et durée pompage avant prélèvement : 3 l/mn durant 15 mn.

DONNEES QUALITE MESUREES IN SITU

Conductivité : 781 micro S /cm

Température : 12,8 °c pH = 6,90

DONNEES QUALITE MESUREES EN LABORATOIRE AGREE

HCT, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux, Al, Cr6+, fractions carbonées des hydrocarbures (spécification aliphatique et aromatique des C9-C40), PCB, Phtalates, DBO5, DCO, COT, I Phénol, MES, analyse de radionucléides (activité alpha globale, activité bêta globale, tritium, radium 226 et 228, U total, 235 et 238, Plomb 210, Thorium 228 et 232, Polonium 210), 20 composés explosifs

ANNEXE 3

FICHES DE PRELEVEMENT D'EAU SOUTERRAINE SUR LA ZONE NIVOUVILLE

EAR 279 CHATEAUDUN
SITE DE NIVOUVILLE / PIEZOMETRE PZ1

FICHE DESCRIPTIVE DU PRELEVEMENT DU 02 MAI 2019

IDENTIFICATION - LOCALISATION

- *Indice national / Désignation** :
- *Commune* : Châteaudun
- *Lieu-dit ou dénomination usuelle* : «Nivouville»
- *Carte topographique IGN 1/25 000* : La Chapelle-du-Noyer (n°2019 E)
- *Carte géologique BRGM 1/50 000* : Cloyes sur le Loir (n°361)
- *Coordonnées (Lambert II)* :
X = 527 920,91 m ; Y = 2339 928,70 m
- *Altitude au sol (m NGF)* : Z : 131,30 m NGF
- *Nivellement* :

PLAN DE SITUATION



© Copyright IGN extrait Géoportail

CARACTERISTIQUES GENERALES

- *Nature du point d'eau* : piézomètre
- *Usage du point* : prélèvement d'échantillons
- *Etat du point d'eau* : fermeture cadenas
- *Etat du sol* : terrain enherbé dur
- *Accessibilité* : conditions d'accessibilité de l'EAR 279

FICHE (suite)

PIEZOMETRE PZ1

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

- *Date de réalisation de l'ouvrage :*
- *Nom de l'entreprise :*
- *Propriétaire et exploitant de l'ouvrage :* EAR279
- *Profondeur :* 29 m/sol.
- *Diamètre de foration :* ● *Cimentation en tête de tubage :* oui
- *Aquifère capté :* craie à silex
Profondeur tête crépines : 16 m
Profondeur pied crépines : 29 m
Profondeur eau : 20,27 m/sol
- *Protection de l'en-tête :* tête métallique cadenassée à +0,60 m hors sol
- *Margelle ciment :*
- *Equipement de pompage sur place :* non
- *Débit estimé :*

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coupe géologique

Prof. (m)	Description	Stratigraphie

Coupe technique

Prof. (m)	Description
0 - 16	Tubage PVC plein Ø 64 mm
16 - 29	Tubage PVC crépiné Ø 64 mm

PRELEVEMENT

- *Moyens :* Pompe immergée électrique (type Mega-Purger) descendue à 24 m
Eau filtrée sur site (80 µm) pour certaines analyses
- *Débit et durée pompage avant prélèvement :* 5 l/mn durant 15 mn
- *Durée totale des prélèvements :* 1 h

DONNEES QUALITE MESUREES IN SITU

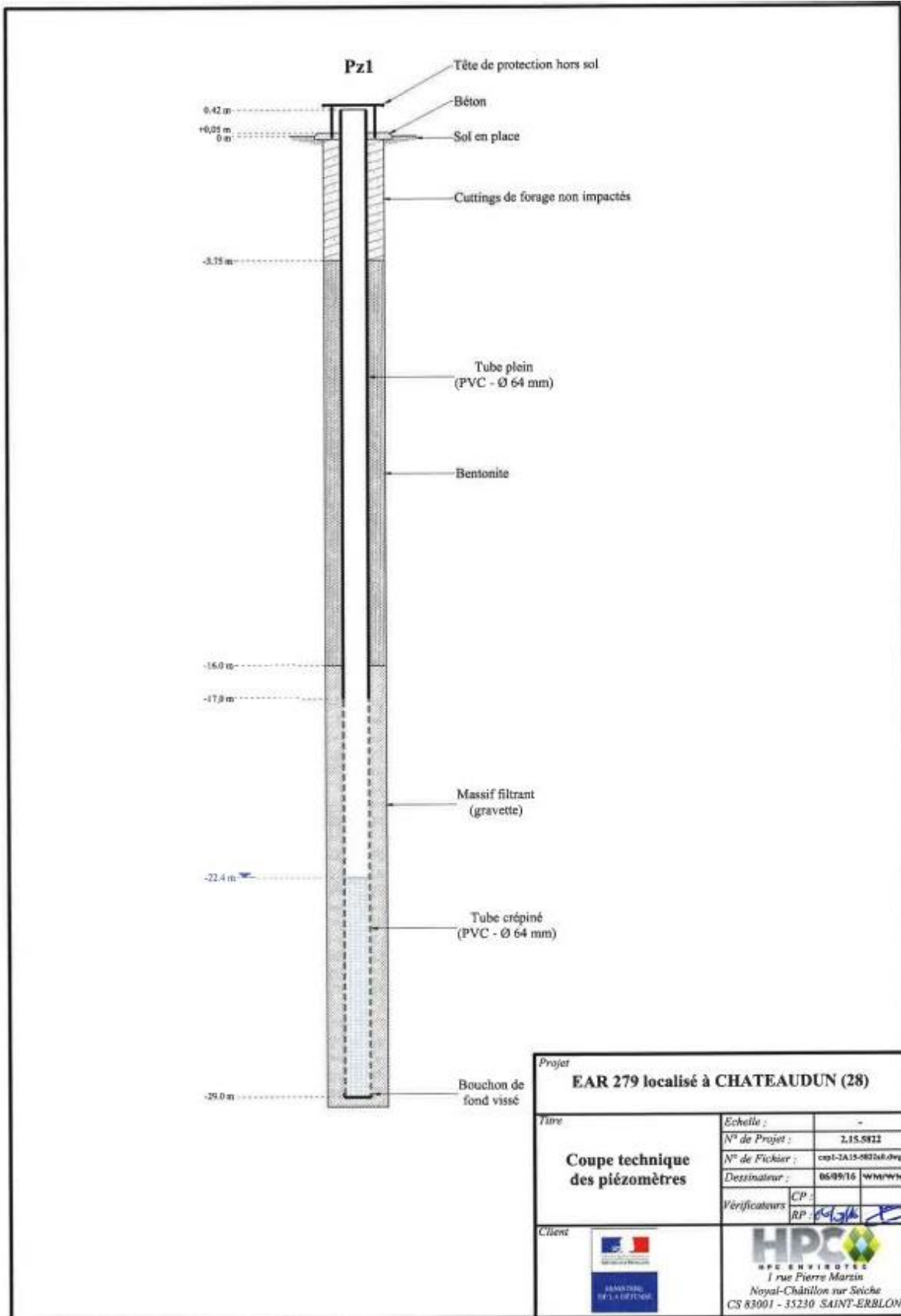
Conductivité : 587 micro S /cm

Température : 12,6 °C

Ph : 6,89

DONNEES QUALITE MESUREES EN LABORATOIRE AGREE

HCT, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux, Al, Cr6+, fractions carbonées des hydrocarbures (spécification aliphatique et aromatique des C8-C40), PCB, Phtalates, DBO5, DCO, COT, l Phénol, MES, analyse de radionucléides (activité alpha globale, activité bêta globale, tritium, radium 226 et 228, U total, 235 et 238, Plomb 210, Thorium 228 et 232, Polonium 210), 20 composés explosifs.



EAR 279 CHATEAUDUN SITE DE NIVOUVILLE / PIEZOMETRE PZ2

FICHE DESCRIPTIVE DU PRELEVEMENT DU 02 MAI 2019

IDENTIFICATION - LOCALISATION

▮ *Indice national / Désignation** :

- *Commune* : Châteaudun
- *Lieu-dit ou dénomination usuelle* : «Nivouville»
- *Carte topographique IGN 1/25 000* : La Chapelle-du-Noyer (n°2019 E)
- *Carte géologique BRGM 1/50 000* : Cloyes sur le Loir (n°361)
- *Coordonnées (Lambert II)* :
X = 527 666,67 m ; Y = 2340 056,03 m
- *Altitude au sol (m NGF)* : Z : 132,67 m NGF
- *Nivellement* :

PLAN DE SITUATION



© Copyright IGN extrait Géoportail

CARACTERISTIQUES GENERALES

- *Nature du point d'eau* : piézomètre
- *Usage du point* : prélèvement d'échantillons
- *Etat du point d'eau* : fermeture cadenas artillerie
- *Etat du sol* : terrain enherbé dur
- *Accessibilité* : conditions d'accessibilité de l'EAR 279

FICHE (suite)

PIEZOMETRE PZ2

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

- Date de réalisation de l'ouvrage :
- Nom de l'entreprise :
- Propriétaire et exploitant de l'ouvrage : EAR279
- Profondeur : 29 m/sol.
- Diamètre de foration : ● Cimentation en tête de tubage : oui
- Aquifère capté : craie à silex
 Profondeur tête crépines : 19 m
 Profondeur pied crépines : 29 m
 Profondeur eau : 21,68 m/sol
- Protection de l'en-tête : tête métallique cadenassée à +0,60 m hors sol
- Margelle ciment :
- Equipement de pompage sur place : non
- Débit estimé :

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coupe géologique

Prof. (m)	Description	Stratigraphie

Coupe technique

Prof. (m)	Description
0 - 19	Tubage PVC plein Ø 64 mm
169- 29	Tubage PVC crépiné Ø 64 mm

PRELEVEMENT

- Moyens : Pompe immergée électrique (type Mega-Purger) descendue à 25 m
 Eau filtrée sur site (80 µm) pour certaines analyses
- Débit et durée pompage avant prélèvement : 5 l/mn durant 15 mn
- Durée totale des prélèvements : 1 h

DONNEES QUALITE MESUREES IN SITU

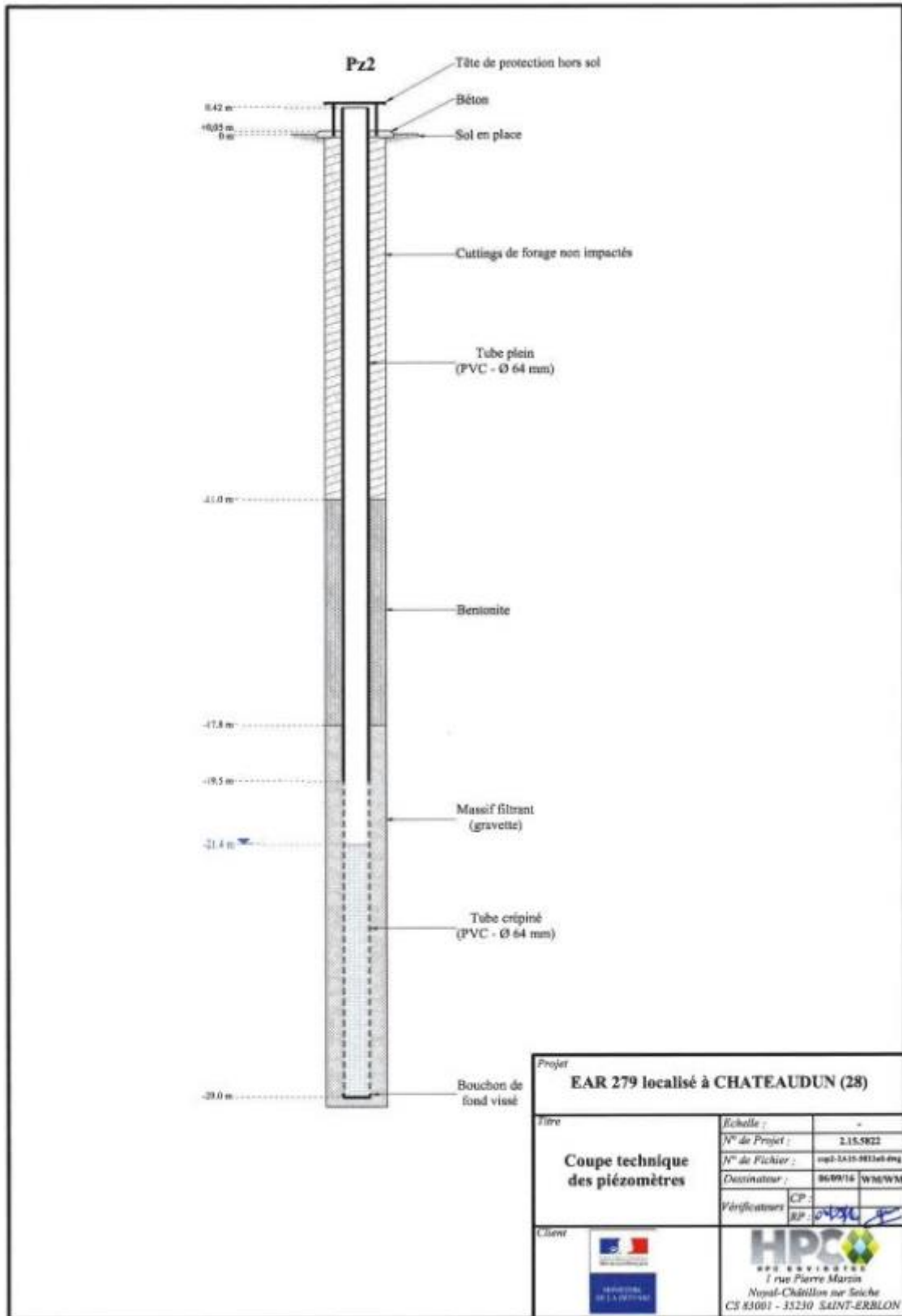
Conductivité : 555 microS /cm

Température : 12,8 °C

Ph : 7,02

DONNEES QUALITE MESUREES EN LABORATOIRE AGREE

HCT, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux, Al, Cr6+, fractions carbonées des hydrocarbures (spécification aliphatique et aromatique des C9-C40), PCB, Phtalates, DBO5, DCO, COT, I Phénol, MES, analyse de radionucléides (activité alpha globale, activité bêta globale, tritium, radium 226 et 228, U total, 235 et 238, Plomb 210, Thorium 228 et 232, Polonium 210), 20 composés explosifs.



EAR 279 CHATEAUDUN SITE DE NIVOUILLE / PIEZOMETRE PZ3

FICHE DESCRIPTIVE DU PRELEVEMENT DU 26 AVRIL 2019

IDENTIFICATION - LOCALISATION

- *Indice national / Désignation** :
- *Commune* : Châteaudun
- *Lieu-dit ou dénomination usuelle* : «Nivouville»
- *Carte topographique IGN 1/25 000* : La Chapelle-du-Noyer (n°2019 E)
- *Carte géologique BRGM 1/50 000* : Cloyes sur le Loir (n°361)
- *Coordonnées (Lambert II)* :
X = 527 636,18 m ; Y = 2339 843,80 m
- *Altitude au sol (m NGF)* : Z : 135,07 m NGF
- *Nivellement* :

PLAN DE SITUATION



© Copyright IGN extrait Géoportail

CARACTERISTIQUES GENERALES

- *Nature du point d'eau* : piézomètre
- *Usage du point* : prélèvement d'échantillons
- *Etat du point d'eau* : fermeture cadenas artillerie
- *Etat du sol* : terrain enherbé dur
- *Accessibilité* : conditions d'accessibilité de l'EAR 279

FICHE (suite)

PIEZOMETRE PZ3

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'OUVRAGE

- Date de réalisation de l'ouvrage :
- Nom de l'entreprise :
- Propriétaire et exploitant de l'ouvrage : EAR279
- Profondeur : 29 m/sol.
- Diamètre de foration :
- Aquifère capté : craie à silex
 Profondeur tête crépines : 16,5 m
 Profondeur pied crépines : 29 m
 Profondeur eau : 24,07 m/sol
- Protection de l'en-tête : tête métallique cadenassée à +0,60 m hors sol
- Margelle ciment :
- Equipement de pompage sur place : non
- Débit estimé :
- Cimentation en tête de tubage : oui

COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coupe géologique

Prof. (m)	Description	stratigraphie

Coupe technique

Prof. (m)	Description
0 - 16,5	Tubage PVC plein Ø 64 mm
16,5 - 29	Tubage PVC crépiné Ø 64 mm

PRELEVEMENT

- Moyens : Pompe immergée électrique (type Mega-Purger) descendue à 26 m
 Eau filtrée sur site (80 µm) pour certaines analyses
- Débit et durée pompage avant prélèvement : 5 l/mn durant 15 mn
- Durée totale des prélèvements : 1 h

DONNEES QUALITE MEASUREES IN SITU

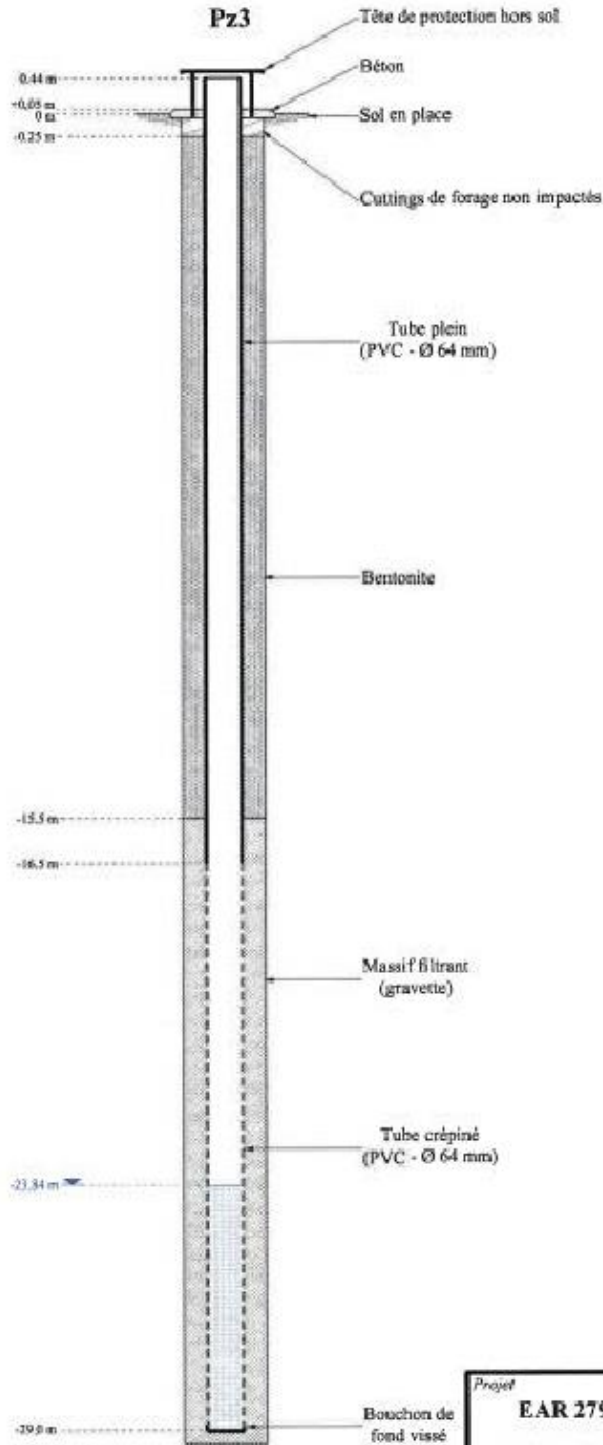
Conductivité : 565 micro S /cm

Température : 13,5 °C

Ph : 6,81

DONNEES QUALITE MEASUREES EN LABORATOIRE AGREE

HCT, HAP, BTEX, COHV, 8 métaux, Al, Cr6+, fractions carbonées des hydrocarbures (spécification aliphatique et aromatique des C9-C40), PCB, Phtalates, DBO5, DCO, COT, I Phénol, MES, analyse de radionucléides (activité alpha globale, activité bêta globale, tritium, radium 226 et 228, U total, 235 et 238, Plomb 210, Thorium 228 et 232, Polonium 210), 20 composés explosifs.



Projet		EAR 279 localisé à CHATEAUDUN (28)	
Titre	Echelle :	-	
	N° de Projet :	E.15.5822	
	N° de Fichier :	cop3-2A15-5822a.dwg	
	Destinateur :	06/09/16	www.wm
Vérificateur	CP :		
	R.P. :	EG	25/16
Client	 Mairie de Châteaudun	 HPC ENVIRONNEMENT 1 rue Pierre Martin Nival-Châtillon sur Saiche	

ANNEXE 4

RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES D'EAU SOUTERRAINE (BORDEREAUX LABORATOIRES)

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849307 Eau

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
197384	Poulmic Pz1	24.04.2019	
197387	Poulmic Pz2	25.04.2019	
197388	Poulmic Pz3	25.04.2019	

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 : 2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole *.

	Unité	197384 Poulmic Pz1	197387 Poulmic Pz2	197388 Poulmic Pz3
Analyses Physico-chimiques				
Indice phénol	µg/l	<10	<10	<10
DBO 5	mg/l	2	1	<1
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	30	7	<5
Méthode DBO	Jours	(2+5)	(2+5)	(2+5)
Chrome VI	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0
Matières en suspension	mg/l	10	<2,0	93
COT	mg/l	5,4	2,0	2,0

Métaux

Aluminium (Al)	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Arsenic (As)	µg/l	<5,0	<5,0	6,1
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
Manganèse (Mn)	µg/l	130	34	120
Mercuré (Hg)	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03
Nickel (Ni)	µg/l	5,5	<5,0	17
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0
Potassium (K)	µg/l	960	520	940
Zinc (Zn)	µg/l	30	10	2,7

HAP

Naphtalène	µg/l	<0,02	0,03	0,03
Acénaphthylène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050
Acénaphthène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Fluorène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Phénanthrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Anthracène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Pyrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Chrysène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID-Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 opa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849307 Eau

	Unité	197384 Poulmic Pz1	197387 Poulmic Pz2	197388 Poulmic Pz3
HAP				
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Somme HAP	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.
Somme HAP (VROM)	µg/l	n.d.	0,030 ^{*)}	0,030 ^{*)}
Somme HAP (16 EPA)	µg/l	n.d.	0,030 ^{*)}	0,030 ^{*)}
Composés aromatiques				
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l	3,4	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
m,p-Xylène	µg/l	0,3	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l	0,3 ^{*)}	n.d.	n.d.
COHV				
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	2,6
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	0,2	<0,2
cis-1,2-Dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1
TPH				
Fraction aliphatique >C5-C6	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C6-C8	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C8-C10	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C12-C16	µg/l	120 *	16 *	<10 *
Fraction aliphatique >C16-C21	µg/l	85 *	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C21-C35	µg/l	160 *	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C35-C40	µg/l	44 *	<10 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aliphatiques	µg/l	410 * ^{*)}	16 * ^{*)}	n.d. *
Fraction aromatique >C6-C7	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025:2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole * n°.

DOC-13-12034857-FR-P3

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID.Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 ppa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

page 3 de 7



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849307 Eau

	Unité	197384 Poulmic Pz1	197387 Poulmic Pz2	197388 Poulmic Pz3
TPH				
Fraction aromatique >C7-C8	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C8-C10	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C12-C16	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C16-C21	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C21-C35	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C35-C40	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques	µg/l	n.d. *	n.d. *	n.d. *
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)	µg/l	410 * ^{*)}	16 * ^{*)}	n.d. *
Phtalates				
Bis-(2-ethylhexyl)-phtalate (DEHP)	µg/l	<1	<1	<1
Butylbenzylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Dibutylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Diéthylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Diheptylphthalate	µg/l	<1	<1	<1
Di-isobutylphtalate	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0
Diisopropylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Diméthylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Di-n-octylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Dinonylphtalate	µg/l	<1 *	<1 *	<1 *
Dipentylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Dipropylphtalate	µg/l	<1	<1	<1
Somme Phtalates	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.
Hydrocarbures totaux				
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	446	111	<50
Fraction C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *	<10 *
Fraction C12-C16	µg/l	69 *	66 *	<10 *
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0 *	31 *	<5,0 *
Fraction C20-C24	µg/l	32 *	8,6 *	<5,0 *
Fraction C24-C28	µg/l	110 *	<5,0 *	5,1 *
Fraction C28-C32	µg/l	120 *	<5,0 *	5,8 *
Fraction C32-C36	µg/l	77 *	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C36-C40	µg/l	28 *	<5,0 *	<5,0 *
Autres analyses				
Acide picrique (PA)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,24 ^{ppb}
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN)	µg/l	<3,0	<3,0	<3,6 ^{ppb}
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<3,0	10	<3,6 ^{ppb}
Diphénylamine (DPA)	µg/l	<0,30	<0,30	<0,36 ^{ppb}

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025-2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole * *.

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID-Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 ppa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

page 4 de 7



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849307 Eau

	Unité	197384 Poulmic Pz1	197387 Poulmic Pz2	197388 Poulmic Pz3
Autres analyses				
Hexogène	µg/l	<0,40	<0,40	<0,48 ^{pe)}
Hexyle	µg/l	<0,50	<0,50	<0,60 ^{pe)}
Nitroglycérine (NG)	µg/l	<1,0	<1,0	<1,2 ^{pe)}
Octogène (HMX)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,24 ^{pe)}
Penthrite (PETN)	µg/l	<3,0	<3,0	<3,6 ^{pe)}
Tétryle (CE)	µg/l	<0,20	<0,40 ^{m)}	<0,24 ^{pe)}
1,3-Dinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
1,3,5-Trinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	µg/l	<0,10	0,90	<0,10
2-Nitrotoluène	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20
2,4-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050
3-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10
4-Amino-2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,10	1,5	<0,10
4-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10

- x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.
 pe) Etant donné l'influence perturbatrice de l'échantillon, une dilution de l'échantillon a occasionnée une augmentation des limites de quantification.
 m) Etant donnée l'influence perturbatrice de l'échantillon, les limites de quantification ont été relevées.
 Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

La méthode d'analyse de la DBO5 est effectuée conformément à la norme en (5) jours ou (2 + 5) jours.

Début des analyses: 29.04.2019
 Fin des analyses: 09.05.2019

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

AL-West B.V. Melle Mylène Magnenet,

paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole * *.

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849307 Eau

Liste des méthodes

DIN EN ISO 22478(OB) u): Penthrite (PETN) Octogène (HMX) Nitroglycérine (NG) Hexyle Tétryle (CE) Diphénylamine (DPA)

Dinitrate de diéthylène glycol (DEGN) Dinitrate d'éthylène glycol (EGDN) Acide picrique (PA) Hexogène

DIN 38407-F17(OB) u): 4-Nitrotoluène 4-Amino-2,6-Dinitrotoluène 3-Nitrotoluène 2-Nitrotoluène 2-Amino-4,6-dinitrotoluène

2,6-Dinitrotoluène 2,4-Dinitrotoluène 2,4,6-Trinitrotoluène (TNT) 1,3,5-Trinitrobenzène 1,3-Dinitrobenzène

Conforme à EN 1484 (déterminé comme CONP): COT

Conforme à EN 1899-1: DBO 5 Méthode DBO

Conforme à EN 872: Matières en suspension

Conforme à EN-ISO 10301: Dichlorométhane Trichlorométhane Tétrachlorométhane 1,1-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane

1,1,1-Trichloroéthane 1,1,2-Trichloroéthane 1,1-Dichloroéthylène cis-1,2-Dichloroéthène

Trans-1,2-Dichloroéthylène Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes Trichloroéthylène Tétrachloroéthylène

Conforme à EN-ISO 11423-1: Benzène Toluène Ethylbenzène m,p-Xylène o-Xylène Somme Xylènes

Conforme à EN-ISO 14402: Indice phénol

Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004): Aluminium (Al)

Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004): Cadmium (Cd) Chrome (Cr) Cuivre (Cu) Arsenic (As) Manganèse (Mn) Zinc (Zn) Nickel (Ni)

Plomb (Pb) Potassium (K)

Conforme à EPA 218.6 (1991) / EPA 7199 (1996): Chrome VI

Conforme à NF T 90-101: Demande chimique en oxygène (DCO)

EN 1483 (2007): Mercure (Hg)

Équivalent à EN-ISO 9377-2: Fraction C10-C12 Fraction C12-C16 Fraction C16-C20 Fraction C20-C24 Fraction C24-C28

Fraction C28-C32 Fraction C32-C36 Fraction C36-C40

Équivalent à EN-ISO 9377-2: Hydrocarbures totaux C10-C40

MADEP: Fraction aliphatique >C5-C6 Fraction aliphatique >C6-C8 Fraction aliphatique >C8-C10

Fraction aliphatique >C10-C12 Fraction aliphatique >C12-C16 Fraction aliphatique >C16-C21

Fraction aliphatique >C21-C35 Fraction aliphatique >C35-C40 Somme des fractions hydrocarbonées aliphatiques

Fraction aromatique >C6-C7 Fraction aromatique >C7-C8 Fraction aromatique >C8-C10

Fraction aromatique >C10-C12 Fraction aromatique >C12-C16 Fraction aromatique >C16-C21

Fraction aromatique >C21-C35 Fraction aromatique >C35-C40 Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques

TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)

méthode interne: Dinonylphthalate

méthode interne: Butylbenzylphthalate Di-isobutylphthalate Di-n-octylphthalate Somme Phtalates Dibutylphthalate Diéthylphthalate

Diheptylphthalate Diisopropylphthalate Dipropylphthalate Diméthylphthalate Dipentylphthalate

Bis-(2-ethylhexyl)-phthalate (DEHP) Naphtalène Acénaphthylène Acénaphthène Fluorène Phénanthrène

Anthracène Fluoranthène Pyrène Benzo(a)anthracène Chrysène Benzo(b)fluoranthène Benzo(k)fluoranthène

Benzo(a)pyrène Dibenzo(ah)anthracène Benzo(g,h,i)pyrène Indéno(1,2,3-cd)pyrène Somme HAP

Somme HAP (VROM) Somme HAP (16 EPA)

Méthode interne (mesurage conforme à EN-ISO 10304 et conforme à ISO 11423-1): Chlorure de Vinyle

u) *Sous-traitance a un laboratoire accrédité du groupe Agrolab.*

Laboratoires du groupe AGROLAB

Analyse par (autre laboratoire)

(OB) AGROLAB Laboratoire Bruckberg, pour la méthode citée accréditée selon le référentiel ISO/IEC 17025:2005, certificat d'accréditation: D-PL-14289_01_00

Méthode

DIN EN ISO 22478

DIN 38407-F17

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025:2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

DOC-15-12031877-R-PS

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 6 de 7



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849607 Eau

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
198941	Poulmic Pz4	26.04.2019	
198942	Nivouville Pz3	26.04.2019	

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

Unité	198941 Poulmic Pz4	198942 Nivouville Pz3
-------	-----------------------	--------------------------

Analyses Physico-chimiques

	Unité	198941 Poulmic Pz4	198942 Nivouville Pz3
Indice phénol	µg/l	<10	<10
DBO 5	mg/l	9	<1
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	31	<5
Méthode DBO	Jours	(5)	(5)
Chrome VI	µg/l	<5,0	<5,0
Matières en suspension	mg/l	8,5	11
COT	mg/l	14	1,1

Métaux

	Unité	198941 Poulmic Pz4	198942 Nivouville Pz3
Aluminium (Al)	µg/l	<10 *	<10 *
Arsenic (As)	µg/l	<5,0	<5,0
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0	<2,0
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0	<2,0
Manganèse (Mn)	µg/l	<1,0	<1,0
Mercure (Hg)	µg/l	<0,03	<0,03
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0	<5,0
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0	<5,0
Potassium (K)	µg/l	2400	1600
Zinc (Zn)	µg/l	4,3	3,8

HAP

	Unité	198941 Poulmic Pz4	198942 Nivouville Pz3
Naphtalène	µg/l	0,03	0,04
Acénaphthylène	µg/l	<0,050	<0,050
Acénaphthène	µg/l	<0,01	<0,01
Fluorène	µg/l	<0,010	<0,010
Phénanthrène	µg/l	<0,010	<0,010
Anthracène	µg/l	<0,010	<0,010
Fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010
Pyrène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010
Chrysène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010

Kamer van Koophandel Directeur
 Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
 VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
 NL 811132559 B01

page 2 de 7



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849607 Eau

	Unité	198941 Poulmic Pz4	198942 Nivouville Pz3
HAP			
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	<0,010	<0,010
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010
Somme HAP	µg/l	n.d.	n.d.
Somme HAP (VROM)	µg/l	0,030 ²⁾	0,040 ²⁾
Somme HAP (16 EPA)	µg/l	0,030 ²⁾	0,040 ²⁾
Composés aromatiques			
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l	15	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5
m,p-Xylène	µg/l	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l	n.d.	n.d.
COHV			
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	<0,2
cis-1,2-Dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l	n.d.	n.d.
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1
TPH			
Fraction aliphatique >C5-C6	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C6-C8	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C8-C10	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C12-C16	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C16-C21	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C21-C35	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C35-C40	µg/l	<10 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aliphatiques	µg/l	n.d. *	n.d. *
Fraction aromatique >C6-C7	µg/l	<10 *	<10 *

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025:2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

DOC-13-12031344/Pz3

Kamer van Koophandel Directeur
 Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
 VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
 NL 811132559 B01

page 3 de 7



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849607 Eau

	Unité	198941 Poulmic Pz4	198942 Nivouville Pz5
TPH			
Fraction aromatique >C7-C8	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C8-C10	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C12-C16	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C16-C21	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C21-C35	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C35-C40	µg/l	<10 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques	µg/l	n.d. *	n.d. *
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)	µg/l	n.d. *	n.d. *
Phtalates			
Bis-(2-ethylhexyl)-phtalate (DEHP)	µg/l	<1	<1
Butylbenzylphtalate	µg/l	<1	<1
Dibutylphtalate	µg/l	<1	<1
Diéthylphtalate	µg/l	<1	<1
Diheptylphtalate	µg/l	<1	<1
Di-isobutylphtalate	µg/l	<2,0	<2,0
Diisopropylphtalate	µg/l	<1	<1
Diméthylphtalate	µg/l	<1	<1
Di-n-octylphtalate	µg/l	<1	<1
Dinonylphtalate	µg/l	<1 *	<1 *
Dipentylphtalate	µg/l	<1	<1
Dipropylphtalate	µg/l	<1	<1
Somme Phtalates	µg/l	n.d.	n.d.
Hydrocarbures totaux			
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	<50	<50
Fraction C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction C12-C16	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Autres analyses			
Acide picrique (PA)	µg/l	<0,20	<0,20
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN)	µg/l	<3,0	<3,0
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<3,0	<3,0
Diphénylamine (DPA)	µg/l	<0,30	<0,30

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025:2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole * n.

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID-Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 ppa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

page 4 de 7



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 849607 Eau

	Unité	198941 Poulmic Pz4	198942 Nivouville Pz3
Autres analyses			
Hexogène	µg/l	<0,40	<0,40
Hexyle	µg/l	<0,50	<0,50
Nitroglycérine (NG)	µg/l	<1,0	<1,0
Octogène (HMX)	µg/l	<0,20	<0,20
Penthrite (PETN)	µg/l	<3,0	<3,0
Tétryle (CE)	µg/l	<0,20	<0,20
1,3-Dinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10
1,3,5-Trinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	µg/l	0,26	<0,10
2-Nitrotoluène	µg/l	<0,20	<0,20
2,4-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	µg/l	<0,10	<0,10
2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050
3-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10
4-Amino-2,6-Dinitrotoluène	µg/l	0,17	<0,10
4-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

La méthode d'analyse de la DBO5 est effectuée conformément à la norme en (5) jours ou (2 + 5) jours.

Début des analyses: 30.04.2019

Fin des analyses: 14.05.2019

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

AL-West B.V. Melle Mylène Magnenet,

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID-Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 ppa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 850756 Eau

N° échant.	Nom d'échantillon	Prélèvement	Site du prélèvement
205715	Nivouville PZ1	02.05.2019	
205716	Nivouville PZ2	02.05.2019	

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 : 2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole *.

	Unité	205715 Nivouville PZ1	205716 Nivouville PZ2
Analyses Physico-chimiques			
Indice phénol	µg/l	<10	<10
DBO 5	mg/l	<1	<1
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	<5	<5
Méthode DBO	Jours	(2+5)	(2+5)
Chrome VI	µg/l	<5,0	<5,0
Matières en suspension	mg/l	8,5	14
COT	mg/l	1,2	0,8
Métaux			
Aluminium (Al)	µg/l	<10 *	<10 *
Arsenic (As)	µg/l	<5,0	<5,0
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0	<2,0
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0	<2,0
Manganèse (Mn)	µg/l	<1,0	<1,0
Mercure (Hg)	µg/l	<0,03	<0,03
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0	<5,0
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0	<5,0
Potassium (K)	µg/l	1400	1600
Zinc (Zn)	µg/l	<2,0	<2,0
HAP			
Naphtalène	µg/l	0,03	0,02
Acénaphthylène	µg/l	<0,050	<0,050
Acénaphthène	µg/l	<0,01	<0,01
Fluorène	µg/l	<0,010	<0,010
Phénanthrène	µg/l	<0,010	<0,010
Anthracène	µg/l	<0,010	<0,010
Fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010
Pyrène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010
Chrysène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010

Kamer van Koophandel Directeur
 Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
 VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
 NL 811132559 B01

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 850756 Eau

	Unité	205715 Nivouville PZ1	205716 Nivouville PZ2
HAP			
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	<0,010	<0,010
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010
Somme HAP	µg/l	n.d.	n.d.
Somme HAP (VROM)	µg/l	0,030 ^{*)}	0,020 ^{*)}
Somme HAP (16 EPA)	µg/l	0,030 ^{*)}	0,020 ^{*)}
Composés aromatiques			
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5
m,p-Xylène	µg/l	<0,2	<0,2
o-Xylène	µg/l	<0,50	<0,50
Somme Xylènes	µg/l	n.d.	n.d.
COHV			
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	<0,2
cis-1,2-Dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	µg/l	n.d.	n.d.
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1
TPH			
Fraction aliphatique >C5-C6	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C6-C8	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C8-C10	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C12-C16	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aliphatique >C16-C21	µg/l	53 *	<10 *
Fraction aliphatique >C21-C35	µg/l	32 *	<10 *
Fraction aliphatique >C35-C40	µg/l	<10 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aliphatiques	µg/l	85 * ^{*)}	n.d. *
Fraction aromatique >C6-C7	µg/l	<10 *	<10 *

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025:2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole * *.

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID-Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 ppa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 850756 Eau

	Unité	205715 Nivouville PZ1	205716 Nivouville PZ2
TPH			
Fraction aromatique >C7-C8	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C8-C10	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C12-C16	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C16-C21	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C21-C35	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction aromatique >C35-C40	µg/l	<10 *	<10 *
Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques	µg/l	n.d. *	n.d. *
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)	µg/l	85 * ²⁾	n.d. *
Phtalates			
Bis-(2-ethylhexyl)-phtalate (DEHP)	µg/l	<1	<1
Butylbenzylphtalate	µg/l	<1	<1
Dibutylphtalate	µg/l	<1	<1
Diéthylphtalate	µg/l	<1	<1
Diheptylphtalate	µg/l	<1	<1
Di-isobutylphtalate	µg/l	<2,0	<2,0
Diisopropylphtalate	µg/l	<1	<1
Diméthylphtalate	µg/l	<1	<1
Di-n-octylphtalate	µg/l	<1	<1
Dinonylphtalate	µg/l	<1 *	<1 *
Dipentylphtalate	µg/l	<1	<1
Dipropylphtalate	µg/l	<1	<1
Somme Phtalates	µg/l	n.d.	n.d.
Hydrocarbures totaux			
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	<50	<50
Fraction C10-C12	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction C12-C16	µg/l	<10 *	<10 *
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0 *	<5,0 *
Autres analyses			
Acide picrique (PA)	µg/l	<0,20	<0,20
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN)	µg/l	<3,0	<3,0
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<3,0	<3,0
Diphénylamine (DPA)	µg/l	<0,30	<0,30

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025:2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole * *.

Kamer van Koophandel
 Nr. 08110898
 VAT/BTW-ID-Nr.:
 NL 811132559 B01

Directeur
 ppa. Marc van Gelder
 Dr. Paul Wimmer

page 4 de 7



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
 Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
 e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



n° Cde 850756 Eau

	Unité	205715 Nivouville PZ1	205716 Nivouville PZ2
Autres analyses			
Hexogène	µg/l	<0,40	<0,40
Hexyle	µg/l	<0,50	<0,50
Nitroglycérine (NG)	µg/l	<1,0	<1,0
Octogène (HMX)	µg/l	<0,20	<0,20
Penthrite (PETN)	µg/l	<3,0	<3,0
Tétryle (CE)	µg/l	<0,20	<0,20
1,3-Dinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10
1,3,5-Trinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10
2-Nitrotoluène	µg/l	<0,20	<0,20
2,4-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	µg/l	<0,10	<0,10
2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050
3-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10
4-Amino-2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10
4-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10

Les paramètres indiqués dans ce document sont accrédités selon ISO/IEC 17025 :2005. Seuls les paramètres non accrédités sont signalés par le symbole « * ».

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.
 Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

La méthode d'analyse de la DBO5 est effectuée conformément à la norme en (5) jours ou (2 + 5) jours.

Début des analyses: 06.05.2019
 Fin des analyses: 14.05.2019

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

AL-West B.V. Melle Mylène Magnenet

Kamer van Koophandel Directeur
 Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
 VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
 NL 811132559 B01



ANNEXE 5

RESULTATS DES ANALYSES RADIOLOGIQUES D'EAU SOUTERRAINE (BORDEREAUX LABORATOIRE)



Rapport d'essai

RA N°37039-19

IDENTIFICATION RAPPORT	
Réf. : RA N°37039-19	Date : 24/07/2019
Version : 01	Nombre de pages : 06
Cadre de la prestation : LAB-18-015 ind. C	
Nombre d'échantillons : 07	
Commentaire : Rapport complet selon la commande client n° Co 20190404/1	

IDENTIFICATION DEMANDE D'ANALYSE	
Demandeur : Yves LEMORDANT	N° DEMANDE D'ANALYSE : 039-19
ADRESSE : EGES Pôle technologique régional 3 rue Raoul Follereau 86000 POITIERS	DESTINATAIRE : <input checked="" type="checkbox"/> Identique au demandeur
EMAIL : y.lemordant@eges.fr	TEL : 05.49.55.43.78

TYPES D'ECHANTILLONS	
<input checked="" type="checkbox"/> Matrices environnementales	<input type="checkbox"/> Contrôle atmosphérique
<input type="checkbox"/> Déchets	<input type="checkbox"/> Eau rechargée
<input type="checkbox"/> Effluents	<input type="checkbox"/> Chantier

ANALYSES REALISEES	
<input checked="" type="checkbox"/> Spectrométrie gamma	<input checked="" type="checkbox"/> Spectrométrie α
<input checked="" type="checkbox"/> Comptage α/β total	<input checked="" type="checkbox"/> ICP-MS
<input checked="" type="checkbox"/> Scintillation liquide	<input type="checkbox"/> Analyse physico-chimique

VISA			
OPERATEURS		VERIFICATEUR	APPROBATEUR
Technicien d'Analyses Radiochimiques	Technicien d'Analyses Radiochimiques	Responsable Technique du Laboratoire (Suppléant)	Responsable Technique du Laboratoire
P. Schenckbecher	G. Gasse	C. Véronneau	N. Dehbi
24/07/2019	12/07/2019	24/07/2019	24/07/2019

LAB DOC 094

Ci. rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

NUCLEAR SOLUTIONS



Accréditation n°1-5750
 Portée disponible sur
www.cofrac.fr

Résultats d'analyses - 1.1

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo.	: 218-19 à 221-19	Date de réception	: 15/05/2019
ID Client	: Poulmic, PZ 1 à PZ 4	Date d'Analyse	: Du 20/05 au 05/07/2019
Nature des échantillons	: Eaux	Date de référence	: Date de prélèvement

ID Labo		218-19	219-19	220-19	221-19
ID Client		Poulmic PZ1	Poulmic PZ2	Poulmic PZ3	Poulmic PZ4
Date de référence		24/04/2019	25/04/2009	25/04/2019	26/04/2019
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (k=2)			
Scintillation liquide après distillation [Méthode d'Analyse : NF EN ISO 9698]					
Tritium H-3	Bq/L	< LD (2,2)	< LD (2,2)	< LD (2,2)	< LD (2,2)
Comptage α global et β global [Méthode d'Analyse : NF EN ISO 10704]					
Indice α global (équivalent ²⁴¹ Am)	Bq/L	0,37 ± 0,10	0,077 ± 0,040	< LD (0,06)	0,092 ± 0,044
Indice β global (équivalent ⁹⁰ Sr - ⁹⁰ Y)	Bq/L	< LD (0,14)	< LD (0,11)	< LD (0,11)	< LD (0,11)
Spectrométrie gamma après coprécipitation [Méthode d'Analyse : NF ISO 13165-3]					
Radium 226	Bq/L	< LD (0,02)	< LD (0,02)	< LD (0,02)	< LD (0,02)
Radium 228	Bq/L	< LD (0,02)	< LD (0,02)	< LD (0,02)	< LD (0,02)
ICP-MS [Méthodes d'Analyse : NF M60-805-4 et NF EN ISO 17294]					
Uranium total	µg/L	0,72 ± 0,04	0,17 ± 0,03	0,24 ± 0,03	0,69 ± 0,01
Uranium 238	Bq/L	0,0088 ± 0,0006	0,0021 ± 0,0004	0,0029 ± 0,0004	0,0085 ± 0,0010
Uranium 235	Bq/L	0,00041 ± 0,00006	<LQ (0,0001)	0,00013 ± 0,00003	0,00041 ± 0,00001

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD).

La limite de détection est la plus petite valeur vraie de l'activité qui garantit d'avoir 95 % de chances d'être détectée (β = 0,05).

La valeur de la LD est calculée selon la norme NF ISO 11929 : Détermination des limites caractéristiques pour mesurages de rayonnements ionisants. (Seuils de risque de première et de deuxième espèces : α = β = 0,05).

< LQ = < Limite de quantification (valeur de la LQ).

C'est la plus petite quantité d'une substance à examiner pouvant être dosée dans les conditions expérimentales décrites avec une fidélité et une justesse définies. Elle est calculée et étudiée selon la norme NF T 90-210.

Notes :

La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.

Les résultats en Ra-226 et en Ra-228 indiquées sont respectivement ceux du Bi-214 et du Ac-228, la mesure ayant été réalisée après la mise à l'équilibre des descendants du radon.



Résultats d'analyses - 1.2 [HORS COFRAC]

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo	: 218-19 à 221-19	Date de réception	: 15/05/2019
ID Client	: Poulmic, PZ 1 à PZ 4	Date d'Analyse	: Du 20/05 au 18/072019
Nature des échantillons	: Eaux	Date de référence	: Date de prélèvement

ID Labo		218-19	219-19	220-19	221-19
ID Client		Poulmic PZ1	Poulmic PZ2	Poulmic PZ3	Poulmic PZ4
Date de référence		24/04/2019	25/04/2009	25/04/2019	26/04/2019
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (k=2)			
Spectrométrie gamma après concentration [Méthode d'Analyse : NF M60-807]					
Plomb 210	Bq/L	< LD (0,13)	< LD (0,14)	< LD (0,14)	< LD (0,12)
ICP-MS [Méthode d'Analyse : NF EN ISO 17294]					
Thorium 232	Bq/L	0,00114 ± 0,00012	< LQ (0,0005)	< LQ (0,0005)	< LQ (0,0005)
Spectrométrie alpha [Méthode d'Analyse : NF ISO 13161]					
Polonium 210	Bq/L	< LD (0,008)	< LD (0,010)	< LD (0,007)	< LD (0,007)
* Spectrométrie alpha [Méthode d'Analyse : méthode interne MSP6204]					
Thorium 228	Bq/L	< LD (0,062)	< LD (0,005)	< LD (0,022)	< LD (0,018)

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD).

La limite de détection est la plus petite valeur vraie de l'activité qui garantit d'avoir 95 % de chances d'être détectée ($\beta = 0,05$).

La valeur de la LD est calculée selon la norme NF ISO 11929 : Détermination des limites caractéristiques pour mesurages de rayonnements ionisants. (Seuils de risque de première et de deuxième espèces : $\alpha = \beta = 0,05$).

< LQ = < Limite de quantification (valeur de la LQ).

C'est la plus petite quantité d'une substance à examiner pouvant être dosée dans les conditions expérimentales décrites avec une fidélité et une justesse définies. Elle est calculée et étudiée selon la norme NF T 90-210.

*Analyse sous-traitée au laboratoire ALGADE.

Notes :

La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.

Les résultats présentés sur cette page ne sont pas couverts par l'accréditation Cofrac du laboratoire.



Accréditation n°1-5750
 Portée disponible sur
 www.cofrac.fr

Résultats d'analyses - 2.1

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo.	: 222-19 à 224-19	Date de réception	: 15/05/2019
ID Client	: Nivouville, PZ 1 à PZ 3	Date d'Analyse	: Du 20/05 au 05/07/2019
Nature des échantillons	: Eaux	Date de référence	: Date de prélèvement

ID Labo		222-19	223-19	224-19
ID Client		Nivouville PZ1	Nivouville PZ2	Nivouville PZ3
Date de référence		02/05/2019	02/05/2019	26/04/2019
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (k=2)		
Scintillation liquide après distillation [Méthode d'Analyse : NF EN ISO 9698]				
Tritium H-3	Bq/L	< LD (2,2)	< LD (2,2)	< LD (2,2)
Comptage α global et β global [Méthode d'Analyse : NF EN ISO 10704]				
Indice α global (équivalent ²⁴¹ Am)	Bq/L	0,088 ± 0,039	0,075 ± 0,036	0,092 ± 0,041
Indice β global (équivalent ⁹⁰ Sr - ⁹⁰ Y)	Bq/L	< LD (0,11)	< LD (0,11)	< LD (0,11)
Spectrométrie gamma après coprécipitation [Méthode d'Analyse : NF ISO 13165-3]				
Radium 226	Bq/L	< LD (0,02)	< LD (0,02)	< LD (0,02)
Radium 228	Bq/L	< LD (0,03)	< LD (0,02)	< LD (0,02)
ICP-MS [Méthodes d'Analyse : NF M60-805-4 et NF EN ISO 17294]				
Uranium total	µg/L	0,24 ± 0,02	0,18 ± 0,02	0,21 ± 0,04
Uranium 238	Bq/L	0,0030 ± 0,0003	0,0030 ± 0,0003	0,0026 ± 0,0005
Uranium 235	Bq/L	0,00014 ± 0,00003	< LQ (0,0001)	0,00012 ± 0,0004

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD).

La limite de détection est la plus petite valeur vraie de l'activité qui garantit d'avoir 95 % de chances d'être détectée (β = 0,05).

La valeur de la LD est calculée selon la norme NF ISO 11929 : Détermination des limites caractéristiques pour mesurages de rayonnements ionisants. (Seuils de risque de première et de deuxième espèces : α = β = 0,05).

< LQ = < Limite de quantification (valeur de la LQ).

C'est la plus petite quantité d'une substance à examiner pouvant être dosée dans les conditions expérimentales décrites avec une fidélité et une justesse définies. Elle est calculée et étudiée selon la norme NF T 90-210.

Notes :

La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.

Les résultats en Ra-226 et en Ra-228 indiqués sont respectivement ceux du Bi-214 et du Ac-228, la mesure ayant été réalisée après la mise à l'équilibre des descendants du radon.

Résultats d'analyses - 2.2 [HORS COFRAC]

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les objets soumis aux essais

ID Labo.	: 222-19 à 224-19	Date de réception	: 15/05/2019
ID Client	: Nivouville, PZ 1 à PZ 3	Date d'Analyse	: Du 20/05 au 08/072019
Nature des échantillons	: Eaux	Date de référence	: Date de prélèvement

ID Labo		222-19	223-19	224-19
ID Client		Nivouville PZ1	Nivouville PZ2	Nivouville PZ3
Date de référence		02/05/2019	02/05/2019	26/04/2019
Radionucléides	Unité	Activité ± Incertitude élargie (k=2)		
Spectrométrie gamma après concentration [Méthode d'Analyse : NF M60-807]				
Plomb 210	Bq/L	< LD (0,15)	< LD (0,14)	< LD (0,14)
ICP-MS [Méthode d'Analyse : NF EN ISO 17294]				
Thorium 232	Bq/L	< LQ (0,0005)	< LQ (0,0005)	< LQ (0,0005)
Spectrométrie alpha [Méthode d'Analyse : NF ISO 13161]				
Polonium 210	Bq/L	< LD (0,006)	< LD (0,011)	< LD (0,008)
*Spectrométrie alpha [Méthode d'Analyse : méthode interne MSP6204]				
Thorium 228	Bq/L	< LD (0,008)	< LD (0,005)	< LD (0,010)

< LD = < Limite de détection (valeur de la LD).

La limite de détection est la plus petite valeur vraie de l'activité qui garantit d'avoir 95 % de chances d'être détectée ($\beta = 0,05$).

La valeur de la LD est calculée selon la norme NF ISO 11929 : Détermination des limites caractéristiques pour mesurages de rayonnements ionisants. (Seuils de risque de première et de deuxième espèces : $\alpha = \beta = 0,05$).

< LQ = < Limite de quantification (valeur de la LQ).

C'est la plus petite quantité d'une substance à examiner pouvant être dosée dans les conditions expérimentales décrites avec une fidélité et une justesse définies. Elle est calculée et étudiée selon la norme NF T 90-210.

*Analyse sous-traitée au laboratoire ALGADE.

Notes :

La date de référence choisie est celle de la date de prélèvement de chaque échantillon.

Les résultats présentés sur cette page ne sont pas couverts par l'accréditation Cofrac du laboratoire.

Référence à l'accréditation par le COFRAC

La marque Cofrac est déposée à l'INPI et protégée. Si vous souhaitez faire référence à notre accréditation par le Cofrac, vous pouvez le faire en respectant les conditions suivantes :

- Indiquer clairement que l'organisme accrédité est notre laboratoire. Indiquer la mention « Accréditation n°1-5750. Portée disponible sur www.cofrac.fr »
- Distinguer clairement les résultats couverts par l'accréditation des résultats rendus hors accréditation, de manière à ne pas induire les lecteurs en erreur.
- Vous pouvez reproduire la marque d'accréditation (Logo « Cofrac Essais ») uniquement en combinaison avec notre propre logo Veolia, à proximité immédiate de ce dernier, de sorte que les deux logos soient visibles simultanément et que la marque « Cofrac Essais » soit reproduite dans des proportions inférieures à celles du logo Veolia. La mention « Accréditation n°1-5750. Portée disponible sur www.cofrac.fr » doit être accolée à la marque d'accréditation. Vous ne devez pas reproduire la marque d'accréditation sur vos courriers à en-tête ou sur tout document sans rapport avec les activités de notre laboratoire.

En cas de doute sur les conditions de référence à l'accréditation, merci de nous consulter.

Auteur : Y. LEMORDANT

Eaux Géologie Environnement Services (E G E S)

3 Rue Raoul Follereau – 86000 POITIERS - Tel. 05 49 55 43 78
e-mail : y.lemordant@eges.fr

SARL au capital de 15000 Euros – RCS Poitiers 442 846 879 – SIRET 442 846 879 00033 - APE 74.2c
Siège social : 4, Rue de Wachtberg – 86240 SMARVES



Annexe 4 - 7 : Évaluation des Risques Sanitaires / Étude d'impact dosimétrique de l'entreposage de déchets faiblement radioactifs

Naldéo Technologies et Industries – Évaluation des Risques Sanitaires / Étude d'impact dosimétrique de l'entreposage de déchets faiblement radioactifs , Réf. 007443-022-DE011-E, 10/2020

Base Aérienne 123 – Élément Air Rattaché 279 de Châteaudun (28)
DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE
**Régularisation administrative d'installations de gestion de fin de vie des
aéronefs et déchets associés**

**Partie 4 – Annexe 4-7
Évaluation des Risques
Sanitaires et Etude d'impact
dosimétrique**

Approuvé par	Christophe ROYER	Chef de projet	
Vérifié par	Alice ARNAC	Ingénieure Consultante MRI	
Rédigé par	Christophe ROYER	Ingénieur Consultant MRI	
	Nom et Prénom	Fonction	Visa

SOMMAIRE

1.	OBJET DU DOCUMENT	5
2.	EVALUATION DES EMISSIONS DES INSTALLATIONS.....	6
2.1.	Situation de référence (printemps 2020)	6
2.2.	Situation future	8
3.	EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION.....	9
3.1.	Zone d'étude, caractérisation des populations et usages.....	9
3.2.	Sélection des substances d'intérêt.....	11
3.3.	Schéma conceptuel	11
3.4.	Identification des dangers liés aux substances retenues	12
4.	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET DE L'IMPACT DOSIMETRIQUE	13
4.1.	Méthodologie de la modélisation par dispersion atmosphérique	13
4.2.	Scénarii d'exposition.....	14
4.3.	Données d'entrée	14
4.3.1.	Données météorologiques.....	14
4.3.2.	Conditions d'émissions.....	16
4.3.2.1.	Situation de référence (printemps 2020) (et transitoire pour les travailleurs de DAHER (second semestre 2020))	16
4.3.2.2.	Situation future	17
4.3.3.	Localisation des points récepteurs.....	18
4.3.4.	Autres paramétrage du modèle	20
4.4.	Résultats et interprétation	21
4.4.1.	Evaluation de l'impact dosimétrique sur les travailleurs	21
4.4.1.1.	Situation de référence (printemps 2020).....	21
4.4.1.2.	Situation transitoire (second semestre 2020)	21
4.4.1.3.	Situation future	21
4.4.2.	Evaluation de l'impact dosimétrique sur la population.....	22
4.4.2.1.	Situation de référence (printemps 2020).....	22
4.4.2.2.	Situation future	26
4.5.	Incertitudes	30

4.5.1.	Hypothèses et incertitudes minorantes	30
4.5.2.	Hypothèses et incertitudes majorantes	30
4.5.3.	Hypothèses et incertitudes inclassables	30
4.6.	Conclusion.....	31
4.6.1.1.	Situation de référence (printemps 2020) et transitoire (second semestre 2020)	31
4.6.1.2.	Situation future	31

1. OBJET DU DOCUMENT

L'Élément Air Rattaché de Châteaudun (EAR 279) exerce, sous la responsabilité de la Base Aérienne d'Orléans Bricy (BA 123), des activités de préservation et de maintenance des aéronefs en service dans l'armée de l'air.

L'EAR 279 a été désignée en 2013 comme point de regroupement des aéronefs¹ qui sont retirés du service. Il exerce à ce titre des activités liées à la gestion de la fin de vie des aéronefs : la dépollution, l'entreposage, le démontage ou la découpe de matériels aéronautiques hors d'usage (aéronefs complets, moteurs, etc...), et également la gestion des déchets générés, en l'occurrence des déchets dangereux, des déchets faiblement radioactifs et des déchets non dangereux. En l'absence de filière d'élimination, le Ministère des Armées a décidé en 2011² que les déchets thoriés du matériel aéronautique de la défense seraient entreposés à Châteaudun en attendant une reprise par l'ANDRA à échéance post-2030.

En 2018, le ministère des Armées annonce la fermeture de l'EAR 279 en 2021³. Suite à cette décision, un transfert à moyen terme des déchets thoriés vers un autre site d'entreposage n'est pas exclu.

Le présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) porte sur le projet de régularisation des installations de gestion de fin de vie des aéronefs, et des déchets associés. Les zones de Nivouville et du Poulmic, dans la partie sud du site, respectivement sur les communes de Châteaudun et de Villemaury, ainsi que les hangars situés à l'est de la Zone Technico-Opérationnelle (ZTO), sur la commune de Jallans (Eure-et-Loir), ont été retenues pour accueillir ces installations.

Le présent document constitue l'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) concernant l'entreposage de déchets thoriés et radifères faiblement radioactifs, appelée également Etude d'Impact Dosimétrique. Cette évaluation est réalisée en cohérence avec la circulaire du 9 août 2013⁴ et des guides méthodologiques suivants :

- ▶ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » publié en août 2013 par l'INERIS⁵,
- ▶ « Gestion des sites potentiellement pollués par des substances radioactives » de l'IRSN⁶.

Les objectifs d'une telle démarche d'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sont de déterminer les impacts potentiels à long terme vis-à-vis de la santé publique (riverains, travailleurs) liés au fonctionnement normal des installations. Il s'agit dans le cas présent d'évaluer les effets sanitaires liés aux rejets radioactifs des déchets thoriés et radifères entreposés à travers le calcul de la dose efficace annuelle reçue, en situation de référence (printemps 2020) et en situation future.

¹ Des trois armées et de la Délégation Générale pour l'Armement (DGA), selon le mandat 11215/DEF du 15 novembre 2013

² Décision 11319/DEF/CAB du 30 août 2011

³ Décision ministérielle n° 4952/DEF/CAB du 19 juillet 2018

⁴ Circulaire du 09/08/2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation, NOR : DEVP1311673C

⁵ Rapport INERIS réf. DRC-12-125929-13162B, Version d'août 2013

⁶ Guide IRSN, Version de décembre 2011

2. EVALUATION DES EMISSIONS DES INSTALLATIONS

Les pièces et déchets radioactifs thoriés et radifères entreposés, concernés par le projet, émettent principalement du radon. En effet, le thorium 230 (Th230) et radium (Ra226) ont pour descendant le radon 222 (Rn222) tandis que le thorium 232 (Th232) et 228 (Th228) ont pour produit de filiation le radon 220 (Rn220). Tous deux sont des gaz émetteurs alpha.

2.1. Situation de référence (printemps 2020)

La situation de référence considérée, correspondant à celle du printemps 2020, comporte :

- ▶ Un entreposage des déchets thoriés et radifères dans la Hangarette 0025 (HG4) en zone de Nivouville,
- ▶ Un entreposage des moteurs thoriés dans le Hangar 0046 (HM6) à l'est de la Zone Technico-Opérationnelle (ZTO).

Gestion des déchets faiblement radioactifs (Hangarette 0025 (HG4))

À l'heure actuelle, des déchets radioactifs thoriés et radifères sont entreposés dans la hangarette 0025 (HG4). Il s'agit :

- ▶ d'organes démontés des avions et moteurs caractérisés comme suit :
 - ▷ des alliages magnésium/thorium (le ZT1 avec 2,5 à 3,5 % de thorium, et le TZ6 avec 1,2 à 1,8 % de thorium), entreposés dans des conteneurs en acier de volumes différents (1 m³ pour les plus petits, 8 m³ pour les déchets de grande taille, et sur palettes pour les demi-carters ou carters) ;
 - ▷ des éléments de structure tel que palonniers, cache de jambe de train d'atterrissage, des panneaux amovibles comportant des inscriptions radio luminescentes, des instruments (type boussole) contenant du radium et entreposés dans des containers différents (caisses en acier),
 - ▷ des équipements électroniques (exemple : instruments de tableaux de bord) et des éléments de structure contenant du tritium, entreposés temporairement en fûts métalliques eux-mêmes transférés vers la BA 123 d'Orléans-Bricy ;
- ▶ des équipements de protection individuelles (EPI : gants, masques, tenues de protection) et utilisés lors du « déthoriage » et des déchets d'usinage⁷ (copeaux, poussières, filtres absolus), entreposés dans des conteneurs en acier.

En ce qui concerne cette hangarette 0025 (HG4), les rejets atmosphériques ont fait l'objet de mesures au cours de 2 campagnes d'investigations, l'une réalisée par le GEA en 2016 et l'autre récemment par l'EAR 279 en 2020.

Cette dernière campagne de mesure est représentative de la situation actuelle car d'une part elle porte à la fois sur le radon 220 et le radon 222, et d'autre part la quantité de déchets entreposés est supérieure à celle de 2016.

Cette campagne a été menée dans l'air ambiant de la hangarette 0025 (HG 4) sur 30 jours, du 19 décembre 2019 au 20 janvier 2020, sans renouvellement d'air (cet hangarette ne dispose pas d'un système de ventilation) et porte fermée. Les mesures ont porté sur le Rn 222 et le Rn 220 et ont été réalisées à l'aide d'un analyseur en ligne AlphaGuard.

La contamination atmosphérique moyenne sur la période s'élève à :

⁷ Ces déchets d'usinage sont des produits de découpe datant de nombreuses années et aucune opération d'usinage n'est actuellement réalisée ni envisagée.

- ▶ 482 Bq/m³ pour le Rn 222 avec sur de très courtes périodes des résultats supérieurs à 1 500 Bq/m³,
- ▶ 7 164 Bq/m³ pour le Rn 220 avec sur de très courtes périodes des résultats supérieurs à 13 000 Bq/m³.

Les rejets en radon s'effectuent en partie de manière continue avec un taux de fuite de 5% du volume par heure (estimation du GEA lors de la campagne de 2016) puis de façon ponctuelle à chaque ouverture de porte.

Rappel : Les radiations sont confinées par la structure de la hangarete, comme le met en évidence la surveillance (cf. *partie 4*) et de manière similaire les modélisations en situation future (cf. Annexe 6-1, *partie 6*).

Note : les émissions des conteneurs KC20 (« conteneurs crashes ») ne sont pas considérées dans la suite de l'étude car ces déchets, présents en faibles quantités et diffus, ne sont pas quantifiables : les émissions associées sont de l'ordre du bruit de fond.

Gestion des moteurs (Hangar 0046 (HM6))

Les moteurs sont des équipements à vie propre. L'EAR 279, compte tenu de ses missions, est amené à les entreposer sur le site d'une part pour les avions actifs de l'armée de l'air mais également en vue de cession, et en tant que matériels retirés du service. Ces moteurs, et des pièces de rechange associées, sont entreposés dans le hangar 0046 (HM6) situé en Zone Technico-Opérationnelle au Nord du site.

Les carters de ces moteurs sont composés d'alliages magnésium/thorium (ZT1 et TZ6). Cette activité d'entreposage de substances radioactives relève de la rubrique 1716-1 de la nomenclature des installations classées et fonctionne au bénéfice des droits acquis.

L'ensemble des 372 moteurs présents sont aujourd'hui à retirer du service. Le projet prévoit la cessation de l'activité d'entreposage de moteurs d'ici juillet 2021, date de fermeture du site.

Un marché a été conclu avec la société DAHER par la DMAé. Cette société est chargée de reconditionner ces moteurs afin de les expédier pour traitement sur son site d'Epothémont (10)⁸.

Des mesures de radon ont été réalisées dans ce hangar 0046 (HM 6) sur 2 semaines, du 5 mai au 18 mai 2020, à l'intérieur du hangar 0046 (HM6), où étaient entreposés des moteurs et déchets radioactifs au thorium, avec un renouvellement d'air naturel, porte fermées et sans aucune activité. Les mesures ont porté sur le Rn 222 et le Rn 220 et ont été réalisées à l'aide d'un analyseur AlphaGuard.

La contamination atmosphérique moyenne sur la période s'élève à :

- ▶ 12 Bq/m³ pour le Rn 222 avec un maximum ponctuel de 120 Bq/m³,
- ▶ 11 Bq/m³ pour le Rn 220 avec un maximum ponctuel de 340 Bq/m³.

Compte tenu que DAHER intervient dans ce hangar pour le conditionnement des moteurs durant le second semestre 2020, cela a nécessité de considérer une situation transitoire pour les travailleurs de cette entreprise extérieure.

⁸ Ils y subiront des opérations de déthoriation et de désamiantage (présence de joints amiantés), sur un site dûment autorisé et disposant d'installations adaptées à ce type d'activités, notamment en prévention des risques amiante et radiologiques. Les déchets thoriés (carters) retourneront sur Châteaudun après traitement et seront intégrés à l'activité de gestion des déchets faiblement radioactifs moyennant une optimisation du conditionnement pour les demi-carters.

2.2. Situation future

Gestion des déchets faiblement radioactifs (Hangarettes 0086 et 0087 (HG7 et 8))

La situation future considérée est un entreposage des déchets thoriés et radifères dans les Hangarettes 0086 et 0087 (HG7 et 8) en zone Poulmic.

Afin de se mettre en conformité vis-à-vis de la réglementation, les colis de déchets seront regroupés sur une même zone (Poulmic), dans les hangarettes 0086 et 0087 (HG 7 et 8). Ces hangarettes, construites entre 1981 et 1987, sont constituées d'une structure béton en voûte avec un coffrage perdu métallique ondulé électro zingué, d'une épaisseur de 45 à 90 cm. Ces hangarettes ont fait l'objet d'aménagements comprenant une extraction d'air et une mise en dépression aéraulique au moyen d'un ventilateur. Cette extraction est équipée d'un caisson de filtration Très Haute Efficacité (THE) captant les effluents rejetés, équipé d'un étage de préfiltration Haute Efficacité (HE) et d'un indicateur de colmatage ainsi que d'un point de mesure en aval du caisson de filtration sur l'exutoire de rejet. En phase de remplissage, ce point de mesure sera équipé d'un analyseur en ligne AlphaGuard. En phase d'entreposage, ces mesures sont réalisées par campagne alternativement sur chacune des hangarettes.

Comme précédemment, les déchets radioactifs radifères et thoriés entreposés émettent principalement du radon 222 (Rn222) et 220 (Rn220). Tous deux sont des gaz émetteurs alpha. Ces rejets ne sont pas piégés par la filtration THE mise en place en sortie de cheminée et seront donc émis à l'atmosphère par les émissaires dont les caractéristiques sont détaillées dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Caractéristiques des émissaires des hangarettes

Cheminée d'extraction	Hauteur H, Dimensions, Débit Q	Type de ventilation	Substances rejetées
Hangarette 0086 (HG 7)	2 x H par rapport au sol : environ 9 m Dimensions : 0,5 m Q = 1500 m ³ /h	Extraction, filtration Très Haute Performance (THE) et rejet en toiture à l'arrière des bâtiments	Produits de filiations du thorium 230 (Th230) et du radium (Ra226) : radon 222 (Rn222)
Hangarette 0087 (HG 8)			Produits de filiations du thorium 232 (Th232) et 228 (Th228) : radon 220 (Rn220) Émissions alpha totales

En tenant compte du spectre d'émissions des déchets, de leur quantité, du taux de renouvellement d'air et de la décroissance, les activités volumiques et les flux d'émissions majorants calculés (cf. Annexe 4-17 de la partie 4) sont les suivants :

Tableau 2 : Activités volumiques dans le hall d'entreposage et flux émis à l'atmosphère

Émissaire	Activités volumiques (Bq/m ³)	Flux (Bq/s)
Hangarette 0086 (HG7)	²²⁰ Rn : 2200 ²²² Rn : 24,2	²²⁰ Rn : 9,17.10 ² ²²² Rn : 10,1
Hangarette 0087 (HG8)	²²⁰ Rn : 2240 ²²² Rn : 9,55.10 ⁻⁶	²²⁰ Rn : 9,33.10 ² ²²² Rn : 3,98.10 ⁻⁶

3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

3.1. Zone d'étude, caractérisation des populations et usages

La délimitation de la zone d'étude dépend de la dispersion et du comportement des substances émises par l'installation, des compartiments environnementaux en présence, de l'emplacement des populations et des usages concernés.

L'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) est menée, en cohérence avec l'étude d'impact, sur la base d'une aire d'étude immédiate définie en fonction des facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet, du rayon d'affichage maximal du projet (1 à 2 km), et des caractéristiques du projet. Ce périmètre d'étude correspond aux rayons d'affichage pour le milieu air, et un périmètre élargi a été défini pour l'eau, les sols et sous-sols.

La Figure 1 page suivante présente l'environnement humain à proximité du projet. Il convient de se reporter à l'état de référence de l'étude d'impact pour plus de précisions.

Population et habitat

L'analyse du milieu a montré que les zones d'habitations les plus proches sont situées entre 500 m et 850 m du projet. Il s'agit d'habitations isolées (Maisons-Neuves) ou des hameaux (Boirville, La Chambrie). Les ERP les plus proches sont localisés à plus de 900 m du projet, hormis pour le Conservatoire CANOPEE situé à 75 m à l'Ouest du hangar 0046 (HM6). L'agglomération de Châteaudun est située à plus de 2 km. Concernant les aspects sociaux-économiques, le nombre d'emploi et le prix de l'immobilier, les statistiques consultés montrent une tendance à la baisse sur la zone d'étude.

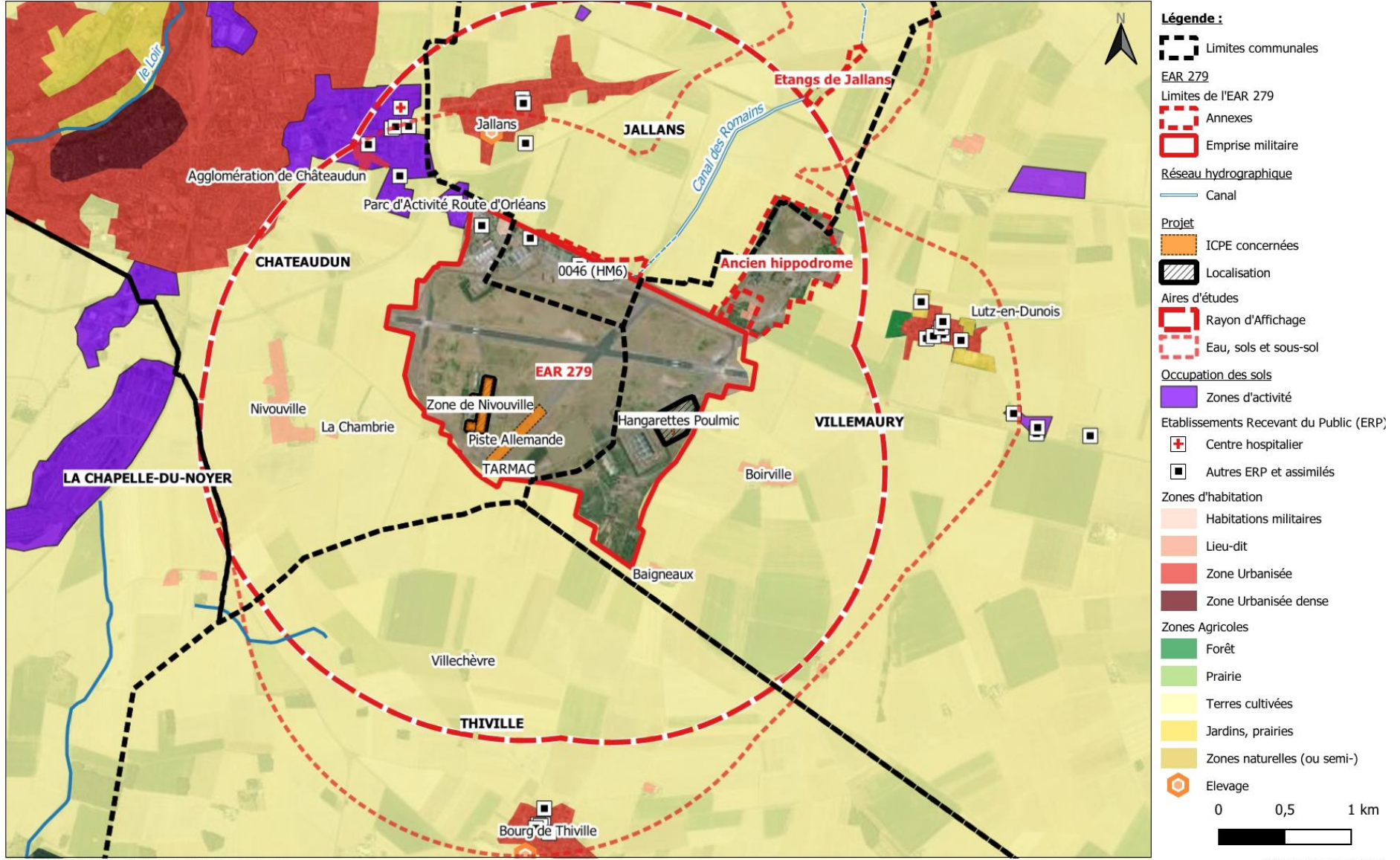
Activités externes à l'EAR 279

Les activités agricoles sont présentes en limite de site (céréales et oléoprotéagineux). La chasse, l'agriculture biologique et l'apiculture s'y pratiquent. La valeur foncière des terres agricoles ne cesse par ailleurs d'augmenter. Des élevages de volailles (IGP) sont présents en limite de l'aire d'étude.

Par ailleurs, les particuliers dans les jardins des habitations les plus proches (500 m) peuvent accueillir des potagers avec ou sans arbres fruitiers, auxquels peuvent être associés des élevages domestiques (volailles, lapins...) ou des ruchers.

D'autre part, des activités de tourisme et de loisirs sont localisées à plus de 7 km en aval hydraulique du projet dans les vallées du Loir et de la Conie (activités nautiques, pêche), la Conie étant l'exutoire final du bassin versant incluant la piste allemande et les hangarettes de la zone Poulmic.

Enfin, les activités économiques (hors agriculture) et industrielles externes à l'EAR 279 sont éloignées de plus de 1,5 km de la zone d'implantation du projet.



Sources : USID Orléans, IGN Géoportail, Corine Land Cover

Figure 1 : synthèse de l'environnement humain

EAR 279 de Châteaudun –
DDAE, Annexe 4-7 - ERS, Etude
d'impact dosimétrique



Réf. : 007443-022-DE011-E
Page 10/31

3.2. Sélection des substances d'intérêt

Comme expliqué précédemment, les déchets radioactifs radifères et thoriés entreposés émettent principalement du radon 222 (Rn222) et 220 (Rn220). Ces deux substances sont donc retenues.

3.3. Schéma conceptuel

Le schéma conceptuel retenu, permettant de représenter les relations (voies de transferts et d'expositions) entre :

- ▶ les sources d'émission et les substances émises,
- ▶ les différents milieux et vecteurs de transfert,
- ▶ les milieux d'exposition, leurs usages et les populations exposées ;

est présenté ci-dessous :

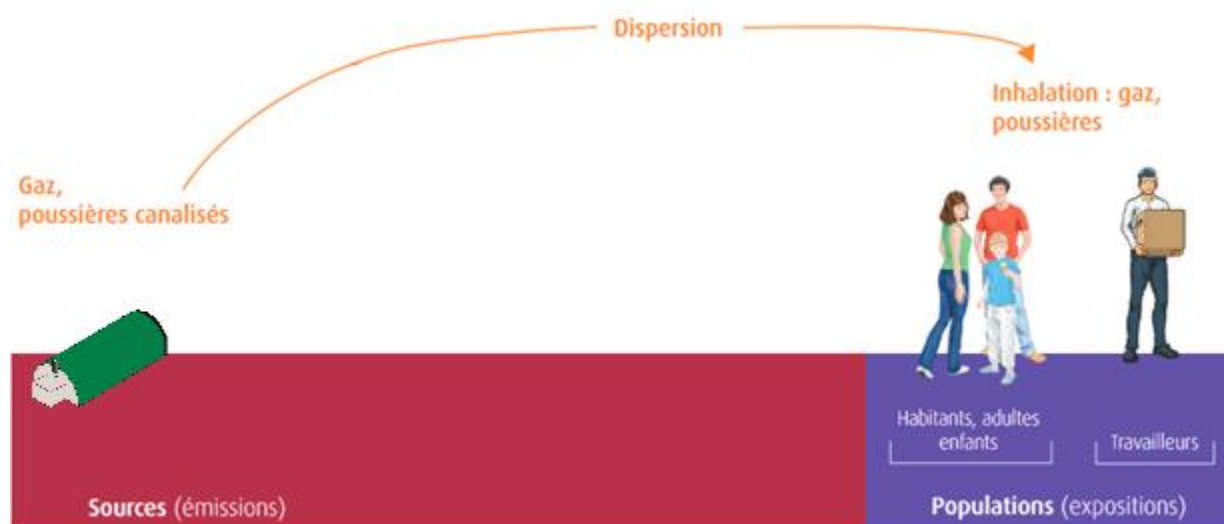


Figure 2 : Schéma conceptuel – situation future

En première approche, les émissions de poussières diffuses, non quantifiable et retenues par les filtres THE en situation futures, ne sont pas retenues dans la suite de l'étude. Par ailleurs, la mise en place d'assécheur permettra en situation future de limiter la corrosion et donc l'émissions de poussières. De fait, les dépôts ne sont pas étudiés.

3.4. Identification des dangers liés aux substances retenues

Les effets sanitaires liés aux rejets radioactifs de l'EAR 279 sont étudiés de façon globale en calculant la dose efficace reçue par les travailleurs et les populations. Ces résultats sont comparés aux limites annuelles d'exposition :

- ▶ 6 mSv/an pour les travailleurs de catégorie B selon l'art. R 231-76 du Code du Travail,
- ▶ 1 mSv/an pour le public.

En ce qui concerne les activités volumiques en Rn-222, celles-ci sont comparées à des valeurs de référence, en l'occurrence :

- ▶ la limite de 300 Bq/m³ fixée par l'art. R. 4451-15 du Code du Travail pour les travailleurs,
- ▶ le niveau de référence de 100 Bq/m³ recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour les populations.

Aucune valeur de référence n'est définie pour le Rn-220 (thoron). Il est communément admis que des concentrations de l'ordre du kBq présentent un risque pour la santé.

4. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET DE L'IMPACT DOSIMETRIQUE

Il s'agit d'évaluer quantitativement l'exposition radiologique liée à la présence de déchets radioactifs à travers les calculs des activités volumiques et des doses efficaces annuelle reçues pour les travailleurs comme pour les populations.

4.1. Méthodologie de la modélisation par dispersion atmosphérique

Une dispersion atmosphérique des rejets est réalisée à l'aide du logiciel de dispersion ADMS5® développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants) et recommandé par l'INERIS et l'IRSN pour les études d'impact santé.

Ce logiciel permet de prendre en compte des conditions météorologiques variables au cours du temps, ainsi que la topographie des lieux environnants.

ADMS5 est un modèle de dispersion atmosphérique à échelle locale, qui permet de simuler un large éventail de types de rejets dans l'atmosphère, à partir d'une source unique ou d'une combinaison de plusieurs sources. Il s'agit d'un modèle de dispersion utilisant deux paramètres physiques, que sont la hauteur de la couche limite (h) et la longueur de Monin-Obukhov (LMO), pour décrire la couche limite atmosphérique. Par ailleurs, il utilise une distribution de concentration gaussienne pour calculer la dispersion des rejets. En conditions "idéales" (terrain plat et champs météorologiques homogènes), le modèle peut permettre d'obtenir des informations pertinentes jusqu'à des distances de l'ordre de 100 km.

Le modèle de dispersion ADMS5 calcule les concentrations à long terme et à court terme relatives à des rejets de sources ponctuelles, de jets (rejet directionnel), de sources linéiques, de sources surfaciques et de sources volumiques. Les calculs long-terme concernent les calculs de concentrations moyennes, de percentiles ou de nombre de dépassements de valeurs seuils que l'on peut comparer aux objectifs de la qualité de l'air. Les sources peuvent varier dans le temps, de façon horaire, périodique ou saisonnière. De même, les résultats peuvent intégrer des données de pollution de fond.

Un pré-processeur météorologique, développé par le UK Met Office, permet de calculer à partir de données météorologiques d'observation les paramètres requis par ADMS5 sur la description de la couche limite.

Les principales caractéristiques techniques du logiciel sont les suivantes :

- ▶ Description fine de la couche limite. ADMS décrit la stabilité de l'atmosphère grâce à des paramètres physiques qui varient de façon continue. Ceci permet une description 3D de l'atmosphère, prenant en compte par exemple la turbulence atmosphérique générée par le frottement du vent au niveau du sol et le réchauffement de la surface par le rayonnement solaire ;
- ▶ Prise en compte du relief de façon simplifiée,
- ▶ Modélisation des dépôts secs et humides,
- ▶ Le terme source sera défini par un ensemble de paramètres dont :
 - ▷ Masse molaire du rejet
 - ▷ Température du rejet
 - ▷ Hauteur du rejet par rapport au niveau moyen du sol avoisinant
 - ▷ Débit de rejet

- ▷ Vitesse d'éjection ou diamètre de la canalisation de rejet
- ▶ L'effet de surélévation des panaches.

4.2. Scénarii d'exposition

2 scénarii d'exposition ont été retenus :

- ▶ l'exposition des travailleurs aux abords et dans les halls d'entreposage de déchets faiblement radioactifs :
 - ▷ hangarettte 0025 (HG4) et hangar 0046 (HM6) en situation de référence (printemps 2020) et transitoire (second semestre 2020, pour les travailleurs de l'entreprise extérieure DAHER dans le hangar 0046),
 - ▷ hangaretttes 0086 et 0087 (HG 7 et 8) en situation future ;
- ▶ l'exposition de la population au niveau des zones d'habitations les plus proches, en particulier sous les vents dominants.

En première approche, seule l'exposition par inhalation a été évaluée et il a été considéré que l'exposition des travailleurs fréquentant l'intérieur de la hangarettte était majorante à celle de ceux travaillant ponctuellement à proximité.

4.3. Données d'entrée

4.3.1. Données météorologiques

Les données météorologiques sont fournies par la station Météo France de Châteaudun, sur la période 2014-2016. Il s'agit de la station située sur le site.

Les données horaires utilisées comportent les paramètres suivants :

- ▶ vitesse du vent,
- ▶ direction du vent,
- ▶ température
- ▶ précipitations
- ▶ nébulosité.

La rose des vents établie à partir de ces données météo est la suivante :

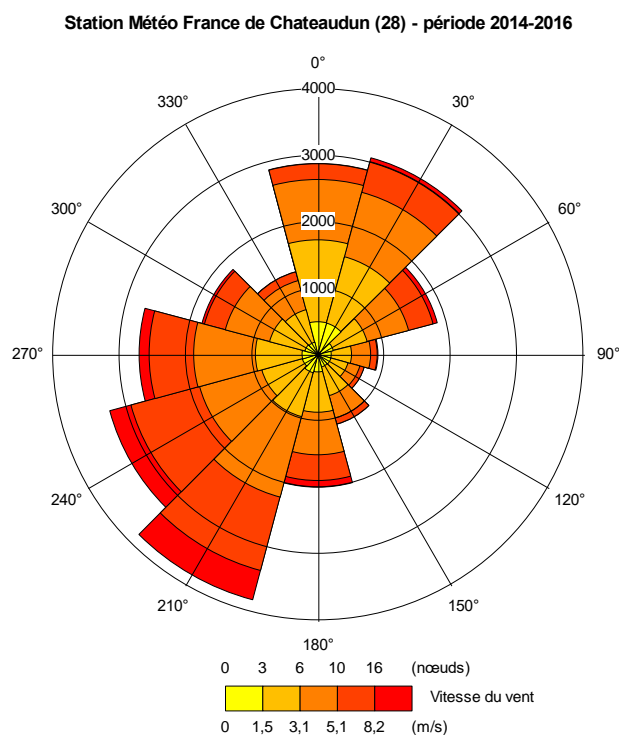


Figure 3 : rose des vents par classes de vitesses, Station Météo France de Châteaudun, période 2014-2016

Cette rose des vents est assez cohérente avec la rose des vents 1991-2010 en Annexe 4 - 12 : les vents dominants sont majoritairement du Sud-Ouest et dans une moindre mesure du Nord-Est.

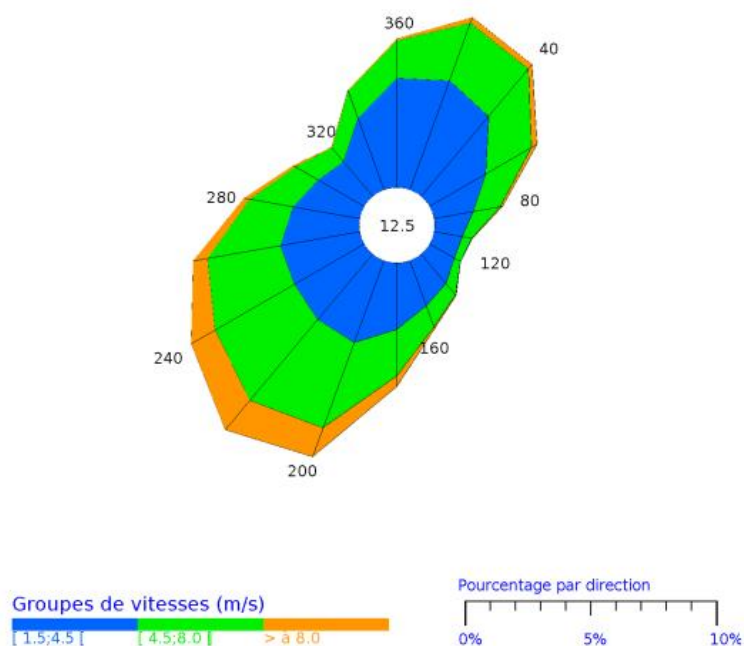


Figure 4 : rose des vents normale, Station Météo France de Châteaudun, période 1991-2010

4.3.2. Conditions d'émissions

Les conditions d'émissions des radionucléides dans l'environnement consistent :

- ▶ en situation actuelle et transitoire :
 - ▷ au niveau de la hangarette 0025 (HG4) en un rejet ponctuel diffus lorsque la porte principale d'accès est ouverte,
 - ▷ au niveau du hangar 0046 (HM6) en un rejet diffus à travers les bardages et toitures du bâtiment ;
- ▶ en situation future au niveau des hangarettes 0086 et 0087 (HG 7 et 8) :
 - ▷ en un rejet canalisé gazeux continu des déchets entreposés via les cheminées d'extraction,
 - ▷ en un rejet ponctuel diffus lorsque la porte principale d'accès est ouverte.

4.3.2.1. Situation de référence (printemps 2020) (et transitoire pour les travailleurs de DAHER (second semestre 2020))

Les calculs en situation de référence et transitoire ont été réalisés à partir :

- ▶ des concentrations maximales dans le hall d'entreposage de la hangarette 0025 (HG4) émises de manière diffuses par la porte principale d'accès,
- ▶ des concentrations maximales dans le hall d'entreposage du hangar 0046 (HM6) émises de manière diffuses par les parois du bâtiment.

Hangarette 0025 (HG4) – ouverture de porte :

Il est considéré une source jet, seule possibilité pour orienter le flux à l'horizontale et tenir compte du positionnement de la porte ainsi que d'un diamètre équivalent correspondant aux dimensions de la porte.



Figure 5 : principe de prise en compte des ouvertures de porte

Tableau 3 : caractéristiques de la source jet (localisations en Lambert 93)

Emissaire	X (m)	Y (m)	Hauteur (m)	Diamètre équivalent (m)	V (m/s)	Direction
Hangarette 0025 (HG4)	579 214	6 774 902	6	10,36	0,01	232°

La source considérée est localisée Figure 6 page 19.

En première approche majorante, l'ouverture de porte pour la hangarette 0025 (HG4) est considérée permanente de 9h à 17h tous les jours de la semaine.

Les flux d'émission, intermittents (8 h/j en semaine), sont calculés à partir des concentrations présentées au §2 en tenant compte d'une vitesse d'émission faible de 0,01 m/s (ce qui communément retenu pour des émissions diffuses).

Hangar 0046 (HM6) – émissions diffuses :

Il est considéré une source volumique diffuse à travers l'ensemble des faces du bâtiment. L'emprise au sol du bâtiment a été saisie dans ADMS. Une hauteur de 8,9 m a été considérée. La source considérée est localisée Figure 6 page 19.

Les flux d'émission, continus, sont calculés à partir des concentrations présentées au §2 en tenant compte d'une vitesse d'émission faible de 0,01 m/s (ce qui communément retenu pour des émissions diffuses).

4.3.2.2. Situation future

Les calculs en situation future ont été réalisés à partir :

- ▶ des flux maximums à la cheminée d'extraction de chacune des hangarettes, établis en tenant compte de la décroissance radioactive sur la base d'une capacité d'entreposage maximale,
- ▶ des concentrations maximales dans les halls d'entreposage émises de manière diffuses par les portes principales d'accès.

Ouvertures de porte :

Pour chaque hangarette, comme précédemment, il est considéré une source jet ainsi que d'un diamètre équivalent correspondant aux dimensions de la porte.

Tableau 4 : caractéristiques des source jet (localisations en Lambert 93)

Emissaire	X (m)	Y (m)	Hauteur (m)	Diamètre équivalent (m)	V (m/s)	Direction
Hangarette 0086 (HG7)	579 810	6 773 723	6	10,36	0,01	100°
Hangarette 0087 (HG8)	579 885	6 773 813				120°

La source considérée est localisée Figure 6 page 19.

En première approche majorante, l'ouverture des portes pour les 2 hangarettes est considérée permanente de 9h à 17h tous les jours de la semaine.

Les flux d'émission, intermittents (8 h/j en semaine), sont calculés à partir des concentrations présentées au §2 en tenant compte d'une vitesse d'émission faible de 0,01 m/s (ce qui communément retenu pour des émissions diffuses).

Rejets canalisés par les cheminées d'extraction d'air :

Les caractéristiques de ces 2 sources canalisées sont présentées au §2 et rappelés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : caractéristiques des sources d'émissions canalisées (localisations en Lambert 93)

Emissaire	X (m)	Y (m)	Hauteur (m)	Diamètre (m)	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /h)	V (m/s)
Hangarette 0086 (HG7)	579 819	6 773 673	9	0,25	1500	0,42	8,5
Hangarette 0087 (HG8)	579 911	6 773 769					

En tenant compte du spectre d'émissions des déchets, de leur quantité, du taux de renouvellement d'air et de la décroissance, les flux d'émissions pris en compte ont été précisé au §2.

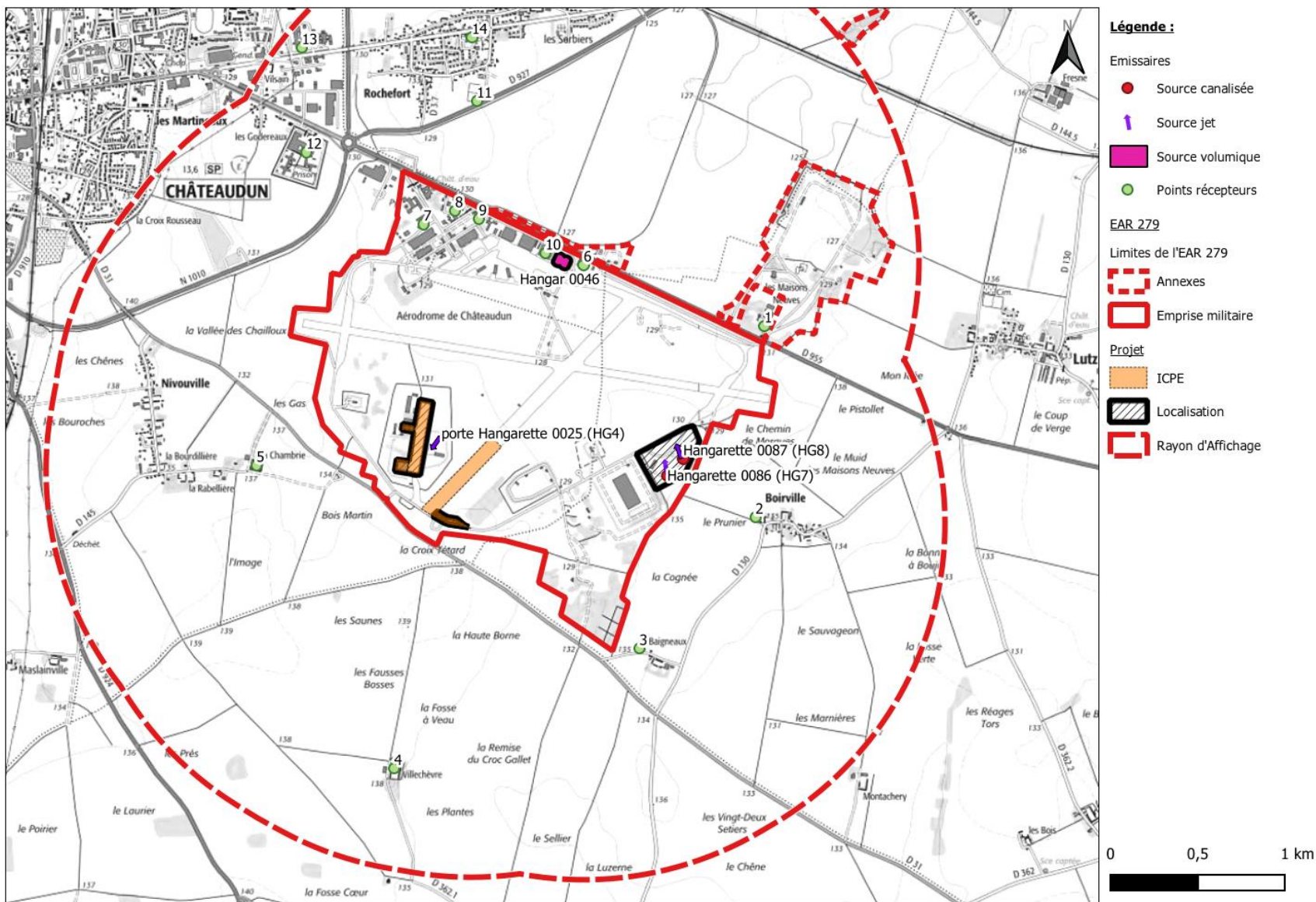
4.3.3. Localisation des points récepteurs

Les concentrations dans l'atmosphère (à hauteur d'homme, $Z = 1,5$ m) ainsi que les doses gamma associées ont été modélisées au niveau de points récepteurs suivants : les points sensibles (habitations, ERP) définis précédemment :

Tableau 6 : points récepteurs (localisations en Lambert 93)

Repère	Points récepteurs	X	Y
1	Maisons Neuves	580 376	6 774 530
2	Boirville	580 325	6 773 434
3	Baigneux	579 660	6 772 682
4	Villechèvre	578 253	6 771 994
5	La Chambrie	577 464	6 773 732
6	Aéroclub	579 340	6 774 880
7	BCC	578 422	6 775 114
8	Logements	578 603	6 775 191
9	Salle René Barrier	578 739	6 775 145
10	Conservatoire Canopé	579 121	6 774 948
11	Stade Jallans	578 727	6 775 819
12	Prison	577 750	6 775 526
13	Hopital	577 724	6 776 125
14	Ecole Jallans	578 699	6 776 184

La carte page suivante localise les différents points récepteurs considérés.



Sources : USID Orléans, IGN Géoportail

DDAE version E - 08/2020

Figure 6 : Localisation des points de rejets atmosphériques et des points récepteurs

EAR 279 de Châteaudun –
DDAE, Annexe 4-7 - ERS, Etude
d'impact dosimétrique



Réf. : 007443-022-DE011-E
Page 19/31

4.3.4. Autres paramétrage du modèle

Les concentrations sont calculées pour des panaches et des rejets diffus avec rejet continu. En première approche majorante, il a été considéré que le rejet diffus issu des ouvertures de porte des hangarettes était continu.

Le rejet s'effectuant sur un terrain relativement plat et les pentes étant inférieures à 1/10 dans l'ensemble de la zone d'étude, le relief n'est pas pris en compte.

La rugosité est caractéristique d'un environnement dégagé, constitué de prairies et de cultures basses (rugosité de surface = 0,1 m).

Dans le voisinage immédiat des sources ponctuelles (en situation future, à moins de 100 m), les seuls éléments d'une hauteur supérieure à 1/3 de la hauteur de la cheminée sont les merlons et les hangarettes. En première approche, les bâtiments comme les merlons ne sont pas considérés.

Les vitesses de dépôt gazeux considérées sont de 1 cm/s. En première approche, le modèle n'a pas été paramétré de sorte à tenir compte de la décroissance radioactive.

4.4. Résultats et interprétation

4.4.1. Evaluation de l'impact dosimétrique sur les travailleurs

4.4.1.1. Situation de référence (printemps 2020)

Hangarette 0025 (HG4) :

Pour les travailleurs intervenant dans la hangarette 0025 (HG4), les mesures réalisées 2 h après l'ouverture de la porte le 20 janvier 2020 (cf. Annexe 4 - 17) montrent que l'activité volumique de Rn-222 est de 405 Bq/m³ et que celle en Rn-220 (thoron) de 6900 Bq/m³. L'activité volumique de Rn-222 est donc en permanence au-dessus du niveau de référence de 300 Bq/m³ Art. R. 4451-15 et l'activité volumique de Rn-220 (thoron) a pour ordre de grandeur plusieurs kBq/m³. **Le port d'un Appareil Respiratoire Isolant (ARI) et une ouverture préalable de la porte principale pendant 2 h (afin de renouveler l'air du hangar) sont désormais imposés avant toute intervention dans le hall pour réduire l'exposition du personnel**, quel que soit la durée d'intervention dans la hangarette.

La dose efficace annuelle associée, pour un opérateur présent 24h/an, sans port de l'ARI, est estimée à 1,3 mSv. Cette valeur est inférieure à la limite annuelle d'exposition pour le personnel de catégorie B (6 mSv/an selon l'art. R 231-76 du Code du Travail) et de l'ordre de la limite de dose annuelle de 1 mSv (= 10⁶ nSv) pour le public. Aussi, elle ne présente aucun risque pour la santé des personnes exposées.

4.4.1.2. Situation transitoire (second semestre 2020)

Hangarette 0025 (HG4) :

Situation inchangée.

Hangar 0046 (HM6) :

Pour les travailleurs intervenant dans le hangar 0046 (HM6), le débit de dose ambiant moyen est de 2,5 µSv/h. Une étude de poste réalisée par la société DAHER pour les travailleurs qui sont amenés à travailler, dans le cadre du projet dont les impacts sont étudiés ci-après, sur le conditionnement des moteurs. La dosimétrie individuelle maximale est de 1,05 mSv (voir §4.3 de la partie 6). Cette valeur est inférieure à la limite annuelle d'exposition pour le personnel de catégorie B (6 mSv/an selon l'art. R 231-76 du Code du Travail) et à la limite de dose annuelle de 1 mSv (= 10⁶ nSv) pour le public. Aussi, elle ne présente aucun risque pour la santé des personnes exposées.

4.4.1.3. Situation future

Pour les travailleurs, en présence d'une extraction d'air à 1500 m³/h (mise en légère dépression), les calculs réalisés et présentés en Annexe 6-3 de la partie 6 montrent que l'activité volumique de Rn-222 est en permanence dessous du niveau de référence de 300 Bq/m³ Art. R. 4451-15. Le risque lié au Rn-222 est maîtrisé.

Cependant, l'activité volumique de Rn-220 (thoron) a pour ordre de grandeur le kBq/m³. Une mesure de réduction a donc été maintenue, comme dans la hangarette 0025 (HG4, voir ci-dessus), afin de réduire l'exposition du personnel :

Mesure de Réduction R 06

Compte tenu de l'activité volumique de Rn-220 (thoron, cf. §2.6.2.2), le port d'un Appareil Respiratoire Isolant (ARI) et une ouverture préalable de la porte principale pendant 2 h (afin de renouveler l'air du hangar) sont imposés avant toute intervention dans le hall pour réduire l'exposition du personnel, quel que soit la durée d'intervention dans la hangarette.

La dose efficace annuelle, calculée par la PCR dans l'étude de poste en Annexe 6-4 de la partie 6 pour un opérateur présent 24h/an avec renouvellement d'air et port de l'ARI, est estimée à 1,06 mSv. Cette valeur est inférieure à la limite annuelle d'exposition pour le personnel de catégorie B (6 mSv/an selon l'art. R 231-76 du Code du Travail) et de l'ordre de la limite de dose annuelle de 1 mSv (= 10⁶ nSv) pour le public. Aussi, elle ne présente aucun risque pour la santé des personnes exposées.

4.4.2. Evaluation de l'impact dosimétrique sur la population

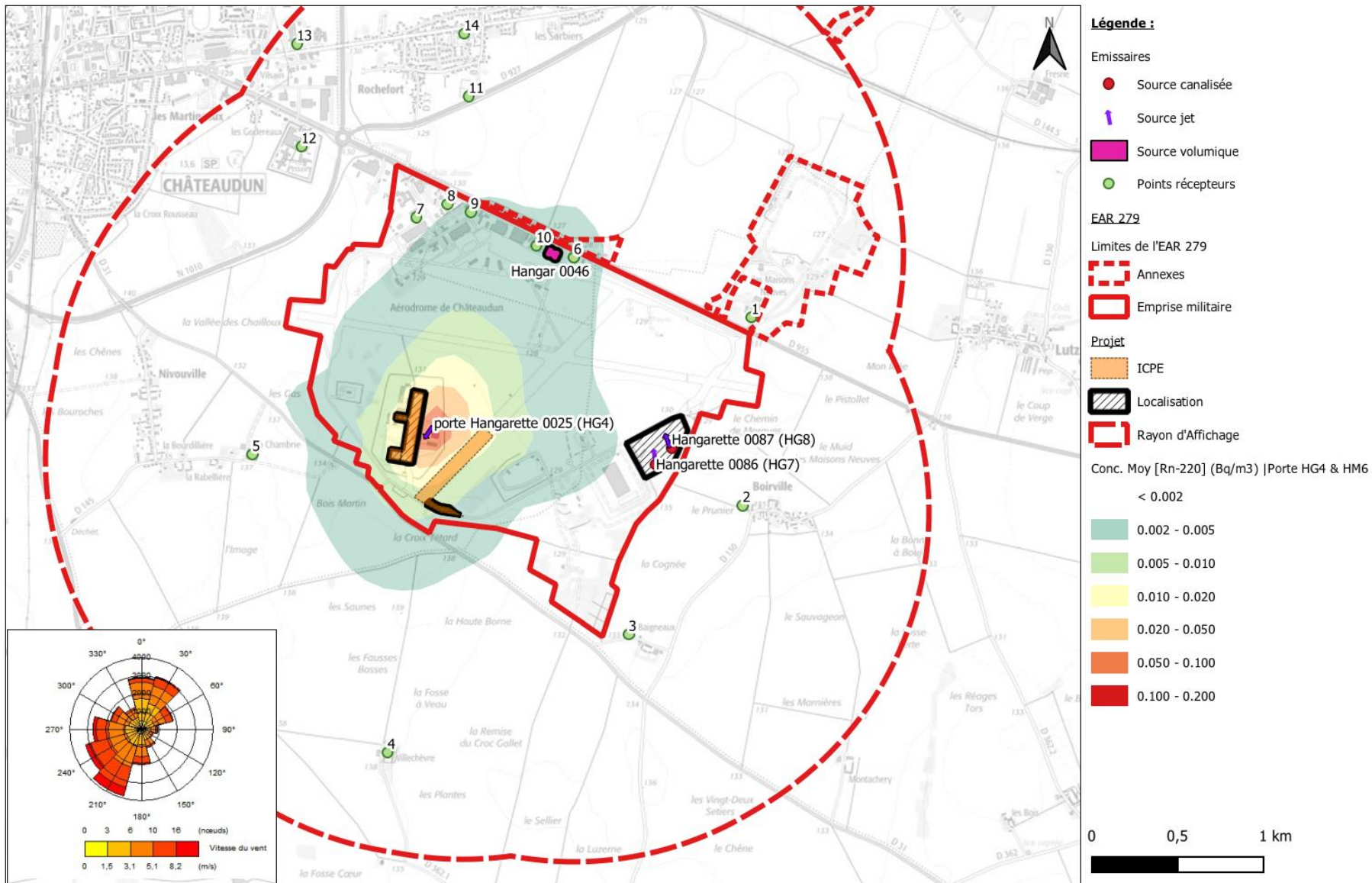
4.4.2.1. Situation de référence (printemps 2020)

Après simulation via ADMS5, les résultats des concentrations moyennes dans l'air obtenus au niveau des points récepteurs, ont permis de calculer les activités volumiques détaillées ci-après.

Tableau 7 : activités volumiques moyennes en Rn-220 et Rn-222 calculée par ADMS au niveau des points récepteurs – situation de référence

Repère	Points récepteurs	[Rn-220] (Bq/m ³)	[Rn-222] (Bq/m ³)
1	Maisons Neuves	6,95.10 ⁻⁴	1,44.10 ⁻⁴
2	Boirville	8,42.10 ⁻⁴	1,07.10 ⁻⁴
3	Baigneux	5,10.10 ⁻⁴	8,92.10 ⁻⁵
4	Villechèvre	7,42.10 ⁻⁴	9,66.10 ⁻⁵
5	La Chambrie	1,16.10 ⁻³	1,26.10 ⁻⁴
6	Aéroclub	2,99.10 ⁻³	1,40.10 ⁻³
7	BCC	1,72.10 ⁻³	2,11.10 ⁻⁴
8	Logements	1,89.10 ⁻³	2,30.10 ⁻⁴
9	Salle René Barrier	2,16.10 ⁻³	2,59.10 ⁻⁴
10	Conservatoire Canopé	2,41.10⁻³	5,41.10⁻⁴
11	Stade Jallans	1,16.10⁻³	1,75.10⁻⁴
12	Prison	7,68.10 ⁻⁴	1,09.10 ⁻⁴
13	Hopital	5,52.10 ⁻⁴	8,56.10 ⁻⁵
14	Ecole Jallans	8,90.10 ⁻⁴	1,39.10 ⁻⁴

Les résultats de modélisation de l'activité volumique dans la zone d'étude sont présentés sous forme graphique pages suivantes.



Sources : USID Orléans, IGN Géoportail, calcul ADMS 5, données Météo France

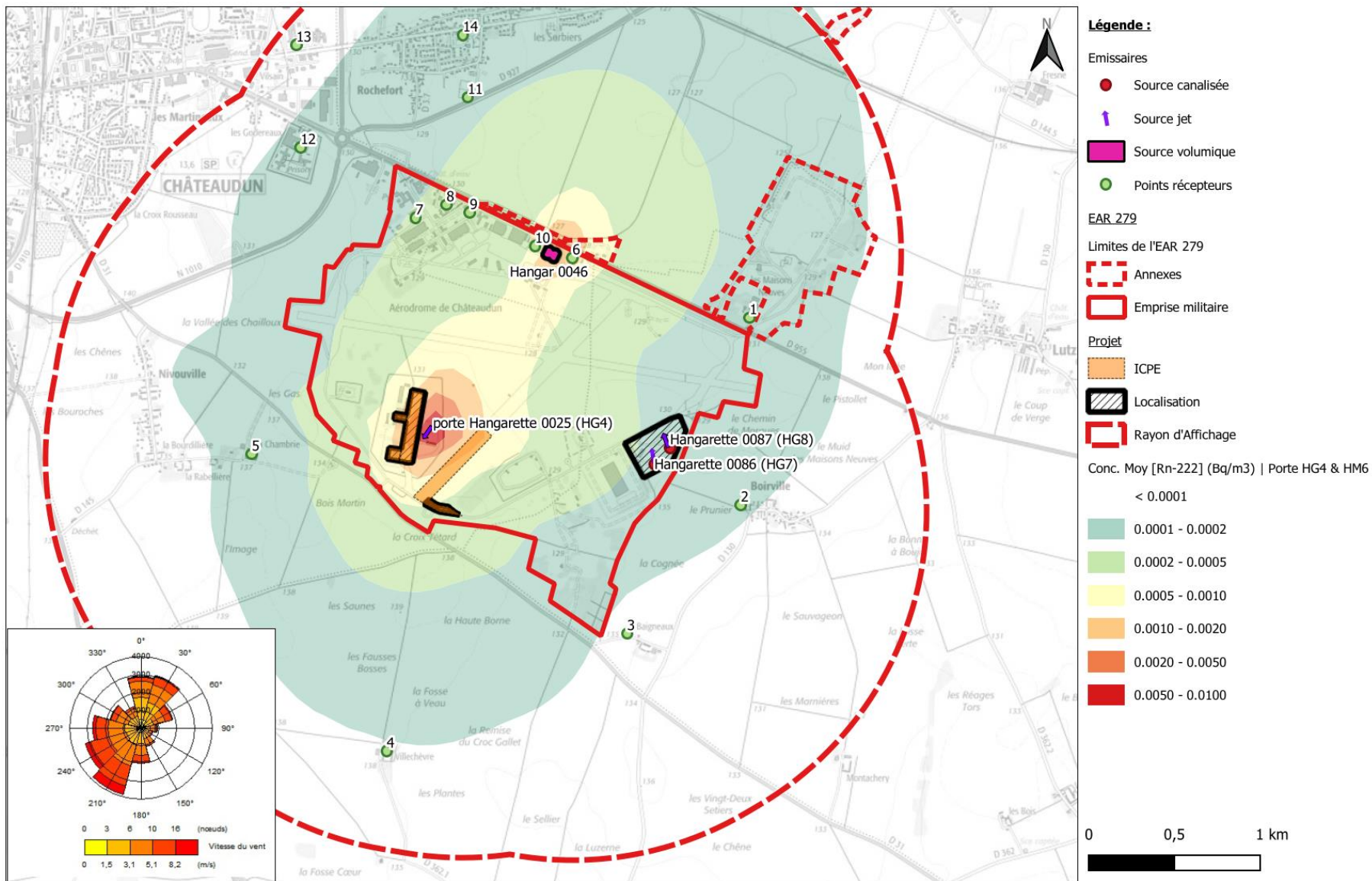
DDAE version E - 08/2020

Figure 7 : activité volumique en Rn-220 - Situation de référence

EAR 279 de Châteaudun –
DDAE, Annexe 4-7 - ERS, Etude
d'impact dosimétrique



Réf. : 007443-022-DE011-E
Page 23/31



Sources : USID Orléans, IGN Géoportail, calcul ADMS 5, données Météo France

DDAE version E - 08/2020

Figure 8 : activité volumique en Rn-222 - Situation de référence

EAR 279 de Châteaudun –
DDAE, Annexe 4-7 - ERS, Etude
d’impact dosimétrique



Réf. : 007443-022-DE011-E
Page 24/31

L'activité volumique calculée en Rn-222 est très inférieure en tout point au niveau de référence de l'OMS (100 Bq/m³).

Population externe

La dose efficace est calculée pour la population la plus exposée (activité volumique maximale, temps de présence permanent), au niveau du groupe de référence, en l'occurrence le quartier du stade de Jallans, sur la commune de Jallans.

Tableau 8 : activités volumiques modélisée et dose efficace calculée au niveau du groupe de référence – Situation de référence

Groupe de référence	Activités volumiques (Bq/m ³)	Dose efficace ⁹ (mSv)
Stade Jallans (900 m du hangar 0046, 1,8 km de la hangarette 0025)	²²⁰ Rn : 1,16.10 ⁻³ ²²² Rn : 1,75.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻⁵

La dose efficace annuelle est estimée à 15 nSv (1 nSv = 10⁻⁶ mSv). Cette valeur est très inférieure à la limite de dose annuelle de 1 mSv pour le public et ne présente aucun risque pour la santé des personnes exposées.

Population interne

Le calcul peut également être réalisé au niveau du Conservatoire Canopé, ERP interne au site le plus exposé, et ce pour un temps de présence d'un travailleur ou d'un bénévole du musée de 8h/j, 5j/semaine, 47 semaines/an (1880 h/an).

Point récepteur interne au site le plus exposé	Activités volumiques (Bq/m ³)	Dose efficace ⁹ (mSv)
Conservatoire Canopé (75 m)	²²⁰ Rn : 2,41.10 ⁻³ ²²² Rn : 5,41.10 ⁻⁴	8,2.10 ⁻⁶

La dose efficace annuelle est estimée à 8 nSv (1 nSv = 10⁻⁶ mSv). Cette valeur est très inférieure à la limite de dose annuelle de 1 mSv pour le public et ne présente aucun risque pour la santé des personnes exposées.

⁹ Pour un temps de présence permanent et en considérant les facteurs d'exposition exprimant la dose efficace par unité d'exposition à l'énergie alpha potentielle issus de l'Arrêté Ministériel du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

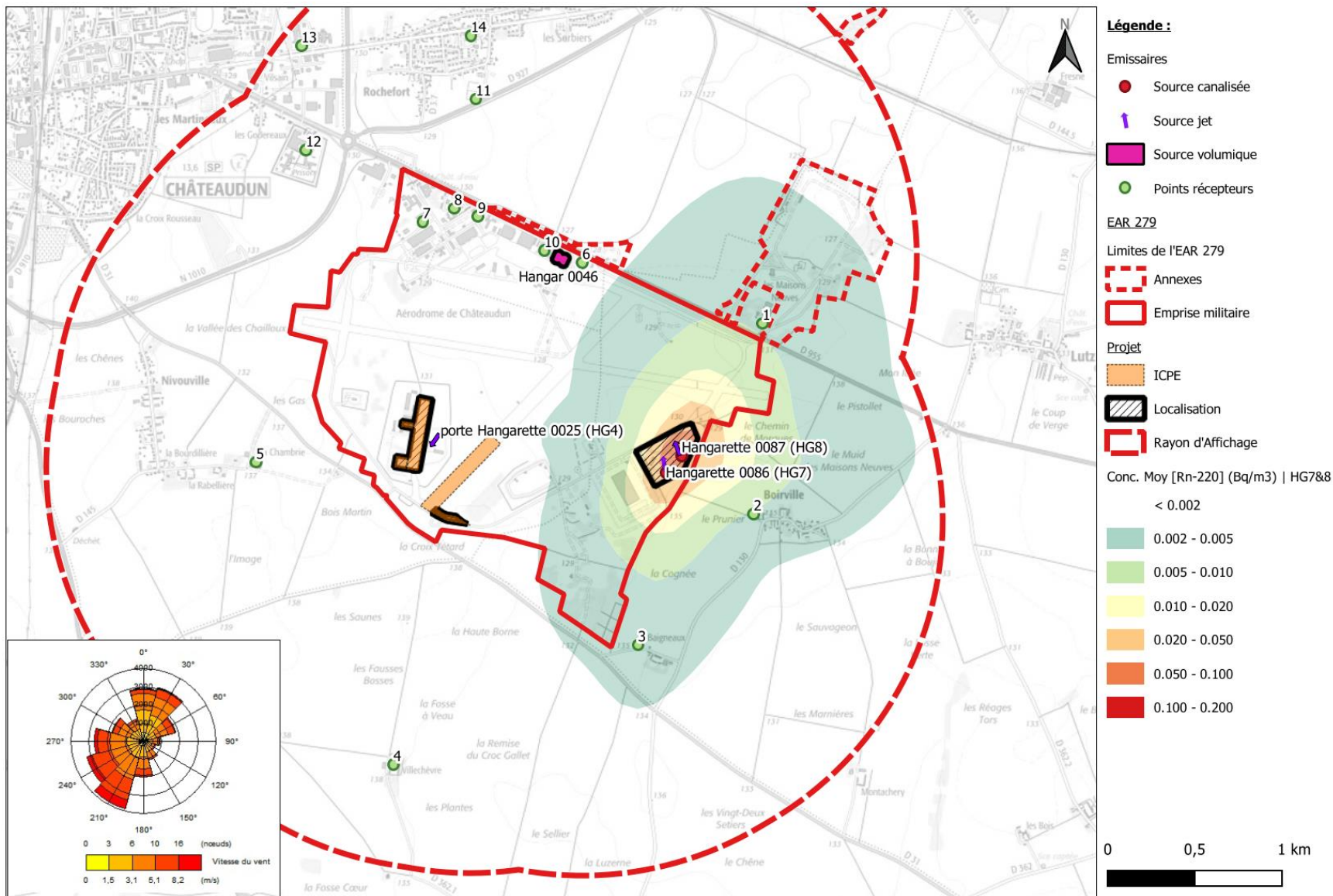
4.4.2.2. Situation future

Après simulation via ADMS5, les résultats des concentrations moyennes dans l'air obtenus au niveau des points récepteurs, ont permis de calculer les activités volumiques détaillées ci-après, au niveau des points particuliers, et sur une grille de sortie. Sur la base de cette grille de sortie, les zones d'isoconcentrations ont été tracées à l'aide du logiciel QGIS.

Tableau 9 : activités volumiques moyennes en Rn-220 et Rn-222 calculée par ADMS au niveau des points récepteurs – situation future

Repère	Points récepteurs	[Rn-220] (Bq/m ³)	[Rn-222] (Bq/m ³)
1	Maisons Neuves	4,51.10 ⁻³	2,13.10 ⁻⁵
2	Boirville	4,61.10⁻³	2,65.10⁻⁵
3	Baigneux	2,80.10 ⁻³	1,58.10 ⁻⁵
4	Villechèvre	8,46.10 ⁻⁴	4,56.10 ⁻⁶
5	La Chambrie	5,15.10 ⁻⁴	2,79.10 ⁻⁶
6	Aéroclub	1,53.10⁻³	8,12.10⁻⁶
7	BCC	7,07.10 ⁻⁴	3,81.10 ⁻⁶
8	Logements	7,86.10 ⁻⁴	4,19.10 ⁻⁶
9	Salle René Barrier	8,61.10 ⁻⁴	4,58.10 ⁻⁶
10	Conservatoire Canopé	1,21.10 ⁻³	6,42.10 ⁻⁶
11	Stade Jallans	7,24.10 ⁻⁴	3,83.10 ⁻⁶
12	Prison	5,05.10 ⁻⁴	2,70.10 ⁻⁶
13	Hopital	4,89.10 ⁻⁴	2,59.10 ⁻⁶
14	Ecole Jallans	6,60.10 ⁻⁴	3,49.10 ⁻⁶

Les résultats de modélisation de l'activité volumique dans la zone d'étude sont présentés sous forme graphique pages suivantes.



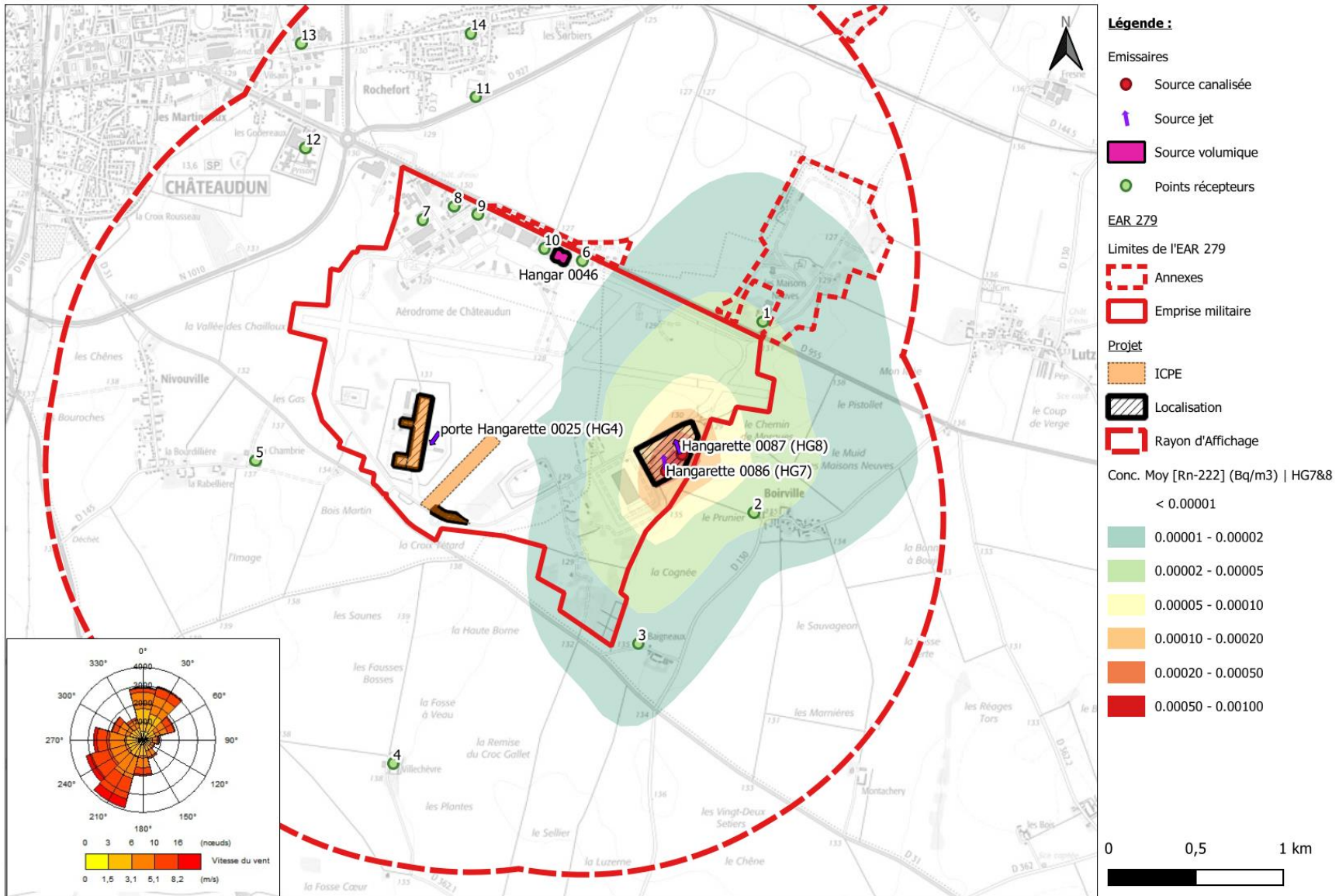
DDAE version E - 08/2020

Figure 9 : activité volumique en Rn-220 - Situation future

EAR 279 de Châteaudun –
DDAE, Annexe 4-7 - ERS, Etude
d'impact dosimétrique



Réf. : 007443-022-DE011-E
Page 27/31



Sources : USID Orléans, IGN Géoportail, calcul ADMS 5, données Météo France

DDAE version E - 08/2020

Figure 10 : activité volumique en Rn-222 - Situation future

EAR 279 de Châteaudun –
DDAE, Annexe 4-7 - ERS, Etude
d'impact dosimétrique

Naldeo
TECHNOLOGIES & INDUSTRIES

Réf. : 007443-022-DE011-E
Page 28/31

Ce document ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué sans l'autorisation du Ministère des Armées

L'activité volumique calculée en Rn-222 est très inférieure en tout point au niveau de référence de l'OMS (100 Bq/m³).

Population externe

La dose efficace est calculée pour la population la plus exposées (activité volumique maximale), au niveau du groupe de référence, en l'occurrence le lieu-dit Boireville, sur la commune de Villemaury (ex Lutz-en-Dunois).

Groupe de référence	Activités volumiques (Bq/m ³)	Dose efficace ⁹ (mSv)
Boireville (500 m)	²²⁰ Rn : 4,61.10 ⁻³ ²²² Rn : 2,65.10 ⁻⁵	4,6.10 ⁻⁵

La dose efficace annuelle est estimée à 46 nSv (1 nSv = 10⁻⁶ mSv). Cette valeur est très inférieure à la limite de dose annuelle de 1 mSv pour le public et ne présente aucun risque pour la santé des personnes exposées.

Population interne

Le calcul peut également être réalisé au niveau de l'Aéroclub, points particulier interne au site le plus exposé, et ce pour un temps de présence d'un bénévole de l'aéroclub de 8h/j, 5j/semaine, 47 semaines/an (1880 h/an).

Point récepteur interne au site le plus exposé	Activités volumiques (Bq/m ³)	Dose efficace ⁹ (mSv)
Conservatoire Canopé (75 m)	²²⁰ Rn : 1,53.10 ⁻³ ²²² Rn : 8,12.10 ⁻⁶	3,2.10 ⁻⁶

La dose efficace annuelle est estimée à 3 nSv (1 nSv = 10⁻⁶ mSv). Cette valeur est très inférieure à la limite de dose annuelle de 1 mSv pour le public et ne présente aucun risque pour la santé des personnes exposées.

4.5. Incertitudes

Ce paragraphe définit de manière qualitative les incertitudes liées à la démarche d'évaluation des risques.

4.5.1. Hypothèses et incertitudes minorantes

Le bruit de fond local n'a pas été ajouté aux concentrations résultant des émissions du site.

En première approche, il n'a pas été considéré que les travailleurs puissent résider localement sur l'EAR 279 ou à ses abords.

4.5.2. Hypothèses et incertitudes majorantes

En situation future, pour le calcul de la dispersion, le terme source retenu a été considéré à l'issue de la phase de remplissage lorsque les hangarettes auront atteint leur capacité maximale. Ces hypothèses sont particulièrement majorantes pour les travailleurs, car dès lors leur temps de présence sera moindre.

Pour le calcul des expositions au niveau des habitations, il a été supposé que les populations sont exposées 100 % du temps aux concentrations modélisées. Ces hypothèses sont majorantes puisque les personnes peuvent être amenées à résider hors du domaine d'étude, quotidiennement (lieu de travail, lieu de loisirs) ou pendant certaines périodes de l'année (vacances).

4.5.3. Hypothèses et incertitudes inclassables

Les flux d'émissions de la situation de référence pris en compte ont été déterminés à partir de mesures ponctuelles : les incertitudes n'ont pas été évaluées.

D'autres incertitudes reposent sur le modèle de dispersion atmosphérique (ADMS5).

D'autres incertitudes concernent le calcul de l'activité volumique réalisée en situation future.

Enfin, des incertitudes reposent sur les données météorologiques car seules des données sur 3 ans ont été considérées.

4.6. Conclusion

4.6.1.1. Situation de référence (printemps 2020) et transitoire (second semestre 2020)

La caractérisation des émissions et des nuisances des zones d'implantation du projet amènent à considérer les rejets atmosphériques des déchets radioactifs comme potentiellement exposants pour la santé des populations et des travailleurs. Compte tenu des polluants émis et des voies de transfert, seule l'inhalation a été retenue pour les travailleurs et pour les populations.

Au regard des résultats obtenus lors du diagnostic de l'état des milieux et lors de l'évaluation de l'impact dosimétrique et sans présager des usages futurs, les zones d'implantation du projet sont actuellement compatibles avec leurs usages. Par ailleurs, l'entreposage de déchets faiblement radioactif dans la hangarrette 0025 (HG4), sous réserve du port de l'ARI pour le personnel y intervenant, n'a pas d'effets sur la santé des populations et des travailleurs.

Les dispositions de confinements, de ventilation (ouverture des portes) et de protection du personnel (port de l'ARI) actuellement prises sont suffisantes dans l'état actuel. Toutefois, l'arrêté du 23 juin 2015 impose d'avoir un seul point de rejet gazeux canalisé par installation d'entreposage. Ce principe permet de mesurer précisément les rejets de radon. Ces dispositions, ainsi que la mise en place d'une ventilation, seront mises en œuvre au niveau des hangarrettes 0086 et 0087 (HG7 et 8).

4.6.1.2. Situation future

La caractérisation des émissions et des nuisances du projet en phase opérationnelle amène à vérifier l'exposition des populations et des travailleurs. Compte tenu des substances retenue (gaz radon Rn 220 et Rn 222), seule l'inhalation a été retenue. **Au regard des résultats obtenus lors des calculs de l'activité volumique et de l'évaluation prospective de l'impact dosimétrique, les futurs volumes de déchets radioactifs entreposés n'auront pas d'effets sur la santé des populations (doses efficaces largement inférieure à 1 mSv/an, limite annuelle pour le public). En ce qui concerne les travailleurs intervenant dans les hangarrettes 0087 et 0088 (HG7 et 8), sous réserve d'un port de l'Appareil Respiratoire Isolant (ARI), compte tenu de l'activité volumique en Rn-220 (thoron) dans les halls d'entreposage, l'activité ne présente pas de risque pour leur santé (dose annuelle d'exposition inférieur à la limite d'exposition pour le personnel de catégorie B (6 mSv/an) et de l'ordre de la limite de dose annuelle de 1 mSv pour le public).**

L'armée de l'air mettra en place une surveillance des rejets atmosphériques et une surveillance dosimétrique de l'environnement comme des travailleurs. Ces résultats permettront de s'assurer sur le terrain de l'absence d'effet sur la santé des populations comme des travailleurs.

**

Annexe 4 - 8 : Caractérisation des rejets liquides aux Étangs de Jallans – Synthèse des mesures réalisées sur la période 2008-2016

Date de prélèvement	23/01/2008	29/06/2009	04/05/2011	23/11/2012	03/06/2013	14/05/2014	13/11/2014	13/11/2014	08/06/2015	30/06/2016	29/12/2017
Point de prélèvement	bassin 2	bassin 2	bassin 2	lagune	lagune	lagune	lagune	rejet vers la Conie	lagune regard égout	lagune	lagune
Rapport d'analyse	Labo Galys cité par ETI Env., 2011	Labo Galys cité par ETI Env., 2012	Etude inc. ETI Env., 2011	SYPAC Laboratoire, ech. 101819	SYPAC Laboratoire, ech. 105557	SYPAC Laboratoire, éch. 24h, ech. 101113	SYPAC Laboratoire, ech. 104253	SYPAC Laboratoire, ech. 104254	SYPAC Laboratoire, éch. 24h, ech. 107878	SYPAC Laboratoire, ech. 105427	SYPAC Laboratoire, ech. 105073
pH							7,85	8,05	8	8	8,6
T°							19	19,3	16	23,3	17,3
DCO (mg O ₂ /L)	49	78		36	68	83	< 30	31	20	17	41
DBO5 (mg O ₂ /L)	8	4		6	15	10	7	< 3	< 3	1,2	13
MES (mg/L)	19	12		29	67						
Azote global (mg/L)				< 2,7	< 3,5						
Azote Kjeldhal (mg/L)				< 2,5	3,3						
Nitrites NO ₂ (mg/L)				0,03	< 0,01		0,1		0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrates NO ₃ - (mg/L)	0,3	26	< 0,5	< 1	< 1		< 1		< 1	< 1	< 1
Azote ammoniacal (mg/L)				< 0,1	0,34						
Orthophosphates (mg/L)									0,18	0,63	0,15
Phosphore total (mg/L)	0,9		0,46	0,42	< 0,1						
Indice HC (mg/L)						< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Somme des métaux lourds (mg/L)						< 0,06			< 0,06		< 0,033
Arsenic (mg/L)						< 0,1	< 1	< 1			
Cadmium (mg/L)						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,001
Mercure (mg/L)						< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Plomb (mg/L)						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,002
Nickel (mg/L)						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,005
Chrome total (mg/L)						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,005
Cuivre (mg/L)						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,005
Zinc (mg/L)						< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01



Annexe 4 - 9 : Caractérisation des rejets liquides au débouché des réseaux d'assainissement dans le canal des Romains (2018)

Eurofins Analyses pour l'Environnement, Rapport d'analyse réf. AR-18-LK-044698-01 du
06/04/2018

BERTIN TECHNOLOGIES
Monsieur Christophe ROYER
10 B AV AMPERE
78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E009570

Version du : 06/04/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-044698-01

Date de réception : 02/02/2018

Référence Dossier :

Coordinateur de projet client : Kevin Gomarín / KevinGomarín@eurofins.com / +33 3 88 71 78 41

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
001	Eau chargée/Résiduaire (EC)	PT EAU EAR 279