



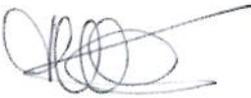
SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

Site de Bellezane

30 octobre 2012

NOTE TECHNIQUE

CALCUL D'IMPACT DOSIMETRIQUE DU CENTRE DE STOCKAGE DE SEDIMENTS RADIOLOGIQUEMENT MARQUES

Rév.	Rédaction	Vérification	Approbation
B	M. MAHÉ Le 30/10/2012 	D. KEROUANTON Le 30/10/2012 	H. ISMAËL Le 05/11/2012 

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

HISTORIQUE DES REVISIONS

Rév.	Date, N° de contrôle, Signataire et repérages des paragraphes modifiés
A	Approbation le : 05/10/2012 N° de contrôle : 12108000318 Rédacteur : M. MAHÉ Vérificateur : D. KEROUANTON Approbateur : H. ISMAËL
B	Approbation le : <i>05/11/2012</i> N° de contrôle : 12304000052 Rédacteur : M. MAHÉ Vérificateur : D. KEROUANTON Approbateur : H. ISMAËL Modifications apportées : § 2.1 et 2.2 : Précisions sur les hypothèses retenues pour la couverture (1 mètre de terre végétale dans les calculs).

RESUME

Ce document présente les calculs d'impact radiologique d'un stockage de sédiments radiologiquement marqués qui doit être implanté sur le site de Bellezane.

Conformément à la méthodologie, plusieurs scénarios sont étudiés :

- un scénario de référence,
- cinq scénarios altérés d'évolution à long terme dont la probabilité d'occurrence est nulle ou extrêmement faible.

Les hypothèses considérées pour le calcul sont le plus souvent enveloppes, ce qui a comme conséquence de majorer les effets des situations envisagées.

Pour le scénario de référence, en phase de surveillance opérationnelle, les doses totales à l'adulte et à l'enfant sont largement inférieures à la limite réglementaire du 1 mSv sur une année ; elles sont de 0,4 µSv pour l'adulte et l'enfant.

Pour les scénarios altérés, dont la probabilité d'occurrence est extrêmement faible, le scénario le plus pénalisant est le scénario de résidence sur stockage sans couverture où la dose totale est de 0,6 mSv/an pour l'adulte et 0,4 mSv/an pour l'enfant.

Une étude de sensibilité est menée en annexe pour mesurer l'influence des principaux paramètres intervenant dans les calculs.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

SOMMAIRE

1	OBJET ET CONTEXTE	6
2	PRESENTATION GENERALE DU STOCKAGE DE SEDIMENTS	7
2.1	PRESENTATION DU STOCKAGE.....	7
2.2	LES PRODUITS STOCKES	7
2.3	DONNEES SUR L'EAU	10
3	CODES DE CALCUL UTILISES.....	11
3.1	TERMES SOURCES.....	11
3.2	EXPOSITION EXTERNE	11
3.3	EXPOSITION INTERNE.....	11
3.3.1	Dose inhalation.....	11
3.3.2	Dose ingestion	11
4	CALCULS EFFECTUES.....	12
4.1	VOIES D'ATTEINTES.....	12
4.2	PHASES DE SURVEILLANCE.....	12
4.3	DONNEES DE BASE.....	13
4.4	ETUDE DE SENSIBILITE	15
5	MODELISATION.....	16
5.1	MODELISATION DU SITE DE STOCKAGE	16
5.2	MODELISATION DE LA RESIDENCE SUR STOCKAGE	16
5.3	MODELISATION DES CHANTIERS.....	16
5.4	MODELISATION DES JEUX D'ENFANTS.....	17
6	DONNEES D'ENTREE ET HYPOTHESES	18

SGN	Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision	REF
	NT 100845 00 0001 B	
CLIENT		

6.1	TERMES SOURCES.....	18
6.1.1	Composition des sédiments	18
6.1.2	Composition de la couverture.....	19
6.2	POSITION DES GROUPES DE REFERENCE ET ANGLES SOLIDES	20
6.2.1	Groupes de références	20
6.3	DONNEES METEOROLOGIQUES.....	22
7	CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE REFERENCE	24
7.1	PHASES DE SURVEILLANCE OPERATIONNELLE ET GARANTIE ET PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE	24
7.2	PHASES DE SURVEILLANCE NON GARANTIE	27
8	CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE PERTE D'INTEGRITE DE LA COUVERTURE.....	28
9	CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE RESIDENCE SUR STOCKAGE AVEC COUVERTURE (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE).....	31
10	CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE RESIDENCE SUR STOCKAGE SANS COUVERTURE (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE).....	32
11	CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE CHANTIERS (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE)	33
12	CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE JEUX D'ENFANT (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE)	33
13	CONCLUSION	34
14	REFERENCES.....	35



DIFFUSION LIMITEE AREVA

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

ANNEXE 136

ANNEXE 249

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

1 OBJET ET CONTEXTE

Cette étude présente l'évaluation de l'impact du site de stockage de sédiments radiologiquement marqués qui doit être implanté sur le site de Bellezane en considérant toutes les voies d'exposition présentées dans la note méthodologique [1].

On étudie 6 scénarios d'évolution possibles :

- le scénario de référence correspondant à la situation d'évolution normale du stockage avec évaluation de la dose efficace ajoutée pour les groupes de référence (adulte retraité, enfant) et pour les personnes intervenant ou se promenant sur le site avec prise en compte des différentes voies d'exposition externe et interne,

- Cinq scénarios altérés :
 - Perte d'intégrité de la couverture, ce scénario peut également être considéré comme représentatif du site en exploitation (mise en place de la couverture),
 - Résidence sur le stockage avec couverture,
 - Chantiers : travaux sur le site en cours d'exploitation et terrassement d'une route de campagne,
 - Jeux d'enfants sur le tas excavé par le chantier routier,
 - Résidence sur le stockage sans couverture.

Remarque : le scénario de chantier avec des travaux sur le site en cours d'exploitation est un scénario ajouté par rapport à ceux définis dans le document [1].

Pour chaque scénario on considère plusieurs phases : une phase de surveillance opérationnelle, une phase de surveillance garantie et une phase de surveillance non garantie.

Pour les scénarios d'évolution à long terme dont la probabilité d'occurrence est nulle ou extrêmement faible, la constance des caractéristiques de l'homme est considérée (sensibilité aux rayonnements, habitudes alimentaires, conditions de vie, connaissances générales sans prises en compte de progrès scientifiques, notamment dans les domaines techniques et médical).

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

2 PRESENTATION GENERALE DU STOCKAGE DE SEDIMENTS

2.1 PRESENTATION DU STOCKAGE

Le site de Bellezane s'étend sur près de 120 ha (Cf. Figure 1). Il se situe à 2 km au Sud Est du bourg de Bessines, sur le rebord de la vallée de la Gartempe. L'exploitation du minerai a été faite par Mines à Ciel Ouvert (7 MCO) et par Travaux Miniers Souterrains (TMS) [2].

Une partie des MCO et des TMS a été remblayée par des produits compactés. L'autre partie, les MCO 105 et 68, a servi au stockage de résidus de traitement ainsi qu'au stockage des sédiments. L'étude qui suit traite du projet de stockage des sédiments et ne concernera donc que la MCO 105 [2].

La figure 2 présente une coupe transversale du stockage. Les sédiments sont recouverts par une couverture d'une épaisseur de 1 mètre (avec par exemple avec 80 cm d'argile et 20 cm de terre végétale).

2.2 LES PRODUITS STOCKES

Les sédiments auront des caractéristiques similaires à ceux qui ont déjà été stockés par le passé sur le site (voir ci-dessous) :

Origine	Matières sèches (tonnes)	Activité ²³⁸ U (Bq/kg)	Activité ²²⁶ Ra (Bq/kg)	Activité ²¹⁰ Pb (Bq/kg)
Lac de Saint- Pardoux	5352	3750	470	750
Etang de la Crouzille	24508	5700	950	1425
Etang de Bellezane	2291	4850	600	970
Etang de Pontabrier	7670	11000	1400	2200
Retenue Etrangleloup	36	4000	4000	4000

Tableau 1 : sédiments stockés dans l'ancienne installation entre 2006 et 2010

En tenant compte du tonnage, la teneur moyenne des sédiments considérée est alors la suivante :

- en ²¹⁰Pb de 1460 Bq / kg de matières sèches ;
- en ²²⁶Ra de 955 Bq / kg de matières sèches ;
- en ²³⁸U de 6410 Bq / kg de matières sèches.

Le volume total de sédiments stockés sera de 200 000 m³. La largeur et la longueur moyenne du stockage est respectivement d'environ 100 m et 265 m. Les sédiments ont une densité de 1,15 à 1,20.

Les sédiments seront recouverts d'une couverture d'une épaisseur de 1 m de terre végétale. La densité de la couverture est 1,6.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						



Figure 1 : Carte du site de Bellezane et de ses environs

Remarque : l'apport des résidus de traitement stockés sur le site, et des boues et sédiments stockés durant la période 2006-2010, n'est pas considéré dans ce document.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

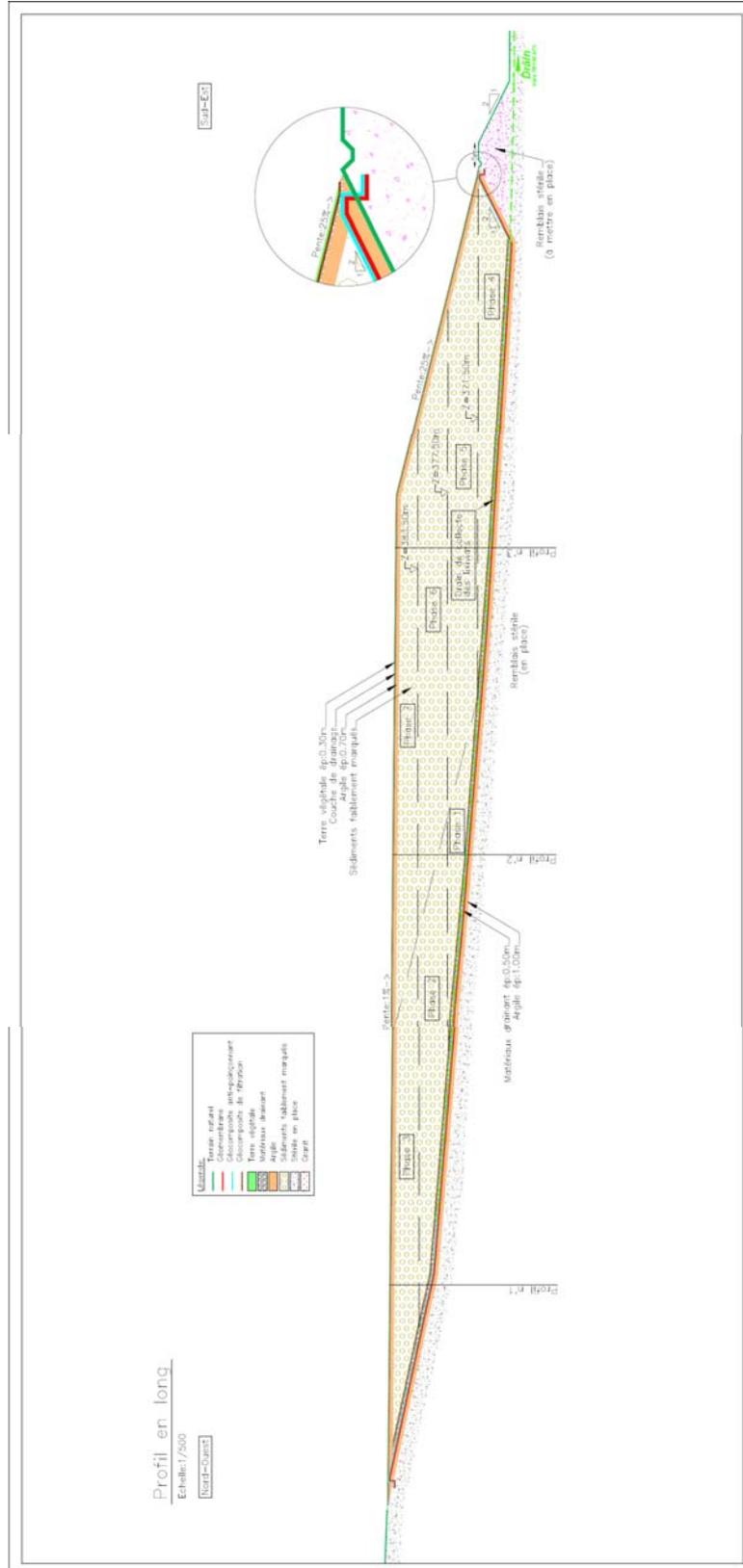


Figure 2 : Coupe transversale du stockage



DIFFUSION LIMITEE AREVA

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

Page : 10 / 52

2.3 DONNEES SUR L'EAU

Il n'est pas considéré de rejet d'eau marquée dans l'étude.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

3 CODES DE CALCUL UTILISES

3.1 TERMES SOURCES

Pour évaluer la dose externe due au site, il est nécessaire de déterminer le spectre d'émission γ représentatif des sédiments.

Pour cela, les codes d'évolution CESAR 4.38 et ORIGEN 2.0, sont utilisés à partir de la concentration des différents radioéléments présents dans les sédiments [3].

3.2 EXPOSITION EXTERNE

Les débits d'équivalent de dose (DED) seront calculés à l'aide du code MERCURAD v1.05 pour les groupes de référence sur le site [3].

3.3 EXPOSITION INTERNE

3.3.1 Dose inhalation

Pour évaluer les doses inhalation (due au ^{222}Rn et aux poussières), un coefficient de transfert atmosphérique est calculé.

La dispersion atmosphérique est modélisée par le code de dispersion atmosphérique COTRAM 4 qui utilise le modèle de DOURY et qui est implémenté dans le code de calcul d'impact COMODORE 2.0 [3].

3.3.2 Dose ingestion

Dans le cas où un individu irrigue son potager avec de l'eau potentiellement marquée, on calculera le transfert de la contamination eau - plantes pour ensuite évaluer la dose ingestion à l'aide du code de calcul d'impact COMODORE 2.0 [3]. Ceci sera effectué pour tous les scénarios quelle que soit la phase de surveillance.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

4 CALCULS EFFECTUES

L'impact du stockage est déterminé en application de la méthodologie définie dans [1].

4.1 VOIES D'ATTEINTES

Les voies d'atteintes étudiées sont:

- exposition externe (site) ;
- exposition interne par inhalation du Radon ;
- exposition interne par inhalation de poussières ;

Puisqu'aucun rejet liquide n'est considéré dans cette étude, aucune dose induite par le dépôt consécutif à l'irrigation n'est calculée (doses externe et ingestion).

4.2 PHASES DE SURVEILLANCE

Les activités pouvant avoir lieu sur le site sont présentées par phase de surveillance pour chaque scénario, dans le tableau suivant :

Scénario	Phase	Promenade sur site	Entretien du site	Activité de bureau	Base de loisirs
Scénario de référence	Opérationnelle	Non	Oui	Non	Non
	Garantie	Non	Non	Non	Non
	Non garantie	Oui	Non	Oui	Oui
Perte d'intégrité de la couverture	Garantie	Non	Non	Non	Non
	Non garantie	Oui	Non	Oui	Oui
Résidence sur stockage	Non garantie	Oui	Non	Oui	Oui
Chantiers	Non garantie	Non	Non	Non	Non
Jeux d'enfant	Non garantie	Non	Non	Non	Non

Tableau 2 : phases de surveillance

SGN	Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision	REF
	NT 100845 00 0001 B	
CLIENT		

4.3 DONNEES DE BASE

Les groupes de population identifiés sont :

Pour le scénario de référence :

- en phase de surveillance opérationnelle : une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans vivant dans les villages ou hameaux environnants ainsi que des travailleurs (adultes du public) pour l'entretien du site. L'adulte retraité et l'enfant de 5 ans sont les catégories de population ayant les scénarios d'exposition majorants pour les adultes et les enfants respectivement.
- en phase de surveillance garantie : une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans vivant dans les villages ou hameaux environnants.
- en phase de surveillance non garantie : une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans vivant dans les villages ou hameaux environnants, d'éventuels promeneurs sur le site, des adultes ayant une activité de bureau, des écoliers ainsi que des adultes retraités et enfants sur une base de loisirs.

Pour le scénario de perte de la couverture :

- en phase de surveillance garantie : une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans vivant dans les villages ou hameaux environnants.
- en phase de surveillance non garantie : une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans vivant dans les villages ou hameaux environnants, d'éventuels promeneurs sur le site, des adultes ayant une activité de bureau, des écoliers ainsi que des adultes retraités et enfants sur une base de loisirs.

Pour le scénario de résidence sur stockage (avec et sans couverture), en phase de surveillance non garantie : une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans vivant sur le site.

Pour le scénario de chantiers, en phase de surveillance non garantie :

- des ouvriers (adultes > 17 ans) travaillant sur le site en cours d'exploitation, ou creusant une route traversant de part en part le site de stockage, sont considérés.

Pour le scénario jeux d'enfants, en phase de surveillance non garantie :

- un groupe d'enfants de 10 ans jouant sur les tas excavés par le chantier, durant les travaux est considéré.

Les principales données de base intervenant dans les calculs sont rappelées ci-dessous.

En ce qui concerne les temps d'exposition, l'étude est réalisée à partir de la base de données CIBLEX [4]. Les temps d'exposition utilisés sont donnés ci-après [1].

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

Temps (h/an)	enfant 2-7 ans	retraité
1^{er} étage	4745	3589
RDC	1877	3580
Cave	100	100
Extérieur sur site dont :	456	1229
- jardinage	0	681
- Promenade	456	548
TOTAL	7178	8498

Tableau 3 : Temps d'exposition

Pour l'entretien du site, un temps de 400 h/ an est considéré [5].

Pour le travailleur sur site en cours d'exploitation, l'adulte est supposé travailler sur les sédiments sans couverture 7h/jour et 5 jours /semaine soit 228 jours /an.

Pour le scénario du chantier de terrassement d'une route au travers du site, un temps d'exposition de 8 h/ jour par jour de chantier est considéré. La durée du chantier est proportionnelle à la vitesse d'avancement fixée à 10 m/ jour.

Pour le scénario des jeux d'enfants sur le chantier, un temps d'exposition de 1 h/ jour de chantier est considéré. La durée du chantier est la même que précédemment.

Pour le scénario « résidence sur stockage », une exposition « cave » de 100 h/ an quel que soit la classe d'âge a été ajoutée.

En ce qui concerne les débits respiratoires, le décret 90-222 [6] retient un débit d'inhalation d'air de 0,80 m³/h pour un adulte. Les autres débits respiratoires pour les différentes activités et les différentes classes d'âge sont extraits de la CIPR66 [8][7].

Enfin, l'inhalation poussières n'est considérée qu'en absence de couverture, les poussières de stériles sont assimilées au bruit de fond. L'empoussièrement des espaces est extrait du document [8].

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

4.4 ETUDE DE SENSIBILITE

Un certain nombre des paramètres retenus pour les calculs est le plus souvent issu de données expérimentales variant sur des plages de mesures parfois assez importantes.

D'autres sont propres à la méthodologie définie dans ce document, comme :

- les paramètres définissant le flux de ^{222}Rn ;
- les coefficients de dose inhalation ;
- les temps de présence.

Des valeurs moyennes ou supposées réalistes ont été retenues pour ces paramètres. Des facteurs correctifs sont définis de manière à mesurer l'impact de l'utilisation d'une valeur pénalisante des différents paramètres de calcul. En tout état de cause, les doses calculées, pour lesquelles on a recourt à ces paramètres, sont directement proportionnelles aux valeurs utilisées.

Les facteurs correctifs par scénario et par voie d'exposition sont donnés en annexe 1.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

5 MODELISATION

Les modèles génériques utilisés sont ceux décrits dans le document [1]. Les principales hypothèses sont rappelées ci-dessous.

5.1 MODELISATION DU SITE DE STOCKAGE

Une répartition homogène des 200 000 m³ sédiments sur un rectangle de 265 m x 100 m avec une masse volumique de 1150 kg/m³ a été considérée.

De manière simplificatrice, la couverture qui recouvre les sédiments est supposée constituée de 1 m de terre. Cette hypothèse est pénalisante notamment pour le radon car le coefficient de diffusion dans l'argile est nettement plus faible que dans un sol standard.

Dans le cas de perte d'intégrité de la couverture, le site est modélisé comme dans le scénario de référence, en retirant la couverture [1].

5.2 MODELISATION DE LA RESIDENCE SUR STOCKAGE

Pour l'évaluation du radon à l'intérieur de la résidence, le calcul de la concentration volumique de radon est effectué dans une cave de 2 m de hauteur, avec une dalle de béton de 10 cm d'épaisseur. Cette concentration est appliquée aux autres pièces de la maison.

Tant que la couverture est présente, on suppose que le sous-sol ne repose pas directement sur les sédiments car sa hauteur est inférieure à l'épaisseur de couverture.

Une couche de 30 cm de terre végétale recouvrant les sédiments et/ou la couverture est considérée pour le modéliser le jardin ou le potager dans le cas du scénario de résidence sur stockage.

5.3 MODELISATION DES CHANTIERS

Deux scénarios sont envisagés : un travailleur sur le site en cours d'exploitation et un chantier de construction de route.

Pour le second scénario et compte tenu de la topographie du site de Bellezane, le terrassement d'une route traversant le site est envisageable bien que très peu probable. On modélisera le terrassement de la route par une surface plane directement sur les sédiments.

Une quantité de sédiments extraits est envisagée de manière à envisager le scénario jeux d'enfants.

Cette route est supposée construite sur le plus grand côté du site d'une largeur de 100 m.



SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

5.4 MODELISATION DES JEUX D'ENFANTS

Les tas de sédiments sur lesquels jouent les enfants sont modélisés par des cônes tronqués constitués exclusivement de sédiments. Une quantité de terre ingérée par ces enfants de 3,3 g/an est considérée [8][9].

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

6 DONNEES D'ENTREE ET HYPOTHESES

6.1 TERMES SOURCES

6.1.1 Composition des sédiments

La composition des sédiments est déduite des valeurs données au §2.2 en supposant l'équilibre entre l'²³⁸U et ses descendants à vie courte, l'²³⁴U et le ²³⁰Th d'une part, puis l'équilibre entre le ²²⁶Ra et ses descendants et enfin l'équilibre entre le ²¹⁰Pb et ses descendants.

La composition est présentée dans le tableau suivant :

Radioéléments	Activité (Bq/kg de sédiments)
²¹⁰ Pb	1,46.10 ³
²¹⁴ Pb	9,50.10 ²
²¹⁰ Bi	1,46.10 ³
²¹⁴ Bi	9,50.10 ²
²¹⁰ Po	1,46.10 ³
²¹⁴ Po	9,50.10 ²
²¹⁸ Po	9,50.10 ²
²²² Rn	9,50.10 ²
²²⁶ Ra	9,50.10 ²
²³⁰ Th	6,41.10 ³
²³⁴ Th	6,41.10 ³
²³⁴ Pa	1,28.10 ¹
^{234M} Pa	6,41.10 ³
²³⁴ U	6,41.10 ³
²³⁸ U	6,41.10 ³
TOTAL	4,21.10⁴

Tableau 4 : Activité des sédiments

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

Le spectre d'émission gamma correspondant à cette composition est donné ci-dessous :

Energie raie (MeV)	γ /désintégration
1,50.10⁻²	8,79.10 ⁻²
2,50.10⁻²	2,49.10 ⁻⁵
3,75.10⁻²	2,00.10 ⁻⁶
5,75.10⁻²	8,93.10 ⁻³
8,50.10⁻²	1,51.10 ⁻²
1,25.10⁻¹	7,47.10 ⁻⁴
2,25.10⁻¹	8,65.10 ⁻³
3,75.10⁻¹	8,22.10 ⁻³
5,75.10⁻¹	1,23.10 ⁻²
8,50.10⁻¹	3,88.10 ⁻³
1,25	8,50.10 ⁻³
1,75	6,36.10 ⁻³
2,25	1,92.10 ⁻³
2,75	3,32.10 ⁻⁵
3,50	6,29.10 ⁻⁶
5,00	9,44.10 ⁻⁹
7,00	1,09.10 ⁻⁹
9,50	1,25.10 ⁻¹⁰

Tableau 5 : Spectre d'émission gamma des sédiments

Le coefficient d'atténuation dans l'air (μ_{air}), quantifiant la réduction de l'amplitude et de l'énergie du rayonnement gamma par unité de distance d'air traversé, a été déterminé à partir du spectre d'émission gamma précédent. Sa valeur est de $8,26.10^{-5} \text{ cm}^{-1}$.

6.1.2 Composition de la couverture

La couverture est composée de matériaux non marqués radiologiquement.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

6.2 POSITION DES GROUPES DE REFERENCE ET ANGLES SOLIDES

6.2.1 Groupes de références

Le tableau suivant présente la liste des points de mesure proches du site, sélectionnés comme groupes de référence à l'extérieur du site pour l'étude de réaménagement, et leurs données nécessaires pour les calculs de doses.

Stations de mesure	Distance / centre du stockage (m)	Angle/ axe Nord - Sud (degrés)
Les Grandes Magnelles	1118	74
Le Puy Teigneux	1176	283
Belzanes	1265	146
Les Petites Magnelles	1324	31
Le Mas	1353	324
Montmassacrot	1794	205
Le Mazataud	1853	240
Bessines sur Gartempe	1882	303
Puy de l'âge	1829	145

Tableau 6 : Position des groupes de référence

Les points sont placés sur une carte sur la figure suivante.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

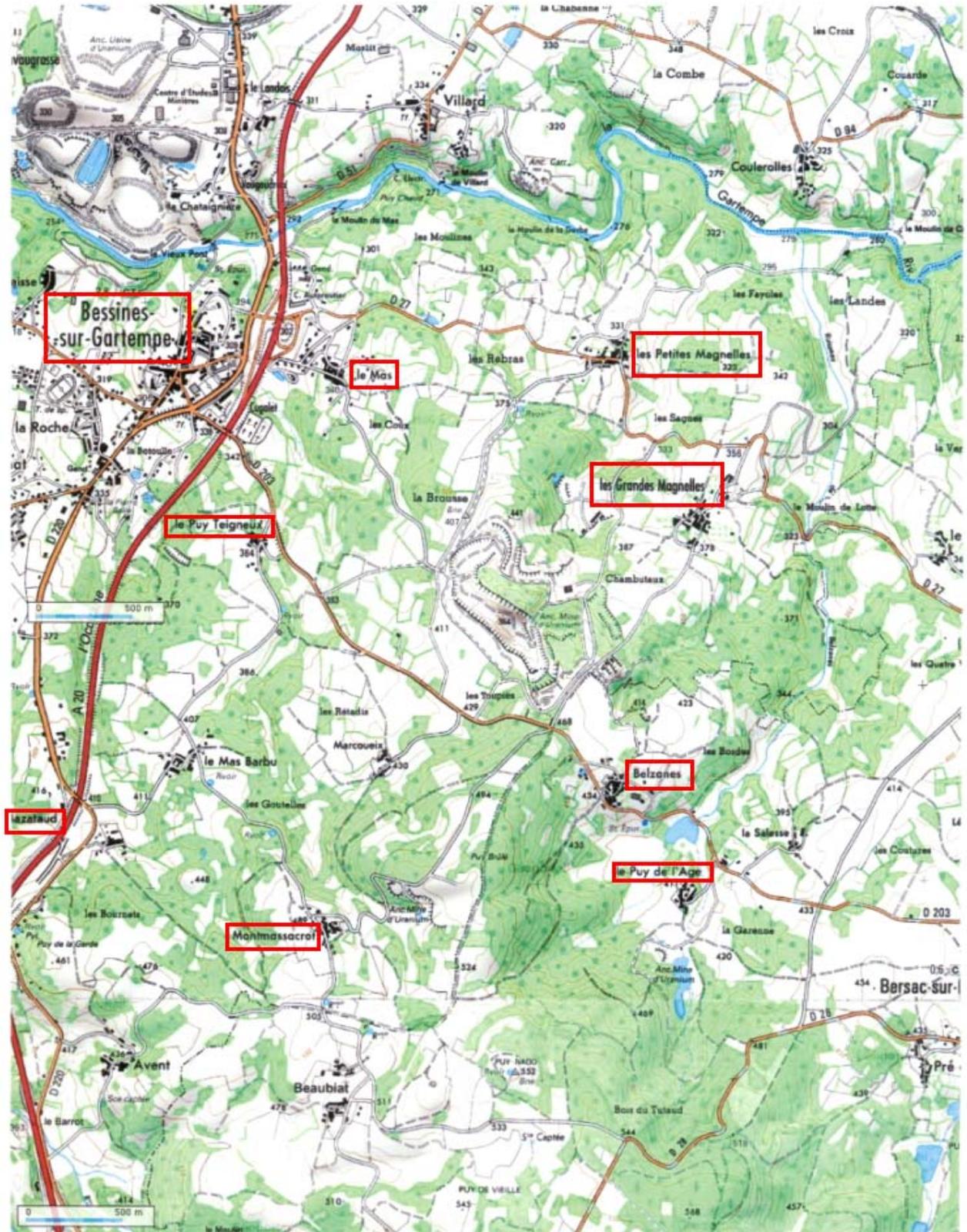


Figure 3 : Position des groupes de référence

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

6.3 DONNEES METEOROLOGIQUES

La rose des vents, à la station de Limoges, est représentée sur la figure suivante. Elle représente les fréquences des directions d'où provient le vent. La vitesse moyenne des vents est de 3 m.s^{-1} .

Remarque : la station de Limoges est proche du site de Bellezane et peut être considérée comme représentative. La rose des vents si dessous correspond à l'année 2006. Il a été vérifié qu'elle n'a globalement pas évolué sur la période 2007-2009 ni en terme de direction ni en terme de vitesse moyenne du vent.

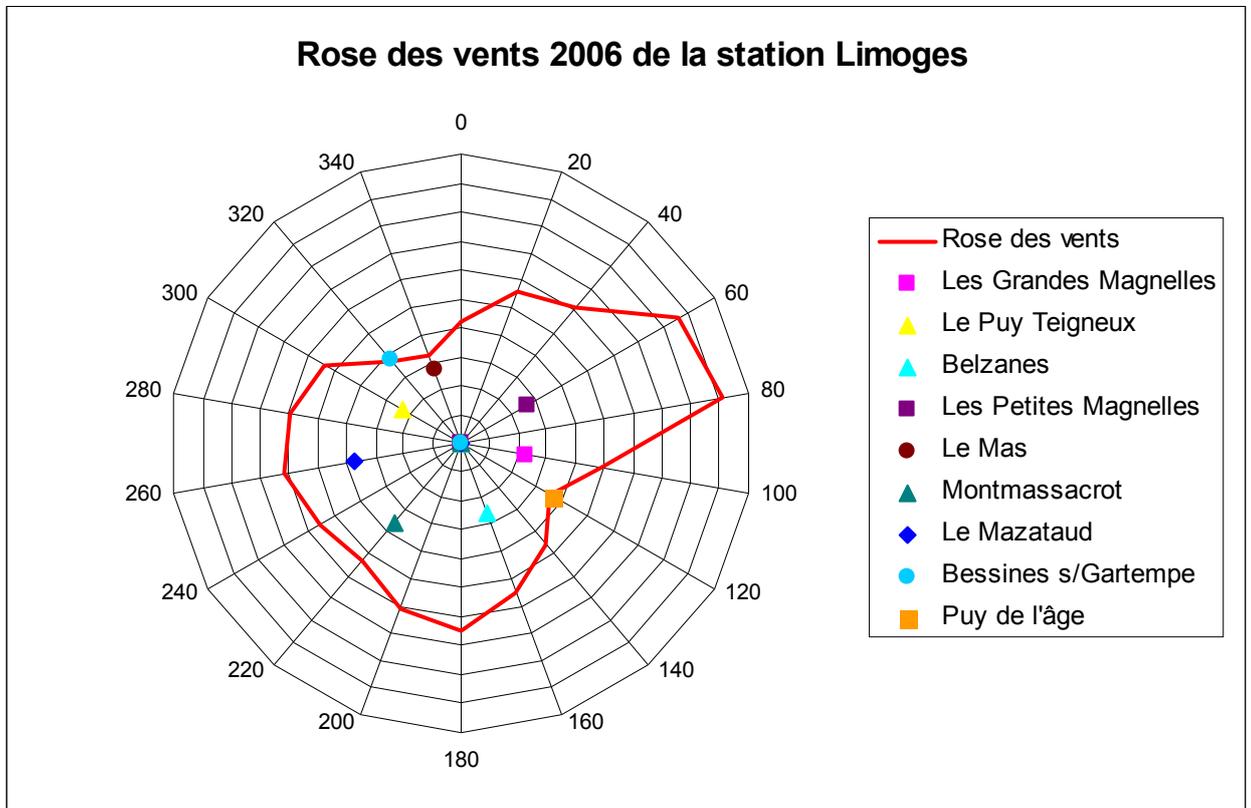


Figure 4 : Rose des vents pour le site de Bellezane

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

Les fréquences de vent observées sont répertoriées, dans le tableau ci-dessous, en fonction de la provenance du vent. Le détail de ces fréquences par classe de stabilité est donné en Annexe.

Provenance du vent / Nord (degrés)	Fréquence
0	42,07
20	55,67
40	61,25
60	86,36
80	91,24
100	49,28
120	34,87
140	45,56
160	55,32
180	64,85
200	60,67
220	52,77
240	56,02
260	61,60
280	59,04
300	53,70
320	37,08
340	32,66
TOTAL	1000,00

Tableau 7 : Fréquences de vents observées à la station de Limoges

7 CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE REFERENCE

Pour le scénario de référence, les doses ont été calculées selon [1], pour une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans habitant dans les villages aux alentours du site et pour les personnes susceptibles d'aller sur le site. Le stockage ne présente pas de digues en regard des groupes de référence, ainsi la dose externe induite par le site est négligée

7.1 PHASES DE SURVEILLANCE OPERATIONNELLE ET GARANTIE ET PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE

Groupes de référence	Doses à l'adulte (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Les Grandes Magnelles	0	4,1.10 ⁻⁴	0	4,1.10⁻⁴
Le Puy Teigneux	0	2,8.10 ⁻⁴		2,8.10⁻⁴
Belzanes	0	2,5.10 ⁻⁴		2,5.10⁻⁴
Les Petites Magnelles	0	2,2.10 ⁻⁴		2,2.10⁻⁴
Le Mas	0	2,5.10 ⁻⁴		2,5.10⁻⁴
Montmassacrot	0	2,1.10 ⁻⁴		2,1.10⁻⁴
Le Mazataud	0	3,1.10 ⁻⁴		3,1.10⁻⁴
Bessines sur Gartempe	0	9,6.10 ⁻⁵		9,6.10⁻⁵
Puy de l'âge	0	1,3.10 ⁻⁴		1,3.10⁻⁴

Tableau 8 : Doses à l'adulte dans le cas du scénario de référence en phases de surveillance opérationnelle et garantie ainsi qu'en phase de surveillance non garantie (mSv/an)

Remarque 1 : la différence entre les scénarios de référence en phase de surveillance opérationnelle et garantie et en phase de surveillance non garantie se situe au niveau de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation des jardins. Puisqu'il n'est pas considéré de rejet liquide, les scénarios précédents donnent rigoureusement le même impact.

Remarque 2 : la dose inhalation due aux poussières est nulle car la couverture est toujours présente sur le site. La couverture n'étant pas radiologiquement marquée, la dose externe induite par les sédiments est négligée.

Groupes de référence	Doses à l'enfant (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Les Grandes Magnelles	0	4,3.10 ⁻⁴	0	4,3.10 ⁻⁴
Le Puy Teigneux	0	2,9.10 ⁻⁴		2,9.10 ⁻⁴
Belzanes	0	2,6.10 ⁻⁴		2,6.10 ⁻⁴
Les Petites Magnelles	0	2,4.10 ⁻⁴		2,4.10 ⁻⁴
Le Mas	0	2,6.10 ⁻⁴		2,6.10 ⁻⁴
Montmassacrot	0	2,3.10 ⁻⁴		2,3.10 ⁻⁴
Le Mazataud	0	3,2.10 ⁻⁴		3,2.10 ⁻⁴
Bessines sur Gartempe	0	1,0.10 ⁻⁴		1,0.10 ⁻⁴
Puy de l'âge	0	1,4.10 ⁻⁴		1,4.10 ⁻⁴

Tableau 9 : Doses à l'enfant dans le cas du scénario de référence en phases de surveillance opérationnelle et garantie ainsi qu'en phase de surveillance non garantie (mSv/an)

	Doses à l'adulte (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Entretien du site	0	$3,5 \cdot 10^{-3}$	0	$3,5 \cdot 10^{-3}$

Tableau 10: Doses à l'adulte qui fait l'entretien du site dans le cas du scénario de référence en phase de surveillance opérationnelle (mSv/an)

7.2 PHASES DE SURVEILLANCE NON GARANTIE

	Doses à l'adulte (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Promeneur sur site	0	$3,8 \cdot 10^{-3}$	0	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Activité de bureau sur site	0	$7,1 \cdot 10^{-4}$	0	$7,1 \cdot 10^{-4}$
Base de loisirs sur site	0	$3,8 \cdot 10^{-3}$	0	$3,8 \cdot 10^{-3}$

Tableau 11 : Doses à l'adulte dans le cas du scénario de référence en phase de surveillance non garantie (mSv/an)

	Doses à l'enfant (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Promeneur sur site	0	$4,4 \cdot 10^{-3}$	0	$4,4 \cdot 10^{-3}$
Ecole sur site	0	$7,1 \cdot 10^{-4}$	0	$7,1 \cdot 10^{-4}$
Base de loisirs sur site	0	$3,8 \cdot 10^{-3}$	0	$3,8 \cdot 10^{-3}$

Tableau 12 : Doses à l'enfant dans le cas du scénario de référence en phase de surveillance non garantie (mSv/an)

8 CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE PERTE D'INTEGRITE DE LA COUVERTURE

Pour le scénario de perte d'intégrité de la couverture, les doses ont été calculées selon [1], pour une population d'adultes retraités et d'enfants de 5 ans habitant dans les villages environnants, et pour les personnes susceptibles d'aller sur le site. La dose inhalation poussière est prise en compte.

Groupes de référence	Doses à l'adulte (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Les Grandes Magnelles	0	$7,8 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$9,1 \cdot 10^{-3}$
Le Puy Teigneux		$5,3 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$
Belzanes		$4,7 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$
Les Petites Magnelles		$4,3 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$
Le Mas		$4,8 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$
Montmassacrot		$4,1 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$
Le Mazataud		$5,9 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$
Bessines sur Gartempe		$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$
Puy de l'âge		$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$

Tableau 13 : Doses à l'adulte dans le cas du scénario perte d'intégrité de la couverture en phase de surveillance garantie (mSv/an)

Groupes de référence	Doses à l'enfant (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Les Grandes Magnelles	0	8,2.10 ⁻⁴	6,9.10 ⁻³	7,7.10⁻³
Le Puy Teigneux		5,6.10 ⁻⁴	6,2.10 ⁻³	6,7.10⁻³
Belzanes		5,0.10 ⁻⁴	5,3.10 ⁻³	5,8.10⁻³
Les Petites Magnelles		4,5.10 ⁻⁴	4,8.10 ⁻³	5,2.10⁻³
Le Mas		5,0.10 ⁻⁴	4,5.10 ⁻³	5,0.10⁻³
Montmassacrot		4,3.10 ⁻⁴	2,4.10 ⁻³	2,8.10⁻³
Le Mazataud		6,2.10 ⁻⁴	2,2.10 ⁻³	2,9.10⁻³
Bessines sur Gartempe		1,9.10 ⁻⁴	2,2.10 ⁻³	2,4.10⁻³
Puy de l'âge		2,7.10 ⁻⁴	2,3.10 ⁻³	2,6.10⁻³

Tableau 14 : Doses à l'enfant dans le cas du scénario perte d'intégrité de la couverture en phase de surveillance garantie (mSv/an)

Remarque : l'augmentation de la dose totale par rapport au scénario de référence (tableaux 13 et 14) est majoritairement due à l'absence de couverture, et donc à une dose inhalation poussières.

	Doses à l'adulte (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²²Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Promeneur sur site	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
Activité de bureau sur site	$3,4 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$
Base de loisirs sur site	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-1}$

Tableau 15 : Doses à l'adulte dans le cas du scénario perte d'intégrité de la couverture en phase de surveillance non garantie (mSv/an)

	Doses à l'enfant (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²²Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Promeneur sur site	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-1}$
Activité de bureau sur site	$3,4 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$
Base de loisirs sur site	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$

Tableau 16 : Doses à l'enfant dans le cas du scénario perte d'intégrité de la couverture en phase de surveillance non garantie (mSv/an)

9 CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE RESIDENCE SUR STOCKAGE AVEC COUVERTURE (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE)

	Doses à l'adulte (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Résidence sur site avec dalle intacte	0	7,9.10 ⁻²	0	7,9.10 ⁻²

Tableau 17 : Doses à l'adulte dans le cas du scénario de résidence sur stockage avec couverture, avec dalle intacte (mSv/an)

	Doses à l'enfant (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Résidence sur site avec dalle intacte	0	6,8.10 ⁻²	0	6,8.10 ⁻²

Tableau 18 : Doses à l'enfant dans le cas du scénario de résidence sur stockage avec couverture, avec dalle intacte (mSv/an)

10 CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE RESIDENCE SUR STOCKAGE SANS COUVERTURE (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE)

	Doses à l'adulte (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Résidence sur site avec dalle intacte	3,9.10 ⁻¹	1,5.10 ⁻¹	1,3.10 ⁻²	5,6.10 ⁻¹

Tableau 19 : Doses à l'adulte dans le cas du scénario de résidence sur stockage sans couverture, avec dalle intacte (mSv/an)

	Doses à l'enfant (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Résidence sur site avec dalle intacte	2,8.10 ⁻¹	1,3.10 ⁻¹	6,6.10 ⁻³	4,2.10 ⁻¹

Tableau 20 : Doses à l'enfant dans le cas du scénario de résidence sur stockage sans couverture, avec dalle intacte (mSv/an)

Remarque : l'augmentation de la dose totale vient du fait de l'absence de l'atténuation des rayonnements γ et du flux de ²²²Rn par la couverture

11 CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE CHANTIERS (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE)

	Doses au travailleur (mSv/an)			
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose totale
Travaux sur site	1,2	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$8,2 \cdot 10^{-1}$	2,0
Terrassement d'une route	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$9,5 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$

Tableau 21 : Doses au travailleur sur chantier (mSv/an)

12 CALCULS D'IMPACT DANS LE CAS DU SCENARIO DE JEUX D'ENFANT (PHASE DE SURVEILLANCE NON GARANTIE)

	Doses à l'enfant (mSv/an)				
	Dose externe	Dose inhalation ²²² Rn	Dose inhalation poussières	Dose ingestion	Dose totale
Jeux sur site pendant le chantier	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$

Tableau 22 : Doses à l'enfant dans le cas du scénario jeux sur site (mSv/an)

Remarque : la dose ingestion à l'enfant correspond à l'ingestion directe de terre

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

13 CONCLUSION

Cette étude présente l'évaluation de l'impact dosimétrique du site de stockage de sédiments radiologiquement marqués qui sera implanté sur le site de Bellezane.

La méthodologie [1] est appliquée pour ces calculs.

Pour le scénario de référence, en phases de surveillance opérationnelle, la dose totale à l'adulte et à l'enfant au niveau des groupes de référence sont très inférieures à la limite réglementaire du 1 mSv sur une année. Elles sont respectivement de 0,4 µSv/an pour l'adulte et l'enfant.

Pour les scénarios altérés, dont la probabilité d'occurrence est extrêmement faible, le scénario le plus pénalisant est le scénario de résidence sur stockage sans couverture où la dose totale est de 0,6 mSv/an pour l'adulte et 0,4 mSv/an pour l'enfant.

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

14 REFERENCES

- [1] NT 100350 00 0001 Rév.C
Méthodologie d'évaluation de l'impact dosimétrique des sites de stockage de résidus de traitement de minerais d'uranium
- [2] Projet de construction d'une installation de stockage de sédiments radiologiquement marqués – Avant Projet Détaillé
Site Industriel de Bellezane
- [3] Catalogue calcul
- [4] CIBLEX : base de données des paramètres descriptif de la population française au voisinage d'un site pollué ADEME/IRSN
- [5] Rapport IRSN DPRE /SERGD / 03-19
Avis de l'IRSN sur l'évaluation par COGEMA de l'impact radiologique en 2001 du site minier du Bernardan (Jouac, Haute Vienne) – Septembre 2003.
- [6] Décret no 90-222 du 9 mars 1990 complétant le règlement général des industries extractives institué par le décret no 80-331 du 7 mai 1980, 1990
- [7] CIPR 66
Human respiratory tract model for radiological protection
- [8] Guide méthodologique pour la gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives. Oudiz, B. Cessac et collaborateur. Guide IPSN version 0 mai 2001
- [9] Annexe n°1 à la lettre ASN-Dép-DRD-0527-2008 du 30 septembre

ANNEXE 1

Compte tenu des plages de valeur retenues, les facteurs correctifs devant être utilisés dans le calcul de conséquences radiologiques pour chacune des différentes voies d'exposition en prenant en compte chacune des incertitudes évoquées dans le paragraphe précédent sont présentés dans les tableaux suivants par scénario et groupe de référence. Ils sont issus du document [1].

Scénario de référence

Groupe de référence : Retraités vivant aux alentours du site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	1,07	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,09	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,9	-	-
Régime alimentaire		-	
Temps d'exposition	1,03	-	1,03

Tableau A1-1 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les retraités habitants aux alentours du site dans le scénario de référence

Remarque: la dose inhalation poussières est négligée dans le cas du scénario de référence, d'où l'absence de facteur correctif pour la dose inhalation poussières.

Groupe de référence : Enfants de 2 à 7 ans vivant aux alentours du site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	1,11	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,09	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,9	-	-
Régime alimentaire		-	

Tableau A1-2 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants habitant aux alentours du site dans le scénario de référence

Remarque : l'enfant n'est pas exposé au dépôt d'eau, d'où l'absence de facteur correctif pour la dose externe (dépôt eau).

Groupe de référence : Adultes du public entretenant le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,09	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,9	-	-

Tableau A1-3 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les personnes entretenant le site dans le scénario de référence

Remarque : le temps d'exposition pour l'entretien du site n'est pas un paramètre de l'étude de sensibilité.

Groupe de référence : Retraités se promenant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,09	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,9	-	-

Tableau A1-4 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les retraités se promenant sur le site dans le scénario de référence

Remarque 1 : la dose inhalation poussières est négligée dans le cas du scénario de référence, d'où l'absence de facteur correctif pour la dose inhalation poussières.

Remarque 2 : le temps d'exposition pour la promenade sur le site n'est pas un paramètre de l'étude de sensibilité.

Groupe de référence : Enfants de 12 à 17 ans se promenant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,09	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,9	-	-

Tableau A1-5 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants se promenant sur le site dans le scénario de référence

Groupe de référence : Travailleurs sur le site (enfants de 12 à 17 ans) et adultes

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,09	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,9	-	-

Tableau A1-6 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les personnes travaillant sur le site dans le scénario de référence

Remarque 1 : les facteurs correctifs sont les mêmes que pour les promeneurs car le flux de radon est calculé de la même manière.

Remarque 2 : le temps d'exposition pour le temps de travail sur le site n'est pas un paramètre de l'étude de sensibilité.

Groupe de référence : Base de loisirs sur le site (enfants et adultes)

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,09	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,9	-	-

Tableau A1-7 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les personnes allant à la base de loisirs sur le site dans le scénario de référence

Remarque 1 : les facteurs correctifs sont les mêmes que pour les promeneurs car le flux de radon est calculé de la même manière.

Remarque 2 : le temps d'exposition pour la base de loisirs sur le site n'est pas un paramètre de l'étude de sensibilité.

Scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Retraités vivant aux alentours du site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	1,07	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,31	-
Régime alimentaire		-	
Temps d'exposition	1,03	-	1,03

Tableau A1-8 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les retraités habitants aux alentours du site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Enfants de 2 à 7 ans vivant aux alentours du site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	1,11	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,19	-
Régime alimentaire		-	

Tableau A1-9 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants habitants aux alentours du site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Retraités se promenant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,31	-

Tableau A1-10 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les retraités se promenant sur le site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Enfants de 12 à 17 ans se promenant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,14	-

Tableau A1-11 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants se promenant sur le site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Travailleurs sur le site (adultes du public)

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,31	-

Tableau A1-12 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les adultes travaillant sur le site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Travailleurs sur le site (enfants de 12 à 17 ans)

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,14	-

Tableau A1-13 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants travaillant sur le site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Base de loisirs sur le site (adultes)

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,31	-

Tableau A1-14 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les personnes allant à la base de loisirs sur le site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Groupe de référence : Base de loisirs sur le site (enfants)

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Féquilibre_ext (villages)	-	-	-
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,2	-

Tableau A1-15 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les personnes allant à la base de loisirs sur le site dans le scénario de perte d'intégrité de la couverture

Remarque : le facteur 2,2 d'augmentation de la dose inhalation poussières est une moyenne des facteurs obtenus pour les enfants de 2 à 17 ans.

Scénario de résidence sur stockage avec couverture

Groupe de référence : Retraités habitant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,14	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,59	-	-
Flux Rn relatif sortant dalle fissurée *	Part intérieure : 1,67 Part extérieure : 1	-	-
Taux renouvellement air cave	1,84	-	-
Hauteur cave	1,17	-	1,05
Régime alimentaire		-	-
Temps d'exposition	1,03	-	1,05
Absence de 1 ^{er} étage	-	-	1,24

Tableau A1-16 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les retraités habitant sur le site dans le scénario de résidence sur stockage avec couverture

* le coefficient global multiplicatif sera évalué au cas par cas dans les notes dédiées aux sites.

Remarque : la dose inhalation poussières est négligée dans le cas du scénario de résidence sur stockage avec couverture, d'où l'absence de facteur correctif pour la dose inhalation poussières.

Groupe de référence : Enfants de 2 à 7 ans habitant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,14	-	-
Coefficient diffusion stériles	1,56	-	-
Flux Rn relatif sortant dalle fissurée	Part intérieure : 1,67 Part extérieure : 1	-	-
Taux renouvellement air cave	1,92	-	-
Hauteur cave	1,19	-	1,05
Régime alimentaire		-	-
Temps d'exposition	1,22	-	1,23
Absence de 1 ^{er} étage	-	-	1,45

Tableau A1-17 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants habitant sur le site dans le scénario de résidence sur stockage avec couverture

Scénario de terrassement d'une route

Groupe de référence : Travailleurs sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	1,19	-

Tableau A1-18 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les travailleurs creusant sur le site dans le scénario de terrassement d'une route

Remarque : les doses ingestion et externe induite par le dépôt d'eau ne sont pas étudiées pour le travailleur de chantier.

Scénario de jeux d'enfants

Groupe de référence : Enfants de 7 à 12 ans jouant sur les tas excavés (sur le site)

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
FCD inhalation	-	2,21	-

Tableau A1-19 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants jouant sur le site dans le scénario de jeux d'enfants

Scénario de résidence sur stockage sans couverture

Groupe de référence : Retraités habitant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
Flux Rn relatif sortant dalle fissurée	Part intérieure : 1,67 Part extérieure : 1	-	-
Taux renouvellement air cave	1,71	-	-
Hauteur cave	1,24	-	1,05
Empoussière - ment jardin	-	25	-
FCD inhalation	-	2,31	-
Régime alimentaire		-	-
Temps d'exposition	1,03	1,03	1,05
Absence de 1 ^{er} étage	-	-	1,24

Tableau A1-20 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les retraités habitant sur le site dans le scénario de résidence sur stockage sans couverture

Groupe de référence : Enfants de 2 à 7 ans habitant sur le site

Doses \ Paramètres	Inhalation Radon	Inhalation poussières	Externe (site)
Facteur d'émanation sédiments	5	-	-
Coefficient diffusion sédiments	1,41	-	-
Flux Rn relatif sortant dalle fissurée	Part intérieure : 1,67 Part extérieure : 1	-	-
Taux renouvellement air cave	1,85	-	-
Hauteur cave	1,29	-	1,05
Empoussièr - ment jardin	-	25	-
FCD inhalation	-	2,19	-
Régime alimentaire		-	-
Temps d'exposition	1,22	1,22	1,23
Absence de 1 ^{er} étage	-	-	1,45

Tableau A1-21 : Facteur correctif par voie d'exposition pour les enfants habitant sur le site dans le scénario de résidence sur stockage sans couverture

SGN	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100845	00	0001	B	
CLIENT						

ANNEXE 2

Les tableaux suivants représentent la répartition des fréquences pour les 3 classes de stabilité de Doury (DN, DNpluie, DF) en fonction de la vitesse du vent pour les différents secteurs qui constituent la météorologie 2006.

1^{er} tableau : Fréquences pour la stabilité DN en fonction de la vitesse du vent pour les différents secteurs pour la météo 2006

2nd tableau : Fréquences pour la stabilité DNp (pluie) en fonction de la vitesse du vent pour les différents secteurs pour la météo 2006

3^{ème} tableau : Fréquences pour la stabilité DF en fonction de la vitesse du vent pour les différents secteurs pour la météo 2006

Secteur (°)	Vitesse du vent (m.s ⁻¹)												
	≤ 1	]1, 2]	]2, 3]	]3, 4]	]4, 5]	]5, 6]	]6, 7]	]7, 8]	]8, 9]	]9, 10]	]10, 11]	]11, 12]	> 12
0	2,79	4,07	7,21	4,65	1,98	0,70	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	1,74	5,23	9,18	6,62	3,95	1,05	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
40	2,09	6,51	6,97	7,44	6,97	3,72	1,05	0,46	0,12	0,12	0,12	0,00	0,00
60	5,23	9,41	5,70	5,00	9,07	5,00	2,67	2,44	0,93	0,46	0,12	0,12	0,00
80	5,00	7,79	6,39	6,62	12,44	13,83	6,74	1,74	0,70	0,12	0,23	0,00	0,00
100	5,81	9,07	6,04	3,14	2,79	2,79	1,86	0,81	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
120	6,62	7,67	5,70	1,16	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
140	3,72	6,16	6,86	5,46	2,21	0,23	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
160	2,44	6,74	8,14	6,86	6,04	3,49	1,16	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
180	2,67	5,46	9,07	7,21	7,44	5,11	3,02	2,91	1,86	0,93	0,00	0,00	0,00
200	2,21	4,18	6,28	6,97	8,60	6,97	3,72	1,39	0,35	0,12	0,00	0,00	0,00
220	1,16	3,95	5,11	5,23	5,46	5,46	2,56	1,74	0,81	0,35	0,12	0,12	0,00
240	1,28	3,37	5,70	5,35	5,93	3,25	2,44	1,51	1,16	0,46	0,00	0,00	0,00
260	1,86	4,30	7,90	5,81	3,60	3,25	1,51	0,81	0,35	0,12	0,00	0,00	0,00
280	1,98	5,81	7,21	7,32	3,84	2,67	0,70	0,46	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00
300	1,98	6,51	7,21	5,93	3,37	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
320	2,09	4,88	4,77	3,02	1,98	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
340	2,91	4,07	4,53	3,37	1,63	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Secteur (°)	Vitesse du vent (m.s ⁻¹)												
	≤ 1	] 1, 2]	] 2, 3]	] 3, 4]	] 4, 5]	] 5, 6]	] 6, 7]	] 7, 8]	] 8, 9]	] 9, 10]	] 10, 11]	] 11, 12]	> 12
0	0,00	0,23	0,58	0,12	0,46	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,70	0,58	0,46	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	0,12	0,23	0,35	0,35	0,12	0,35	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	0,46	0,58	0,12	0,23	0,12	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00
80	0,00	0,35	0,35	0,35	0,12	0,23	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	0,35	0,58	0,23	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
120	0,23	0,12	0,35	0,12	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
140	0,46	0,35	0,81	0,46	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
160	0,46	0,35	0,93	0,93	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
180	0,12	0,58	1,39	0,58	0,81	0,00	0,12	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,12	0,46	1,51	1,51	1,63	1,16	0,93	0,58	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00
220	0,23	0,81	0,70	0,46	2,67	1,39	2,21	1,74	1,05	0,23	0,12	0,00	0,12
240	0,12	0,70	1,39	1,05	2,09	1,39	1,74	0,93	0,70	0,70	0,46	0,00	0,00
260	0,00	0,70	1,63	1,74	3,25	2,44	1,28	1,28	0,35	0,23	0,12	0,00	0,00
280	0,12	1,05	1,28	1,16	1,39	0,93	0,70	0,46	0,35	0,12	0,00	0,00	0,00
300	0,12	0,35	0,35	1,28	1,39	0,58	0,58	0,12	0,23	0,00	0,12	0,00	0,00
320	0,12	0,12	0,58	0,70	0,23	0,35	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
340	0,35	0,12	0,58	0,46	0,12	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Secteur (°)	Vitesse du vent (m.s ⁻¹)												
	≤ 1	] 1, 2]	] 2, 3]	] 3, 4]	] 4, 5]	] 5, 6]	] 6, 7]	] 7, 8]	] 8, 9]	] 9, 10]	] 10, 11]	] 11, 12]	> 12
0	2,44	6,04	8,48	1,86	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	2,21	7,90	10,00	5,46	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40	2,67	7,32	7,79	5,46	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60	5,00	12,20	12,67	8,37	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80	5,70	7,32	7,55	7,09	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	4,53	5,11	3,84	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
120	3,02	5,46	2,79	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
140	3,25	5,46	5,58	3,72	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
160	2,91	4,77	5,35	3,02	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
180	2,56	3,84	4,77	3,95	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	1,98	2,91	3,72	3,02	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
220	1,16	1,28	3,02	3,02	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
240	1,16	3,49	5,70	3,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
260	2,56	7,21	5,23	4,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
280	3,37	9,07	6,39	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
300	1,98	6,97	9,88	4,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
320	1,63	6,97	6,74	2,21	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
340	0,93	6,28	4,30	1,51	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00