



LAeq-4h_S-ISO_2m_B



INFORMATIONS

Période jour (moyenne sur 4h00)

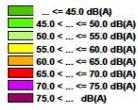
Récepteurs :
- Indice LAeq en dB(A)

Surfaces isophones :
- par pas de 5 dB
- hauteur 2 m
- Indice LAeq en dB(A)

Sources de bruit :
- VL : LwA = 95 dB(A)
- PL : LwA = 105 dB(A)
- Benne : LwA = 105 dB(A)
- Broyeur : LwA = 110 dB(A)

Activités :
- VL : 50 VL/h sur 8h30
- PL : 8 PL/jour sur 10h00
- Benne : 4 levages/jour sur 20 min
- Broyeur : à l'arrêt

LEGENDE

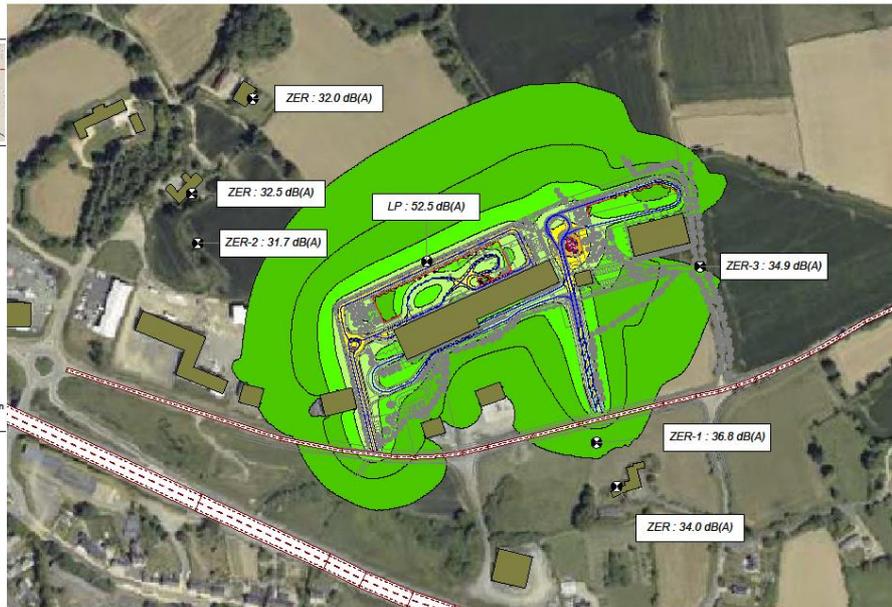


Cadna A

Simulation CadnaA V4.3 du groupe ACDEM



Objèterie & plateforme bois énergie Zone d'activité du Buhulien - Commune de Lannion (22)



Edition : décembre 2013
BET Acoustique BSEC
9, rue de Gavrins - 35310 Chavagne
acoustique-bsec@orange.fr



LAeq-4h_S-ISO_3m_B



INFORMATIONS

Période jour (moyenne sur 4h00)

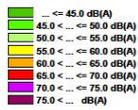
Récepteurs :
- Indice LAeq en dB(A)

Surfaces isophones :
- par pas de 5 dB
- hauteur 3 m
- Indice LAeq en dB(A)

Sources de bruit :
- VL : LwA = 95 dB(A)
- PL : LwA = 105 dB(A)
- Benne : LwA = 105 dB(A)
- Broyeur : LwA = 110 dB(A)

Activités :
- VL : 50 VL/h sur 8h30
- PL : 8 PL/jour sur 10h00
- Benne : 4 levages/jour sur 20 min
- Broyeur : à l'arrêt

LEGENDE



Cadna A

Simulation CadnaA V4.3 du groupe ACDEM



Edition : décembre 2013
BET Acoustique BSEC
9, rue de Gavrins - 35310 Chavagne
acoustique-bsec@orange.fr



L'Aeq-Inst_L-ISO_2m_A



INFORMATIONS
 Période jour (exploitation sur 1h00)
 Config. 1 & Traitement A

Récepteurs :
 - Indice LAeq en dB(A)

Lignes isophones :
 - par pas de 1 dB
 - hauteur 2 m
 - Indice LAeq en dB(A)

Sources de bruit :
 - VL : LwA = 95 dB(A)
 - PL : LwA = 105 dB(A)
 - Benne : LwA = 105 dB(A)
 - Broyeur : LwA = 119 dB(A)

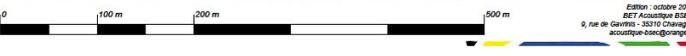
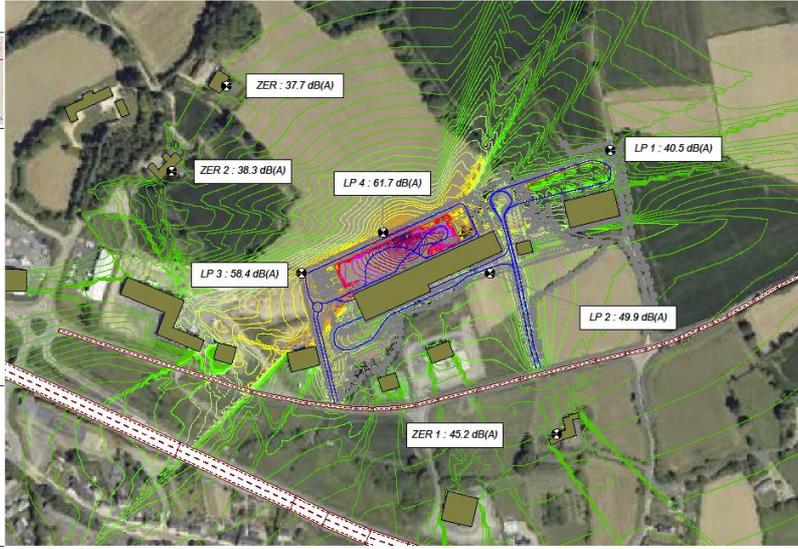
Activités :
 - VL : 50 VL/h sur 8h30
 - PL : 8 PL/jour sur 10h00
 - Benne : aucun levage
 - Broyeur : 90 min/jour

LEGENDE

≤ 45.0	≤ 45.0 dB(A)
45.0 < ... ≤ 50.0	45.0 < ... ≤ 50.0 dB(A)
50.0 < ... ≤ 55.0	50.0 < ... ≤ 55.0 dB(A)
55.0 < ... ≤ 60.0	55.0 < ... ≤ 60.0 dB(A)
60.0 < ... ≤ 65.0	60.0 < ... ≤ 65.0 dB(A)
65.0 < ... ≤ 70.0	65.0 < ... ≤ 70.0 dB(A)
70.0 < ... ≤ 75.0	70.0 < ... ≤ 75.0 dB(A)
75.0 < ...	75.0 < ... dB(A)

Cadna A[®]
 Simulation CadnaA V4.4 du groupe ACOEM

Objèterie & plateforme bois-énergie
Zone d'activité du Buhulien - Commune de Lannion (22)



Edition : octobre 2014
 BET Acoustique BSEC
 9, rue de Gavrins - 35310 Changé
 acoustique-bsec@orange.fr



L'Aeq-Inst_L-ISO_2m_B



INFORMATIONS
 Période jour (exploitation sur 1h00)
 Config. 1 & Traitement B

Récepteurs :
 - Indice LAeq en dB(A)

Lignes isophones :
 - par pas de 1 dB
 - hauteur 2 m
 - Indice LAeq en dB(A)

Sources de bruit :
 - VL : LwA = 95 dB(A)
 - PL : LwA = 105 dB(A)
 - Benne : LwA = 105 dB(A)
 - Broyeur : LwA = 119 dB(A)

Activités :
 - VL : 50 VL/h sur 8h30
 - PL : 8 PL/jour sur 10h00
 - Benne : aucun levage
 - Broyeur : 90 min/jour

LEGENDE

≤ 45.0	≤ 45.0 dB(A)
45.0 < ... ≤ 50.0	45.0 < ... ≤ 50.0 dB(A)
50.0 < ... ≤ 55.0	50.0 < ... ≤ 55.0 dB(A)
55.0 < ... ≤ 60.0	55.0 < ... ≤ 60.0 dB(A)
60.0 < ... ≤ 65.0	60.0 < ... ≤ 65.0 dB(A)
65.0 < ... ≤ 70.0	65.0 < ... ≤ 70.0 dB(A)
70.0 < ... ≤ 75.0	70.0 < ... ≤ 75.0 dB(A)
75.0 < ...	75.0 < ... dB(A)

Cadna A[®]
 Simulation CadnaA V4.4 du groupe ACOEM

Objèterie & plateforme bois-énergie
Zone d'activité du Buhulien - Commune de Lannion (22)



Edition : octobre 2014
 BET Acoustique BSEC
 9, rue de Gavrins - 35310 Changé
 acoustique-bsec@orange.fr

GIRUS
L'Aeq-4h_L-ISO_2m_A

INFORMATIONS
Période jour (moyenne sur 4h00)
Config. 1 & Traitement A

Récepteurs :
- Indice LAeq en dB(A)

Lignes isophones :
- par pas de 1 dB
- hauteur 2 m
- Indice LAeq en dB(A)

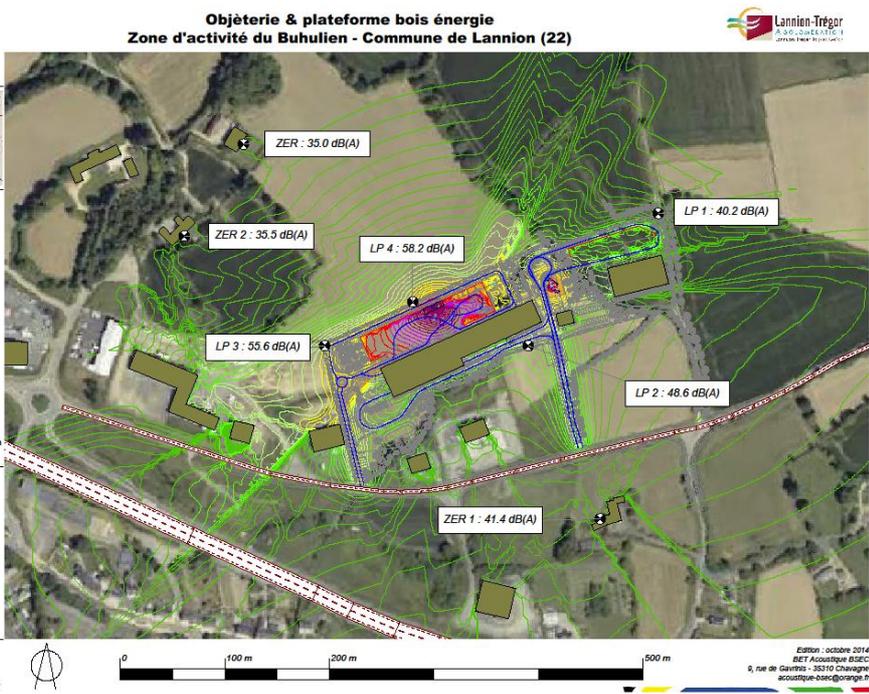
Sources de bruit :
- VL : LwA = 95 dB(A)
- PL : LwA = 105 dB(A)
- Benne : LwA = 105 dB(A)
- Broyeur : LwA = 110 dB(A)

Activités :
- VL : 50 VL/h sur 8h30
- PL : 8 PL/jour sur 10h00
- Benne : 4 levages/jour sur 20 min
- Broyeur : 90 min/jour

LEGENDE

...	≤ 45.0 dB(A)
...	45.0 < ... ≤ 50.0 dB(A)
...	50.0 < ... ≤ 55.0 dB(A)
...	55.0 < ... ≤ 60.0 dB(A)
...	60.0 < ... ≤ 65.0 dB(A)
...	65.0 < ... ≤ 70.0 dB(A)
...	70.0 < ... ≤ 75.0 dB(A)
...	75.0 < ... dB(A)

Cadna A[®]
Simulation CadnaA V4.4 du groupe ACDEM



GIRUS
L'Aeq-4h_L-ISO_2m_B

INFORMATIONS
Période jour (moyenne sur 4h00)
Config. 1 & Traitement B

Récepteurs :
- Indice LAeq en dB(A)

Lignes isophones :
- par pas de 1 dB
- hauteur 2 m
- Indice LAeq en dB(A)

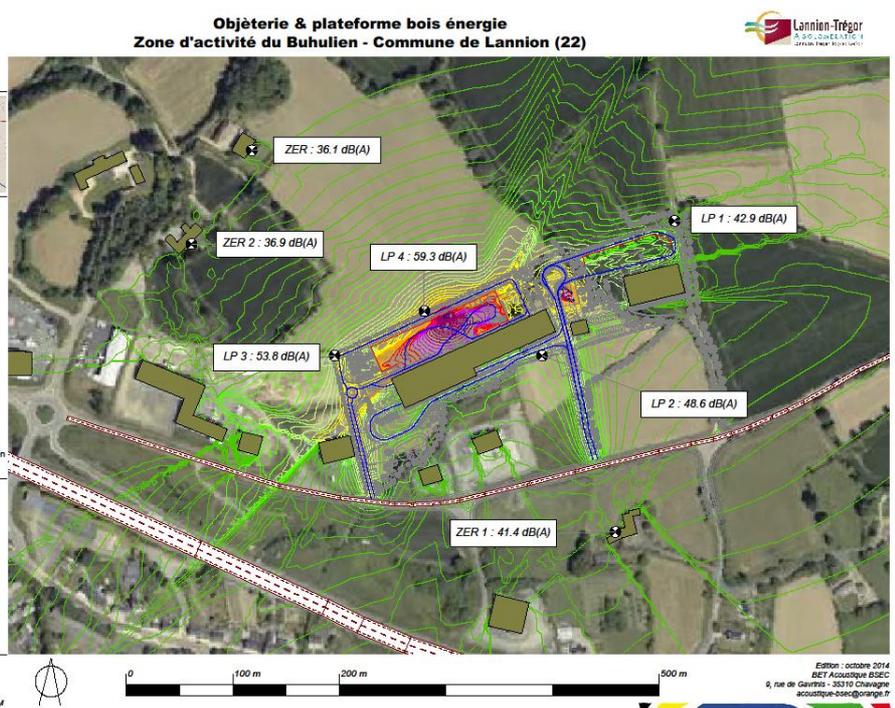
Sources de bruit :
- VL : LwA = 95 dB(A)
- PL : LwA = 105 dB(A)
- Benne : LwA = 105 dB(A)
- Broyeur : LwA = 110 dB(A)

Activités :
- VL : 50 VL/h sur 8h30
- PL : 8 PL/jour sur 10h00
- Benne : 4 levages/jour sur 20 min
- Broyeur : 90 min/jour

LEGENDE

...	≤ 45.0 dB(A)
...	45.0 < ... ≤ 50.0 dB(A)
...	50.0 < ... ≤ 55.0 dB(A)
...	55.0 < ... ≤ 60.0 dB(A)
...	60.0 < ... ≤ 65.0 dB(A)
...	65.0 < ... ≤ 70.0 dB(A)
...	70.0 < ... ≤ 75.0 dB(A)
...	75.0 < ... dB(A)

Cadna A[®]
Simulation CadnaA V4.4 du groupe ACDEM



GIRUS
L'Aeq-15h_L-Iso_2m_A

INFORMATIONS
Période jour (7h00/22h00)
Config. 1 & Traitement A

Récepteurs :
- Indice LAeq en dB(A)

Surfaces Isophones :
- par pas de 1 dB
- hauteur 2 m
- Indice LAeq en dB(A)

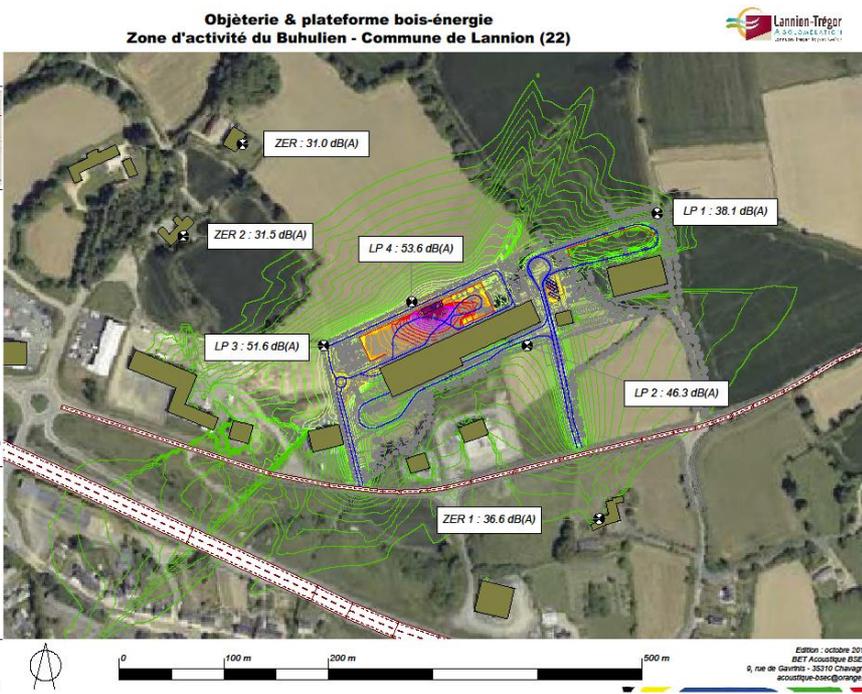
Sources de bruit :
- VL : LwA = 95 dB(A)
- PL : LwA = 105 dB(A)
- Benne : LwA = 105 dB(A)
- Broyeur : LwA = 110 dB(A)

Activités :
- VL : 50 VL/h sur 8h30
- PL : 8 PL/jour sur 10h00
- Benne : 4 levages/jour sur 20 min
- Broyeur : 90 min/jour

LEGENDE

...	<= 45.0 dB(A)
...	45.0 < ... <= 50.0 dB(A)
...	50.0 < ... <= 55.0 dB(A)
...	55.0 < ... <= 60.0 dB(A)
...	60.0 < ... <= 65.0 dB(A)
...	65.0 < ... <= 70.0 dB(A)
...	70.0 < ... <= 75.0 dB(A)
...	75.0 < ... dB(A)

Cadna A[®]
Simulation CadnaA V4.4 du groupe ACCEM



GIRUS
L'Aeq-15h_L-Iso_2m_B

INFORMATIONS
Période jour (7h00/22h00)
Config. 1 & Traitement B

Récepteurs :
- Indice LAeq en dB(A)

Surfaces Isophones :
- par pas de 1 dB
- hauteur 2 m
- Indice LAeq en dB(A)

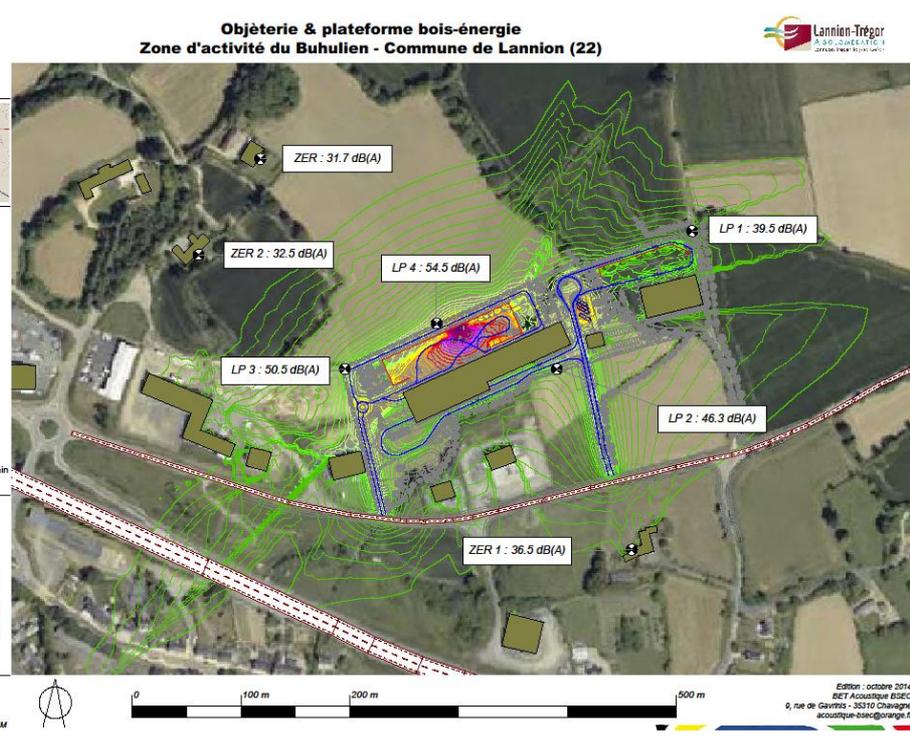
Sources de bruit :
- VL : LwA = 95 dB(A)
- PL : LwA = 105 dB(A)
- Benne : LwA = 105 dB(A)
- Broyeur : LwA = 110 dB(A)

Activités :
- VL : 50 VL/h sur 8h30
- PL : 8 PL/jour sur 10h00
- Benne : 4 levages/jour sur 20 min
- Broyeur : 90 min/jour

LEGENDE

...	<= 45.0 dB(A)
...	45.0 < ... <= 50.0 dB(A)
...	50.0 < ... <= 55.0 dB(A)
...	55.0 < ... <= 60.0 dB(A)
...	60.0 < ... <= 65.0 dB(A)
...	65.0 < ... <= 70.0 dB(A)
...	70.0 < ... <= 75.0 dB(A)
...	75.0 < ... dB(A)

Cadna A[®]
Simulation CadnaA V4.4 du groupe ACCEM



ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE

Objèterie et plateforme de stockage de bois-énergie

Lannion-Trégor Agglomération ZA du Buhulien, LANNION

*Edition du 3 décembre 2013
Mikaël PIBOULEAU
07.88.45.27.57 / acoustique-bsec@orange.fr*

Siège social : SAS Acoustique BSEC - 9, rue de Gavrinis - 35310 Chavagne || SAS au capital de 30 000 €
752 835 371 RCS Rennes || Code NAF : 7112B

Sommaire

1. CONTEXTE-PRESENTATION	3
1.1 REGLEMENTATION	3
1.2 ETAT INITIAL.....	3
2. MODELISATION	4
2.1 CADNAA [®]	4
2.2 METHODOLOGIE	4
2.3 HYPOTHESES ET CALCULS	5
2.3.1 Véhicules type VL et PL.....	5
2.3.2 Broyeur de déchets verts	6
2.3.3 Activité(s) annexe(s).....	6
2.3.4 Calculs et généralités.....	6
3. RESULTATS ET EMERGENCES	7
3.1 MOYENNE SUR LA PERIODE JOUR DE 7H00 A 22H00.....	7
3.2 SUR LA PERIODE D'EXPLOITATION	7
3.3 BRUIT MAXIMUM.....	8
3.4 LIMITE DE L'ETUDE	8
3.5 CARTOGRAPHES ET ANNEXES.....	8
4. REFERENTIEL	10

1. CONTEXTE-PRESENTATION

Dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploitation de l'objèterie et de la plateforme bois-énergie de Lannion (ZA du Buhulien), la présente étude acoustique a pour but de présenter les émergences probables liées à l'activité du site à terme.

1.1 Réglementation

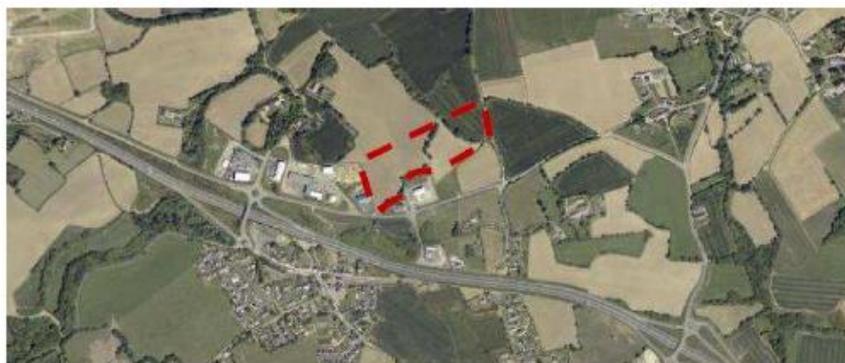
Arrêté du 23 janvier 1997, relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement :

- En Zones à Emergence Réglementée :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'établissement	Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures ainsi que les dimanches et jours fériés
Sup à 35 dB(A) et inf ou égal à 45 dB (A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

- En Limite de Propriété :

Les niveaux sonores en exploitation, engendrés par l'exploitation de la déchetterie ne devront pas dépasser 70 dB(A) en période diurne (de 7h00 à 22h00) et 65 dB(A) en période nocturne (de 22h00 à 7h00).



Localisation du site

1.2 Etat initial

Une étude de l'état initial (type caractérisation du bruit résiduel) a été réalisée courant septembre 2013 sur une journée. Les valeurs du bruit résiduel, indice L_{50} , retenues sont :

Point	L_{50} moyen en dB(A)
LP	44,0
ZER 1	46,0
ZER 2	41,0
ZER 3	41,0



Localisation des mesures

Représentativité des mesures :

Les mesures ont été réalisées par vent modéré à fort, de 2 à 5 m/s mi-septembre 2013.

L'écart type, « σ » constaté le jour des mesures varie de 3 à 5 dB. En considérant une répartition gaussienne du bruit, 68% des valeurs seront situées dans un intervalle à $\pm 1 \sigma$ des valeurs moyennes ci-avant (95% dans un intervalle $\pm 1,96 \sigma$).

2. MODELISATION

2.1 CadnaA®

Modélisation réalisée sous le logiciel CadnaA® V4.3 commercialisé par la société 01 dB Metravib du groupe ACOEM et conçu par la société DATAKUSTIK. CadnaA® est un logiciel de prévision des niveaux sonores en 3 dimensions et en milieu extérieur avec l'intégration des effets météorologiques. Les calculs présentés ci-après prennent en compte les recommandations des normes ISO 9613-1 et 9613-2 :

- ISO 9613-1 : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre, calcul de l'absorption atmosphérique ;
- ISO 9613-2 : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre, méthode générale de calcul.

2.2 Méthodologie

Importation d'un fond de plan au format DXF/DWG géo-référencé.

A partir de ce fond de plan, est généré :

- Les bâtiments du site ;
- Les enceintes et murs divers ;
- Les parcours des véhicules ou sources de bruit mobiles.

A partir du géo-référencement, est généré :

- Les bâtiments à proximité (avec distinction suivant la destination des bâtiments) ;
- L'importation de photo(s) aérienne(s) ;
- Autres éléments divers influençant la propagation sonore.

Sources d'informations complémentaires :

- Document de présentation « A20880_02_PP_V2_OCTOBRE_2013 » de la société GIRUS ;
- Guide du bruit des transports terrestres pour l'émission sonore des véhicules (VL et PL) ;
- Société « HANTSCH » pour les données d'émission sonore du broyeur type WILLIBALD SR5000 ;
- Base de données interne pour éléments complémentaires (levage d'une benne, engins de chantier, etc.).

2.3 Hypothèses et calculs

2.3.1 Véhicules type VL et PL

Puissance acoustique

Vitesse retenue sur site variant de 20 à 50 km/h. Puissance acoustique des véhicules harmonisée à :

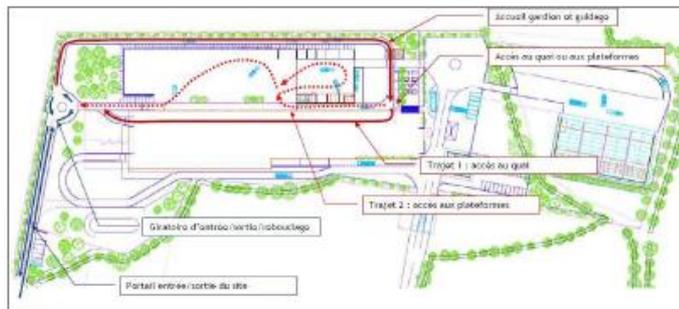
- 95 dB(A) pour les VL ;
- 105 dB(A) pour les PL.

Trafic et affluence

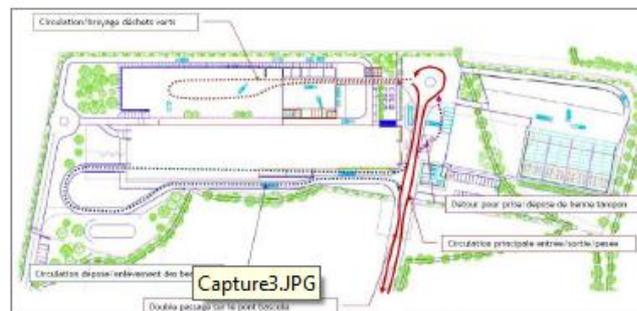
Conformément aux hypothèses de GIRUS :

- Concernant la fréquentation de usagers, un débit moyen à terme de 50 VL/h sur les horaires d'ouverture soit 9h00/12h00 et 13h30/19h00 ;
- Trafic moyen de 8 PL/jour pour les exploitants du site.

Circulation et trajet sur site



Circulation des usagers



Circulation des exploitants

2.3.2 Broyeur de déchets verts

Broyeur type WILLIBALD SR5000

- Emission sonore en pleine charge et à 16 m du broyeur : $81,5 \text{ dB(A)}$ (source : société « HANTSCH ») ;
- Puissance acoustique retenue : $L_{wA} = 119 \text{ dB(A)}$;
- Activité limitée à 3 heures maximum par semaine ou 90 minutes par jour sur 2 jours par semaine. Fonctionnement aux alentours de 11h30/12h00 ;
- Simulation et modélisation par approche d'une source surfacique située à environ 1,50 m au dessus du sol. Dimensions de la source surfacique : $S = 10 \text{ m}^2$ (5m x 2m).

2.3.3 Activité(s) annexe(s)

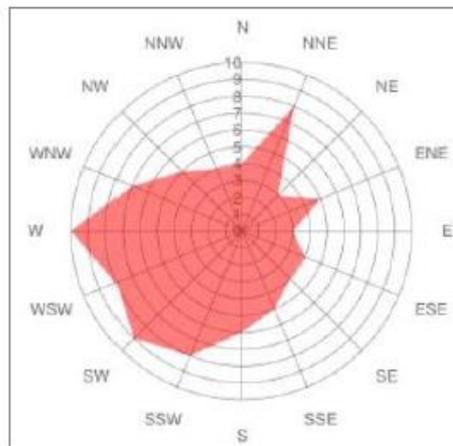
« Prise » d'une benne

Suivant les hypothèses de GIRUS, est retenue la prise ou le levage *in situ* de 4 bennes par des camions type PL :

- Puissance acoustique retenue : $L_{wA} = 105 \text{ dB(A)}$;
- Activité estimée à 5 minutes par action de levage d'une benne soit 20 minutes par jour ;
- Simulation et modélisation par approche d'une source surfacique située à environ 1,50 m au dessus du sol. Dimensions de la source surfacique : $S = 28 \text{ m}^2$ (2.5m x 11m).

2.3.4 Calculs et généralités

- Norme de calcul : ISO 9613 ;
- Les bâtiments et obstacles sont considérés comme réfléchissants. Perte de 1 dB par réflexion ;
- Période jour : 7h00 à 22h00 ;
- Indice calculé : L_{Aeq} ;
- Sources de bruit : Puissance acoustique, durée d'activité et trajet/circulation suivant les hypothèses ci-avant ;
- Météorologie suivant les données moyennes annuelles :



Moyenne annuelle - Lannion Aéroport (sources : Windfinder/InfoClimat/MétéoFrance)

3. RESULTATS ET EMERGENCES

Définitions :

- **L'émergence** : c'est la différence arithmétique entre le bruit ambiant et le bruit particulier ;
- **Le bruit ambiant** : c'est le bruit toutes sources de bruit confondues, avec le bruit particulier en cause ou objet de l'étude ; ici l'activité de l'ICPE/Objèterie (ou les bruits principaux) ;
- **Le bruit particulier** : Bruit unique de l'ICPE/Objèterie déterminé sous CadnaA® ;
- **Le bruit résiduel** : c'est le bruit toutes sources de bruit confondues, sans le bruit particulier en cause ou objet de l'étude ; l'ICPE/Objèterie est à l'arrêt ou en activité réduite (sans le bruit des équipements) ;
- **Les périodes** : la période réglementaire diurne est définie de 7h00 à 22h00. La période nocturne s'étend de 22h00 à 7h00.

3.1 Moyenne sur la période jour de 7h00 à 22h00

Indice LAeq résultant de l'activité de l'objèterie (suivant horaires d'ouverture et d'exploitation) et moyenné sur la période jour totale (de 7h00 à 22h00) :

	Bruit résiduel	Bruit particulier		Bruit ambiant		Émergence	
		A	B	A	B	A	B
ZER 1	46,0	36,5	35,0	46,5	46,5	0,5	< 1,0
ZER 2	41,0	37,0	29,0	42,5	41,5	1,5	< 1,0
ZER 3	41,0	37,5	33,0	42,5	41,5	1,5	< 1,0

A : avec broyeur WILLIBALD SR500 en fonctionnement pendant 90 min et 4 lavages de benne

B : broyeur à l'arrêt et 4 lavages de benne

Niveau en limite de propriété (configuration A) : 57,5 dB(A) (inférieur à 70 dB(A)).

- ❖ Les valeurs seuil relatives aux émergences fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997 sont respectées.

3.2 Sur la période d'exploitation

Indice LAeq résultant de l'activité de l'objèterie (suivant horaires d'ouverture et d'exploitation) et moyenné sur une période d'exploitation type d'une demie journée (4h00) :

	Bruit résiduel	Bruit particulier		Bruit ambiant		Émergence	
		A	B	A	B	A	B
ZER 1	46,0	40,5	37,0	47,0	46,5	1,0	< 1,0
ZER 2	41,0	42,0	35,0	44,5	41,5	3,5	1,0
ZER 3	41,0	42,5	31,5	45,0	41,5	4,0	< 1,0

A : avec broyeur WILLIBALD SR500 en fonctionnement pendant 90 min et 2 lavages de benne

B : broyeur à l'arrêt et 2 lavages de benne

Niveau en limite de propriété (configuration A) : 62,5 dB(A) (inférieur à 70 dB(A)).

- ❖ Les valeurs seuil relatives aux émergences fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997 sont respectées.

3.3 Bruit maximum

Bruit maximum perceptible représentatif à un instant « t » correspondant à l'impact du fonctionnement du broyeur WILLIBALD SR5000 (sans levage de benne) :

	Bruit résiduel	Bruit particulier	Bruit ambiant	Emergence
ZER 1	46,0	43,0	48,0	2,0
ZER 2	41,0	46,0	47,0	6,0
ZER 3	41,0	46,0	47,0	6,0

Niveau en limite de propriété : 66,5 dB(A) (inférieur à 70 dB(A)).

- ❖ En configuration maximale d'exploitation (broyeur WILLIBALD en fonctionnement), les valeurs seuil fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997 sont atteintes. Toutefois, les faibles dépassements prévisionnels pour cette configuration ne permettent pas de conclure pour au moins trois raisons :
 1. Cette configuration d'exploitation n'est pas représentative de l'activité moyenne envisageable à terme. Durée d'exploitation du site : 52h45 par semaine. Durée de fonctionnement du broyeur : 3h00 par semaine, soit moins de 6% du temps ;
 2. Un dépassement prévisionnel de l'ordre de 1 dB est en dessous de la marge d'erreur du modèle CadnaA pour la détermination du bruit particulier ;
 3. Un dépassement prévisionnel de l'ordre de 1 dB est en dessous de l'écart type constaté lors des mesures de bruit résiduel.

3.4 Limite de l'étude

Pour des raisons de faisabilité technique les bruits d'impact ou impulsionnel ne sont pas modélisés. Est considéré comme bruit d'impact, les bruits :

- Provenant des chutes de matériaux d'une benne ou d'une remorque ;
- Provenant de l'activité manuelle propre au chargement ou au déchargement ;
- Provenant des systèmes de communication par voie acoustique comme mentionné à l'article 4 de l'arrêté du 23 janvier 1997 (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc.) ;
- Les comportements anormaux et/ou excessifs des usagers et des véhicules (excès de vitesse, rapport de boîte inadapté, régime-moteur anormalement élevé, etc.) ;
- ...

Les émergences prévisionnelles calculées sont fonction :

1. De la précision du modèle informatique CadnaA® ;
2. De la représentativité des bruits résiduels.

3.5 Cartographies et annexes

Présentation des résultats en indice LAeq sur points récepteurs (à 1,80 m de hauteur) et sous forme de plages isophones (à 2 et 5 m de hauteur).

Indice carte : LAeq-X_Y-Iso-Zm_#

- LAeq : Indice calculé
- X : période de moyennage de l'indice LAeq sur différentes périodes ; 15h pour la période jour / 4h pour une période d'exploitation représentative d'une demie journée / Inst pour une période représentative d'un instant « t » inférieure à 1 heure (pour l'impact du broyeur)
- Y-Iso : S-Iso pour Surfaces Isophones / L-Iso pour Lignes Isophones
- Zm : 5m pour une cartographie couleur à 5 m de hauteur / 2m pour une cartographie couleur à 2 m de hauteur
- # : A pour la configuration A (broyeur en marche) / B pour la configuration B (broyeur à l'arrêt)

Annexes

Cartographies couleur format PDF A3 :

- LAeq-15h_S-Iso_2m_A
- LAeq-15h_L-Iso_2m_A
- LAeq-15h_S-Iso_2m_B
- LAeq-15h_L-Iso_2m_B
- LAeq-15h_S-Iso_5m_A
- LAeq-15h_L-Iso_5m_A
- LAeq-15h_S-Iso_5m_B
- LAeq-15h_L-Iso_5m_B

- LAeq-4h_S-Iso_2m_A
- LAeq-4h_L-Iso_2m_A
- LAeq-4h_S-Iso_2m_B
- LAeq-4h_L-Iso_2m_B
- LAeq-4h_S-Iso_5m_A
- LAeq-4h_L-Iso_5m_A
- LAeq-4h_S-Iso_5m_B
- LAeq-4h_L-Iso_5m_B

- LAeq-Inst_S-Iso_2m_A
- LAeq-Inst_L-Iso_2m_A
- LAeq-Inst_S-Iso_5m_A
- LAeq-Inst_L-Iso_5m_A

4. REFERENTIEL

Réglementation et Normes

Texte	Thématique
Loi n°92-1444	Relative à la lutte contre le bruit du 31 décembre 1992 et à ses décrets d'application.
Arrêté du 23 janvier 1997	Relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.
ISO 9613-1 & 2	Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre (parties 1 & 2) 1996.
NF S 31-130	Cartographie du bruit en milieu extérieur (cartes et représentations graphiques) 1997.
NF S 31-133	Bruit dans l'environnement et calcul des niveaux sonores 2011.

Matériel utilisé

Appellation	Désignation
CadnaA V4.3	Logiciel de simulation acoustique en milieu extérieur commercialisé par le groupe « ACOEM » et conçu par « DATAKUSTIK »

Glossaire acoustique

Terme	Symbole	Définition
Décibel	dB	Expression de la mesure d'un niveau sonore sans dimension exprimant le rapport logarithmique de deux pressions.
Décibel Pondéré A	dB(A)	Pondération ou filtre fréquentiel à appliquer pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille.
Niveau sonore pondéré A	L_{Aeq}	Niveau de pression acoustique moyenné sur une durée « t » et pondéré A (en dB(A)).
Ligne isophone	-	Ligne d'égal niveau sonore exprimée en dB(A). Assimilable aux isobares en météorologie, pour les lignes d'égal pression atmosphérique.
Surface isophone	-	Plage de valeur de niveau sonore (donnée généralement par pas de 5 dB) limitée par deux isophones de valeurs constantes.
Indice statistique ou indice fractile	L_{50}	Niveau sonore en dB(A) atteint ou dépassé pendant 50% du temps.
Bandes d'octave	1/1	Les bandes d'octave sont des paquets de fréquences permettant l'analyse d'un bruit ou d'un son. L'octave est l'intervalle entre deux fréquences telles que l'une est le double de l'autre. Par exemple l'intervalle 125/250 Hz.

NOTE ACOUSTIQUE COMPLEMENTAIRE

Objèterie et plateforme de stockage
de bois-énergie

Lannion-Trégor Agglomération
ZA du Buhulien - LANNION

*Edition du 15 octobre 2014
Mesures réalisées le 2 octobre 2014
Acoustique BSEC
9, rue de Gavrinis - 35310 CHAVAGNE
Tél : 07.88.45.27.57 / Fax : 09.70.06.39.12
acoustique-bsec@orange.fr
Réf : 022-0814-003*

Siège social : SAS Acoustique BSEC – 9, rue de Gavrinis – 35310 Chavagne || SAS au capital de 30 000 €
752 835 371 RCS Rennes || Code NAF : 7112B

SOMMAIRE

1. CONTEXTE-PRESENTATION	3
1.1 RÉGLEMENTATION	3
1.2 AMBIANCE SONORE INITIALE	5
1.2.1 <i>Septembre 2013</i>	5
1.2.2 <i>Octobre 2014</i>	5
1.3 OCCUPATION DU SITE ET PLU	7
2. MODELISATION	8
2.1 CADNAA®	8
2.2 PRINCIPE - MÉTHODOLOGIE	8
2.3 HYPOTHÈSES ET CALCULS	8
2.3.1 <i>Véhicules type VL et PL</i>	8
2.3.2 <i>Activité(s) annexe(s)</i>	9
2.3.3 <i>Calculs et généralités</i>	10
3. TRAITEMENT(S) ACOUSTIQUE(S)	11
3.1 SOLUTION « A »	11
3.1.1 <i>Disposition du broyeur WILLIBALD</i>	11
3.1.2 <i>Modification de l'enceinte</i>	12
3.1.3 <i>Couverture acoustique</i>	12
3.2 TRAITEMENT « B »	13
3.2.1 <i>Modification de l'enceinte</i>	13
4. IMPACT SONORE ET EMERGENCES	14
4.1 MOYENNE SUR LA PÉRIODE JOUR DE 7H00 À 22H00	14
4.2 SUR LA PÉRIODE D'EXPLOITATION	15
4.3 BRUIT MAXIMUM	15
4.4 LIMITE DE L'ÉTUDE	16
4.5 CARTOGRAPHIES ET ANNEXES	17
5. FICHES DE MESURE	18
6. REFERENTIEL	27
6.1 RÉGLEMENTATION ET NORMES	27
6.2 MATÉRIEL UTILISÉ	27
6.3 GLOSSAIRE ACOUSTIQUE	27

1. CONTEXTE-PRESENTATION

Reprise partielle de l'étude réalisée en date du 3 décembre 2013 suite aux remarques des services de la Préfecture des Côtes d'Armor. Mesures acoustiques complémentaires en limite de propriété et réduction des nuisances sonores provoquées par le broyeur WILLIBALD SR5000.

1.1 Réglementation

Arrêté du 23 janvier 1997, relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement :

→ **Article 2 :**

Au sens du présent arrêté, on appelle :

- **émergence** : la différence entre les niveaux de pression continue équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement) ; dans le cas d'un établissement faisant l'objet d'une modification autorisée, le bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié ;

- zones à émergence réglementée :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;

- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation ;

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Dans le cas d'un établissement existant au 1er juillet 1997 et faisant l'objet d'une modification autorisée, la date à prendre en considération pour la détermination des zones à émergence réglementée est celle de l'arrêté autorisant la première modification intervenant après le 1er juillet 1997.

→ **Article 3 :**

L'installation est construite, équipée et exploitée de façon que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidoienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci.

Ses émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée incluant le bruit de l'établissement	Émergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures sauf dimanches et jours fériés	Émergence admissible pour la période allant de 22 heures à 7 heures ainsi que les dimanches et jours fériés
Sup. à 35 dB(A) et inf. ou égal à 45 dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limite de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe du présent arrêté, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne définies dans le tableau ci-dessus.

Si l'arrêté d'autorisation concerne la modification d'un établissement existant au 1er juillet 1997, dont la limite de propriété est distante de moins de 200 mètres des zones à émergence réglementée, il peut prévoir que les valeurs admissibles d'émergence ne s'appliquent, dans les zones considérées, qu'au-delà d'une distance donnée de la limite de propriété. Cette distance ne peut excéder 200 mètres. Toutefois, les niveaux admissibles en limite de propriété de l'établissement, fixés par l'arrêté autorisant la modification, ne peuvent être supérieurs aux niveaux admissibles prévus dans l'arrêté d'autorisation initiale, sauf si le niveau de bruit résiduel a été modifié de manière notable.



Localisation du site et limite de propriété

Indices représentatifs :

- L'indice L_{Aeq} ou bruit moyen pondéré A sur la période de mesure. Indice prenant en compte les pics de bruit ;
- L'indice L_{50} ou bruit atteint ou dépassé pendant 50% du temps. Indice ne prenant pas en compte les pics de bruit, notamment lors de variations ponctuelles du bruit résiduel non représentatives.

Conformément à l'annexe « Méthode de mesure des émissions sonores » de l'arrêté du 23 janvier 1997, partie 2 ; « Méthode d'expertise », sous-partie 2.5 paragraphe b « Contrôle de l'émergence » :

« ... » Dans le cas où la différence $L_{Aeq} - L_{50}$ est supérieur à 5 dB(A), on utilise comme indicateur d'émergence la différence entre les indices fractiles L_{50} calculés sur le bruit ambiant ET le bruit résiduel.
« ... »

- Il ne peut pas être caractérisé une émergence type : $L_{Aeq} / \text{bruit ambiant} - L_{50} / \text{bruit résiduel}$;
- Les simulations CadnaA® prenant en compte le caractère impulsionnel des activités de l'objèterie (type trafic VL et PL sur site, levage de bennes, broyeur de végétaux en activité), L'estimation des émergences à terme est normalement à effectuer sur l'indice L_{Aeq} ;
- En raison de travaux à proximité de la ZER 1 lors de la 1er campagne de mesure, le L_{50} sera considéré comme niveau sonore le plus représentatif et assimilé à un niveau type L_{Aeq} .

1.2 Ambiance sonore initiale

1.2.1 Septembre 2013

Intervention en 4 points avec 1 mesure en limite de propriété, « LP » et 3 mesures en zone à émergence réglementée, « ZER » :

Points	L_{Aeq} en dB(A)	L_{50} en dB(A)	Ecart type σ
LP	52,0	44,0	5,0
ZER 1	59,0	46,0	4,1
ZER 2	42,0	41,0	2,9
ZER 3	42,0	41,0	2,7

Résultats arrondis à 0,5 dB près



Localisation des mesures - Septembre 2013

Représentativité des mesures :

Les mesures ont été réalisées par vent modéré à fort, de 2 à 5 m/s mi-septembre 2013. Trafic normal sans perturbation avec quelques travaux à proximité de la ZER 1. Entreprises à proximité en activité. Travaux à proximité de la ZER 1.

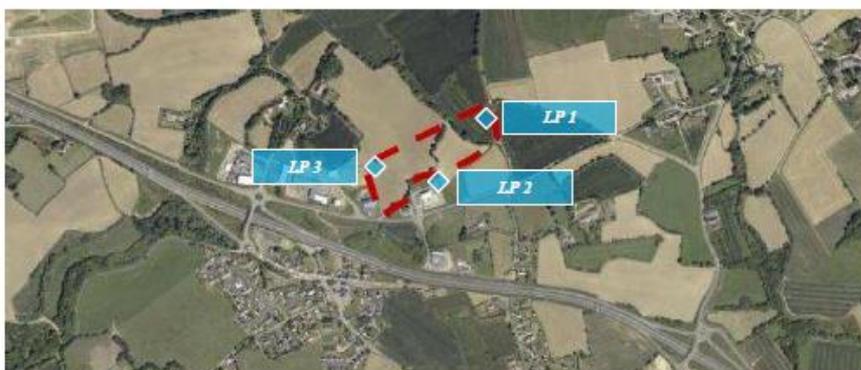
⇒ Cf. rapport de mesure de la société Acoustique BSEC édition du 30 septembre 2013 (réf : 022-0613-008)

1.2.2 Octobre 2014

Intervention en 3 points avec 3 mesures en limite de propriété, « LP » :

Points	L_{Aeq} en dB(A)	L_{50} en dB(A)	Ecart type σ
LP 1	39,0	32,0	5,0
LP 2	41,5	35,5	4,0
LP 3	57,0	52,5	6,0

Résultats arrondis à 0,5 dB près



Localisation des mesures - Octobre 2014

Représentativité des mesures :

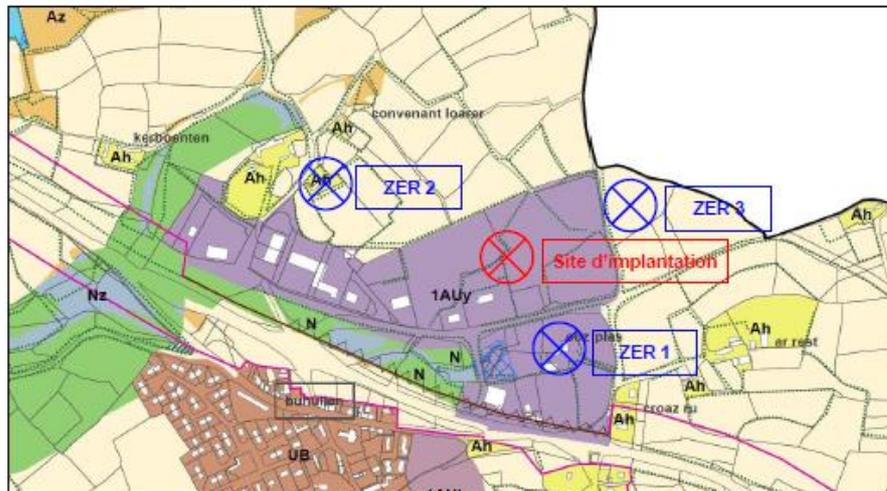
Les mesures ont été réalisées par vent nul, ciel couvert avec quelques éclaircies début octobre 2014. Trafic normal sans perturbation. Entreprises à proximité en activité.

Résultats moyennés du 2/10/2014 sur les périodes de mesurage respectives en dB(A)

	Durée	L_{Aeq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	Ecart-type sur L_{Aeq}
LP 1	9h03	39,0	26,0	64,5	29,0	32,0	40,0	5,0
LP 2	9h03	41,5	30,0	67,5	33,0	35,5	41,5	4,0
LP 3	9h01	57,0	31,5	83,0	40,0	52,5	54,5	6,0

- L_{Aeq} : Niveau de bruit moyenné sur une durée « t » (la durée de mesurage) et pondéré A (s'exprime en dB(A)) ;
- L_{50} : Indice fractile du bruit en dB(A) représentant le niveau de bruit dépassé pendant 50% du temps. Le L_{90} correspond au niveau de bruit dépassé pendant 90% du temps ;
- Ecart type : Notée σ . Notion mathématique appliquée en statistique qui mesure la dispersion des données. C'est l'écart moyen à la moyenne où la majorité des échantillons sont compris dans un intervalle compris entre la moyenne et $\pm 1.\sigma$ (dans le cas où la répartition des données suit une distribution gaussienne).

1.3 Occupation du site et PLU



Extrait PLU de la ville de LANNION - PLU révisé en février 2014

- ⇒ ZER 3 : Zone à protéger en raison du potentiel agronomique, biologique ou économique des terres agricoles. Cette zone ne présente pas d'habitation et de manière générale de ZER au sens de l'article 2 de l'arrêté du 23 janvier 1997.
- Après consultation du service Urbanisme de la ville de LANNION, il n'est pas prévu de révision conséquente du PLU avant 5 à 10 ans. Il n'est pas prévu de projet résidentiel sur le secteur du BUHULIEN à proximité de la zone d'activité. En conséquence la ZER 3 définis dans la précédente étude acoustique est supprimée.

2. MODELISATION

2.1 CadnaA®

Modélisation réalisée sous le logiciel CadnaA® V4.4 commercialisé par la société 01 dB Metravib du groupe ACOEM et conçu par la société DATAKUSTIK. CadnaA® est un logiciel de prévision des niveaux sonores en 3 dimensions et en milieu extérieur avec l'intégration des effets météorologiques. Les calculs présentés ci-après prennent en compte les recommandations des normes ISO 9613-1 et 9613-2 :

- ISO 9613-1 : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre, calcul de l'absorption atmosphérique ;
- ISO 9613-2 : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre, méthode générale de calcul.

2.2 Principe - Méthodologie

Importation d'un fond de plan au format DXF/DWG géo-référencé. A partir de ce fond de plan, est généré :

- Les bâtiments du site ;
- Les enceintes et murs divers ;
- Les parcours des véhicules ou sources de bruit mobiles.

A partir du géo-référencement, est généré :

- Les bâtiments à proximité (avec distinction suivant la destination des bâtiments) ;
- L'importation de photo(s) aérienne(s) ;
- Autres éléments divers influençant la propagation sonore.

Sources d'informations complémentaires :

- Document de présentation « A20889_02_PP_V2_OCTOBRE_2013 » de la société GIRUS ;
- Guide du bruit des transports terrestres pour l'émission sonore des véhicules (VL et PL) ;
- Société « HANTSCH » pour les données d'émission sonore du broyeur type WILLIBALD SR5000 ;
- Base de données interne pour éléments complémentaires (levage d'une benne, engins de chantier, etc.).

2.3 Hypothèses et calculs

2.3.1 Véhicules type VL et PL

2.3.1.1 Puissance acoustique

Vitesse retenue sur site variant de 20 à 50 km/h. Puissance acoustique des véhicules harmonisée à :

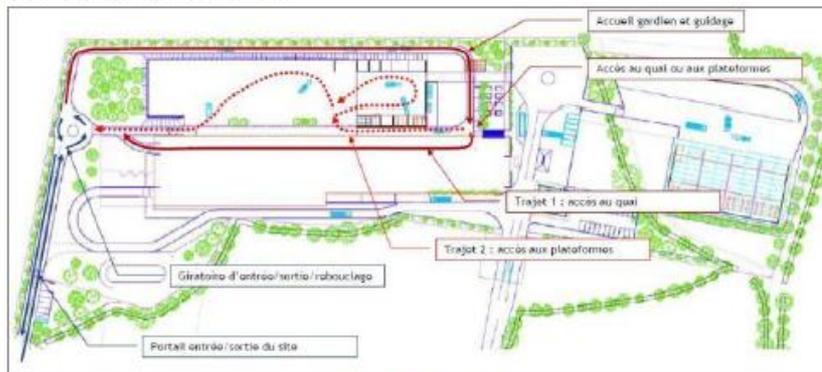
- 95 dB(A) pour les VL ;
- 105 dB(A) pour les PL.

2.3.1.2 Trafic et affluence

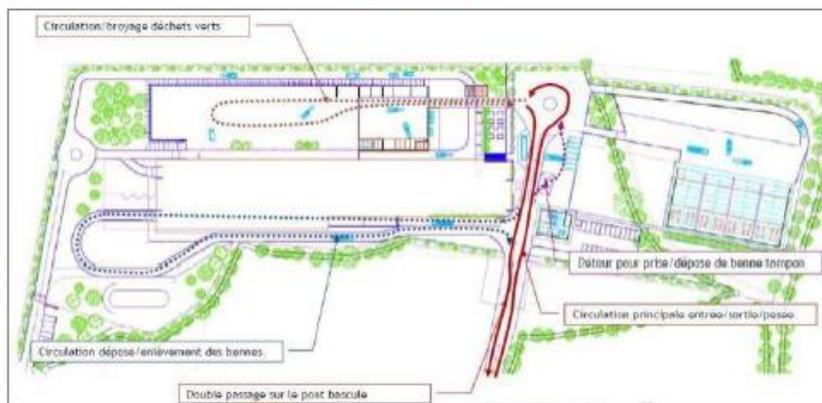
Conformément aux hypothèses de l'exploitant :

- Concernant la fréquentation de usagers, un débit moyen à terme de 50 VL/h sur les horaires d'ouverture soit 9h00/12h00 et 13h30/19h00 ;
- Trafic moyen de 8 PL/jour pour les exploitants du site.

2.3.1.3 Circulation et trajet sur site



Circulation des usagers



Circulation des exploitants

2.3.2 Activité(s) annexe(s)

2.3.2.1 Broyeur de déchets verts type WILLIBALD SR5000

- Emission sonore en pleine charge et à 16 m du broyeur : **81,5 dB(A)** (source : société « HANTSCH ») ;
- Puissance acoustique retenue : **L_{WA} = 119 dB(A)** ;
- Activité limitée à **3 heures maximum par semaine** ou **90 minutes par jour** sur 2 jours par semaine. Fonctionnement aux alentours de 11h30/12h00 ;
- Simulation et modélisation par approche d'une source surfacique située à environ **1,50 m au dessus du sol**. Dimensions de la source surfacique : **S = 10 m² (5m x 2m)**.

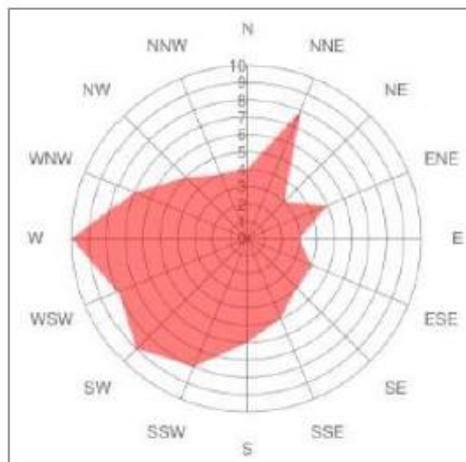
2.3.2.2 « Prise » d'une benne

Suivant les hypothèses de l'exploitant, est retenue la prise ou le levage *in situ* de 4 bennes par des camions type PL :

- Puissance acoustique retenue : $L_{wA} = 105 \text{ dB(A)}$;
- Activité estimée à 5 minutes par action de levage d'une benne soit 20 minutes par jour ;
- Simulation et modélisation par approche d'une source surfacique située à environ 1,50 m au dessus du sol. Dimensions de la source surfacique : $S = 28 \text{ m}^2$ (2.5m x 11m).

2.3.3 Calculs et généralités

- Norme de calcul : ISO 9613 ;
- Les bâtiments et obstacles sont considérés comme réfléchissants. Perte de 1 dB par réflexion ;
- Période jour : 7h00 à 22h00 ;
- Indice calculé : L_{Aeq} ;
- Sources de bruit : Puissance acoustique, durée d'activité et trajet/circulation suivant les hypothèses ci-avant ;
- Météorologie suivant les données moyennes annuelles :



Moyenne annuelle - Lannion Aéroport (sources : Windfinder/InfoClimat/MétéoFrance)

3. TRAITEMENT(S) ACOUSTIQUE(S)

Proposition de traitement(s) acoustique(s) portant sur le broyeur de végétaux WILLIBALD SR5000.

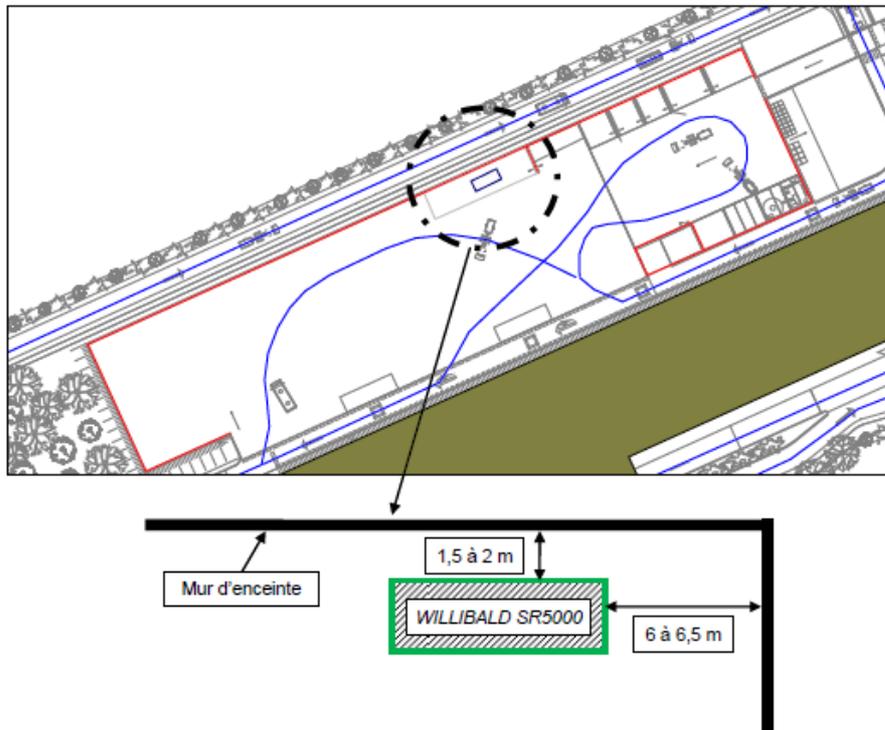
3.1 Solution « A »

3.1.1 Disposition du broyeur WILLIBALD

L'efficacité d'un écran acoustique est fonction de 3 critères principaux :

- Ses caractéristiques intrinsèques (matériaux et mise en oeuvre) ;
- La distance entre l'écran et les zones à protéger ;
- La distance entre la source sonore et l'écran. Plus cette distance est courte meilleure sera l'atténuation apportée par l'écran.

- ➔ Le broyeur WILLIBALD doit être placé au plus près du mur d'enceinte. Les simulations se basent sur un espace de l'ordre de 1,5 à 2 m ;
- ➔ Disposition générale suivant schéma de principe ci-dessous :



3.1.2 Modification de l'enceinte

L'enceinte initiale prévue est d'une hauteur relative de 3 m.

- Hauteur de l'enceinte portée à 5,5 m sur une longueur de :
 - 20 m pour l'enceinte nord ;
 - 5 m pour l'enceinte est.
- Surélévation de l'enceinte en voile béton ou alternative via une écran en PVC recyclé produit CYCLOFOAM de DECEUNINCK® ou équivalent :
 - Surélévation d'une hauteur de 2,5 m ;
 - Panneau face avant (orienté vers la source de bruit) type PVC perforé épaisseur 8 mm (taux de perforation d'environ 30 à 40%) ;
 - Panneau face arrière en PVC plein épaisseur 18 mm ;
 - Laine de roche 55 kg/m³, épaisseur 40 à 60 mm avec voile de verre côté perforation.

3.1.3 Couverture acoustique

Couverture acoustique pour prévenir des transmissions aériennes par dessus l'enceinte et limitation des phénomènes de diffraction.

- Couverture acoustique « classique » en bacacier :
 - face supérieur type bardage tôle d'acier épaisseur 1 mm ;
 - Sous face avec 40 mm de laine de roche 55 kg/m³ avec surfaçage par voile de verre ;
 - Parement tôle acier épaisseur 75/100 perforé à 30/40%.
- Alternative via le produit CYCLEFOAM de DEUCEUNINCK® sous réserve de l'avis du fabricant.

Face perforée orientée côté source de bruit

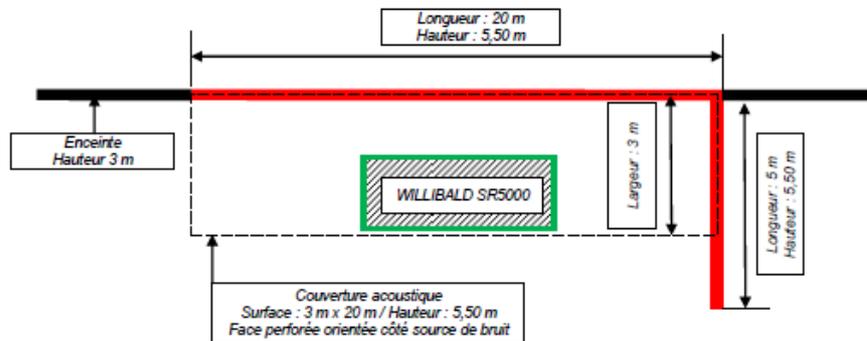


Schéma de principe

3.2 Traitement « B »

3.2.1 Modification de l'enceinte

L'enceinte initiale prévue est d'une hauteur relative de 3 m.

- Hauteur de l'enceinte portée à 4,0 m sur une longueur de :
 - 20 m pour l'enceinte nord ;
 - 5 m pour l'enceinte est ;
 - Rajout d'un mur de 4 m en partie ouest.
- Surélévation de l'enceinte en voile béton :
 - Surélévation d'une hauteur de 1 m.

Emplacement identique du WILLIBALD SR5000 pour traitements A ou B.

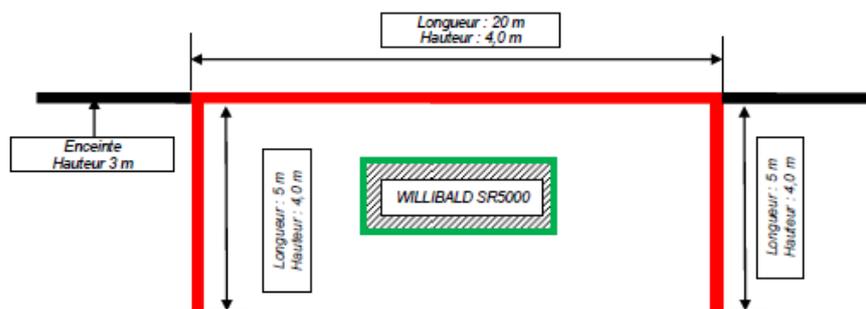


Schéma de principe

4. IMPACT SONORE ET EMERGENCES

Définitions :

- **L'émergence** : c'est la différence arithmétique entre le bruit ambiant et le bruit particulier ;
- **Le bruit ambiant** : c'est le bruit toutes sources de bruit confondues, avec le bruit particulier en cause ou objet de l'étude ; ici l'activité de l'ICPE/Objèterie (ou les bruits principaux) ;
- **Le bruit particulier** : Bruit unique de l'ICPE/Objèterie déterminé sous CadnaA® ;
- **Le bruit résiduel** : c'est le bruit toutes sources de bruit confondues, sans le bruit particulier en cause ou objet de l'étude ; l'ICPE/Objèterie est à l'arrêt ou en activité réduite (sans le bruit des équipements) ;
- **Les périodes** : la période réglementaire diurne est définie de 7h00 à 22h00. La période nocturne s'étend de 22h00 à 7h00.

4.1 Moyenne sur la période jour de 7h00 à 22h00

Indice L_{Aeq} résultant de l'activité de l'objèterie (suivant horaires d'ouverture et d'exploitation) et moyenné sur la période jour totale (de 7h00 à 22h00) :

Traitement		Bruit résiduel	Bruit particulier		Bruit ambiant		Emergence	
			Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2
A	ZER 1	46,0	36,5	31,5	46,5	46,0	< 1,0	< 1,0
	ZER 2	42,0	31,5	29,5	42,0	42,0	< 1,0	< 1,0
B	ZER 1	46,0	36,5	31,5	46,5	46,0	< 1,0	< 1,0
	ZER 2	42,0	32,5	29,5	42,5	42,0	< 1,0	< 1,0

Traitement		Bruit particulier		Bruit ambiant		Inférieur à 70 dB(A)	
		Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2
A	LP 1	38,0	38,0	41,5	41,5	✓	✓
	LP 2	46,5	46,0	47,5	47,5	✓	✓
	LP 3	51,5	49,5	58,0	57,5	✓	✓
	LP 4*	53,5	50,0	53,5	50,0	✓	✓
B	LP 1	39,5	38,0	42,5	41,5	✓	✓
	LP 2	46,5	46,0	47,5	47,5	✓	✓
	LP 3	50,5	49,5	50,5	57,5	✓	✓
	LP 4*	54,5	50,0	54,5	50,0	✓	✓

Conf. 1 : avec broyeur WILLIBALD SR5000 en fonctionnement pendant 90 min et 4 levages de benne

Conf. 2 : broyeur à l'arrêt et 4 levages de benne

→ Les résultats sont arrondis à 0,5 dB près

→ * : LP 4 ou niveau en limite de propriété à 10 m du broyeur WILLIBALD (cf. cartographies)

Les seuils et émergences limites fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997 sont respectées en ZER et en LP.

4.2 Sur la période d'exploitation

Indice L_{Aeq} résultant de l'activité de l'objèterie (suivant horaires d'ouverture et d'exploitation) et moyenné sur une période d'exploitation type d'une demie journée (4h00) :

Traitement		Bruit résiduel	Bruit particulier		Bruit ambiant		Emergence	
			Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2
A	ZER 1	46,0	41,5	33,5	47,5	46,0	1,5	< 1,0
	ZER 2	42,0	35,5	32,0	43,0	42,0	1,0	< 1,0
B	ZER 1	46,0	41,5	33,5	47,5	46,0	1,5	< 1,0
	ZER 2	42,0	37,0	32,0	43,0	42,0	1,0	< 1,0

Traitement		Bruit particulier		Bruit ambiant		Inférieur à 70 dB(A)	
		Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2	Conf. 1	Conf. 2
A	LP 1	40,0	40,0	42,5	42,5	✓	✓
	LP 2	48,5	47,5	49,5	48,5	✓	✓
	LP 3	55,5	52,0	59,5	58,0	✓	✓
	LP 4*	58,0	52,5	58,0	52,5	✓	✓
B	LP 1	43,0	40,0	44,5	42,5	✓	✓
	LP 2	48,5	47,5	49,5	48,5	✓	✓
	LP 3	54,0	52,0	59,0	58,0	✓	✓
	LP 4*	59,5	52,5	59,5	52,5	✓	✓

Conf. 1 : avec broyeur WILLIBALD SR5000 en fonctionnement pendant 90 min et 2 levages de benne
 Conf. 2 : broyeur à l'arrêt et 2 levages de benne

⇒ Les résultats sont arrondis à 0,5 dB près

⇒ * : LP 4 ou niveau en limite de propriété à 10 m du broyeur WILLIBALD (cf. cartographies)

Les seuils et émergences limites fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997 sont respectées en ZER et en LP.

4.3 Bruit maximum

Bruit maximum perceptible représentatif à un instant « t » correspondant à l'impact du fonctionnement du broyeur WILLIBALD SR5000 (sans levage de benne) :

Traitement		Bruit résiduel	Bruit particulier	Bruit ambiant	Emergence
	ZER 2	42,0	38,5	43,5	1,5
B	ZER 1	46,0	45,0	48,5	2,5
	ZER 2	42,0	40,0	44,0	2,0

Traitement		Bruit particulier	Bruit ambiant	Inférieur à 70 dB(A)
A	LP 1	40,5	43,0	✓
	LP 2	50,0	50,5	✓
	LP 3	58,5	61,0	✓
	LP 4*	61,5	61,5	✓
B	LP 1	45,5	48,5	✓
	LP 2	50,0	50,5	✓
	LP 3	55,5	59,5	✓
	LP 4*	63,0	63,0	✓

⇒ Les résultats sont arrondis à 0,5 dB près

⇒ * : LP 4 ou niveau en limite de propriété à 10 m du broyeur WILLIBALD (cf. cartographies)

Les seuils et émergences limites fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997 sont respectées en ZER et en LP.

4.4 Limite de l'étude

Pour des raisons de faisabilité technique certains bruits d'impact ou impulsionnels ne sont pas modélisés. Est considéré comme bruit d'impact, les bruits :

- Provenant des chutes de matériaux d'une benne ou d'une remorque ;
- Provenant de l'activité manuelle propre au chargement ou au déchargement ;
- Provenant des systèmes de communication par voie acoustique comme mentionné à l'article 4 de l'arrêté du 23 janvier 1997 (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc.) ;
- Les comportements anormaux et/ou excessifs des usagers et des véhicules (excès de vitesse, rapport de boîte inadapté, régime-moteur anormalement élevé, etc.) ;
- ...

Les émergences prévisionnelles calculées sont fonction :

1. De la précision du modèle informatique CadnaA® ;
2. De la représentativité des bruits résiduels.

NB : les niveaux de puissance acoustique des véhicules retenus pour les estimations d'émergence sont analogues à la puissance acoustiques des véhicules en milieu urbain. Ces niveaux sonores sont alors surestimés dans le cas de véhicules roulant au pas.

4.5 Cartographies et annexes

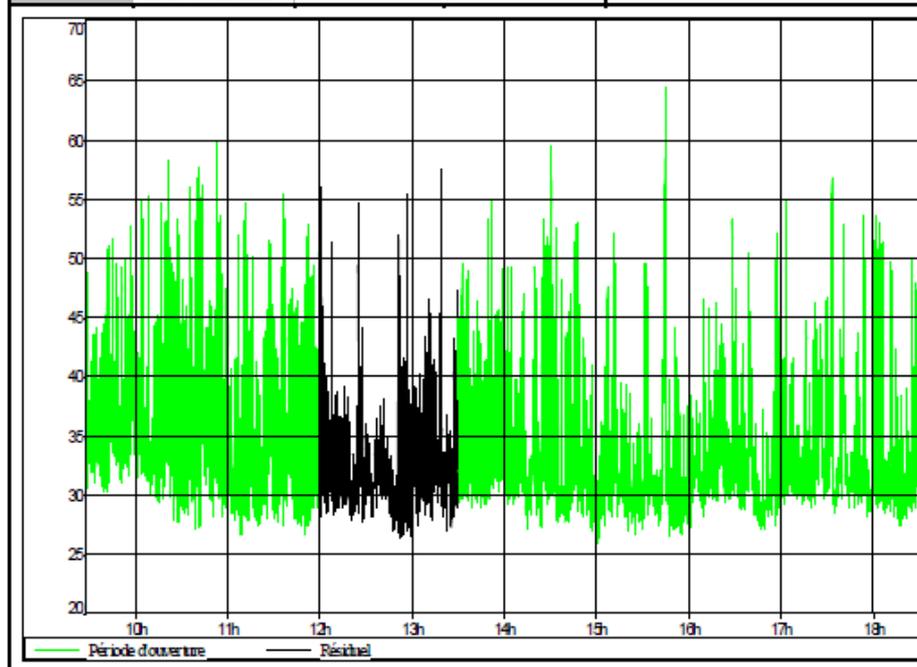
Présentation des résultats en indice LAeq sur points récepteurs (à 1,80 m de hauteur) et sous forme de lignes isophones à 2 de hauteur.

Présentation des résultats sur la situation la plus critique, ou configuration 1, le broyeur WILLIBALD SR5000 est alors en fonctionnement.

- « LAeq-15h_L-Iso-2m_A » :
Cartographie du bruit particulier (indice LAeq) et moyennage sur la période jour de 7h à 22h.
Traitement A.
- « LAeq-4h_L-Iso-2m_A » :
Cartographie du bruit particulier (indice LAeq) et moyennage sur une période d'une demie journée (4h00). Traitement A.
- « LAeq-Inst_L-Iso-2m_A » :
Cartographie du bruit particulier (indice LAeq) et moyennage sur une période d'une heure d'activité.
Traitement A.
- « LAeq-15h_L-Iso-2m_B » :
Cartographie du bruit particulier (indice LAeq) et moyennage sur la période jour de 7h à 22h.
Traitement B.
- « LAeq-4h_L-Iso-2m_B » :
Cartographie du bruit particulier (indice LAeq) et moyennage sur une période d'une demie journée (4h00). Traitement B.
- « LAeq-Inst_L-Iso-2m_B » :
Cartographie du bruit particulier (indice LAeq) et moyennage sur une période d'une heure d'activité.
Traitement B.

5. FICHES DE MESURE

LP 1	Mesure bruit résiduel Type L_{Aeq} et 1/3 d'octave par pas de 1 seconde		
Date et durée :	2 octobre 2014 - de 9h28 à 18h31		
Localisation :	Zone nord-est du site en limite de propriété		
Matériel :	Sonomètre type SOLO master classe 1 de la société « 01 dB Metravib » du groupe « ACOEM »		
N° de série :	Sono. : 10949	Préampli. : 11753	Micro. : 134971
Calibrage :	CAL 21 / n° de série : 34924008	Cal. avant : -0,3	Cal. après : -0,0



Résultats sur la période totale de mesurage

	L_{Aeq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}
Niveau global en dB(A)	38,8	25,9	64,4	29	31,8	40,1

Ecart-type de 5 dB valable sur la durée de mesurage

Freq. Hz	125	250	500	1000	2000	4000
L_{Aq} en dB	39,8	38,7	29,8	29,2	27,2	34,0
L_{90} en dB	33,3	24,9	24	27,1	22,5	18,4

Seule l'émergence est arrondie à 0,5 dB près

Sources de bruit : voie communale ; activités professionnelles à proximité ; bruit de l'environnement (vent, faune et flore) ; RD767 (catégorie 3)

Résultats moyennés du 2/10/2014 de 9h30 à 18h30

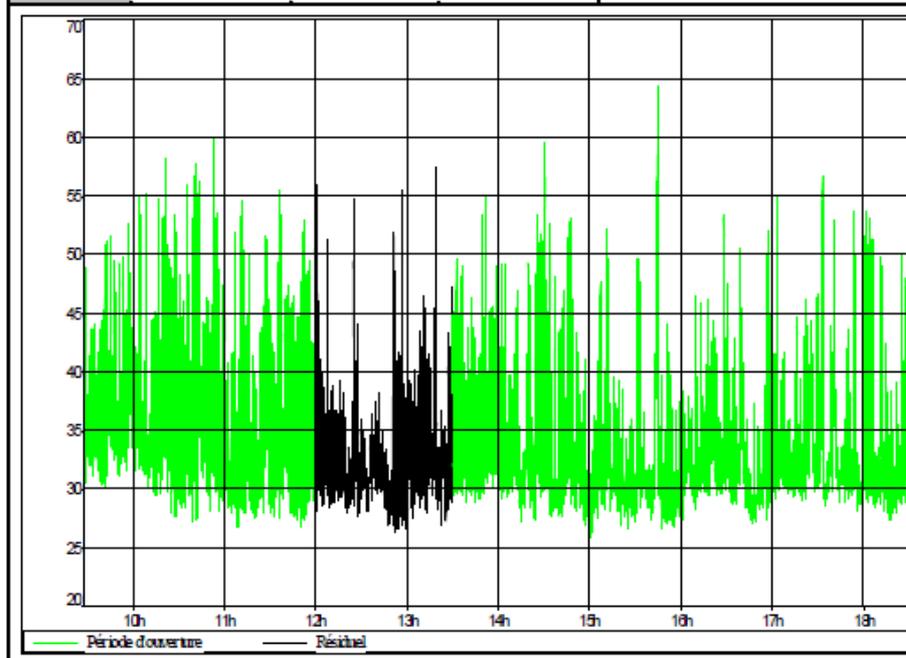
	L_{eq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	Pond./Unité
Global	38,8	25,9	64,4	29	31,8	40,1	A / dB(A)
Oct 63Hz	47,4	36,7	68,1	41,6	44,8	49,9	Lin / dB
Oct 125Hz	39,8	24,1	67,6	29,9	33,3	39,8	Lin / dB
Oct 250Hz	38,7	18,2	73,2	21,4	24,9	33,4	Lin / dB
Oct 500Hz	29,8	18,4	60,1	21,6	24,0	28,9	Lin / dB
Oct 1kHz	29,2	21,8	49,3	24,8	27,1	31,1	Lin / dB
Oct 2kHz	27,2	16,7	52,0	19,9	22,5	27,8	Lin / dB
Oct 4kHz	34,0	11,4	59,0	14,2	18,4	31,4	Lin / dB
Oct 8kHz	32,4	10,8	55,9	12,4	15,3	31,5	Lin / dB
1/3 Oct 50Hz	44,0	31,8	63,5	37,9	41,1	47,2	Lin / dB
1/3 Oct 63Hz	42,7	30,5	63,2	35,9	39,5	45,1	Lin / dB
1/3 Oct 80Hz	40,5	26,9	64,3	32,8	36,3	41,6	Lin / dB
1/3 Oct 100Hz	35,9	20,1	62,1	27,6	31,0	36,4	Lin / dB
1/3 Oct 125Hz	33,6	17,1	59,9	23,5	27,0	34,0	Lin / dB
1/3 Oct 160Hz	35,3	14,6	66,4	19,2	23,2	33,3	Lin / dB
1/3 Oct 200Hz	35,6	13,0	70,1	17,0	20,9	31,1	Lin / dB
1/3 Oct 250Hz	34,6	11,7	70,0	15,6	19,2	27,0	Lin / dB
1/3 Oct 315Hz	29,4	12,8	61,1	15,9	18,6	26,3	Lin / dB
1/3 Oct 400Hz	26,8	11,6	59,2	15,6	18,2	23,8	Lin / dB
1/3 Oct 500Hz	24,1	12,7	52,3	16,3	18,9	23,7	Lin / dB
1/3 Oct 630Hz	23,1	14,1	47,8	17,4	19,9	24,3	Lin / dB
1/3 Oct 800Hz	24,0	16,6	43,5	19,7	22,0	26,0	Lin / dB
1/3 Oct 1kHz	24,8	17,4	42,6	20,7	23,0	27,0	Lin / dB
1/3 Oct 1.25kHz	24,5	16,1	48,2	19,4	21,6	25,7	Lin / dB
1/3 Oct 1.6kHz	23,2	14,2	49,8	17,3	19,7	24,2	Lin / dB
1/3 Oct 2kHz	22,3	10,8	45,3	14,2	17,0	22,4	Lin / dB
1/3 Oct 2.5kHz	21,5	8,3	46,9	11,4	14,5	21,0	Lin / dB
1/3 Oct 3.15kHz	25,4	7,0	54,8	9,9	13,7	21,6	Lin / dB
1/3 Oct 4kHz	29,1	6,4	58,3	8,8	12,7	23,4	Lin / dB
1/3 Oct 5kHz	31,3	5,5	57,4	8,1	12,0	27,7	Lin / dB
1/3 Oct 6.3kHz	30,0	6,1	54,0	7,7	10,8	28,5	Lin / dB
1/3 Oct 8kHz	28,5	5,9	53,7	7,3	9,2	24,1	Lin / dB
1/3 Oct 10kHz	15,2	5,6	41,7	6,5	8,3	16,3	Lin / dB

Résultats par périodes de 30 minutes en dB(A)

Début période	L _{Aeq}	L _{min}	L _{max}	L ₅₀	L ₅₀	L ₁₀	Ecart-type
02/10/2014 09:30	38,3	30,3	52,7	32,6	35,0	40,9	3,5
02/10/2014 10:00	41,1	27,7	58,2	30,9	35,3	43,8	5,2
02/10/2014 10:30	43,1	27,2	59,9	29,7	33,7	45,7	6,4
02/10/2014 11:00	38,0	26,8	54,6	28,8	31,3	40,0	4,9
02/10/2014 11:30	40,0	26,8	55,5	29,1	32,5	43,9	5,8
02/10/2014 12:00	37,6	27,7	56,0	29,3	31,1	38,2	4,3
02/10/2014 12:30	34,0	26,3	55,5	28,0	30,8	33,8	3,0
02/10/2014 13:00	36,7	26,7	57,5	28,9	31,9	37,8	3,9
02/10/2014 13:30	37,0	28,9	55,1	30,2	32,5	40,4	4,1
02/10/2014 14:00	37,8	27,2	55,0	29,5	32,1	39,8	4,5
02/10/2014 14:30	39,9	26,9	59,5	28,3	30,4	36,8	5,0
02/10/2014 15:00	33,3	25,9	52,2	28,1	29,9	34,8	3,1
02/10/2014 15:30	40,6	26,5	64,4	28,1	29,9	35,2	4,8
02/10/2014 16:00	35,6	27,3	53,4	29,8	31,7	36,7	3,4
02/10/2014 16:30	35,5	27,1	52,1	28,4	30,5	37,6	4,0
02/10/2014 17:00	34,8	29,0	55,0	30,0	31,6	37,2	3,1
02/10/2014 17:30	38,0	28,1	56,8	29,5	31,4	38,4	4,4
02/10/2014 18:00	37,8	27,4	53,7	28,9	30,6	38,6	4,8
Période totale	38,5	25,9	64,4	29,0	31,7	39,6	4,7

L _{Aeq} max :	43,1	02/10/2014 10:30	6,4
L _{Aeq} min :	33,3	02/10/2014 15:00	3,1

LP 2	Mesure bruit résiduel Type L_{Aeq} et 1/3 d'octave par pas de 1 seconde		
Date et durée :	2 octobre 2014 - de 9h32 à 18h35		
Localisation :	Zone sud du site en limite de propriété		
Matériel :	Sonomètre type SOLO master classe 1 de la société « 01 dB Metravib » du groupe « ACOEM »		
N° de série :	Sono. : 10934	Préampli. : 11763	Micro. : 39569
Calibrage :	CAL 21 / n° de série : 34924006	Cal. avant : -0,9	Cal. après : -0,4



Résultats sur la période totale de mesurage

	L_{Aeq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}
Niveau global en dB(A)	41,4	29,9	67,6	32,8	35,7	41,7
Ecart-type de 5 dB valable sur la durée de mesurage						
Freq. Hz	125	250	500	1000	2000	4000
L_{Aeq} en dB	46,9	41,7	36,9	36,9	32,5	27,7
L_{50} en dB	38,4	29,2	28,4	32,3	26,7	18,7

Seule l'émergence est arrondie à 0,5 dB près

Sources de bruit : voie communale ; activités professionnelles à proximité ; bruit de l'environnement (vent, faune et flore) ; RD767 (catégorie 3)

Résultats moyennés du 2/10/2014 de 9h30 à 18h30

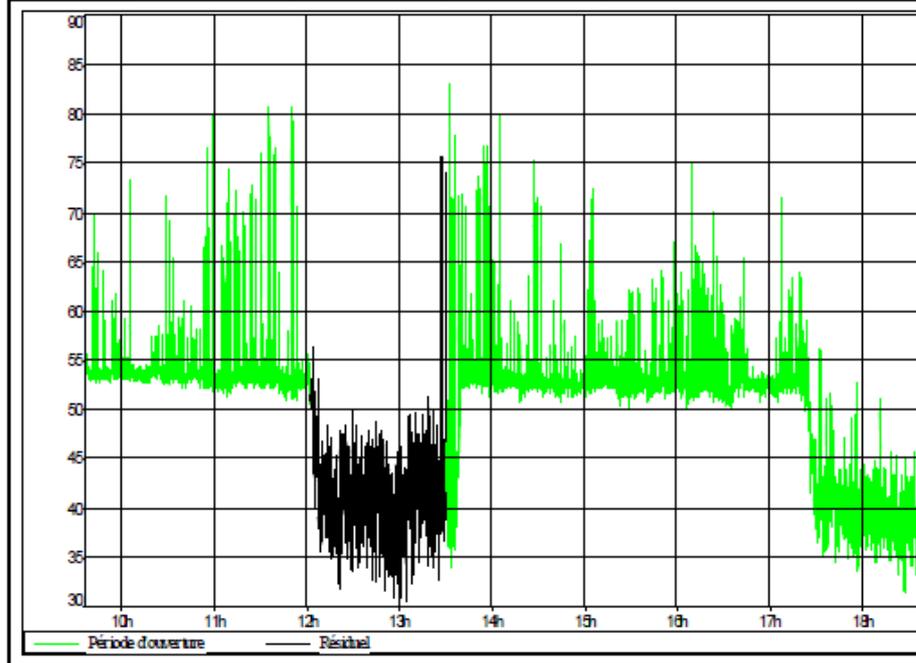
	L_{eq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	Pond./Unité
Global	41,4	29,9	67,6	32,8	35,7	41,7	A / dB(A)
Oct 63Hz	53,6	37,8	76,5	45,3	48,7	55,7	Lin / dB
Oct 125Hz	46,9	28,7	79,9	35,1	38,4	46,6	Lin / dB
Oct 250Hz	41,7	20,9	70,8	24,7	29,2	40,1	Lin / dB
Oct 500Hz	36,9	22,1	64,4	25,3	28,4	35,4	Lin / dB
Oct 1kHz	36,9	26,5	64,1	29,7	32,3	37,4	Lin / dB
Oct 2kHz	32,5	20,6	62,6	23,8	26,7	32,9	Lin / dB
Oct 4kHz	27,7	12,5	59,6	14,8	18,7	29,1	Lin / dB
Oct 8kHz	21,2	10,7	47,4	11,8	14,2	22,2	Lin / dB
1/3 Oct 50Hz	49,3	32,7	73,4	41,2	44,6	52,9	Lin / dB
1/3 Oct 63Hz	49,3	31,6	75,5	39,9	43,7	51,2	Lin / dB
1/3 Oct 80Hz	47,8	28,6	75,8	36,3	40,3	47,9	Lin / dB
1/3 Oct 100Hz	43,9	26,6	79,0	33,3	36,4	43,4	Lin / dB
1/3 Oct 125Hz	41,4	20,5	72,4	27,2	30,9	40,5	Lin / dB
1/3 Oct 160Hz	40,2	16,6	69,4	24,1	28,6	38,8	Lin / dB
1/3 Oct 200Hz	38,7	15,4	68,9	20,6	25,5	36,6	Lin / dB
1/3 Oct 250Hz	36,6	14,5	66,4	19,3	23,3	35,1	Lin / dB
1/3 Oct 315Hz	34,4	14,6	61,0	18,6	22,4	32,8	Lin / dB
1/3 Oct 400Hz	32,4	15,1	61,0	18,4	21,6	29,7	Lin / dB
1/3 Oct 500Hz	31,9	17,0	59,2	20,2	23,5	30,6	Lin / dB
1/3 Oct 630Hz	32,2	17,2	61,4	21,6	24,7	31,3	Lin / dB
1/3 Oct 800Hz	32,5	20,7	63,3	24,1	26,8	32,2	Lin / dB
1/3 Oct 1kHz	32,4	22,2	56,9	25,5	28,2	33,1	Lin / dB
1/3 Oct 1.25kHz	31,2	21,3	58,6	24,6	27,2	32,4	Lin / dB
1/3 Oct 1.6kHz	29,2	18,2	58,3	21,8	24,5	30,0	Lin / dB
1/3 Oct 2kHz	27,6	14,8	57,8	17,9	21,0	27,9	Lin / dB
1/3 Oct 2.5kHz	25,6	10,9	57,3	13,7	16,9	25,0	Lin / dB
1/3 Oct 3.15kHz	24,1	8,5	58,2	11,2	14,4	23,8	Lin / dB
1/3 Oct 4kHz	22,5	7,1	52,4	9,3	13,0	23,9	Lin / dB
1/3 Oct 5kHz	21,8	6,2	48,5	7,8	11,7	23,6	Lin / dB
1/3 Oct 6.3kHz	18,8	6,0	45,2	7,1	10,4	20,1	Lin / dB
1/3 Oct 8kHz	15,5	5,9	43,1	6,7	8,4	16,6	Lin / dB
1/3 Oct 10kHz	13,0	5,5	44,0	6,1	7,3	11,4	Lin / dB

Résultats par périodes de 30 minutes en dB(A)

Début période	L _{Aeq}	L _{min}	L _{max}	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	Ecart-type
02/10/2014 09:30	42,0	34,6	61,6	37,1	39,3	43,0	2,9
02/10/2014 10:00	40,6	32,1	58,7	35,2	37,8	42,3	3,2
02/10/2014 10:30	40,7	30,8	59,4	33,6	36,1	41,3	3,8
02/10/2014 11:00	39,2	32,2	56,2	33,6	35,5	40,9	3,4
02/10/2014 11:30	39,6	30,5	57,7	32,5	34,7	41,4	4,0
02/10/2014 12:00	39,8	31,0	56,4	32,4	34,4	41,1	4,1
02/10/2014 12:30	37,3	28,7	58,2	30,7	33,8	37,4	3,3
02/10/2014 13:00	37,3	28,5	53,9	32,4	34,6	38,5	2,9
02/10/2014 13:30	39,0	31,4	62,0	33,4	35,4	40,2	3,2
02/10/2014 14:00	41,8	29,9	60,5	32,7	35,4	42,5	4,6
02/10/2014 14:30	40,1	30,4	58,7	32,2	34,3	38,9	3,8
02/10/2014 15:00	41,9	30,5	67,2	32,5	34,5	39,5	4,1
02/10/2014 15:30	42,4	29,9	62,6	31,7	33,8	41,5	4,9
02/10/2014 16:00	42,3	30,8	62,6	34,1	36,4	42,6	4,2
02/10/2014 16:30	40,3	30,9	60,3	32,5	34,8	41,5	4,1
02/10/2014 17:00	44,2	33,3	67,6	34,6	36,4	42,4	4,3
02/10/2014 17:30	43,3	31,4	66,2	33,0	35,6	44,1	4,9
02/10/2014 18:00	39,5	29,9	59,6	32,1	34,2	40,7	4,1
Période totale	41,0	28,5	67,6	32,6	35,4	41,3	4,1

L _{Aeq} max :	44,2	02/10/2014 17:00	4,3
L _{Aeq} min :	37,3	02/10/2014 13:00	2,3

LP 3	Mesure bruit résiduel Type L_{Aeq} et 1/3 d'octave par pas de 1 seconde		
Date et durée :	2 octobre 2014 - de 9h37 à 18h38		
Localisation :	Zone nord-ouest du site en limite de propriété		
Matériel :	Sonomètre type SOLO master classe 1 de la société « 01 dB Metravib » du groupe « ACOEM »		
N° de série :	Sono. : 10947	Préampli. : 11234	Micro. : 3103502
Calibrage :	CAL 21 / n° de série : 34924008	Cal. avant : -0,9	Cal. après : -0,7



Résultats sur la période totale de mesure

	L_{Aeq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}
Niveau global en dB(A)	57,0	31,5	83,2	40,1	52,7	54,7

Ecart-type de 5 dB valable sur la durée de mesure

Freq. Hz	125	250	500	1000	2000	4000
L_{eq} en dB	56,9	51,8	46,3	50,8	51,8	49,7
L_{50} en dB	57,2	51,7	44,4	47,0	45,1	44,8

Seule l'émergence est arrondie à 0,5 dB près

Sources de bruit : voie communale ; activités professionnelles à proximité ; bruit de l'environnement (vent, faune et flore) ; RD767 (catégorie 3)

Résultats moyennés du 2/10/2014 de 9h30 à 18h30

	L_{eq}	L_{min}	L_{max}	L_{90}	L_{50}	L_{10}	Pond./Unité
Global	57,0	31,5	83,2	40,1	52,7	54,7	A / dB(A)
Oct 63Hz	57,9	38,8	72,9	48,3	57,6	59,6	Lin / dB
Oct 125Hz	56,9	31,0	76,0	39,9	57,2	58,6	Lin / dB
Oct 250Hz	51,8	21,9	73,7	31,9	51,7	52,9	Lin / dB
Oct 500Hz	46,3	24,5	71,0	31,8	44,4	46,0	Lin / dB
Oct 1kHz	50,8	28,2	76,0	37,9	47,0	49,5	Lin / dB
Oct 2kHz	51,8	22,8	80,0	32,1	45,1	47,7	Lin / dB
Oct 4kHz	49,7	12,3	75,3	20,6	44,8	46,9	Lin / dB
Oct 8kHz	42,5	10,3	65,1	14,0	38,4	41,0	Lin / dB
1/3 Oct 50Hz	54,5	33,7	70,6	43,3	54,1	56,7	Lin / dB
1/3 Oct 63Hz	51,4	31,6	71,8	43,3	50,2	53,1	Lin / dB
1/3 Oct 80Hz	52,8	30,0	71,3	42,2	52,6	54,8	Lin / dB
1/3 Oct 100Hz	54,2	28,4	67,6	37,5	54,3	56,1	Lin / dB
1/3 Oct 125Hz	51,8	22,3	73,7	33,1	52,0	53,6	Lin / dB
1/3 Oct 160Hz	48,9	20,9	70,1	30,7	48,9	50,8	Lin / dB
1/3 Oct 200Hz	45,6	17,9	70,6	29,4	45,3	47,0	Lin / dB
1/3 Oct 250Hz	44,3	15,9	64,9	25,5	44,1	45,6	Lin / dB
1/3 Oct 315Hz	49,4	16,8	73,6	24,4	49,3	50,8	Lin / dB
1/3 Oct 400Hz	40,7	17,7	63,2	25,0	39,9	41,4	Lin / dB
1/3 Oct 500Hz	41,5	18,8	68,8	26,2	39,2	41,0	Lin / dB
1/3 Oct 630Hz	42,4	20,8	67,5	28,7	39,6	41,7	Lin / dB
1/3 Oct 800Hz	45,6	23,0	71,8	32,1	42,8	44,8	Lin / dB
1/3 Oct 1kHz	45,4	24,5	72,7	33,8	41,2	44,0	Lin / dB
1/3 Oct 1.25kHz	46,9	22,7	74,0	33,2	42,4	45,1	Lin / dB
1/3 Oct 1.6kHz	44,8	20,9	70,5	30,4	39,6	42,3	Lin / dB
1/3 Oct 2kHz	47,5	16,9	76,2	25,9	39,8	42,7	Lin / dB
1/3 Oct 2.5kHz	48,1	11,8	77,7	21,0	41,2	43,3	Lin / dB
1/3 Oct 3.15kHz	47,3	8,8	74,5	17,5	41,4	43,4	Lin / dB
1/3 Oct 4kHz	44,2	6,9	68,6	14,2	40,2	43,6	Lin / dB
1/3 Oct 5kHz	41,5	5,8	64,2	14,5	36,2	38,7	Lin / dB
1/3 Oct 6.3kHz	39,4	5,6	61,5	10,9	33,6	36,4	Lin / dB
1/3 Oct 8kHz	37,8	5,6	60,4	8,4	34,6	37,3	Lin / dB
1/3 Oct 10kHz	35,2	5,2	59,5	6,0	32,3	34,6	Lin / dB

Résultats par périodes de 30 minutes en dB(A)

Début période	L _{Aeq}	L _{min}	L _{max}	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	Ecart-type
02/10/2014 09:30	55,2	52,8	69,8	53,2	53,6	57,2	1,9
02/10/2014 10:00	55,0	52,5	73,3	53,1	53,6	55,3	1,5
02/10/2014 10:30	57,6	51,9	79,8	52,6	53,3	55,7	2,4
02/10/2014 11:00	59,3	51,4	74,5	52,5	53,1	60,1	4,2
02/10/2014 11:30	62,4	50,9	80,8	52,2	52,9	54,4	4,6
02/10/2014 12:00	46,2	31,8	58,4	37,3	41,9	51,3	4,9
02/10/2014 12:30	41,1	31,0	48,8	35,6	40,2	43,7	3,1
02/10/2014 13:00	52,9	30,5	75,6	37,3	41,9	45,8	4,4
02/10/2014 13:30	62,1	33,9	83,2	41,9	53,0	60,4	7,6
02/10/2014 14:00	58,7	50,7	79,8	52,1	52,7	54,8	3,6
02/10/2014 14:30	52,9	50,7	70,6	52,0	52,4	53,2	0,9
02/10/2014 15:00	54,4	50,1	72,4	51,8	52,7	53,8	1,9
02/10/2014 15:30	54,1	50,8	67,0	51,8	52,5	54,3	2,0
02/10/2014 16:00	55,6	50,2	75,1	51,5	52,8	57,9	2,8
02/10/2014 16:30	53,3	50,2	65,4	51,4	52,5	55,2	1,5
02/10/2014 17:00	53,0	38,2	71,6	45,9	52,4	53,6	3,5
02/10/2014 17:30	42,0	33,5	56,2	37,2	39,7	43,8	3,0
02/10/2014 18:00	40,0	31,5	51,1	36,5	39,2	41,9	2,3
Période totale	56,5	30,5	83,2	39,2	52,5	54,2	6,7

L _{Aeq} max :	62,4	02/10/2014 11:30	4,6
L _{Aeq} min :	40,0	02/10/2014 18:00	2,3

6. REFERENTIEL

6.1 Réglementation et Normes

Texte	Thématique
Loi n°92-1444	Relative à la lutte contre le bruit du 31 décembre 1992 et à ses décrets d'application
Arrêté du 23 janvier 1997	Relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.
ISO 9813-1 & 2	Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre (parties 1 & 2) 1996.
NF S 31-130	Cartographie du bruit en milieu extérieur (cartes et représentations graphiques) 1997.
NF S 31-133	Bruit dans l'environnement et calcul des niveaux sonores 2011.

6.2 Matériel utilisé

Type	Appellation	Désignation	Classe
Logiciels	dBTrait32	Logiciels de transfert et d'analyse des enregistrements (spectre/ L_{Aeq}/T), groupe « ACOEM ».	-
	CadnaA® V4.4	Logiciel de simulation acoustique en milieu extérieur commercialisé par le groupe « ACOEM » et conçu par « DATAKUSTIK ».	-

Appareil	Désignation	N° de série	Préamplificateur	Microphone	Classe
Sonomètre	SOLO MASTER 1	10949	11753	134971	1
	SOLO MASTER 2	10934	11763	39569	1
	SOLO MASTER 3	10947	11234	103502	1
Calibreur	CAL 21	34924006	Délivre 94 dB à 1 000 Hz		

6.3 Glossaire acoustique

Terme	Symbole	Définition
Décibel	dB	Expression de la mesure d'un niveau sonore sans dimension exprimant le rapport logarithmique de deux pressions.
Décibel Pondéré A	dB(A)	Pondération ou filtre fréquentiel à appliquer pour tenir compte de la sensibilité de l'oreille.
Niveau sonore pondéré A	L_{Aeq}	Niveau de pression acoustique moyenné sur une durée « t » et pondéré A (en dB(A)).
Indice fractile	L_{50} ou L_{10}	Niveau de bruit atteint et/ou dépassé pendant 50% du temps pour le L_{50} et 10% du temps pour le L_{10} .
Ligne isophone	-	Ligne d'égale niveau sonore exprimée en dB(A). Assimilable aux isobares en météorologie, pour les lignes d'égale pression atmosphérique.

2.8 Etude géotechniques

PROJET - LOCALISATION	
	<p>Etude géotechnique d'avant-projet :</p> <p>Construction d'une objèterie</p> <p>ZA Buhulien</p> <p>22 – LANNION</p>

Maître d'ouvrage :
<p>LANNION TREGOR AGGLOMERATION</p> <p>1 rue Monge BP 10761 22307 LANNION Cedex</p>

Dossier N°	2013 01770	indice 1	test original			
Mission	Date d'émission	Indice	Rédaction	Validation	Visa	Commentaires
G11 - G12	8/11/2013	1	AG	PC	AJ	DEFINITIF

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 - MISSION	3
CHAPITRE 2.0. – TRAVAUX EXECUTES	4
CHAPITRE 3.0. – DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION	5
CHAPITRE 4.0. – SYNTHESE GEOLOGIQUE	5
4.1. - ETUDE DE SITE - SENSIBILITE (G11).....	5
4.2. - NATURE DES SOLS	9
4.3. - EAU.....	10
4.4. - SISMICITE.....	12
CHAPITRE 5.0. – PROJET	13
CHAPITRE 6.0. – SYNTHESE GEOTECHNIQUE - ETUDE D'AVANT-PROJET G12 ..	13
6.1. - PRINCIPE DE FONDATIONS.....	13
6.2. - PROTECTION CONTRE LES EAUX SOUTERRAINES	15
6.3. - MATERIAUX.....	15
6.4. - DALLAGE - PLANCHER	16
6.5. - VOIRIES	17
CHAPITRE 7.0. – PHASE PROJET & PHASE EXECUTION	20
ANNEXES	21

CHAPITRE 1 - MISSION

LANNION TREGOR AGGLOMERATION nous a confié la réalisation d'une mission d'étude géotechnique concernant la construction d'une objèterie, sur une parcelle sise :

ZA de Buhulien, à **Lannion** (22).

Cette étude s'inscrit dans le cadre des missions géotechniques normalisées (NF P94-500 – décembre 2006) comme une mission d'avant projet de type G12 (le détail des missions est repris en annexe).

A titre de comparaison avec les missions d'ingénierie généraliste (loi MOP 1985), la mission G12 correspond à l'esquisse niveau APS.

Les missions géotechniques ont pour but d'appréhender le milieu naturel et de diminuer les aléas y afférant. Cette réduction de l'aléa se fait par étapes successives, allant de la reconnaissance globale à la reconnaissance locale, en adaptant les investigations et les études à la sensibilité réelle du projet :

- + Les missions d'avant-projet type G1 ont pour but d'identifier les aléas majeurs et de donner les principes généraux pour en limiter les conséquences. Elles excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entrent dans le cadre de la mission d'étude de projet géotechnique G2.
- + Les missions de projet type G2 ont pour but d'identifier les aléas importants et les dispositions pour en réduire les conséquences.
- + Les missions d'exécution type G3/G4 ont pour but d'identifier les aléas résiduels et les dispositions pour en limiter les conséquences.

Remarques :

- Il s'agit de sondages géotechniques qui ne peuvent, en aucun cas, détecter d'éventuelles pollutions des sols.
- L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les "conditions d'exploitation et de validité des études de sols" décrites en annexe.
- Le maître d'ouvrage devra nous informer de la DROC (date réelle d'ouverture de chantier), et faire réactualiser le présent rapport en cas de modification du projet ou d'ouverture du chantier plus de 2 ans après la date du présent rapport.

* * *

CHAPITRE 2.0. – TRAVAUX EXECUTES – LIMITE DES METHODES

La campagne de sondages s'est déroulée du 7/10/2013 au 14/10/2013. Nous avons réalisé quatorze sondages de reconnaissance à 8 m de profondeur, en rotation diamètre 64 mm, par l'intermédiaire d'une foreuse hydraulique montée sur un chenillard, ainsi que cinq essais au pénétromètre dynamique.

Le relevé de la coupe de sondage a été réalisé en observant les remontées de cuttings de forage. Cette méthode est imprécise et ne permet pas la finesse de relevé d'un carottage. Les relevés des remontées de cuttings sont fournis dans les logs en annexe.

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées par des essais pressiométriques et des essais de pénétration dynamique.

L'essai pressiométrique est un essai de chargement du sol en place qui consiste à dilater radialement une sonde cylindrique dans un sondage, afin de déterminer la relation entre la pression appliquée sur les parois du sondage et l'augmentation de volume de la sonde.

L'essai de pénétration dynamique consiste à déterminer le nombre de coups nécessaires pour enfoncer une pointe soumise à une énergie de battage par l'intermédiaire d'un train de tige.

La reconnaissance des sols et les différents essais effectués ont été réalisés conformément aux normes et documents techniques suivants :

- ⇒ DTU 11-1 - Cahier des charges applicables aux travaux de sondages,
- ⇒ NF P94-110 - Essais pressiométriques,
- ⇒ NF P94-202 - Prélèvement des sols et des roches.

Les éléments de prédimensionnement et les recommandations de cette étude s'appuient sur les textes réglementaires suivants :

- ⇒ NF 11-300 - Exécution des terrassements.
- ⇒ DTU 13.2 - Fondations profondes,
- ⇒ DTU 13.11 et DTU 13-12 - Fondations superficielles,
- ⇒ DTU 13.3 - Dallages,
- ⇒ NF P94-500 - Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications.

* * *

CHAPITRE 3.0. – DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION

Pour la réalisation de notre étude, nous avons disposé des documents suivants :

Nature du document	Référence - Date	Tirage	Altimétries
Plan de situation	-	1 ex.	Non cotées
Plan de masse	-	1 ex.	Cotées

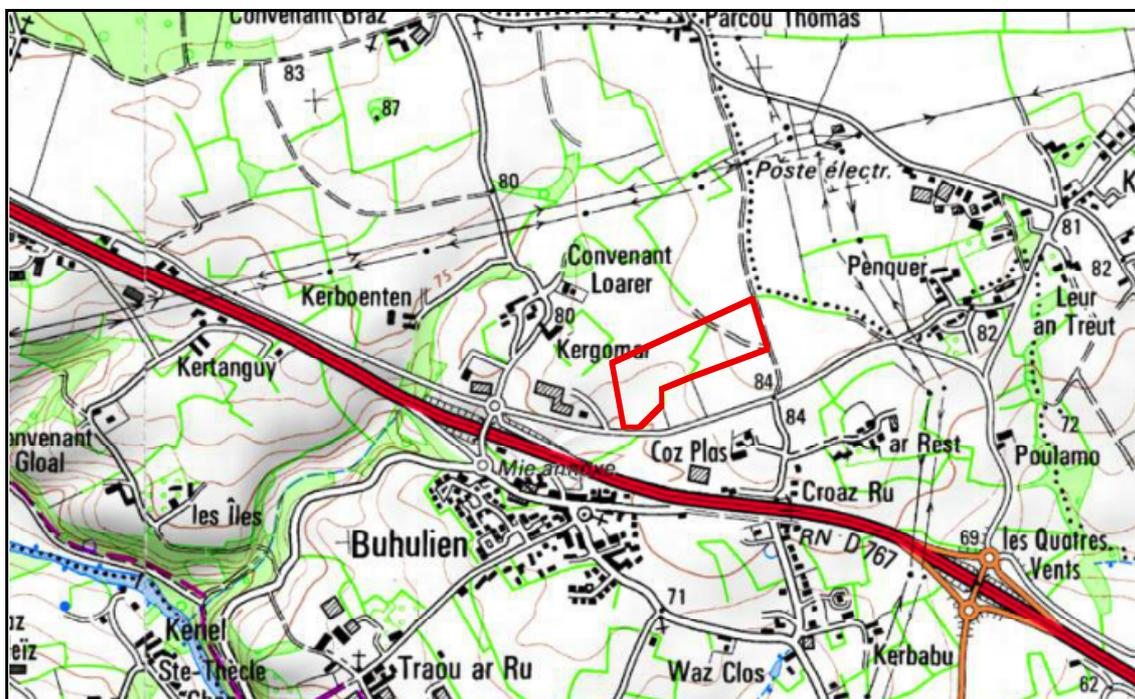
* * *

CHAPITRE 4.0. – SYNTHESE GEOLOGIQUE

4.1. – ETUDE DE SITE – SENSIBILITE (G11)

Situation :

Le secteur est situé au Sud-Est de la commune de Lannion, à des altitudes globalement comprises entre **77,0 NGF** et **84,0 NGF**. Le terrain correspond à des parcelles agricoles.



Extrait carte IGN au 1/25000°



Vue aérienne du site

Risques :

Les risques majeurs identifiés pour l'aménagement sur la commune sont présentés ci-dessous :

Risques

Radon
Inondation - Par ruissellement et coulée de boue
Phénomènes météorologiques - Tempête et grains (vent)
Inondation
Séisme Zone de sismicité: 2
Phénomène lié à l'atmosphère
Inondation - Par submersion marine

Atlas de Zone Inondable

Aléa	Nom de l'AZI	Diffusion le
Inondation	AZI 3	-
Inondation	AZI 3 Submersion Marine	-

Sismicité :

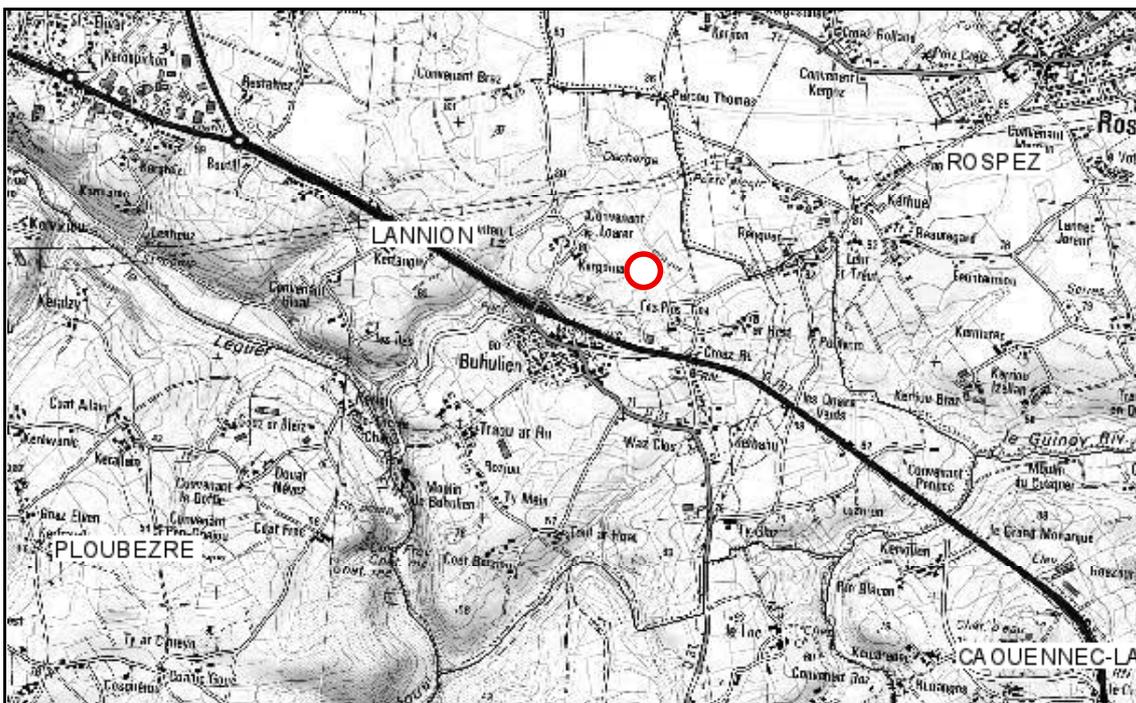
À ce jour, la commune est située en zone sismique «2 » (Nouvelle réglementation parasismique pour les permis de construire déposés après le 1^{er} mai 2011).

La commune a fait l'objet de neuf arrêtés de catastrophes naturelles :

Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle

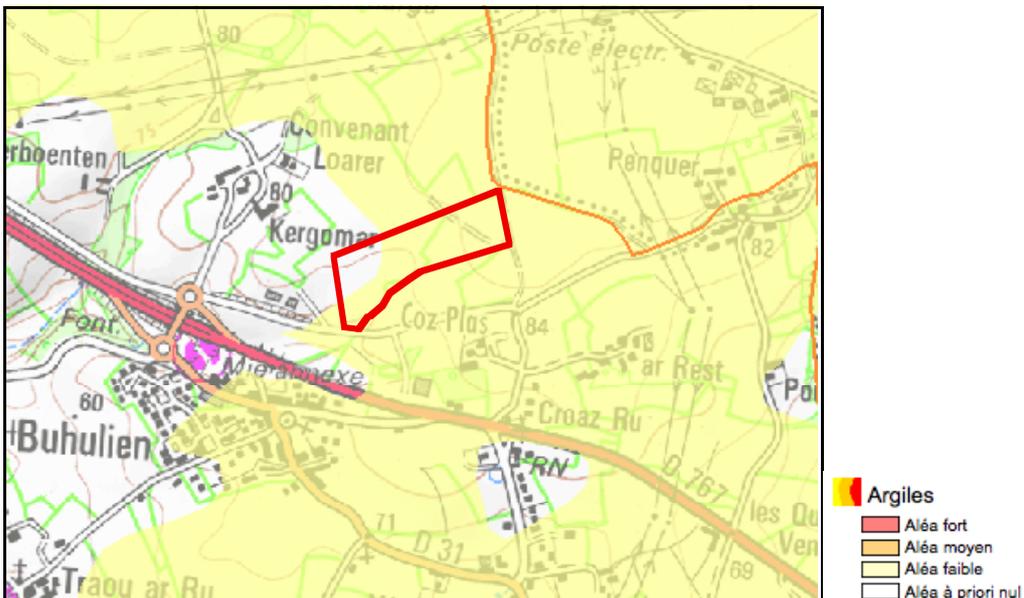
Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	06/04/1985	08/04/1985	15/07/1985	27/07/1985
Tempête	15/10/1987	16/10/1987	22/10/1987	24/10/1987
Inondations et coulées de boue	11/09/1989	11/09/1989	05/12/1989	13/12/1989
Inondations et coulées de boue	16/09/1995	17/09/1995	08/01/1996	28/01/1996
Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	02/01/1998	02/01/1998	10/08/1998	22/08/1998
Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	27/07/2005	27/07/2005	02/03/2006	11/03/2006
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	10/03/2008	10/03/2008	15/05/2008	22/05/2008
Inondations et coulées de boue	04/12/2010	05/12/2010	05/04/2011	10/04/2011

La carte des aléas d'inondation établie par le MEDDTL exclut la zone d'étude des zones à aléas.



Extrait de la carte des aléas

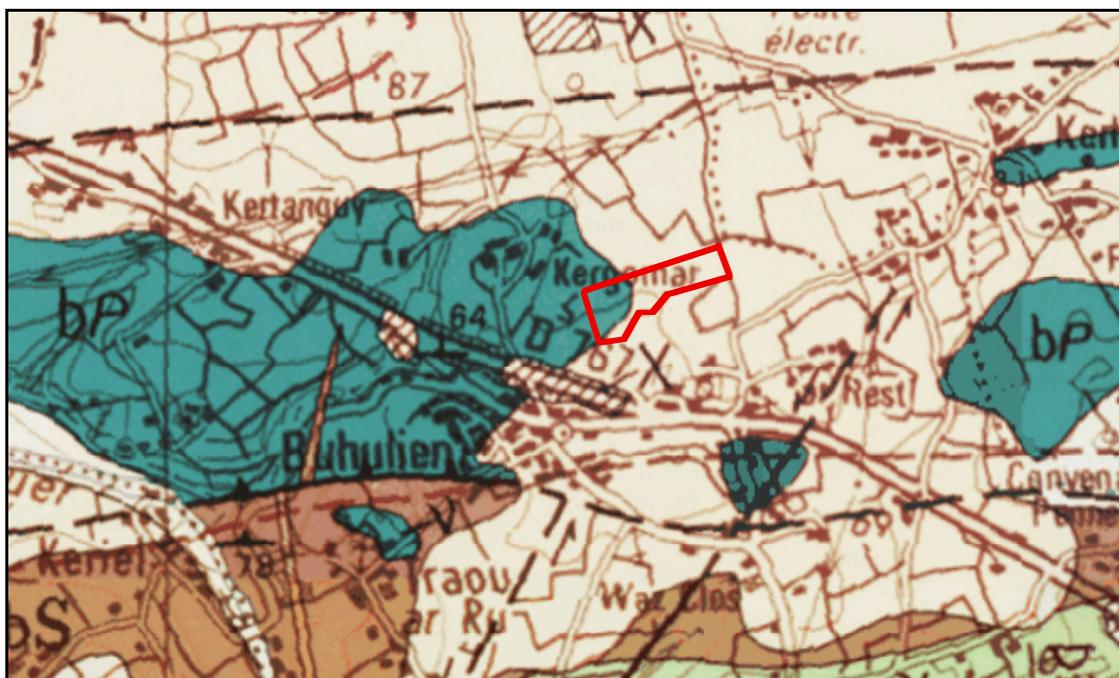
La carte des aléas de retrait-gonflement établie par le BRGM situe la zone d'étude en grande partie en zone à aléa faible.



Extrait de la carte des aléas

Géologie :

D'après les informations de la carte géologique LANNION au 1/50000° (cf. extrait de carte ci-dessous), nous devrions rencontrer, sous d'éventuels remblais et placage limoneux de surface, des formations d'altération (altérites), puis le substratum schisteux.



Extrait de la carte géologique LANNION au 1/50000°

4.2. - NATURE DES SOLS

Au droit de nos sondages, et à partir du niveau actuel du terrain naturel, nous avons rencontré les formations suivantes :

Des limons

Ces formations sont représentées par des limons plus ou moins argileux, de teinte marron, englobant des fragments compacts (grains, plaquettes, rognons). Ils ont été rencontrés jusqu'à des profondeurs globalement comprises entre **1,0 m** et **2,0 m**.

Etant donné leur mode de dépôt (éboulis, apport éolien, solifluxion), ces terrains peuvent connaître des variations d'épaisseur rapides, et des épaisseurs plus importantes sont possibles sur la parcelle.

Ces formations se recombinent à la base avec les formations argileuses d'altération, et les transitions sont difficiles à distinguer en sondages destructifs, compte tenu de la convergence des faciès.

Des altérites

Ces terrains sont issus de l'altération naturelle du substratum (décomposition et argilisation du substratum schisteux). Ils sont représentés par des argiles schisteuses de teinte marron, beige à grisâtre, contenant des fragments compacts (grains, plaquette, rognons). Ces terrains ont été rencontrés jusqu'à des profondeurs globalement comprises entre **3,0 m** et supérieures à **8,0 m**.

D'une manière générale, l'argilisation et l'altération du substratum s'effectuent de manière très variable, et des variations rapides de faciès (couleur, texture) peuvent s'observer, tant latéralement qu'en profondeur. La transition avec le substratum « sain » n'est pas une transition franche, mais s'effectue progressivement avec la profondeur où les processus d'altération et d'argilisation sont de moins en moins conséquents.

Le substratum schisteux

Altéré et argilisé en tête de couche, le substratum est représenté par une roche de teinte marron, beige à grisâtre. Ces terrains ont été rencontrés jusqu'à la fin de nos sondages.

4.3. – EAU

4.3.1. – PIEZOMETRIE

Les niveaux d'eau observés au cours de notre intervention sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Niveaux d'eau	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
En cours de forage (m)	sec	sec	sec	7,5 m	sec	sec	sec
En fin de forage (m)	4,0 m	4,6 m	4,5 m	5,8 m	sec	sec	sec

Niveaux d'eau	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
En cours de forage (m)	sec	sec	sec	7,0 m	sec	sec	sec
En fin de forage (m)	sec	sec	7,0 m	6,0 m	6,3 m	6,0 m	6,3 m

Ces niveaux correspondent à des rétentions et à des circulations au sein du substratum plus ou moins altéré, et directement tributaires des conditions météorologiques.

Par ailleurs, en saison défavorable, humide, ou à forte pluviométrie, les écoulements superficiels ne percolent que très lentement à travers les remblais, les terrains limoneux et argileux, et s'accumulent dans les sols de surface jusqu'à leur **saturation**.

En période critique, des rétentions et des stagnations d'eau ne sont pas à exclure sur la parcelle, notamment dans les dépressions topographiques locales.

4.3.2. – PERMEABILITE

Nous avons réalisé deux essais de perméabilité à 2,5 m selon la Norme NF 94-131. Il s'agit d'essais de type Nasberg réalisés dans les conditions suivantes :

Essais Nasberg :

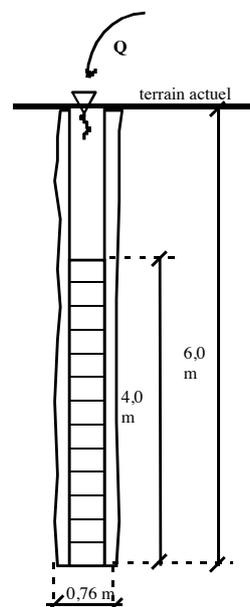
- Essais par absorption,
- Mesures en terrain sec,
- Nappe infiniment profonde.

L'essai consiste à remplir un tube PVC par une certaine quantité d'eau et à maintenir ce niveau constant. On mesure alors la quantité d'eau en fonction du temps nécessaire pour maintenir ce niveau.

La solution de Narsberg en coordonnées cylindriques (solution approchée) est donnée par l'équation suivante :

$$Q = \frac{\pi K \phi^2}{8} \left[1 - \sqrt{16 \frac{H}{\phi} + 1} \right]^2$$

Avec ϕ = diamètre de la sphère de la cavité, H = hauteur d'eau dans le tube, Q = débit, K = perméabilité



Les résultats obtenus sont fournis dans le tableau ci-après :

Sondage	Prof. (m)	Terrain	Perméabilité K (m/s)
L1	2,5 m	Limons	$1,5 \cdot 10^{-7}$
L2	2,5 m	Limons	$5,1 \cdot 10^{-8}$

Ces essais font apparaître une perméabilité in situ faible à très faible au sein des terrains de surface, de l'ordre de 10^{-7} m/s à 10^{-8} m/s (Classement de G. Philipponat – Fondations et ouvrages en terre).

Ces valeurs pourront être prise en compte pour la réalisation des bassins.

4.4. – SISMICITE

Zone de sismicité :

Comme évoqué dans le paragraphe 4.1, à ce jour, la commune est située en zone sismicité « **2** » (Nouvelle réglementation parasismique pour les permis de construire déposés après le 1^{er} mai 2011).

Classe de sol (suivant l'Eurocode 8) :

Au sens des règles parasismiques de l'Eurocode 8 (NF EN 1998-1), les sols du site sont de classe « **A** ».

Paramètres de calcul (suivant l'Eurocode 8) :

Pour un ouvrage de catégorie d'importance **III** (ERP de catégories 1, 2 et 3), la valeur du coefficient d'importance γ_I est égale à **1,2**.

Pour les zones de sismicité « **2** », la valeur de l'accélération maximale de référence au niveau du rocher à prendre en compte est $a_{gr} = \mathbf{0,7 \text{ m/s}^2}$.

L'accélération horizontale de calcul au niveau du rocher est donc $a_g = a_{gr} \times \gamma_I = \mathbf{0,84 \text{ m/s}^2}$.

Pour un sol de classe C, les valeurs du paramètre de sol S et des périodes caractéristiques T_B , T_C , T_D des spectres de réponse horizontaux à prendre en compte sont les suivantes :

- **S = 1,0**
- **$T_B = 0,03 \text{ s}$**
- **$T_C = 0,2 \text{ s}$**
- **$T_D = 2,5 \text{ s}$**

* * *

CHAPITRE 5.0. – PROJET

Il est prévu de réaliser une objèterie, présentant des bâtiments, des zones de stockage et de la voirie.

* * *

CHAPITRE 6.0. – SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE – ÉTUDE D'AVANT-PROJET G12

6.1. – PRINCIPE DE FONDATIONS

D'une manière générale, les systèmes de fondations à prévoir devront traverser systématiquement la totalité des remblais et des terrains remaniés pour chercher à mobiliser les limons sous-jacents.

Dans ces conditions, pour des ouvrages légers, et en fonction du calage altimétrique des niveaux bas, on pourra envisager des fondations de type **semelles** (filantes ou isolées). Pour le calcul des ouvrages de fondations, on devra respecter le DTU 13.12. Pour une fondation sous charge verticale centrée de largeur B, de longueur L, et d'encastrement D, on a :

$$q_u = K_p \cdot Pl_e^* + \gamma \cdot D$$

$$q_c = \frac{q_u}{2}$$

$$q_{els} = \frac{q_c}{1,5} = \frac{q_u}{3}$$

Avec Q_u : contrainte ultime ; Q_c : contrainte de calcul ; Q_{els} : contrainte admissible ; K_p : facteur de portance fonction des dimensions de la fondations ; Pl_e : pression limite nette équivalente

On notera que la contrainte ultime est fonction de la forme de la fondation et des charges réelles apportées que nous ne connaissons pas à ce stade de l'étude. La contrainte fournie dans ce rapport est donc estimée à partir de charges estimées et formes fictives. En fonction des charges réelles, la contrainte pourra donc connaître des variations.

Au droit de nos sondages, et selon les caractéristiques mécaniques relevées, nous retiendrons pour l'ensemble du projet une **contrainte admissible en état de service de 1,0 bar**, pour des charges verticales centrées et pour un fond de fouille non remanié.

En première approche, et selon la contrainte retenue ci-dessus, pour des descentes de charge linéaires de l'ordre de 5 à 8 tonnes/ml au droit de semelles de largeurs comprises entre 0,5 m et 0,8 m, et pour des charges ponctuelles de l'ordre de 6 à 14 tonnes au droit de semelles isolées de section comprises entre 0,8*0,8 m et 1,2*1,2 m, les tassements prévisibles théoriques seront inférieurs à **1 cm**.

Pour des descentes de charge plus importantes, on devra s'orienter vers des fondations de type massifs ou puits avec une contrainte plus élevée.

Dans la zone des sondages S2 à S4, selon le calage altimétrique, du soutènement devra à priori être prévu et suivra les préconisations de fondations exposées.

Dans le cadre de la mission G2 (étude géotechnique de projet), et en fonction des charges réelles, on réalisera des calculs de tassements afin que le BET Structures puisse vérifier qu'ils sont compatibles avec la structure prévue, et qu'il n'y a pas lieu de modifier la contrainte.

Les fondations respecteront par ailleurs les conditions suivantes :

- **Traverser** la totalité des remblais et des terrains remaniés, notamment ceux liés aux travaux d'aménagement, ce qui occasionnera des surprofondeurs des niveaux d'assises (gros béton).
- **Etre assises** au minimum à la profondeur hors-gel (profondeur $\geq 0,8$ m).
- **Etre ancrées** dans les limons, en place et non remaniés, au minimum de **0,3 m** (semelles filantes) et de **0,5 m** (fondations isolées). L'ancrage réel dépendra des caractéristiques géométriques de la fondation, et des efforts transversaux à reprendre.
- **Etre coulées** à pleine fouille sur toute hauteur.

A titre indicatif, au droit de nos sondages, à partir du terrain actuel, et pour des semelles filantes, il sera nécessaire d'atteindre les profondeurs minimales d'assises suivantes :

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
$\geq 0,8$ m						

S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
$\geq 0,8$ m						

Pour des fondations isolées (semelles, puits), on majorera les profondeurs d'assises ci-dessus de 0,2 m (ancrage minimal de 0,5 m).

Remarques.

- ⇒ **Dans le cadre de la mission G4**, chaque fouille devra être validée avant coulage par le géotechnicien. Couler dans un fond de fouille remanié conduira à des tassements importants.
- ⇒ D'une manière générale, tous les rattrapages entre les différents niveaux d'assises se feront en respectant une pente de 3 (*base*) pour 2 (*haut*), et en respectant les règles des fondations décalées.

- ⇒ La réalisation des fondations ne devrait être perturbée que par des arrivées d'eau superficielle. Dans ces conditions, et en fonction de la saison des travaux, il sera nécessaire de prévoir des **pompages** en fond de fouille, afin de couler impérativement toutes les fondations hors d'eau, dans des fouilles saines et non remaniées.
- ⇒ Toutes les fondations seront coulées sitôt l'ouverture des fouilles. Une purge ou un curage des zones humides et remaniées sera impérative avant disposition des aciers et bétonnage.
- ⇒ La largeur des semelles filantes ne sera jamais inférieure à 0,5 m.

6.2. - PROTECTION CONTRE LES EAUX SOUTERRAINES

Aucun ouvrage enterré n'est prévu.

6.3. – MATERIAUX - TERRASSEMENTS

Les terrains de surface (limons, altérites) pourront être classés dans les catégories **A** et **B** du GTR, correspondant à des sols plus ou moins fins, sableux à graveleux. Des matériaux de type **C** peuvent être également rencontrés, fonction de la proportion de gros éléments ($D_{max} > 50$ mm) englobés dans la matrice argileuse.

Les formations de type A, et dans une moindre mesure les formations de type C (fonction de leur proportion de fines), sont des **sols sensibles à l'eau**, qui changent rapidement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

A l'état humide, ces terrains présentent un caractère collant et glissant les rendant difficiles à mettre en œuvre. Leur réemploi et leur compactage nécessitent des traitements aux liants (chaux, chaux-ciment) pour faire chuter les teneurs en eau.

Les conditions d'utilisation de ces matériaux dépendent donc essentiellement de la nature et de l'état du sol obtenu en phase travaux. Les conditions météorologiques peuvent rapidement **interrompre** le chantier à cause de teneurs en eau trop élevées, ou au contraire, en période de chaleur, conduire à un matériau trop sec et difficilement compactable.

L'extraction de ces terrains pourra être réalisée avec la plus large gamme d'outils de terrassement. Les conditions d'extraction et de réemploi devront dans tous les cas être adaptées à l'état d'humidification du matériau, et aux conditions météorologiques, au moment du chantier.

D'une manière générale, nous attirons l'attention de la maîtrise d'œuvre sur les difficultés que provoqueront des périodes pluvieuses sur les terrains du secteur (sols fins et peu perméables), si des dispositions spécifiques ne sont pas prévues afin d'évacuer les eaux météoriques, qui ne pourront s'infiltrer que très lentement, et qui stagneront alors sur les plateformes.

6.4. – NATURE DU NIVEAU BAS

Compte tenu des épaisseurs de limons, on préférera la réalisation de **planchers portés** pour les RdC, notamment pour les sols sensibles qui ne tolèrent aucune déformation (carrelage, etc).

Selon le calage altimétrique, si l'on souhaite réaliser des complexes dallages pour les hangars, ces travaux devront respecter au minimum les dispositions ci-après, et, bien entendu, les prescriptions du DTU 13.3. (norme NF P11-213-1, mars 2005).

En premier lieu, tous les terrains remaniés, horizons organiques et tous les remblais évolutifs devront être impérativement purgés. Ils ne pourront en aucun cas servir de sol-support de complexe dallage.

Les limons devront faire l'objet d'un traitement (chaux, ect) avant de servir de sol-support.

Les caractéristiques rhéologiques des sols de fond de fouille à prendre en compte pour le dimensionnement des dallages seront les suivantes :

Terrains	Classe GTR	Coefficient rhéologique α	Module pressiométrique E^* (bars)
Limons	A / B / C	$\alpha = 2/3$	$50 \leq E \leq 90$
Altérites	A / C	$\alpha = 2/3$	$100 \leq E \leq 250$
Substratum	R3	$\alpha = 2/3$	$300 \leq E \leq 700$

On se reportera au paragraphe 6.3 pour les conditions de terrassements et de réemploi de ces matériaux.

Tous les remblais mis en place seront des remblais techniques, mis en œuvre par couches minces (15 à 20 cm maximum), compactées et contrôlées. En ce qui concerne la réalisation du compactage et la nature des matériaux d'apport (insensibles à l'eau, mise en place d'un géotextile, conformes au DTU 13.3), on devra procéder aux vérifications classiques suivantes :

- Nature et classification des matériaux d'apport,
- Sensibilité à l'eau,
- Teneurs en eau de la PST,
- Aptitude aux traitements mixtes chaux-ciment,
- Taux de compactage de l'arase et de la plateforme.

Les dallages devront être totalement désolidarisés des structures. Pour pallier les déformations possibles, nous vous conseillons de les fractionner par des joints fréquents.

Les fonds de forme et les plateformes seront compactés à 95 % de l'optimum Proctor. Toutes les phases de compactage devront être contrôlées par des essais de chargement à la plaque type Westergaard ou LCPC. Il sera nécessaire d'obtenir un module de Westergaard au minimum égal à **5 bars/cm** au niveau de la plateforme.

* Le module E_s pourra être pris égal à E/α

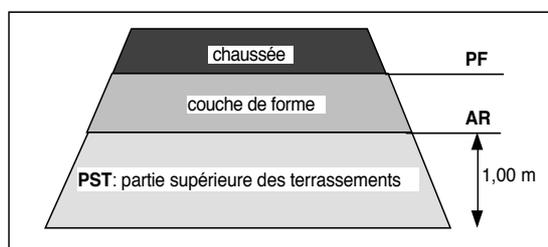
Bien entendu, si l'on ne souhaite pas réaliser ces travaux de substitution et de compactage ainsi que les contrôles associés, on s'orientera vers la réalisation de **planchers portés** pour le niveau bas, éventuellement sur vide sanitaire ou vide technique.

6.5. – VOIRIES

6.5.1. – Définitions – Rappels

D'une manière générale, tous les travaux de terrassement et de remblaiement devront suivre les règles du guide technique du SETRA pour la réalisation des remblais et des couches de forme.

Pour le dimensionnement des structures de chaussées, la **portance** à long terme de la plateforme support de chaussée est déterminée à partir du couple PST - Couche de Forme (cf. schéma ci-après) :



Chaussée = couche de roulement, base et fondation
PF = plateforme support de la chaussée
AR = Arase des terrassements

6.5.2. – Portance – Partie Supérieure des Terrassements « PST »

Après décapage de l'horizon de terre végétale, les terrassements mettront à l'affleurement les limons. Les arases des terrassements devraient être de classe **AR1** (PST n°1), pour des travaux exécutés par conditions météorologiques favorables.

Avant le début des travaux, nous vous conseillons de vérifier l'état hydrique des matériaux et de procéder aux éventuelles adaptations nécessaires.

On procèdera à un compactage lourd et intensif de la plateforme obtenue, ce qui permettra de détecter d'éventuels points faibles qu'il conviendra de purger et de substituer.

En cas de conditions météorologiques défavorables durant les travaux, la traficabilité de la plateforme se retrouvera dégradée après imbibition et pourra amener à un arrêt des travaux.

Pour mettre en place une couche de forme en matériau granulaire, la PST doit avoir une portance minimale mesurée par des essais de chargement à la plaque correspondant à des modules EV2 de **15 à 20 MPa**. Pour une couche de forme en matériaux traités, la PST doit avoir une portance minimale EV2 de **35 MPa**.

6.5.3. – Couche de Forme

La couche de forme à mettre en place doit répondre à quatre exigences :

- Assurer la traficabilité pendant la phase de mise en œuvre de la chaussée,
- Permettre le compactage efficace de la couche de fondation de la chaussée,
- Permettre le nivellement satisfaisant de la plateforme support de chaussée,
- Assurer la protection de l'arase des terrassements vis-à-vis des agents climatiques avant la réalisation de la chaussée.

L'épaisseur préconisée dépend :

- Du cas de PST et de la portance à long terme au niveau de l'arase des terrassements,
- Des caractéristiques du matériau constituant la couche de forme.

La couche de forme doit permettre d'obtenir une plateforme support de chaussée de catégorie **PF2**, c'est-à-dire disposant d'une portance correspondant à un module EV2 supérieur à **50 MPa**.

Dans le cas d'une PST n°1, il conviendra d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur, avec éventuellement la mise en place au préalable d'un **géotextile** anticontaminant à l'interface PST - Couche de Forme ou de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement selon une technique remblai.

D'une manière générale, la granulométrie du matériau de la couche de forme (par exemple de type R41 ou R61) devra être continue et étalée de façon à optimiser le compactage. Les éléments supérieurs à 250 mm seront éliminés, et le matériau ne devra pas comporter plus de 5 % de fines inférieures à 80 µm.

On se reportera au guide technique du SETRA pour la constitution et les conditions de mise en œuvre de la couche de forme en fonction des objectifs de portance souhaités.

6.5.4. – Contrôles

L'ensemble de ces travaux de terrassement et remblais devra être encadré à minima par les essais suivants :

- Essais d'identification GTR sur les matériaux en remblais mis en place par l'entreprise,
- Réalisation d'essais Proctor,
- Vérification du ratio Q/S pour le compactage des couches mises en place,
- Réalisation d'essais de plaque ou gamma densimètre pour la validation du compactage et la réception des différentes plateformes.

6.5.5. – Structures de Chaussée

Nous fournissons en annexe quelques exemples de structures de chaussées, extraites du guide du SETRA, en fonction de la classe du trafic et du type de plate-forme PF.

Des variantes pourront, bien entendu, être proposées par les entreprises, dans la mesure où les matériaux mis en œuvre respectent les règles techniques du SETRA, et que les objectifs de compacité sont atteints.

CHAPITRE 7.0. – PHASE PROJET & PHASE EXECUTION

Pour la conception des ouvrages, la norme NF P94-500 qui régit l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, propose de poursuivre la mission G12 par la mission G2 de conception en phase projet, puis en phase d'exécution, par la réalisation de la mission G4.

Il s'agira notamment de prévoir :

Mission G2 :

- Sondages et investigations complémentaires si nécessaire en fonction de la définition du projet et de son évolution,
- Etudes géotechniques de conception en phase projet,
- Vérification et validation du CCTP concernant les ouvrages géotechniques,
- Analyse technique des offres reçues et assistance au choix des entreprises.

Mission G4 :

- Supervision, analyses et validation des études d'exécution des ouvrages géotechniques,
- Suivi d'exécution des ouvrages géotechniques.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage et des équipes de conception pour tout renseignement complémentaire.

Le Contrôle interne,

P. CAPORALI

La Responsable de l'étude,

A. GASTOU

ANNEXES

- **COUPES DES SONDAGES**

- **RESULTATS DES ESSAIS IN SITU**

- **DIAGRAMMES DE PENETRATIONS DYNAMIQUES**

- **LOGS PRESSIOMETRIQUES**

- **DIAGRAPHIES**

- **LOCALISATION**

- **PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

- **PHOTOS AERIENNES**

- **RISQUES MAJEURS**

- **PHOTOS DU SITE**

- **MISSION**

- **LIMITE D'EXPLOITATION DU RAPPORT**

⇒ **REMARQUES :**

- *Les altitudes des têtes de sondages ont été recalées en cotes NGF à partir du plan topographique fourni.*

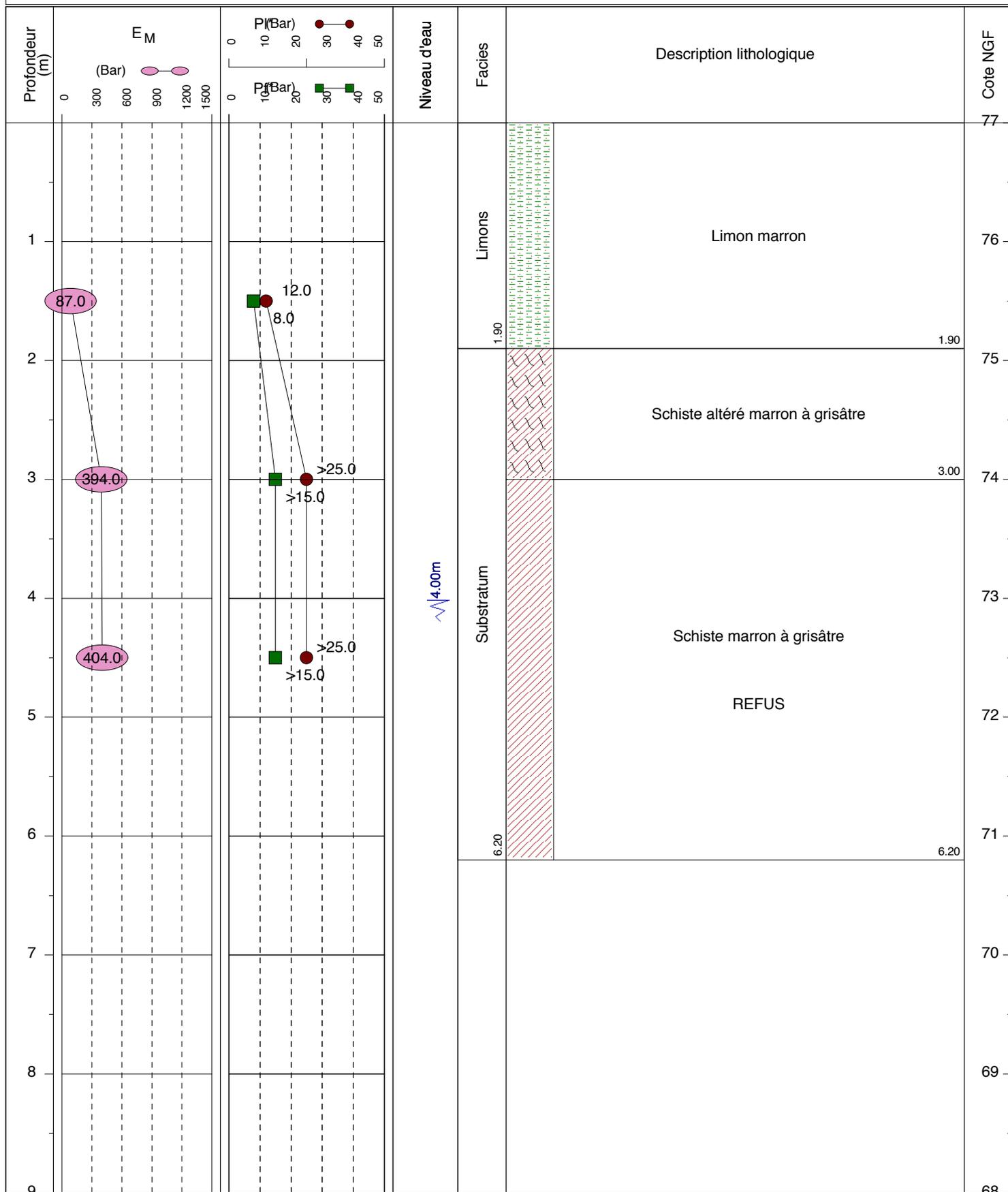
- *Les conclusions de cette étude G12 sont établies sur la base de l'interprétation de données ponctuelles portant sur des éléments par nature hétérogènes, et ne peuvent donc prétendre représenter l'exacte réalité géologique du site en tout point.*

- *Les coupes des sondages données ci-après dans les logs sont fournies à titre indicatif. Compte tenu de la méthode de relevé (observation des remontées de cuttings et des boues de forage), ces coupes sont imprécises et ne pourront nous être opposables dans le cadre d'un marché forfaitaire de fondations, même si les quantités estimées par l'entreprise venaient à être différentes de celles réellement mis en place. Seul un criblage par carottages, ou puits à la pelle, réalisés dans le cadre des missions G2/G3/G4 permettrait d'engager notre responsabilité sur les quantités et coût relatifs aux fondations.*

- *Toute modification dans l'implantation ou la conception du projet à la date de ce rapport devra faire l'objet d'une nouvelle validation des hypothèses et des conclusions présentées dans cette étude.*

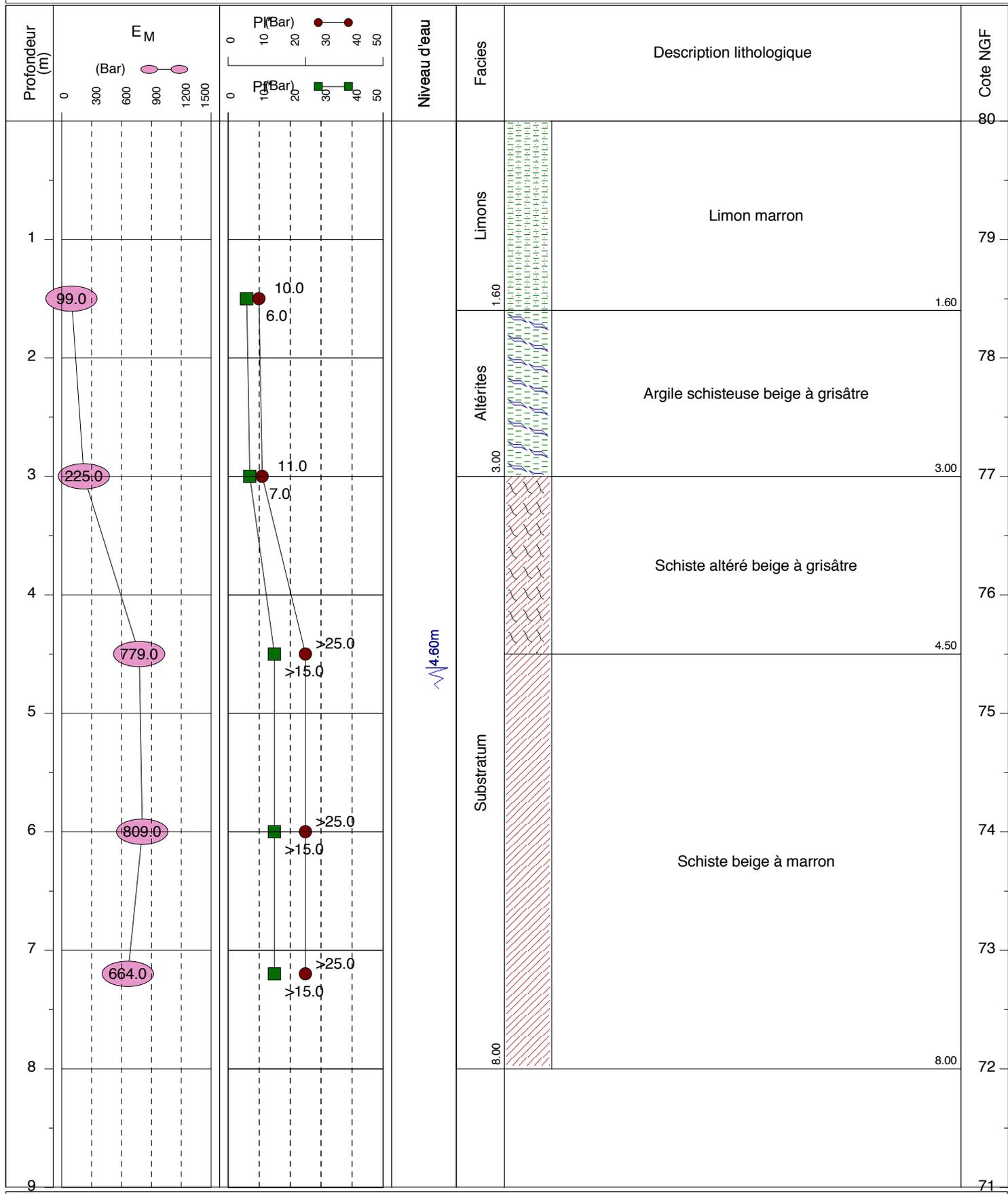
* * *

Z: 77.00



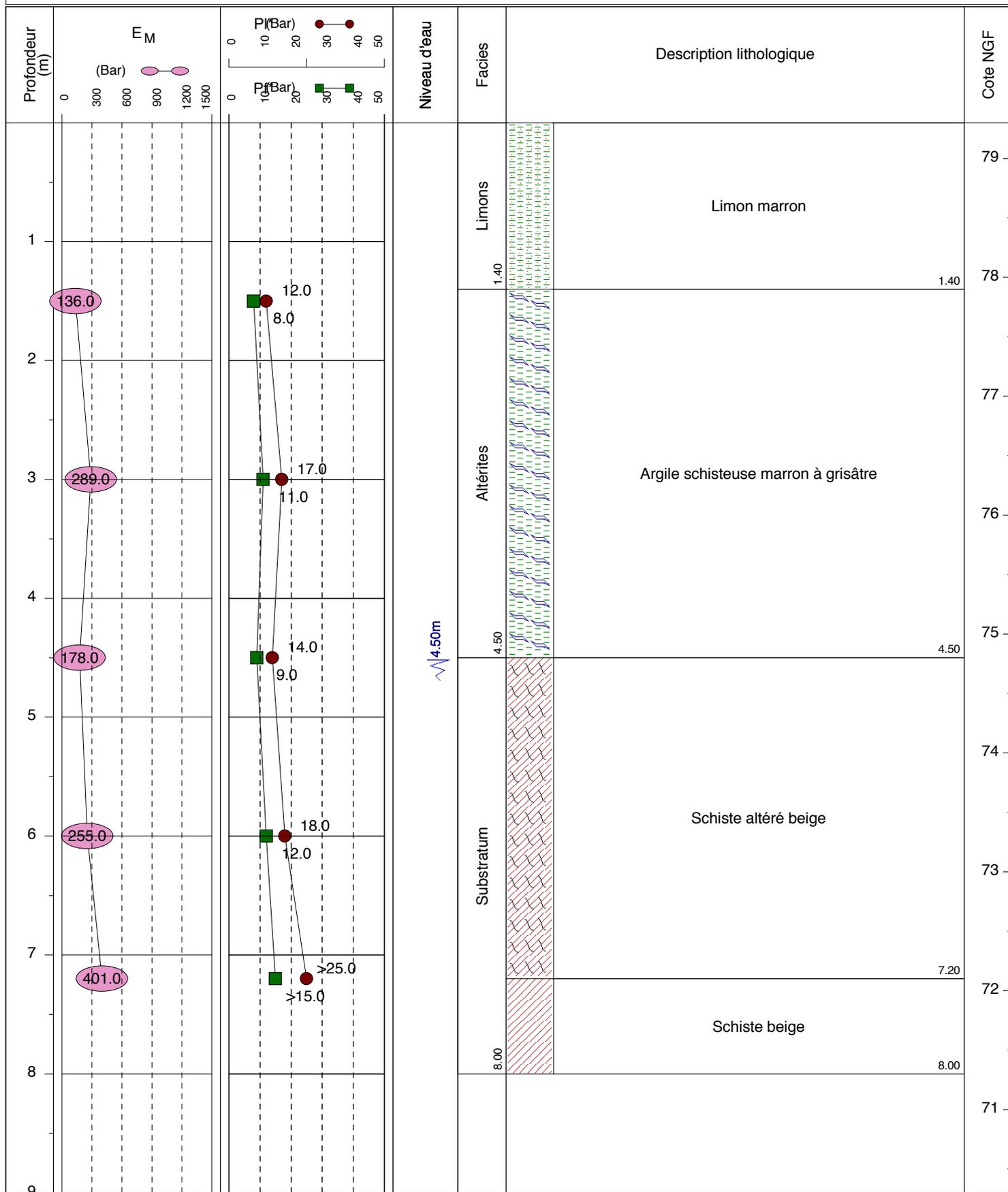
Obs:

Z: 80.00



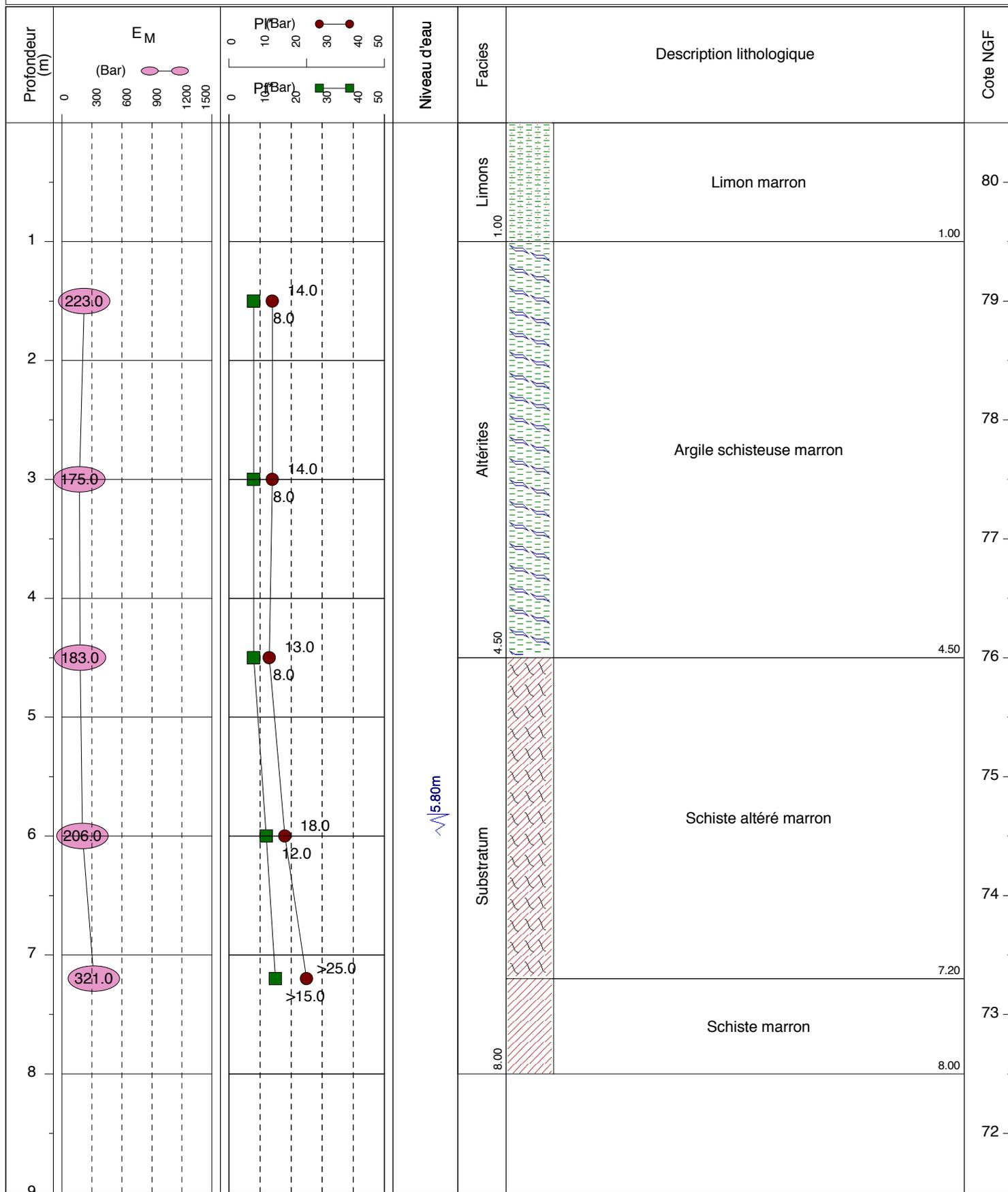
Obs:

Z: 79.30



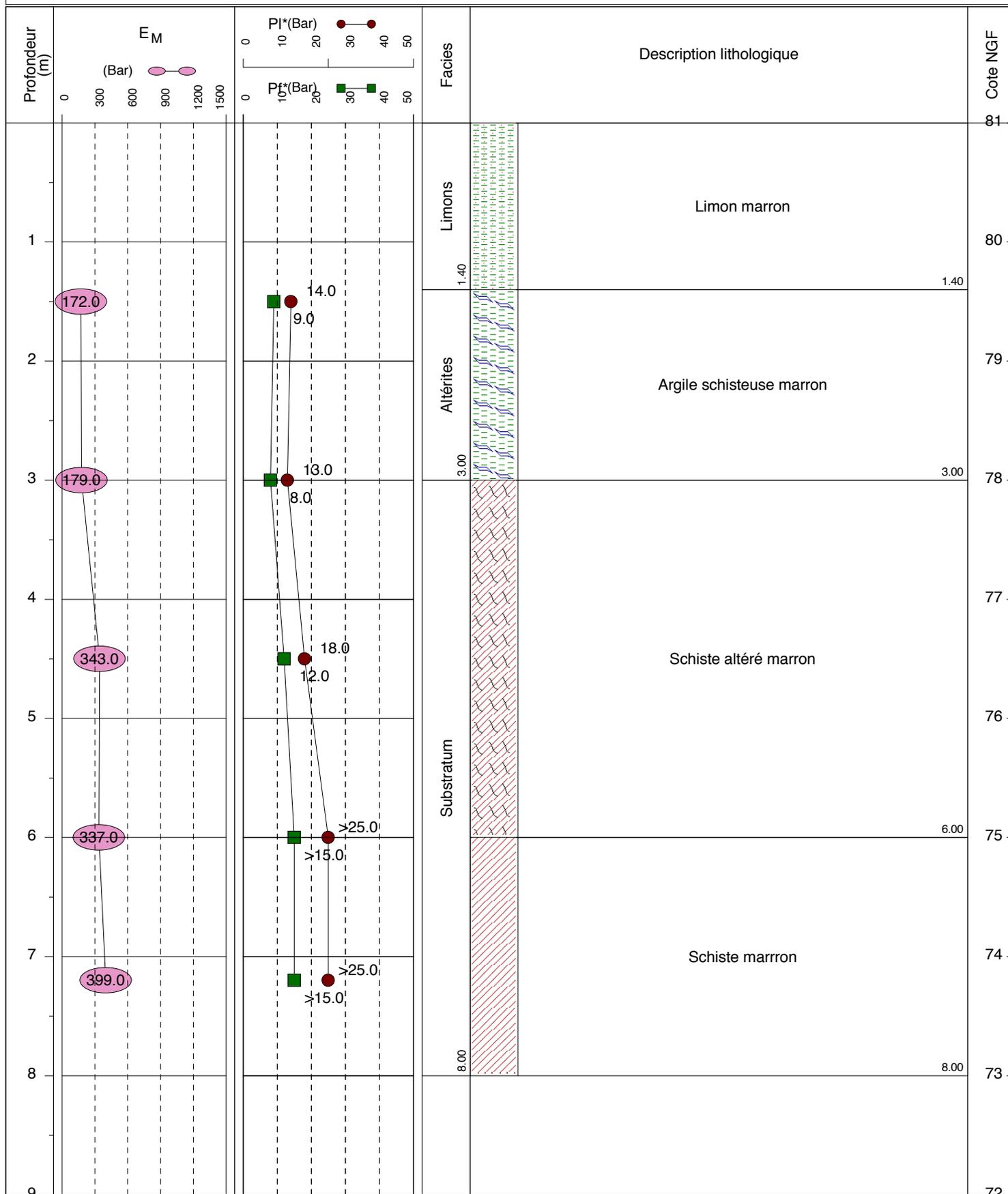
Obs:

Z: 80.50



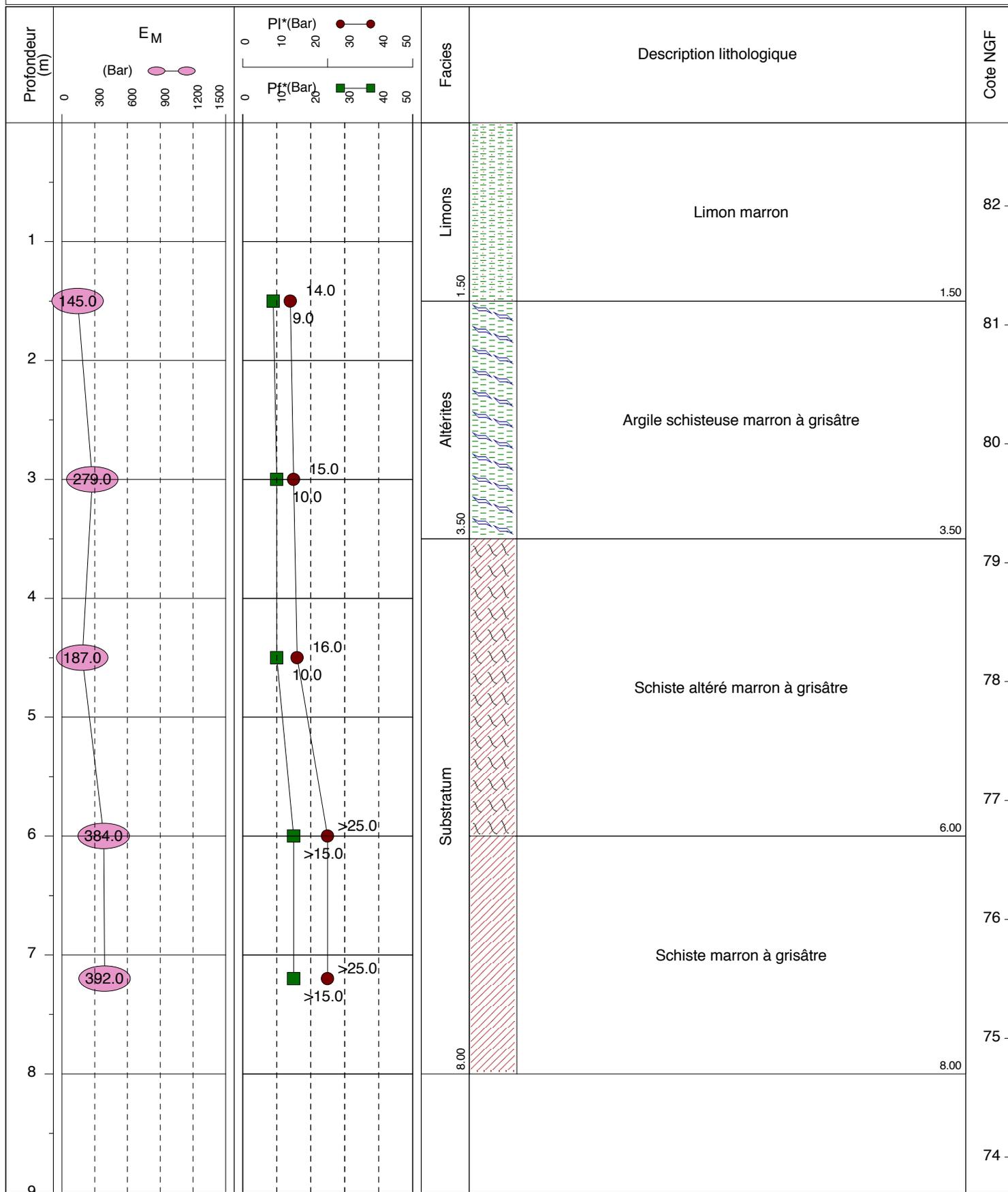
Obs:

Z: 81.00



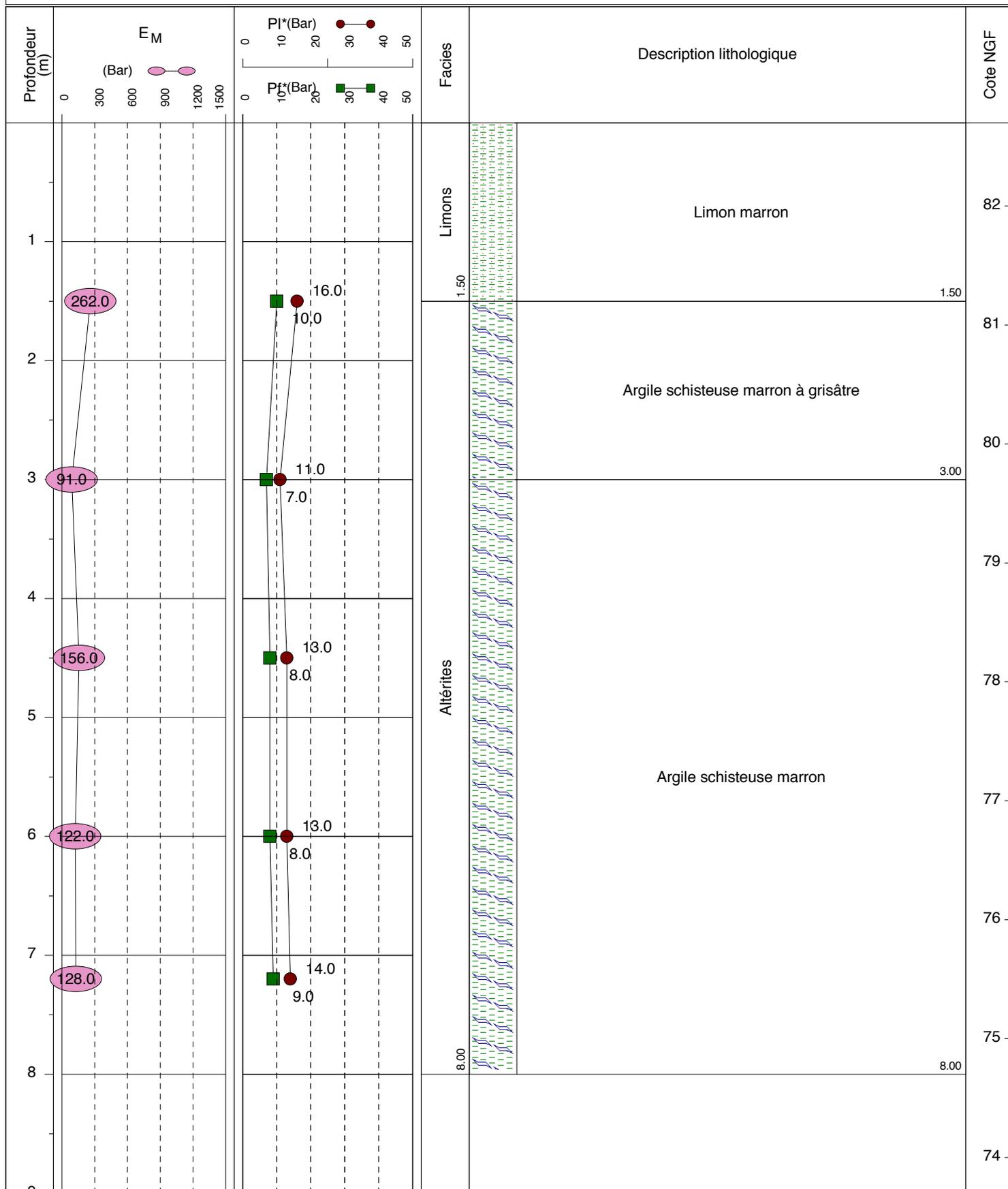
Obs:

Z: 82.70



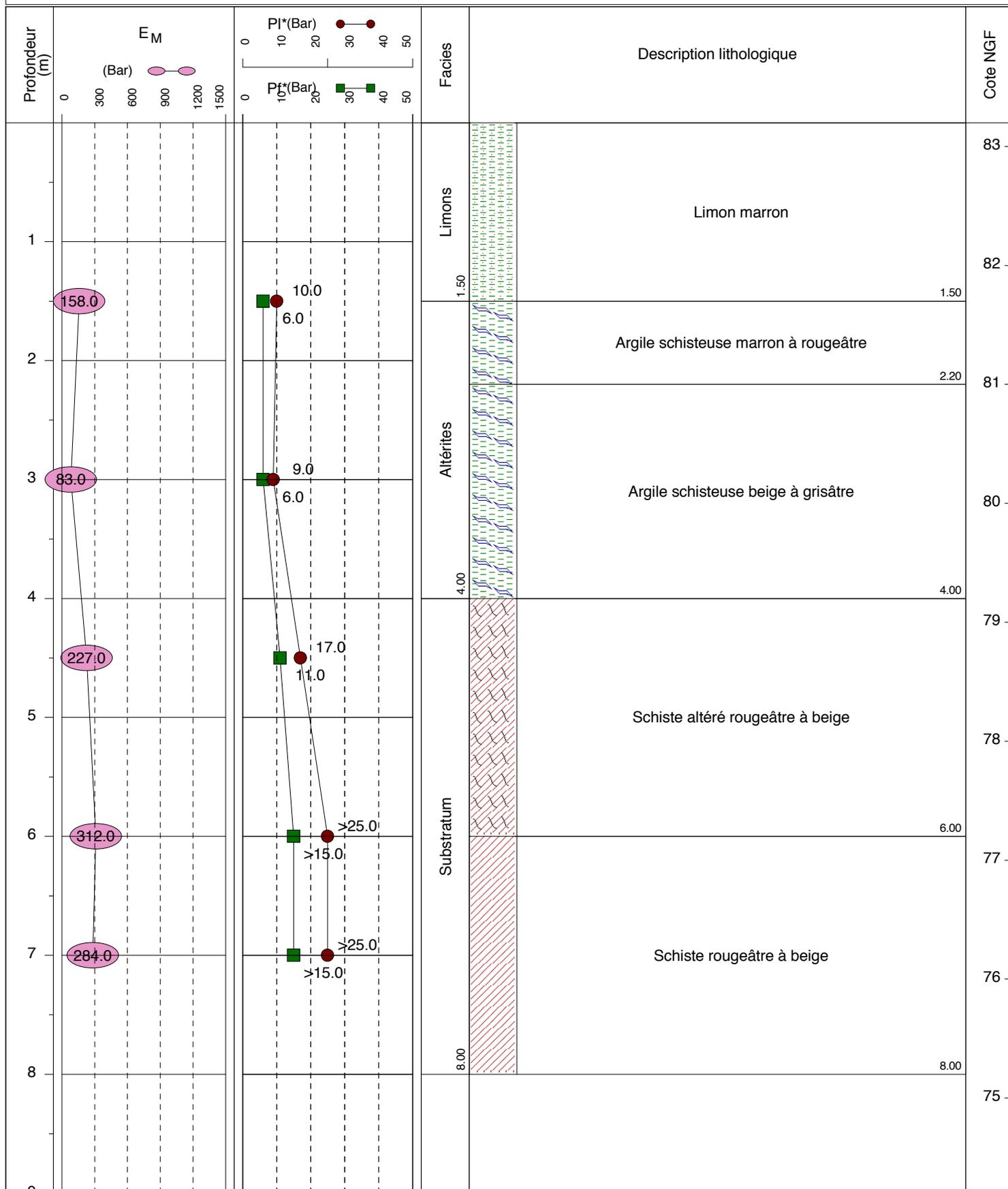
Obs:

Z: 82.70



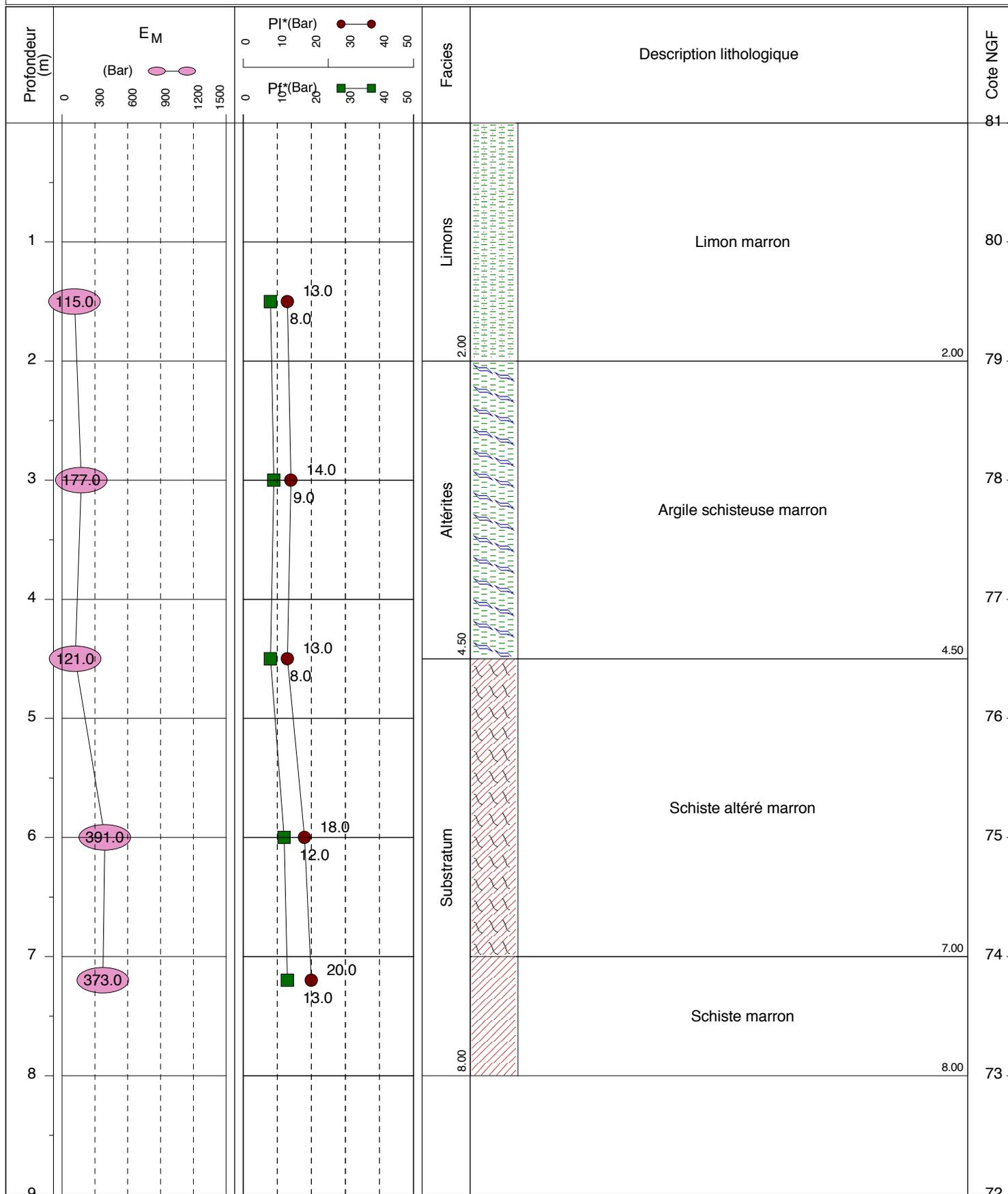
Obs:

Z: 83.20



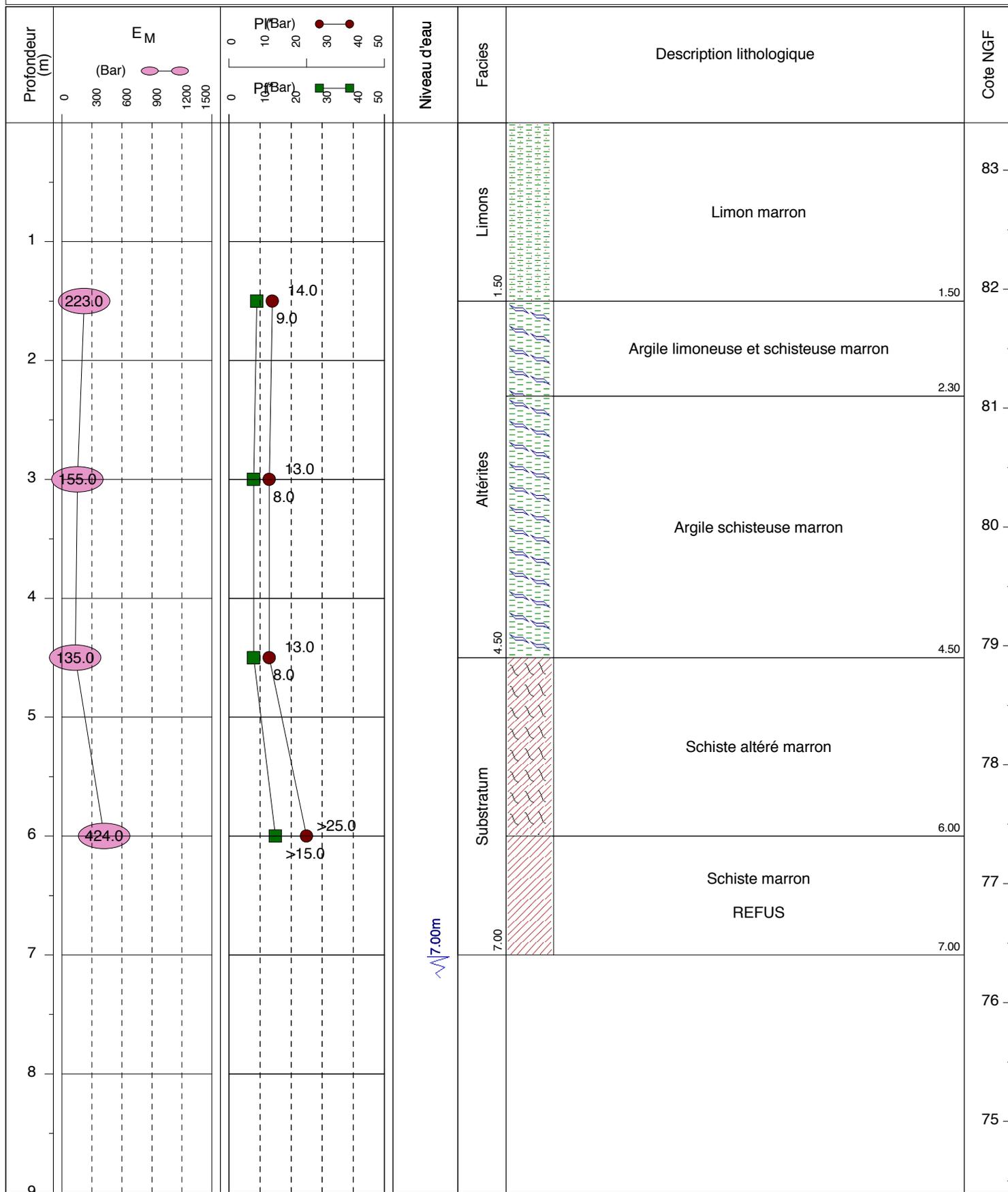
Obs:

Z: 81.00



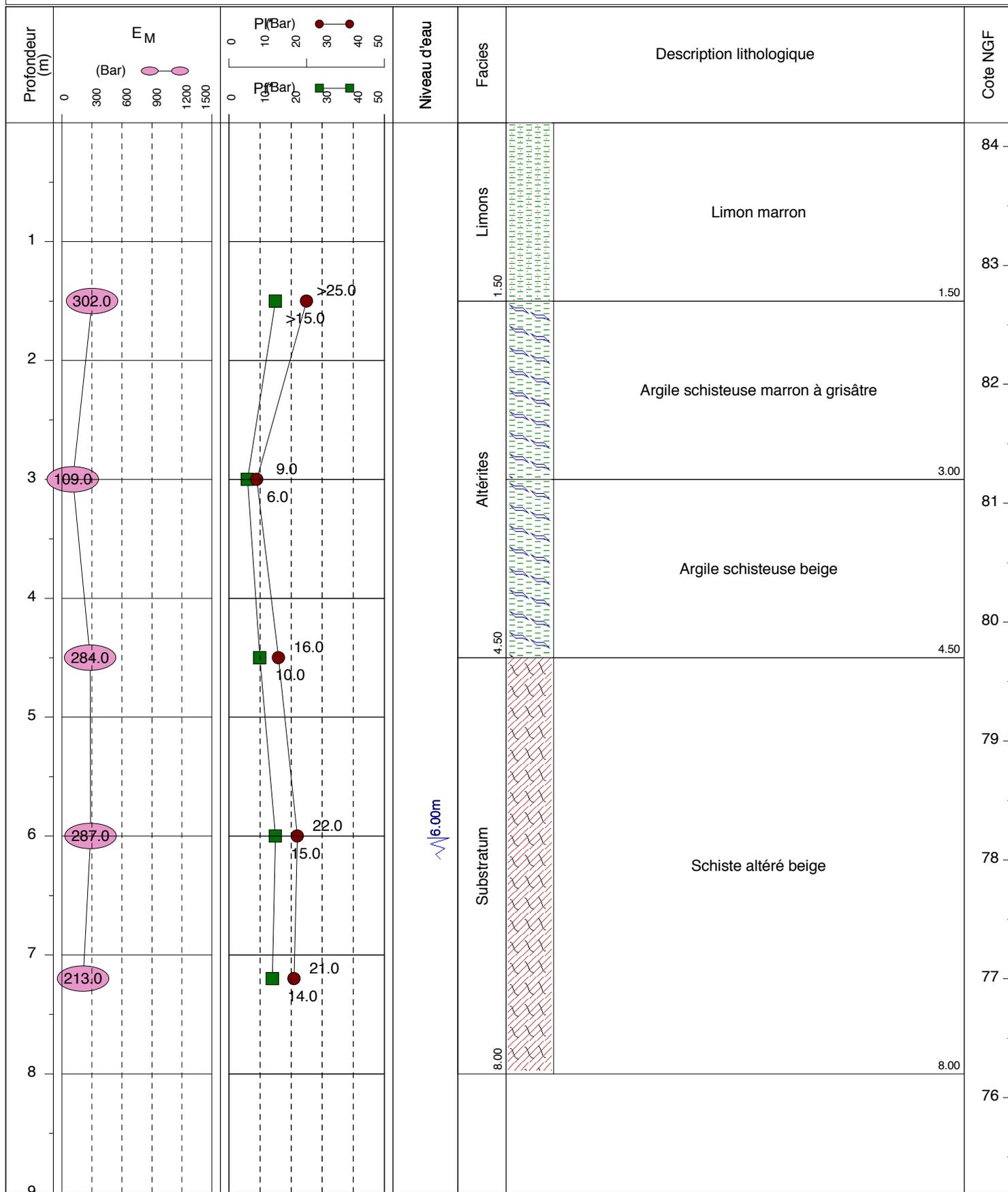
Obs:

Z: 83.40



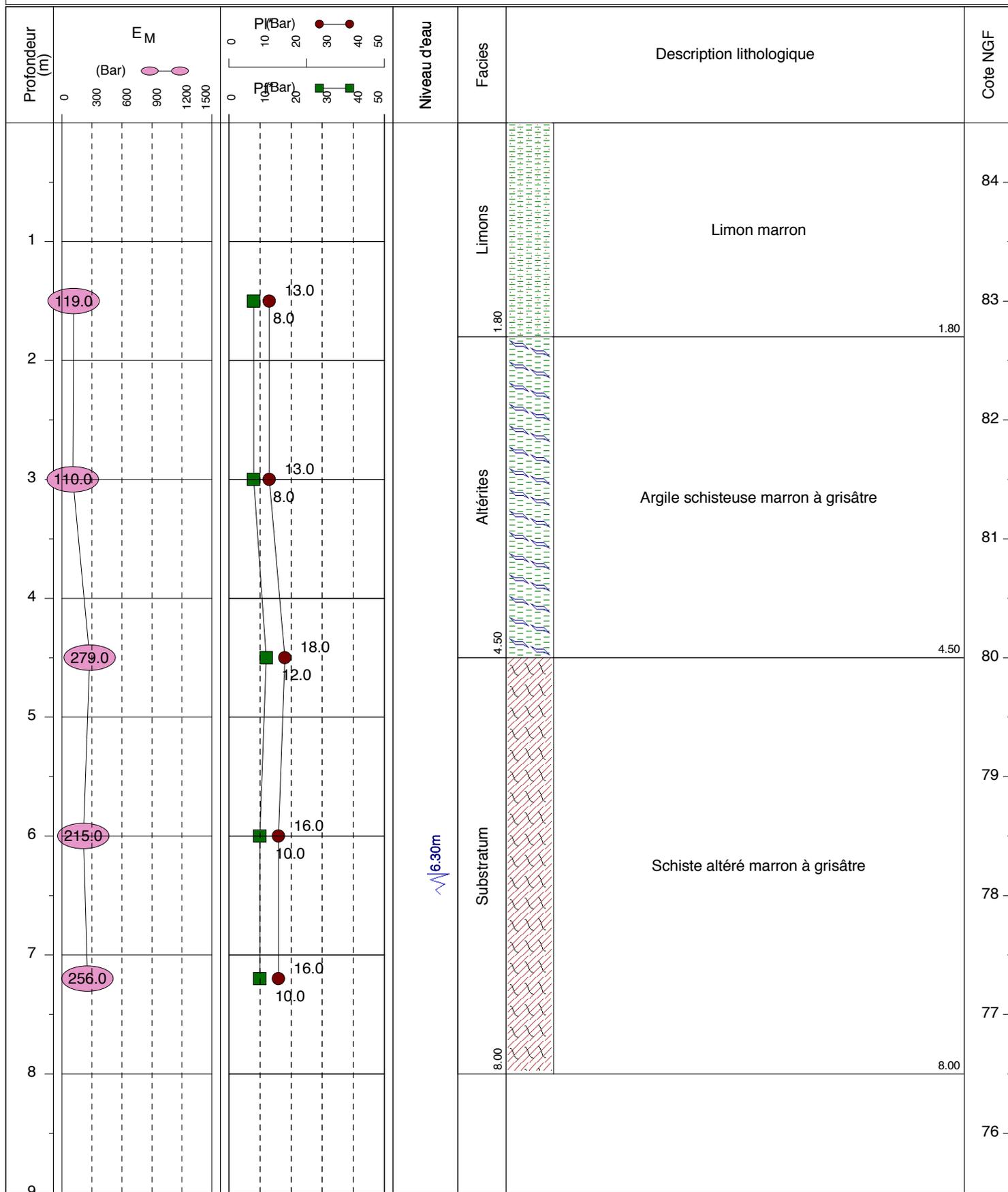
Obs:

Z: 84.20



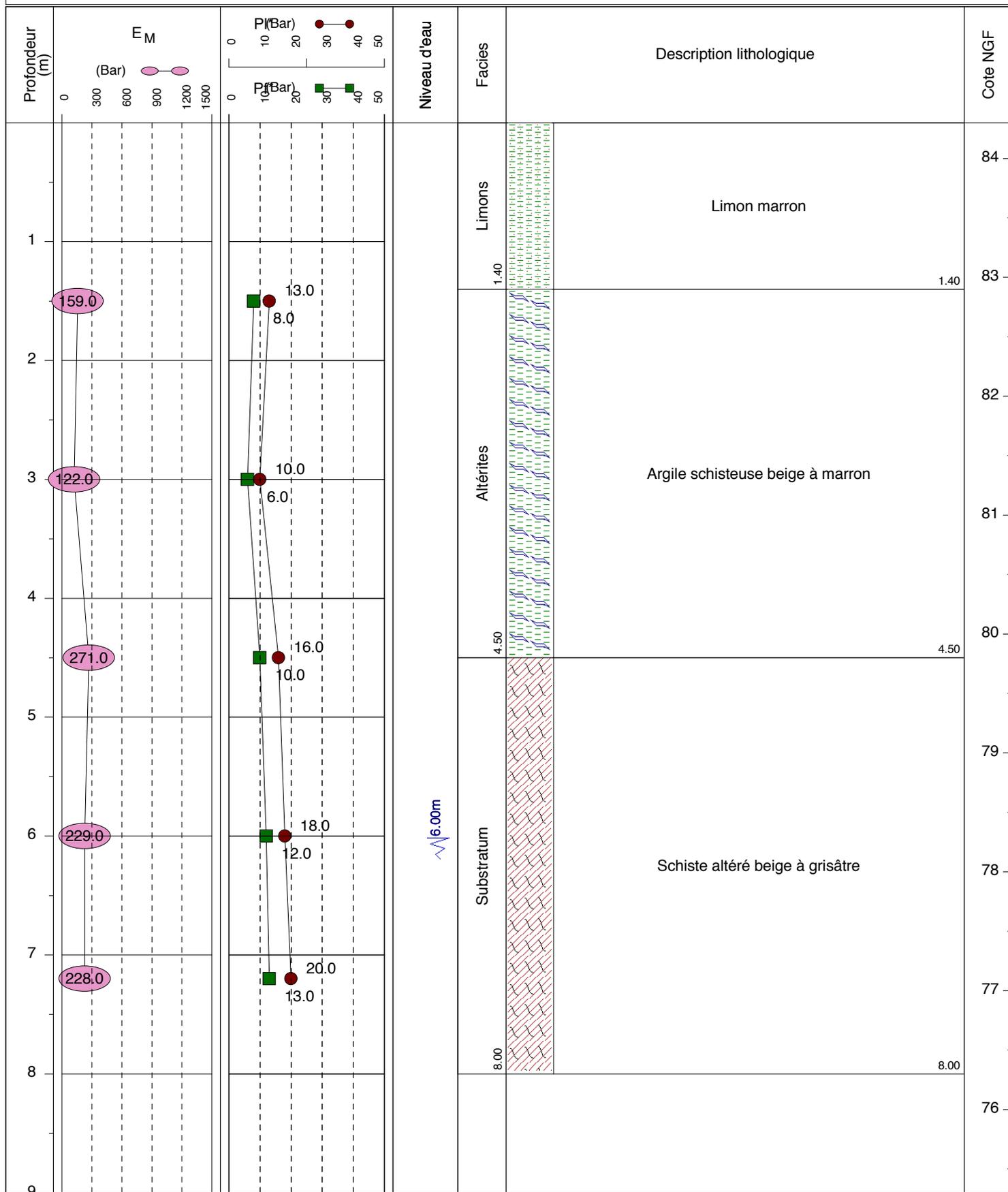
Obs:

Z: 84.50



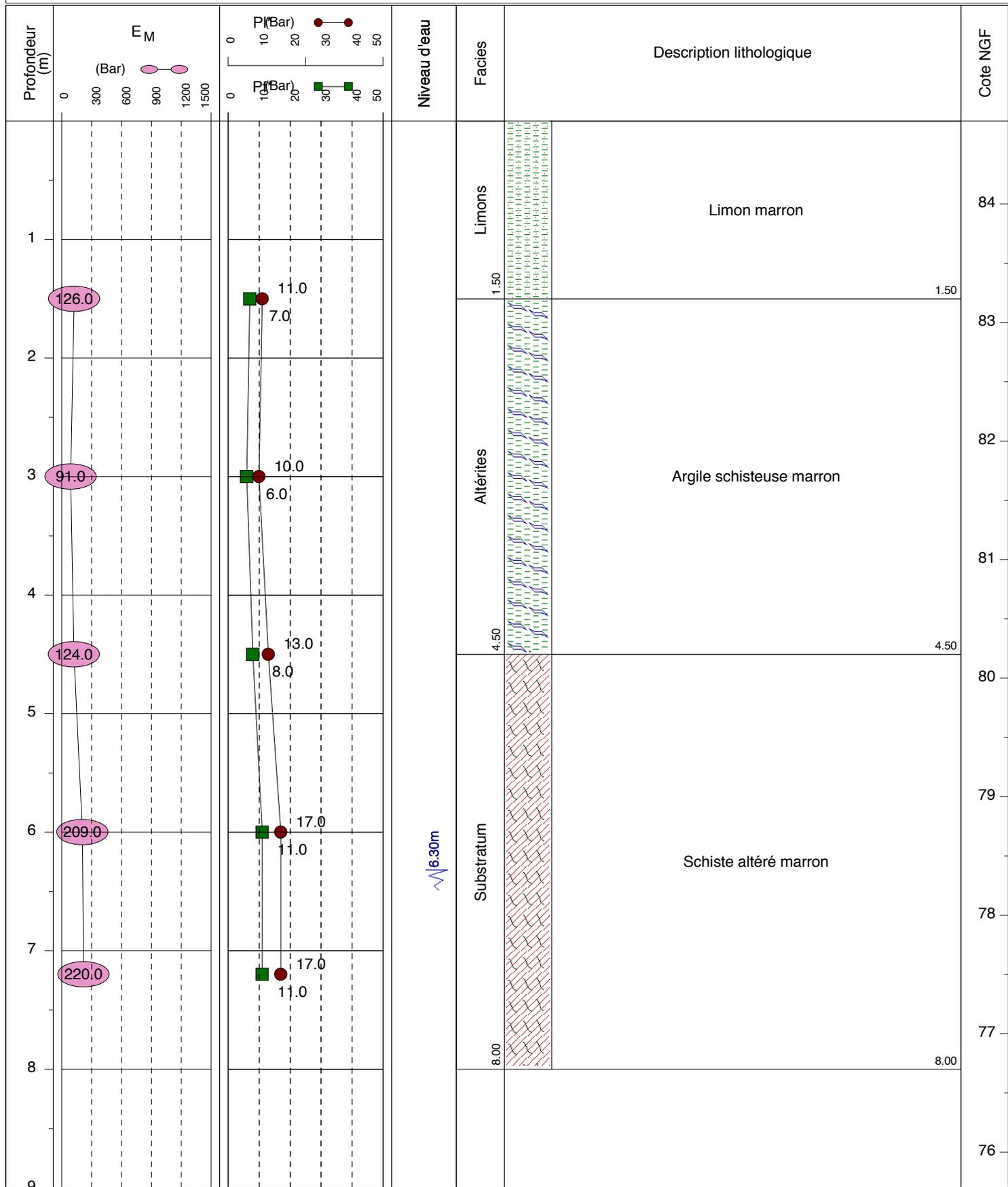
Obs:

Z: 84.30



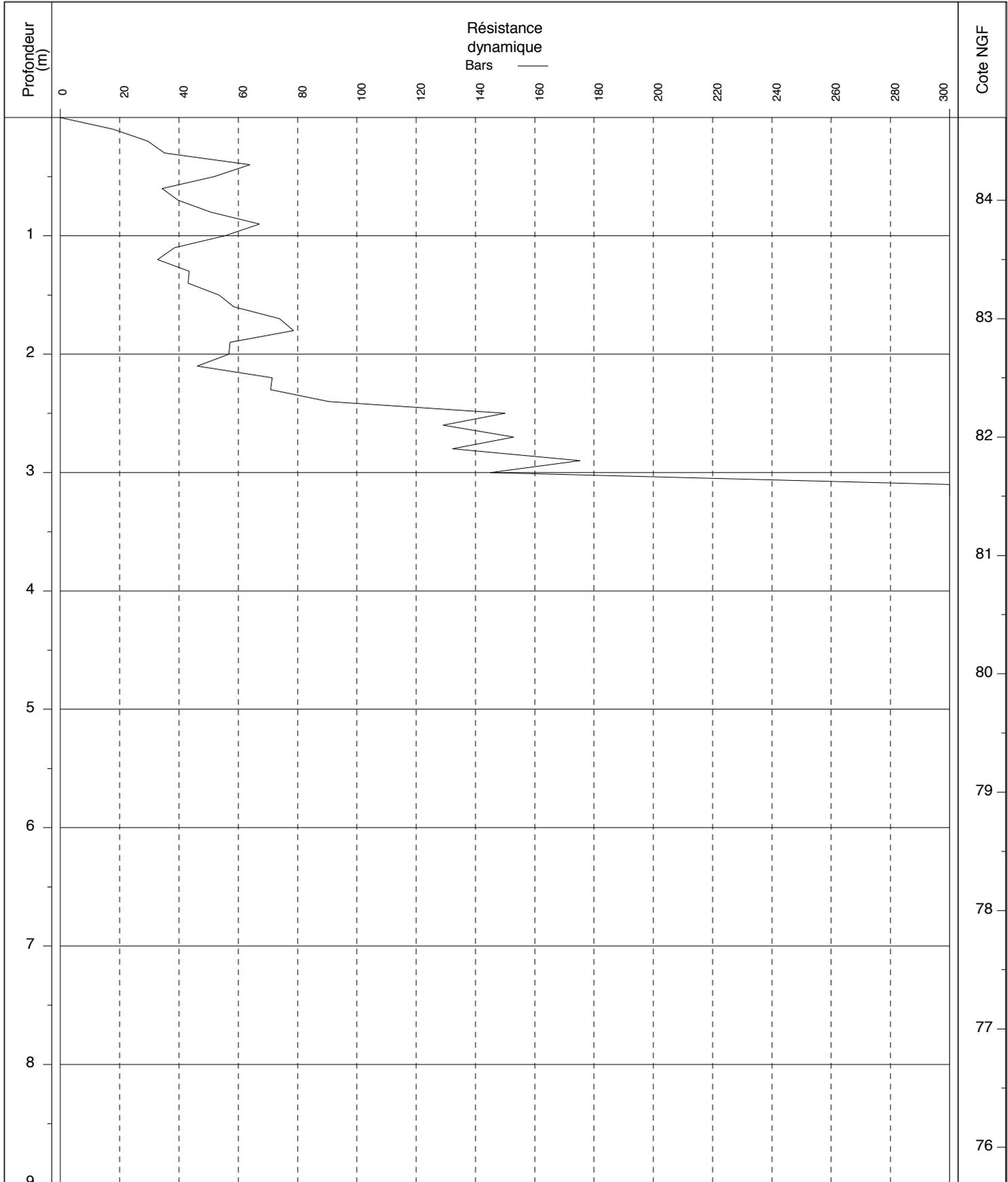
Obs:

Z: 84.70



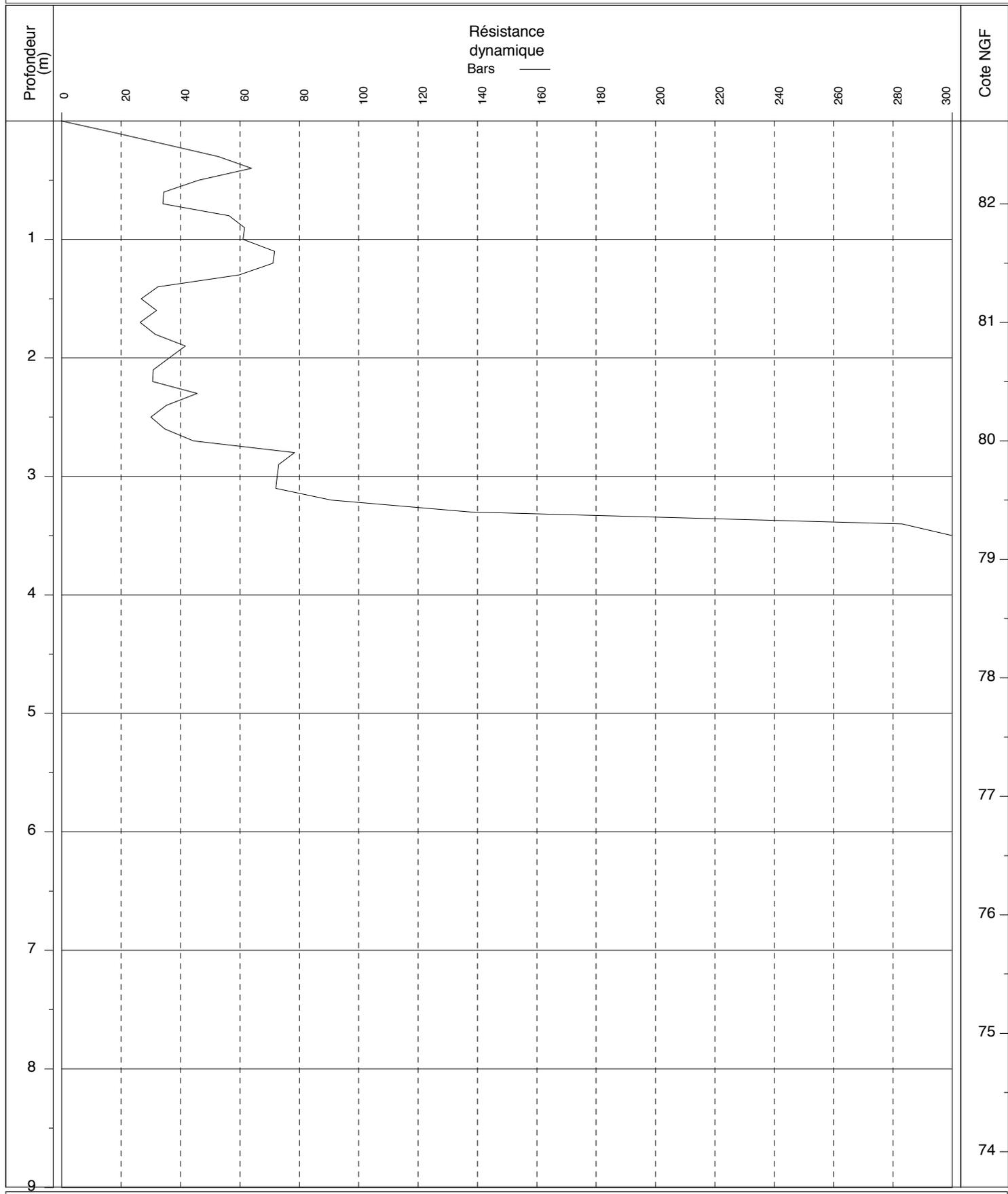
Obs:

Z: 84.70



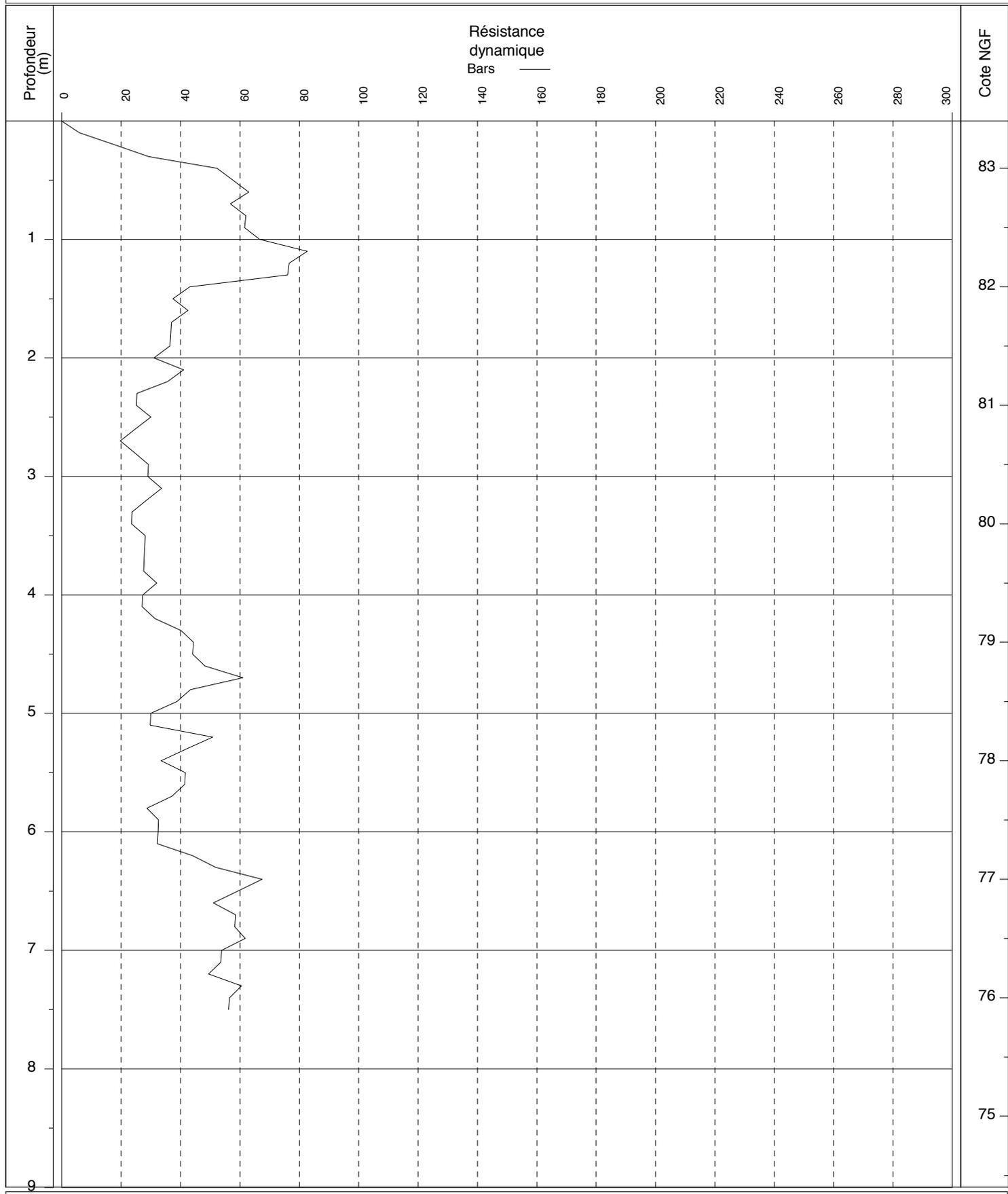
Obs:

Z: 82.70



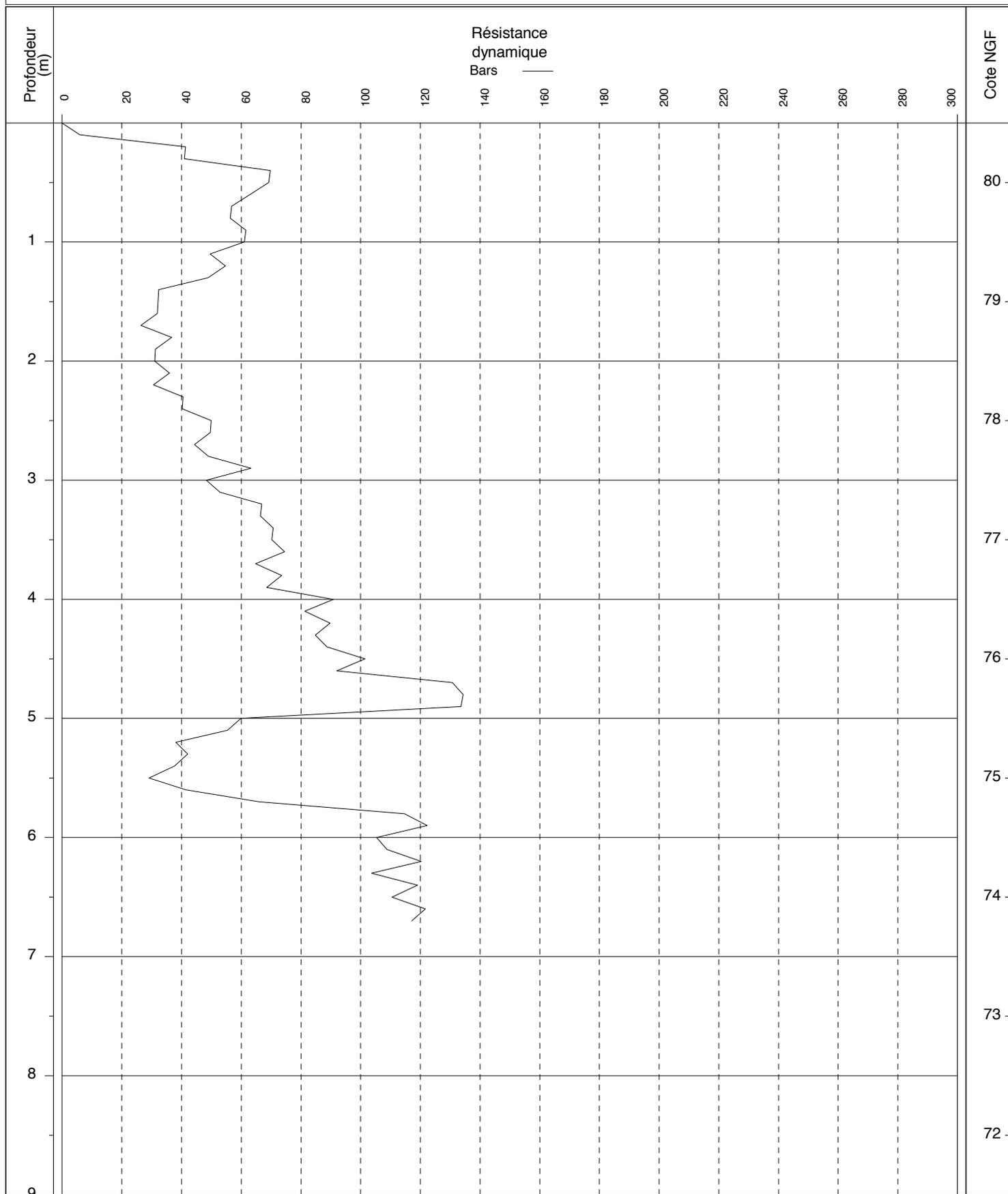
Obs:

Z: 83.40



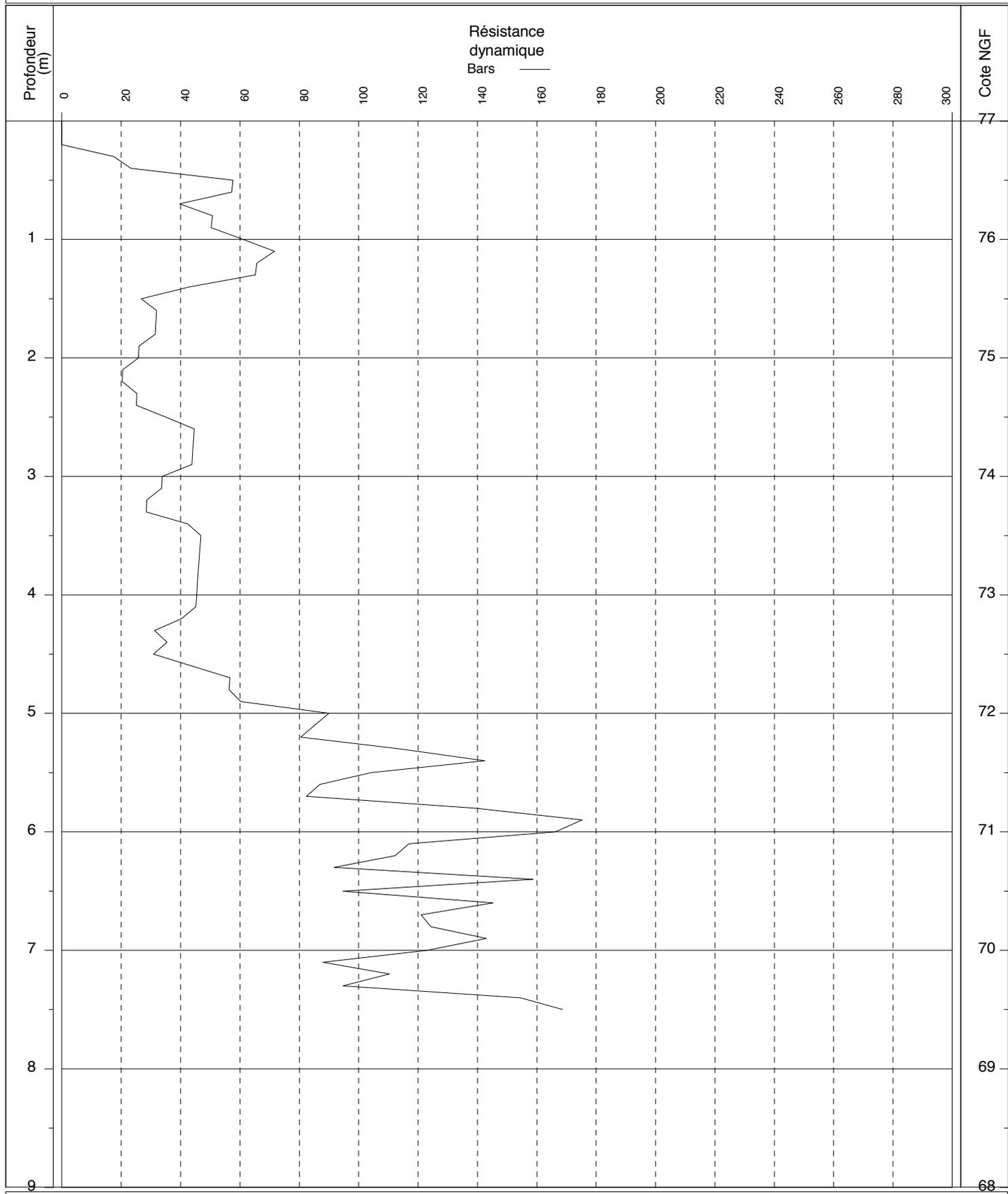
Obs:

Z: 80.50



Obs:

Z: 77.00



Obs:



SOL CONSEIL GRAND OUEST
 SAS au capital de 150.000€
 4, rue des Couardières
 35136 ST JACQUES DE LA LANDE
 Tél. 02 99 31 77 07
 RCS RENNES 790 234 983 000 19 APE 7112B
<http://www.sol-conseil.fr>

4 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et de leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2.

Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont, à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme.

— L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre.

Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Tableau 1 — Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire de site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés

* NOTE À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.

Tableau 2 — Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques.</p> <p>Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)</p> <p>Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)</p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours. — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques. <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)</p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisnants). <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p>
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)</p> <p>Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.</p> <p>Phase Projet</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisnants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet. — Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels. <p>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.
<p>ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)</p> <p>Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.</p> <p>Phase Étude</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques. <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)</p> <p>Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.</p> <p>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisnants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. <p>Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.</p>

CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ETUDES DE SOLS.

Les recommandations et indications ci-après ont pour but d'éviter tout sinistre au cours et à la suite de la réalisation des ouvrages et consécutifs à une exploitation défectueuse du rapport d'étude de sol.

Le non-respect de ces recommandations et indications dégagerait contractuellement la responsabilité du bureau d'études de sols.

Les différents intervenants dans les projets et travaux liés aux sols doivent passer en revue les recommandations et indications ci-après afin de vérifier qu'elles sont effectivement prises en compte.

RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES :

1/ Ce RAPPORT et toutes ces annexes identifiées constitue un **ensemble indissociable.**

Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés un par le client et le second par notre société.

Ce rapport ne devient la **propriété du client qu'après paiement** intégral du prix de la prestation. Le client est responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société.

En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre Maître d'Ouvrage ou par un autre Maître d'Oeuvre ou pour tout autre ouvrage que celui de la présente mission ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra faire l'objet de poursuites judiciaires à l'encontre du contrevenant.

Dans le cas d'un **nouveau Maître d'Ouvrage** sur le même projet, un **nouveau contrat de louage d'ouvrage** (pour satisfaire l'article 1792-1°) doit être établi avec mise à jour du rapport d'étude et de nos assurances.

2/ RECONNAISSANCE PAR POINTS :

Cette étude est basée sur un **nombre limité de sondages et de mesures**.

Il est précisé que cette étude repose sur une reconnaissance par points dont la maille **ne permet pas de lever la totalité des aléas**, toujours possibles en milieu naturel.

En effet des hétérogénéités, discontinuités et aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles sont limitées en extension.

De ce fait, sauf précision contraire dans ce rapport, les conclusions de cette étude ne peuvent être utilisées pour une forfaitisation.

Les éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux pouvant avoir une influence sur les conclusions du présent rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du **suivi géotechnique d'exécution (mission G4)**.

3/ DURÉE LIMITÉE DE VALIDITE DU RAPPORT :

La modification naturelle ou artificielle de facteurs déterminants pour la construction peut rendre caducs tout ou partie des résultats et conclusions précisées dans ce rapport d'étude.

3.1 : Éléments géologiques, hydrogéologiques et géotechniques :

De nombreux éléments liés à la géologie, l'hydrogéologie et à la géotechnique de l'ouvrage ont un **caractère évolutif** :

- glissement - érosion - dissolution - remblai évolutif (physique ou chimique) - tourbe - niveau d'eau fluctuant et hygrométrie correspondante- variation climatique exceptionnelle: gel, dessiccation, inondation - évolution sismique ou volcanique- etc..

3.2 : Environnement, voisinage, topographie :

Les modifications de l'environnement, du voisinage et de la topographie, changent l'hydrogéotechnique du site et souvent les dispositions constructives:

-sous-sols proches ou mitoyens - parois étanches - drainage - pompage permanent ou provisoire - collecteurs souterrains - tunnel et tunnelier - remblaiement ou excavation du site, etc...

3.3 : Conditions juridiques :

De nouvelles Lois ou Jurisprudences peuvent modifier les obligations et responsabilités.
Les conditions juridiques des contrats et des assurances sont modifiées en conséquence.
On notera en particulier les nouvelles missions géotechniques en cours de normalisation.

3.4 : Connaissances techniques et technologiques :

L'évolution des connaissances techniques et scientifiques, ainsi que les modifications des technologies de constructions peuvent rendre périmées nos conclusions.

Aussi, les conclusions de ce rapport d'étude sont valables pour un chantier ouvert (DROC) dans un délai de 2 ANS à compter de la date d'émission.

Au-delà de ce délai, il est indispensable que nous soyons consultés par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Oeuvre afin de **réactualiser le rapport**, après vérification des divers facteurs.
L'exploitation des conclusions au-delà du délai de 2 ans, en l'absence de réactualisation ne pourra contractuellement engager notre responsabilité.

4) MODIFICATION DU PROJET :

Ce rapport est établi pour un projet donné à la date de l'étude, à partir des plans, esquisses et renseignements transmis.

Toute modification apportée au projet, soit pour des raisons techniques, soit pour des raisons économiques, implantation, forme, niveaux altimétriques, nombre d'étages ou de sous-sol (etc...) **doit être communiquée au BET de sols** rédacteur de l'étude. Lui seul pourra déterminer les conséquences de ces changements sur ses conclusions de l'étude de sol.

Ces modifications pourront faire l'objet d'une **note complémentaire** ou d'un nouveau rapport, éventuellement après un complément de reconnaissance.

Nous ne saurions être tenus responsables des modifications intervenues après cette étude qu'après avoir donné notre avis écrit sur les dites modifications, que celles-ci portent sur les dimensionnements et dispositifs préconisés dans le présent rapport ou sur l'ouvrage lui-même.

Le Maître d'Ouvrage doit nous informer officiellement de **l'ouverture réelle du chantier**, afin que les couvertures d'assurances soient effectives :

Assurances décennales à la **Date Réelle d'Ouverture du Chantier (D.R.O.C)**
Assurances Responsabilité Civile Professionnelle lors d'un **sinistre à partir de l'ouverture du chantier.**

L'absence de cette information risque d'entraîner la non-couverture par une compagnie d'assurances.

Le présent rapport constitue le compte-rendu de la mission géotechnique normalisée définie par la lettre de commande, visée et acceptée par notre société, au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête du présent document.

Selon le projet de normalisation de ces missions, chacune ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de la construction.

Il appartient au Maître d'Ouvrage et à son Maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques utiles au bon achèvement de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'art.

A défaut d'autres positions contractuelles, la remise du rapport fixe la fin de la mission.

GNT/GNT

Commentaires

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- **TC_{i,20} : classe de trafic cumulé**
Elle est déterminée par le nombre de poids-lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.
- **PF_i : classe de plate-forme**
Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

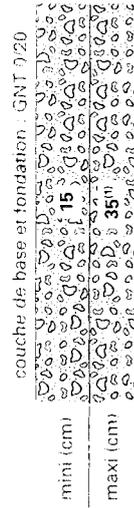
Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

- **Couche de surface (CS) :**



Béton bitumineux pour chaussée souple à faible trafic.

- **Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :**



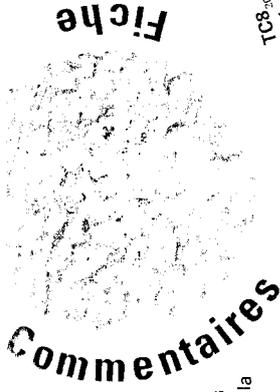
- Les épaisseurs suivantes correspondent à une GNT de classe B2C2. Pour une GNT de classe B2C1, il faut enlever 5 cm à l'épaisseur totale de GNT, sauf en PF4.

Fiche

VRNS

	PF 2 50 MPa	120 MPa	PF 3	200 MPa	PF 4
TC _{8,20}					
43,5 millions PL (43,5 millions NE)					
TC _{7,20}					
17,5 millions PL (17,5 millions NE)					
TC _{6,20}					
6,5 millions PL (6,5 millions NE)					
TC _{5,20}					
2,5 millions PL (2,5 millions NE)					
TC _{4,20}					
1,5 million PL (1,5 millions NE)					
TC _{3,20}					
0,5 million PL (0,5 millions NE)					
TC _{2,20}					

⁽¹⁾ Cette épaisseur nécessite un atelier de compactage adapté.



Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- TC₂₀ : classe de trafic cumulé**
 Elle est déterminée par le nombre de poids lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.
- PF_i : classe de plate-forme**
 Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des noirs.

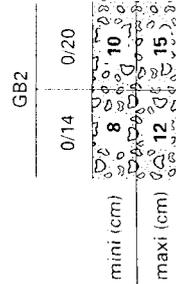
• Couche de surface (CS) :

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-



- 43,5 millions PL** (21 millions NE)
TC₁²⁰
- 17,5 millions PL** (8,6 millions NE)
TC₃²⁰
- 6,5 millions PL** (3,2 millions NE)
TC₅²⁰
- 2,5 millions PL** (1,3 million NE)
TC₄²⁰
- 1,5 million PL** (0,6 million NE)
TC₃²⁰
- 0,5 million PL** (0,2 million NE)
TC₂²⁰

• Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :



Lorsque l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau (voir * du tableau ci-contre).

50 MPa PF 2 120 MPa PF 3 200 MPa PF 4

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,5

(*) Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

Les épaisseurs des couches d'assise indiquées sur la fiche ci-contre sont les épaisseurs nominales au bord droit (côté rive) de la voie la plus chargée de la chaussée.

Données d'entrée :

- **TC_{i,20}** : classe de trafic cumulé
Elle est déterminée par le nombre de poids lourds (PTAC > 35 kN) cumulé sur 20 ans sur la voie la plus chargée. Les limites de ces classes sont indiquées sur la fiche ci-contre.
- **PF_j** : classe de plate-forme
Elle est déterminée par le module à long terme de la plate-forme support de chaussée. Les limites des classes de plate-forme figurent sur la fiche ci-contre.

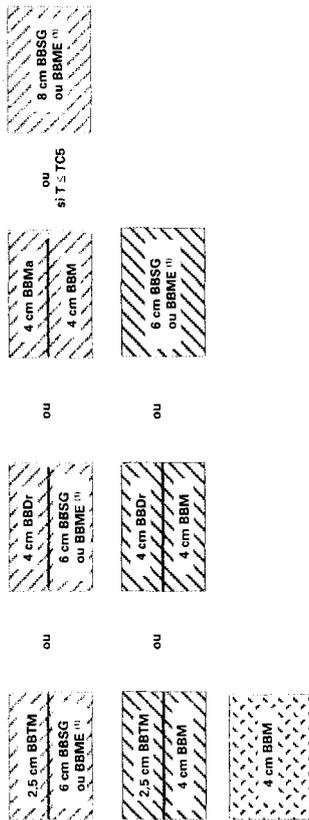
Matériaux :

Ils doivent être conformes aux normes en vigueur et aux guides d'application des normes.

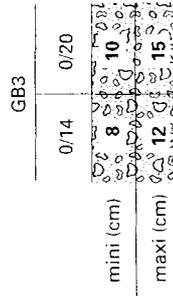
• Couche de surface (CS) :

Elle peut comprendre une ou plusieurs cou-

ches d'enrobé (couche de roulement, et une ou deux couches de liaison). Les combinaisons autorisées pour cette structure sont les suivantes :



• Epaisseur de mise en oeuvre des matériaux d'assise :



Lorsque l'épaisseur totale d'assise en matériau bitumineux est inférieure ou égale à 12 cm, un nivellement de la plate-forme à ± 2 cm est exigé. Il peut être obtenu par apport d'une couche de réglage de 10 cm en GNT insensible à l'eau (voir * du tableau ci-contre).

	PF 2 50 MPa	PF 3 120 MPa	PF 4 200 MPa
TC ₂₀ ²⁰			
43.5 millions PL (21 millions NE)			
17.5 millions PL (8.6 millions NE)			
6.5 millions PL (3.2 millions NE)			
2.5 millions PL (1.3 million NE)			
1.5 million PL (0.6 million NE)			

NE : Nombre d'essieux équivalents calculé avec CAM= 0,5

*1 Dans le cas de site sensible à l'orniérage (pente, rampe...).

GLOSSAIRE DE L'ENSEMBLE DES NOTATIONS

• Matériaux

BAC	béton armé compacté
BB	béton bitumineux
BBDr	béton bitumineux drainant
BBM	béton bitumineux mince
BBMa	béton bitumineux mince de classe a
BBME	béton bitumineux à module élevé
BBSS	béton bitumineux pour chaussée souple à faible trafic
BBSSG	béton bitumineux semi-grainé
BBSTM	béton bitumineux très mince
BC	béton de ciment de classe i
BCg	béton de ciment goulonné de classe i
CD	couche drainante
CS	couche de surface
CV	cendres volantes
EME	enrobé à module élevé de classe i
GBi	grave-bitume de classe i
GCH	grave-cendre hydraulique
GCI	grave-ciment de classe i
GCV	grave-cendres volantes silico-alumineuses-chaux
GH	grave traitée aux liants hydrauliques
Gi et Si	classes des matériaux
GLg	grave-laitier granulé
GLp	grave-laitier prébovè
GLR	grave traitée aux liants routiers
GNT (BiCj)	grave non traitée (de type Bi et de classe mécanique Cj)
LCC	limon traité à la chaux-ciment
MTLH	matériaux traités aux liants hydrauliques
SCI	sable traité au ciment de classe i
SH	sables traités aux liants hydrauliques
SLi (ou SLp)	sable traité au laitier (prébovè) de classe i

2.9 Analyse du risque foudre



ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

(ICPE – Arrêtés du 19 juillet 2011)

Pour le projet:

Objèterie et d'une plateforme de stockage de bois-énergie

Lieu-dit du Buhulien

22300 LANNION

Référence de l'Emetteur	Adresse du Client
Thierry OLIVIER Ingénieur Génie Electrique SynElios 8, place Gardin 14000 CAEN thierry.olivier@synelios.fr Tél : 02 50 28 02 33	GIRUS Nantes 3 rue du Charron 44 806 SAINT HERBLAIN <u>Contact :</u> Josselin LIOUST Ingénieur environnement

Référence document	Date de délivrance	Nature	Rédaction SynElios	Vérification
AR13007GIRP01	28/11/2013	Version : 1.1	T. OLIVIER	M. POULIQUEN
		VISA		

SynElios est titulaire de l'attestation de conformité :



N°1123122140091

1 CONCLUSION DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

L'Analyse Risque Foudre, selon l'Arrêté du 19 juillet 2011, de l'Objèterie et d'une plateforme de stockage de bois-énergie au Lieu-dit du Buhulien à LANNION, a fait ressortir que le risque lié à la foudre est à prendre en compte pour les activités de l'entreprise. Aussi, les structures et fonctions à protéger ainsi que leurs niveaux de protection à mettre en œuvre sont présentés dans le tableau ci-dessous:

Structure à protéger	Niveau de <u>protection primaire (par paratonnerre)</u> à réaliser	Niveau de <u>protection secondaire (par parafoudre)</u> à réaliser
Bâtiment A	Niveau II pour le bâtiment	Protection de Niveau II sur les lignes suivantes: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrée TGBT usine. ➤ Sortie alimentation lampadaires. ➤ Sortie alimentation des autres bâtiments ➤ Sortie de l'installations photovoltaïque. ➤ Télécommunications.
Bâtiment B	Sans obligation	Sans obligation <ul style="list-style-type: none"> ➤ L'ARF recommande un parafoudre de niveau IV sur les lignes entrantes de ce bâtiment.
Bâtiment C	Pas d'obligation	Protection de Niveau IV obligatoire sur les lignes suivantes: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrée des lignes électriques du bâtiment. ➤ Sortie des lignes électriques du bâtiment.
Bâtiment D	Pas d'obligation	Protection de Niveau IV obligatoire sur les lignes suivantes: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrée lignes électriques bâtiment. ➤ Télécommunications et/ou signalisation
Pour l'ensemble du site	Mise en liaison équipotentielle avec la terre à réaliser pour les :	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Terres des bâtiments. ➤ Canalisations métalliques entrantes et sortantes des bâtiments. 	

L'Etude Technique devra également définir les mesures de prévention à mettre en place, lors des périodes orageuses sur le site.

L'ARF précise que **les Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS)** du site sont :

- le système de sécurité incendie
- le système de télécommunications
- Les 2 bouches d'aspiration de la réserve d'incendie

La mise en place des protections contre la foudre permettra d'obtenir un niveau de risques tolérable pour les activités de l'entreprise.

La prochaine étape pour l'entreprise est **l'Etude Technique** foudre.



En complément des obligations de l'ARF la protection de certaines fonctions importantes pour la continuité des services de l'entreprise pourra être décidée par le responsable de l'entreprise lors de la réalisation de l'Etude Technique foudre.

SOMMAIRE

<u>1</u>	<u>CONCLUSION DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre</u>	<u>2</u>
<u>2</u>	<u>HISTORIQUE DU DOCUMENT</u>	<u>6</u>
<u>3</u>	<u>GLOSSAIRE : ABRÉVIATIONS ET DÉFINITIONS</u>	<u>6</u>
<u>4</u>	<u>COMPÉTENCES DE SYNELIOS POUR LA Foudre</u>	<u>6</u>
<u>5</u>	<u>GÉNÉRALITÉS</u>	<u>7</u>
5.1	Origine et objet de la mission	7
5.2	Le risque foudre et son évaluation	7
5.3	Limites d'intervention	8
<u>6</u>	<u>MODALITÉS DE LA RÉALISATION DE L'ARF</u>	<u>9</u>
6.1	Documents fournis	9
6.2	Outils informatiques	9
6.2.1	Valeurs utilisées par défaut dans le logiciel.....	9
<u>7</u>	<u>DESCRIPTION DU SITE ET DES STRUCTURES CONCERNÉES PAR L'ARF</u>	<u>10</u>
7.1	Description du site	10
7.2	Données statistiques de foudroiement	11
7.3	Aménagement du site et des bâtiments à protéger	12
7.4	Bâtiments et structures concernés par l'ARF et méthode d'analyse	13
7.5	Les éléments soumis à autorisation et classés	14
7.5.1	Répartition des produits dans le bâtiment A.....	15
7.6	Nombre de personnes présentes sur le site.	16
7.7	Étude de dangers	17
7.7.1	Évaluation du risque sur le site.....	17
7.7.2	« Danger Particulier » retenu par l'ARF.....	18
7.7.3	« Risque Incendie » retenu par l'ARF.....	19
7.8	Zones ATEX.	19
7.9	Réseaux entrants et sortants du site	20
7.10	Réseaux internes au site	20
7.11	Éléments en toitures	21
7.12	Protections contre la foudre déjà en place	21
7.13	Description des installations et systèmes de sécurité.	21
7.14	Description des moyens de lutte contre l'incendie	22

8	ÉTUDE ET ANALYSE DES RISQUES Foudre POUR LE SITE	23
8.1	Bâtiment A	23
8.1.1	Données du bâtiment.....	23
8.1.2	Définition et caractéristiques des zones du bâtiment.....	24
8.1.3	Résultats de l'ARF pour le bâtiment A.....	31
8.1.4	Résultats graphiques	32
8.1.5	Conclusions.....	33
8.2	Bâtiment B	34
8.2.1	Données du bâtiment.....	34
8.2.2	Définition et caractéristiques des zones du bâtiment.....	34
8.2.3	Caractéristiques de la zone unique.....	34
8.2.4	Caractéristiques des réseaux internes.....	35
8.2.5	Les composantes du risque retenu pour cette zone.....	35
8.2.6	Valeur des pertes humaines prises en compte.....	36
8.2.7	Résultats de l'ARF pour le bâtiment B.....	37
8.2.8	Résultats graphiques	38
8.2.9	Conclusions.....	38
8.3	Bâtiment C	39
8.3.1	Données du bâtiment.....	39
8.3.2	Définition et caractéristique des zones du bâtiment	39
8.3.3	Caractéristiques de la zone unique.....	39
8.3.4	Caractéristiques des réseaux internes.....	40
8.3.5	Les composantes du risque retenu pour cette zone.....	41
8.3.6	Résultats de l'ARF pour le bâtiment C.....	42
8.3.7	Résultats graphiques	43
8.3.8	Conclusions.....	43
8.4	Bâtiment D	44
8.4.1	Données du bâtiment.....	44
8.4.2	Définition et caractéristiques des zones du bâtiment.....	44
8.4.3	Caractéristiques de la zone unique.....	44
8.4.4	Caractéristiques des réseaux internes.....	45
8.4.5	Les composantes du risque retenu pour cette zone.....	46
8.4.6	Résultats de l'ARF pour le bâtiment D.....	47

8.4.7 Résultats graphiques	48
8.4.8 Conclusions.....	48
9 ANNEXES	49
9.1 Plan (extrait) du site	49
9.2 Plan (extrait) du bâtiment A (en coupes)	50
9.3 Eléments d'évaluations utilisées pour le logiciel JUPITER pour l'ARF :	51
9.3.1 Listing pour le Bâtiment A	51
9.3.2 Listing pour le bâtiment B	55
9.3.3 Listing pour le bâtiment C	57
9.3.4 Listing pour le bâtiment D	60
9.3.5 Listing pour le bâtiment D	64
9.4 GENERALITES ET REFERENCES NORMATIVES DE L'ARF	66
9.4.1 Circulaire et arrêtés ministériels	66
9.4.2 Objectif et rappel sur les obligations	66
9.4.3 Rappels des étapes suivantes de l'ARF.	67
9.4.4 Référentiels	68

2 HISTORIQUE DU DOCUMENT

Révision	DATE D'APPLICATION	NATURE	Rédaction SynElios	Vérification
V1.1	28/11/2013	Corrections mineures suites aux commentaires de M.LIOUST envoyés par courriel le 27/11/2013.	T.OLIVIER	M.POULIQUEN
V1.0	27/11/2013	Version applicable suite à la relecture commentée du 26/11/2013.		

3 GLOSSAIRE : ABRÉVIATIONS ET DÉFINITIONS

Abréviation	Définition
ARF	Analyse du Risque Foudre
ET	Etude Technique Foudre
EIPS	Éléments Importants Pour la Sécurité
IEMF	Impulsion Electromagnétique de Foudre
ERP	Etablissement Recevant du Public
m	Mètre
SPF	Système de Protection Foudre

4 COMPÉTENCES DE SYNELIOS POUR LA Foudre

SynElios possède les attestations, **QUALIFOUDRE N°1123122140091**, pour les prestations suivantes :

- ARF
- Étude Technique.
- Vérification – Visuelle et Complète.

5 GÉNÉRALITÉS

5.1 Origine et objet de la mission

A la demande de l'entreprise **GIRUS NANTES**, **SynElios** a réalisé l'Analyse du Risque Foudre (ARF) selon l'Arrêté du 19 juillet 2011, arrêtés relatif à la protection foudre de certaines installations classées, pour l'Objèterie et la plateforme de stockage de bois-énergie au Lieu-dit du Buhulien à LANNION

5.2 Le risque foudre et son évaluation

La foudre est un phénomène naturel de décharge d'électricité accumulée dans les nuages d'orage, occasionnant un arc de courant très élevé (jusqu'à 200 kA) sous haute tension, pendant des durées très brèves (de l'ordre des microsecondes).

Elle se traduit via les structures proéminentes qui la captent ou sont au voisinage du point d'impact ainsi que les lignes :

- par des effets directs : thermiques, mécaniques, électrisations, sonores et lumineux,
- par des effets indirects : électromagnétiques induits, qui peuvent donner lieu à :
 - des blessures aux êtres vivants,
 - des dommages matériels, principalement par étincelage conduisant à des incendies ou des explosions,
 - la destruction d'appareils par surtensions induites ou courant de foudre.

La norme internationale EN 62305-2 adopte une analyse statistique du phénomène en fonction de la structure à protéger.

La norme propose de limiter le risque à un niveau acceptable au regard des pertes :

- Humaines → **Risque R1**
- De service public → **Risque R2**
- D'héritage culturel → **Risque R3**
- Economiques → **Risque R4**

Dans le cas d'une installation industrielle, l'obligation réglementaire porte sur l'évaluation du « Risque Humain » : c'est-à-dire le **Risque R1**. Le niveau de Risque R1 tolérable, à l'intérieur ou l'extérieur d'un site, est défini pour $RT = 1^{E-5}$.

L'Analyse du Risque Foudre se réalise suivant une « approche générale statistique », en décomposant le Risque R1 dans toutes ses composantes et ceci afin de **déterminer si le Risque R1 est supérieur ou inférieur au niveau de tolérance RT : RT = 1^{E-5}**.

Le risque total est la somme de composantes du risque R1. Chaque composante du risque est calculée de la façon suivante :

➤ $R = \sum (N \times P \times L)$

- **N** : Nombre annuel d'agression de la foudre dans la zone géographique du site.
- **P** : Probabilité pour qu'un événement dangereux cause un dommage à une structure à protéger.
- **L** : Montant moyen de pertes (personnes) consécutif à un type spécifique de dommage dû à un événement dangereux par rapport aux personnes et leurs environnements à protéger. Ainsi pour les ICPE ce risque intègre un paramètre (hz) qui permet de considérer un danger pour l'environnement ou une contamination de l'environnement.

Le calcul prend en compte une trentaine de variables ou paramètres. La pertinence de l'ARF est donc liée aux données communiquées par le responsable du site.

5.3 Limites d'intervention

Ce type d'Analyse du Risque Foudre concerne exclusivement les installations soumises à autorisation au titre de la législation des installations classées sur lesquelles une agression de la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes, conformément à l'Arrêté du 19 juillet 2011. Cette analyse du risque est réalisée à partir des documents qui ont été fournis, par l'entreprise demandeuse de cette analyse.

La nature même du phénomène naturel qu'est la foudre, fait que la probabilité de ses effets sur une installation ne peut jamais être réduite à zéro. Une installation de protection contre la foudre ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets. L'application des principes de protection permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Il appartient au destinataire de cette analyse de vérifier que les données et hypothèses prises en compte sont correctes et exhaustives.

6 MODALITÉS DE LA RÉALISATION DE L'ARF

Cette ARF est réalisée sur plan et sur l'état de projet du site, qui est site est en cours d'étude (les bâtiments du site ne sont pas encore construits). Cette ARF n'est applicable que dans l'état du projet en cours. Pour la réalisation de ce document, **SynElios** a collecté les informations nécessaires lors de la semaine du 28 octobre 2013.

La personne qui a fourni les documents et répondu aux questions est :

- Josselin LIOUST, Ingénieur environnement de GIRUS Nantes
- M. Josselin LIOUST a:
 - Fourni tous les documents demandés.
 - Présenté le site et les bâtiments sur plan.
 - Répondu aux questions de **SynElios** pour la réalisation de cette ARF.

Les données utilisées pour cette ARF sont sous la responsabilité de M. Josselin LIOUS.

Il lui appartient donc de les vérifier :

- Si ces données ne sont pas correctes, l'ARF devra être revue.
- Si des changements sont intervenus après la visite de **SynElios**, alors cette ARF devra également être revue.

6.1 Documents fournis

Les documents fournis sont :

- Dossier demande d'autorisation d'exploiter – Partie I - en date d'octobre 2013
 - A20889_01_DA_V1 OCTOBRE 2013
- Dossier demande d'autorisation d'exploiter – Partie II - en date d'octobre 2013
 - A20889_02_PP_V1 OCTOBRE 2013
- Plan du site au format autocad- en date de septembre 2013
 - 130930SiteAPD
- Étude thermique des locaux chauffés- en date de juillet 2013
 - A20889 - 130726 - Notice APS - Objèterie LANNION - IndB

Note : une étude de danger est en cours de réalisation pour ce site, elle n'a pas été prise en compte car elle n'était pas finalisée à la date de réalisation de ce document

6.2 Outils informatiques

Les outils informatiques utilisés par **SynElios** pour la réalisation de l'Analyse du Risque Foudre, sont : Jupiter 2.0 (acquisition en octobre 2011)

6.2.1 VALEURS UTILISÉES PAR DÉFAUT DANS LE LOGICIEL

Pour ce site, les valeurs utilisées par défaut dans ce logiciel sont les suivantes :

- Résistivité du sol: 500 ohms par mètre
- Protection contre les tensions de contact : aucune
- Précaution de câblage : superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m²

7 DESCRIPTION DU SITE ET DES STRUCTURES CONCERNÉES PAR L'ARF

7.1 Description du site

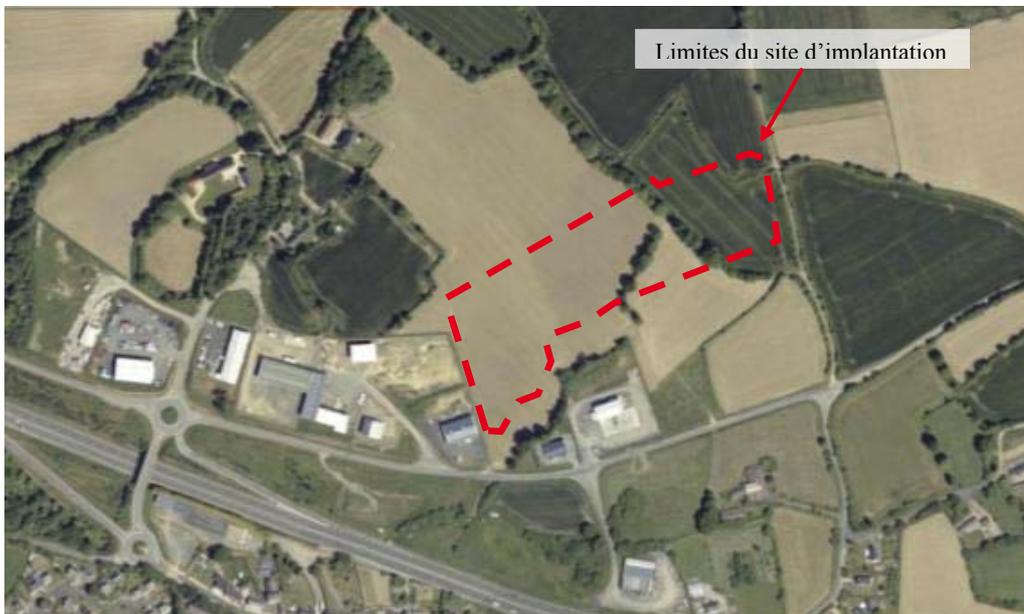
Le site s'inscrit dans un projet de Lannion Trégor Agglomération : Communauté de Communes, créée en décembre 1994 entre les différentes communes des cantons de LANNION, PERROS-GUIREC et PLESTIN-LES-GREVES

Ce site sera composé :

- D'une objèterie.
 - L'objèterie est une déchèterie de nouvelle génération, comprenant une déchèterie classique intégrée dans un bâtiment couvert et fermé, mais aussi un espace de valorisation des objets déposés, constitué d'un accueil et d'un tri préalable des objets valorisables et d'une surface de réparation et de stockage de ces objets.
- Une plateforme de séchage du bois d'origine agricole à des fins d'utilisation combustible.

La conception de l'installation est réalisée de façon à respecter toutes les réglementations en vigueur et à optimiser les conditions d'exploitation, notamment en terme de performances mais aussi de sécurité.

- L'implantation est prévue au lieudit du Buhulien sur la Commune de LANNION. Le site occupe la totalité de la parcelle 1 140 et une partie de la parcelle 1 141 (feuille 000 N 01) pour une superficie totale de 34 150 m².
- Le site d'implantation est symbolisé sur la photo aérienne ci-après.



L'intégralité du terrain appartient à Lannion Trégor Agglomération.

7.2 Données statistiques de foudroiement

Le texte et les résultats ci-dessous sont fournis par **Météorage** à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2003-2012.

Commune.	LANNION
Département.	COTES-D'ARMOR
Densité d'arcs.	0.09 arcs par an et par Km ² *
Classement de la commune en termes de densité d'arcs.	36548 ième sur la France *

Conformément à la note sur la densité de foudroiement de METEORAGE Edition du 01/08/2013, SynElios utilise la densité d'arcs pour caractériser la fréquence de foudroiement sur la commune de LANNION : « la meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité d'arcs qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an ».

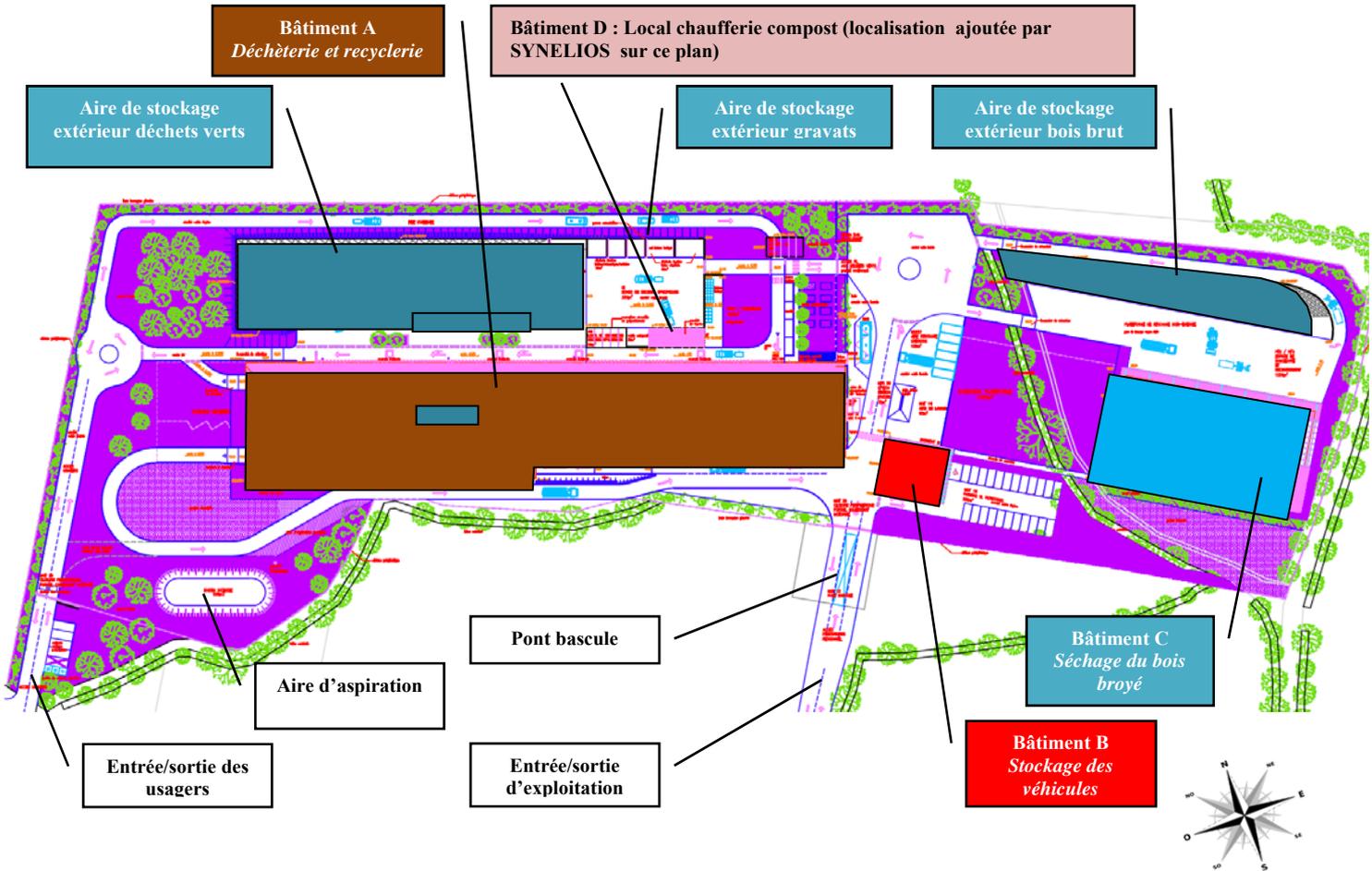
Note * :

La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,55 arcs / km² / an

Au 1er janvier 2012 la France comptait 36 700 commune, ainsi il est a noter que LANNION est l'une des commune de France la moins frappée par la foudre.

7.3 Aménagement du site et des bâtiments à protéger

Implantations principales du site est présentée ci-dessous.



Le site se décompose en 3 bâtiments (A, B et C) et d'une chaufferie (le bâtiment D) pour une surface couverte totale de 6 680 m². L'ensemble des bâtiments est de plain-pied avec plusieurs décrochés de niveaux.

Les bâtiments sont tous conçus sur la base d'une ossature bois parfois renforcée d'éléments métalliques.

Perspective depuis l'entrée du site (bâtiment A)



Le site sera entouré de bâtiments et de structures moins hautes. L'environnement du site est rural.

Le site sera principalement desservi par route départementale 767 reliant LANNION à GUIGAMP.

7.4 Bâtiments et structures concernés par l'ARF et méthode d'analyse

Cette ARF a été réalisée non pas pour l'ensemble du site mais structure par structure. Ceci afin d'identifier les risques et les niveaux de protection à mettre en œuvre en fonction des activités de chaque bâtiment et des structures et zone de stockage externes, pour avoir une analyse conforme à la réalité des activités du site.

Ainsi ce site a été décomposé en 4 structures différentes, car :

- elles sont de constructions différentes
- elles sont isolées et séparées les unes des autres
- elles ne sont pas de même composition.

Cette stratégie d'analyse a été retenue par **SynElios** afin d'avoir une évaluation des risques pour chacun des bâtiments et activités de l'entreprise.

Une ARF a donc été réalisée pour les structures suivantes :

Référence donnée par l'ARF et communiqué	Méthode utilisée pour l'Analyse du Risque Foudre
Bâtiment A : Halle	Probabiliste
Bâtiment B : Garage	Probabiliste et déterministe (car il est en voisin et alimenté par le bâtiment A).
Bâtiment C : Hangar stockage bois	Probabiliste et déterministe (car il est en voisin et alimenté par le bâtiment A).
Bâtiment D : Local chaufferie compost	Probabiliste et déterministe (car il est en voisin et alimenté par le bâtiment A).

7.5 Les éléments soumis à autorisation et classés

Le classement ICPE de ce site est justifié par la présence d'éléments concernés par la rubrique de la nomenclature des installations classées. Une agression par la foudre peut être à l'origine d'évènements susceptibles de porter atteinte aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du Code de l'Environnement.

Pour ce site les activités listées dans la « Rubrique de la nomenclature des installations classées » soumises à autorisation sont :

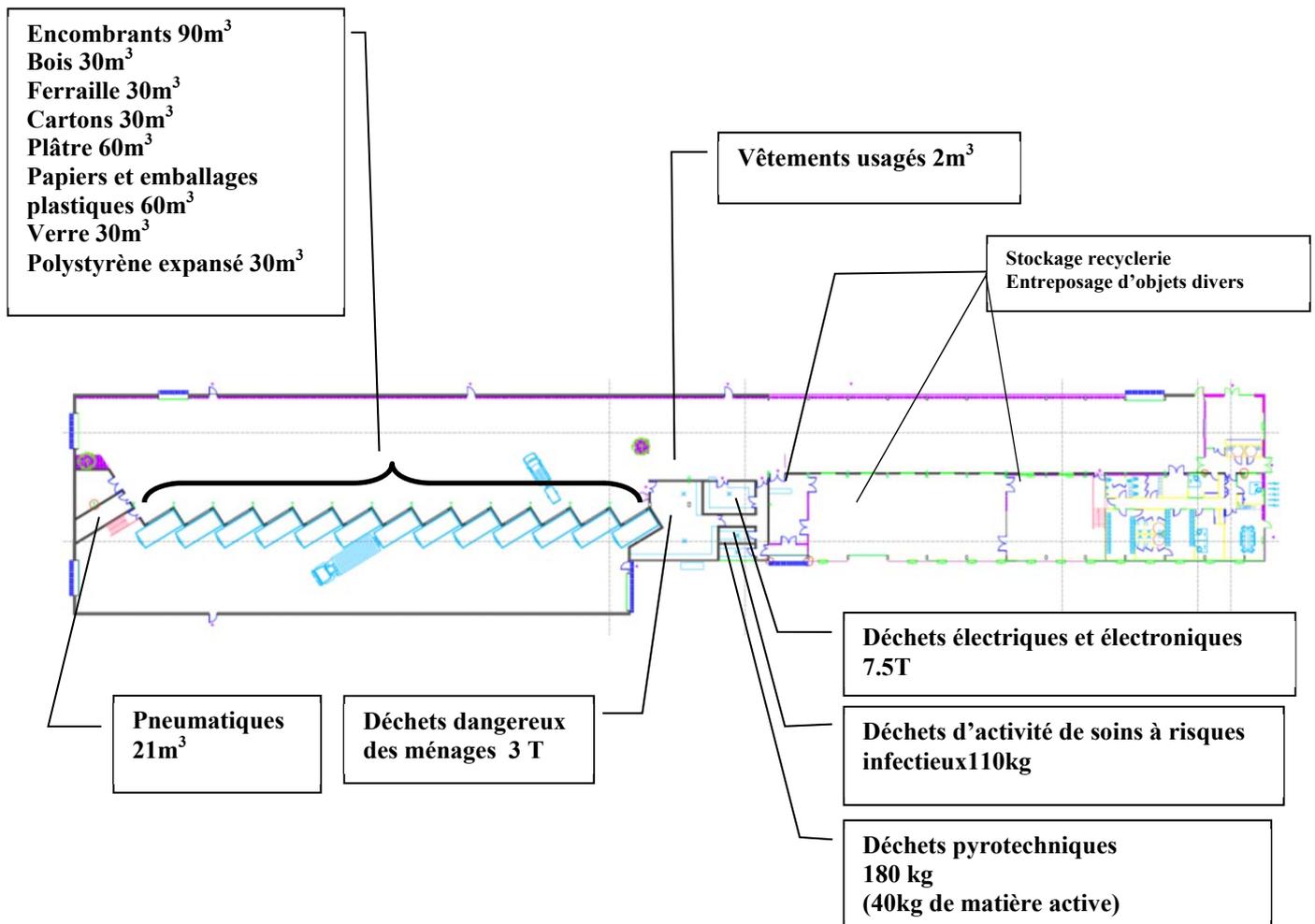
N° de rubrique	Libellé de la rubrique	Structure du site	Soumise à l'Arrêté du 19 juillet 2011
2710-1	Collecte de déchets dangereux : La quantité de déchets susceptibles d'être présents dans l'installation étant supérieure ou égale à 7 t	Bâtiment A	Oui
		Bâtiment B	Non
		Bâtiment C	Non
		Bâtiment D	Non
2710-2	Collecte de déchets dangereux : la quantité de déchets susceptibles d'être présents dans l'installation étant supérieure ou égal à 600 m ³	Bâtiment A	Oui
		Bâtiment B	Non
		Bâtiment C	Non
		Bâtiment D	Non
2791	Installation de traitement de déchets non dangereux (supérieure ou égale à 10 t/j) à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2720, 2760, 2771, 2780, 2781 et 2782	Bâtiment A	Oui
		Bâtiment B	Non
		Bâtiment C	Non
		Bâtiment D	Non

2791 Installation de traitement de déchets non dangereux (supérieure ou égale à 10 t/j) à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2720, 2760, 2771, 2780, 2781 et 2782

Ces activités sont soumises à autorisation et sont concernées par l'Arrêté du 19 juillet 2011: une Analyse du Risque Foudre est nécessaire.

7.5.1 REPARTITION DES PRODUITS DANS LE BATIMENT A

Les produits présent dans le bâtiment A sont répartis selon le plan ci-dessous



L'ARF note que les déchets pyrotechniques sont stockés dans un local :

- Antidéflagrant
- Sans contact avec la toiture
- Sans entrée ni sortie de réseau électrique et de canalisations métalliques.
- Accès restrictif et épisodique

La quantité d'énergie dans le bâtiment C sera de 8100 kWh/m²

La quantité d'énergie dans le local déchets dangereux sera de 83kWh/m²

7.6 Nombre de personnes présentes sur le site.

105 personnes au total sont susceptibles d'être présentes sur le site.

20 personnes (agents d'exploitation) de la collectivité sont rattachées à ce site :

- 1 personne pour les activités de bureaux.
 - Présente 338 jours par an et 8 heures par jour.
- 15 personnes pour les activités d'atelier.
 - Présentes 260 jours par an et 8 heures par jour.
- 1 personne se déplace en permanence sur le site et dans tous les bâtiments du site.
 - Présente 338 jours par an et 8 heures par jour.
- 3 personnes pour l'accueil des usagers.
 - Présentes 338 jours par an et 8 heures par jour.

50 personnes sont présentes à temps partiel sur le site :

- Ce sont les usagers du site.
- Ils fréquentent ponctuellement le site leur présence est comptabilisée comme il suit:
 - 338 jours par an et 20 minutes maximum par jour.
 - elles ne sont pas en contact avec les déchets dangereux et pyrotechniques
- Ces 50 personnes ne sont pas en contact avec les déchets dangereux et pyrotechniques

35 autres personnes sont présentes ponctuellement sur le site :

- 30 visiteurs pour des activités pédagogiques (visites pédagogiques)
 - Présentes 50 jours par an et 2 heures maximum (par jour de présence).
 - Leurs déplacements sont limités et réglementés sur le site.
- 5 personnes en provenance d'entreprises ou organismes sous-traitants susceptibles d'intervenir sur le site: maintenance électrique, informatique, téléphonique, espaces verts, toitures...
 - Présentes 260 jours par an et 1 heure maximum (par jour de présence).
 - Leurs déplacements sont limités et réglementés sur le site.
- Ces 35 personnes ne sont pas en contact avec les déchets dangereux et pyrotechniques

Cette Analyse du Risque Foudre prend en compte les différentes activités de l'entreprise.

7.7 Étude de dangers

A la date de la réalisation de cette ARF, il n'y a pas eu d'étude de dangers réalisée par l'entreprise sur ce site.

Aussi pour le « Danger Particulier » et le « Risque Incendie » liés à l'activité et à la situation géographique du site, les éléments retenus pour cette ARF, sous le contrôle et l'entière responsabilité du responsable du projet du site, sont présentés et argumentés dans les chapitres suivants.

7.7.1 ÉVALUATION DU RISQUE SUR LE SITE

Pour le bâtiment A, l'ARF considère que les produits stockés et utilisés :

- **dégagent des gaz dangereux pour l'environnement (en cas d'incendie).**

Pour les bâtiments B, C et D, l'ARF considère que les produits stockés et utilisés :

- **ne dégagent pas des gaz dangereux pour l'environnement (en cas d'incendie).**

En cas d'incident du type départ de feu, pour tous les bâtiments du site:

- Un système de détection d'incendie est prévu dans chaque bâtiment et chaque partie sensible du bâtiment A.
- Des extincteurs sont présents dans chaque parties du bâtiment et proche des stockages de produit dangereux.
- L'appel des secours est réalisé par l'intermédiaire de téléphones portable GSM
- Les pompiers sont susceptibles d'intervenir dans un délai supérieur à 10 minutes :
 - Adresse de la caserne la plus proche est SDIS boulevard Mendès France, 22300 LANNION
- Les fumées peuvent être considérées comme perturbantes pour l'environnement en cas d'incendie dans le bâtiment A:
 - SynElios recommande qu'une étude de danger précise ce point.
- Les bâtiments sont en permanence ouverts :
 - cela facilite l'évacuation des fumées
 - ils sont faciles à évacuer

7.7.2 « DANGER PARTICULIER » RETENU PAR L'ARF

BATIMENT A :

Pour le « **Danger Particulier** », en l'absence d'étude de danger et à d'évaluation du risque d'incendie, l'ARF retient des **«Risques environnementaux» :**

- Le danger est contenu dans l'enceinte du site : des zones de rétentions des eaux sont prévues pour contenir les eaux d'incendie (la pollution des eaux par les eaux d'incendie est maîtrisée).
- Les fumées d'incendies sont considérées comme perturbantes pour les personnes présentes dans le bâtiment A et dans l'environnement du bâtiment A .
- Le bâtiment est aéré et possède des systèmes de désenfumage.
- L'accès au site est facilité par les des voies d'accès dégagées.
- Le site est dans un environnement rural.

BATIMENTS B, C et D,

Pour le « **Danger Particulier** », l'ARF retient des **«Risques de panique faibles».**

- Les fumées d'incendies ne sont pas considérées comme nocives pour les personnes présentes dans les bâtiments et dans l'environnement du bâtiment A et du site.
- Des zones de rétention des eaux sont prévues pour contenir les eaux d'incendie (la pollution des eaux par les eaux d'incendie est maîtrisée).
- Le nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans les bâtiments et sur le site est inférieur à 100.
- Les bâtiments sont aérés et possèdent des systèmes de désenfumage.
- L'accès au site est facilité par les des voies d'accès dégagées.
- Le site est dans un environnement rural.

7.7.3 « RISQUE INCENDIE » RETENU PAR L'ARF

Pour le « Risque Incendie », l'ARF a retenu les éléments suivants:

- Pour tous les bâtiments du site : **la foudre est un « Facteur Aggravant » du risque incendie.**
 - Les composantes des bâtiments sont en bois, en métal et en béton
 - Un point chaud ou étincelle dû à un impact de foudre direct ou indirect, est un facteur de déclenchement d'incendie dans les bâtiments du site.
 - La charge calorifique spécifique de l'ensemble des éléments stockés et utilisés dans tous les bâtiments est estimée supérieure à 900 MJ/m².
 - Sur la base des charges calorifiques des produits utilisés le **risque retenu pour les bâtiments A B C et D** est considéré comme : « **Élevé** »

Les éléments suivants ont été pris en compte par l'ARF:

- La présence d'extincteurs manuels
- La présence d'un système de sécurité d'incendie (selon l'arrêté du 26 mars 2012) dans le bâtiment A :
 - équipement d'alarme de type 1
 - la détection automatique de fumées (optiques)
- La présence d'un système de vidéo surveillance sur l'ensemble du site.
- L'absence d'un système d'extinction automatique.
- Le temps d'intervention des services d'extinction des incendies (SDIS Boulevard Mendès France, 22300 LANNION) est estimé supérieur à 10 minutes.
- Le personnel encadrant est équipé de téléphones portables GSM qui peuvent être utilisés pour l'appel des secours.

7.8 Zones ATEX.

Aucun classement ATEX n'a été réalisé par un organisme compétent dans ce domaine
L'ARF retient et note les éléments suivants :

- Des déchets pyrotechniques d'un poids maximum de 180 kg (40kg de matière active) pourraient être stockés dans le bâtiment A.
 - Le local est spécialement conçu pour ce type de stockage, il est :
 - antidéflagrant.
 - sans contact direct avec la toiture
 - sans électricité ni éclairage à l'intérieur.
 - à accès restrictif :
 - l'accès est très ponctuel dans l'année.
- Il n'y a pas de distribution du gaz de ville sur le site.

Seule la zone interne du bâtiment A est retenue comme explosive au titre de l'ARF.

7.9 Réseaux entrants et sortants du site

Les réseaux entrants et sortants du site avec des conduits métalliques sont :

- **Eau (1) :**
 - **1 entrée** d'eau non métallique (de type PVC).
 - 1 arrivée type eau de la ville uniquement dans le bâtiment A
 - **1 sortie** des eaux usées (de type PVC).
- **Gaz (sans):**
 - Il n'y pas de canalisation de gaz sur le site.
- **Électricité (1)**
 - **1 entrée basse tension** par le bâtiment A:
 - Puissance 100 KVA
 - Ligne enterrée.
 - Longueur = 500 mètres.
 - Sans blindage.
 - L'armoire est située derrière le transformateur dans le bâtiment atelier (côté bâtiment bureaux).
 - Régime de neutre TT.
 - Les autres bâtiments sont alimentés à partir du bâtiment A.
 - Il n'y a pas des lampadaires sur le site : leur alimentation est à prendre en compte par l'Étude Technique.
- **Électricité issue d'un générateur photovoltaïque (1)**
 - **1 générateur** sur le bâtiment C:
 - Modules photovoltaïques sur le bâtiment C.
 - Puissance non connue à la date de rédaction de ce document
 - Raccordement au réseau électrique d'ERDF dont l'entrée est dans le bâtiment A (quel que soit le type de raccordement).
- **Télécommunication.**
 - **1 réseau de têtes de lignes numériques**
 - arrivées par le bâtiment A
 - Le réseau est ensuite distribué dans les autres bâtiments du site..
 - Les salariés de l'entreprise, qui sont chargés de la sécurité, sont équipés de téléphones portables GSM.

7.10 Réseaux internes au site

- **Canalisation de la chaufferie**
 - Entre les bâtiments du site
 - Canalisation métallique aérienne non confirmée.
- **Télécommunications**
 - Entre le bâtiment A et les autres bâtiments du site
 - Lignes enterrées.

7.11 Eléments en toitures

Les éléments significatifs métalliques en toiture des bâtiments ou en hauteur sont les systèmes d'aération (ouvertures).

7.12 Protections contre la foudre déjà en place

Il n'y a pas de protection contre la foudre en place en toiture des bâtiments et dans les TGBT.

7.13 Description des installations et systèmes de sécurité.

Les Éléments Importants Pour la Sécurité (EIPS) qui ont été identifiés au cours la visite pour la réalisation de cette ARF sont:

- le système de sécurité incendie
 - Système de détection d'incendie uniquement dans les locaux à risque du bâtiment A
 - Système d'alerte à diffusion sonore et lumineuse
- le système de télécommunications.
- le système de pompage des 2 bouches d'aspiration de la réserve d'incendie.
- les systèmes de téléphonie par réseau hertzien
 - système par téléphone GSM.
 - La ligne téléphonique d'appel des Secours est prévue par ce biais.
- Les extincteurs manuels.

Les éléments à protéger et à prendre en compte lors de l'Étude Technique sont :

- **le système de sécurité incendie**
- **le système de télécommunications**
- **le système de pompage des 2 bouches d'aspiration de la réserve d'incendie**

Les éléments de sécurisation du site suivants à prendre en compte par l'Étude Technique en fonction des impératifs dégagés par le responsable du site (si ces éléments sont considérés comme importants pour la sécurité du site il faudra alors les protéger).

- Vidéo-surveillance
- Système d'alerte intrusion.

7.14 Description des moyens de lutte contre l'incendie

Les moyens de lutte contre l'incendie sont :

- Robinet d'Incendie Armé (RIA) : uniquement dans le bâtiment A)
- Il n'y a pas de système d'extinction automatique.
- Bassin d'eau d'extinction des incendies présent sur le site.
 - Une réserve incendie est prévue sur le site : d'un volume de 400m³ d'eau mobilisable avec un puisard de pompage doté de 2 bouches d'aspiration capables de délivrer chacune un débit de 120m³/h est prévu sur le site
- Extincteurs portatifs:
 - le personnel est formé à l'utilisation des extincteurs
- En cas de sinistre, le temps d'intervention sur le site, du Service Départemental d'Incendie (SDIS) boulevard Mendès France, 22300 LANNION est estimé à plus de 10 minutes
- La communication avec le centre de secours incendie est réalisée par la ligne téléphonique ou par des téléphones portables GSM.

8 ÉTUDE ET ANALYSE DES RISQUES Foudre POUR LE SITE

Cette partie a pour objectifs de:

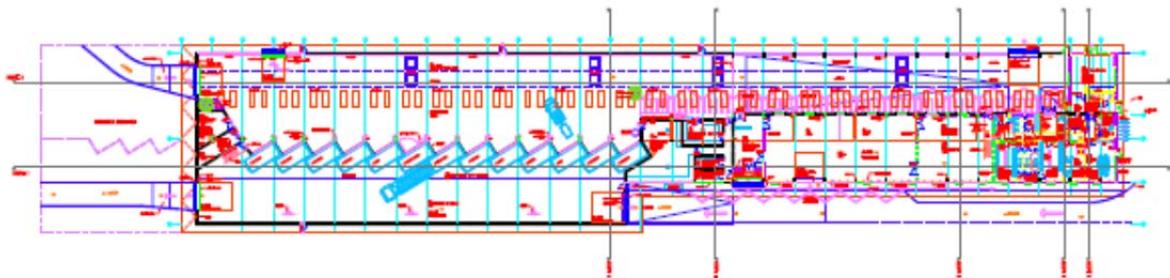
- collecter toutes les caractéristiques nécessaires à l'Analyse et de justifier les valeurs prises pour les différents facteurs indispensables aux calculs des composantes du Risque R1*.
- présenter les résultats de l'Analyse du Risque R1*.
- proposer, si nécessaire, des niveaux de protection pour ramener le Risque R1* en dessous du seuil tolérable.

Note * : Risque R1 = risque de « Pertes Humaines ».

8.1 Bâtiment A

Les activités dans ce bâtiment sont :

- Activités administratives.
- Trie
- Stockage des déchets
- Accueil des usagers



8.1.1 DONNEES DU BATIMENT

- La construction bâtiment est prévue en 2014.
- Les dimensions du bâtiment sont :
 - Longueur: 164 m
 - Largeur : 33 m
 - Hauteur moyenne: 13 m
 - Hauteur maximum : 13,70 m
- Les couvertures sont en fibre ciment
- Les charpentes sont en bois et à double pentes
- Piliers en bois (et métalliques dans le centre du bâtiment).
- Murs en panneaux de bois (ouverts en partie haute pour l'activité tri).
- Sans isolation sauf pour la partie bureaux
- Sol en béton renforcé.
- Mise à la terre pour tout le bâtiment : par fond de fouille de 35 mm²
- Le type de structure usuel est : industriel
- Le bâtiment est situé en milieu rural
- Il est entouré de bâtiments plus bas.

8.1.2 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES DES ZONES DU BATIMENT

Le bâtiment est ouvert en permanence sur l'extérieur mais il existe une zone interne: le local pyrotechnique.

Le bâtiment a été divisé en 2 zones:

- Une zone pour l'ensemble du bâtiment A. Elle sera nommée zone:
 - **Ensemble du bâtiment A**
- Une zone interne, le local pyrotechnique à l'intérieur du bâtiment A. Elle sera nommée zone:
 - **Local pyrotechnique**

8.1.2.1 Caractéristiques de la zone: Ensemble du bâtiment A.

Cette zone interne a les caractéristiques suivantes :

- Les personnes susceptibles d'être présentes dans cette zone sont formées au risque incendie et à l'évacuation du site.
- Protection anti-incendie:
 - Extincteurs manuels.
 - Non automatique.
- Activités: Produits réglementés soumis à autorisation (selon la nomenclature ICPE)
- Les autres activités non réglementées (selon la nomenclature ICPE) sont:
 - Activités administratives.
 - Tri
 - Stockage des déchets
 - Accueil des usagers
- Le danger particulier dû à la foudre est "Risques environnementaux" (voir chapitre "Etude de danger").
- Le risque d'incendie retenu dû à la foudre retenu est "Elevé" (voir chapitre "Etude de danger").
- Aucun produit classé ATEX 20 n'a été retenu au sens de l'ARF :
 - Les produits explosifs retenus par l'ARF sont dans le local pyrotechnique et donc dans la zone interne
- Il n'y a pas de protection contre les tensions de contact.

8.1.2.2 Caractéristiques des réseaux internes

Cette zone est desservie par la ligne électrique suivante.

1. **1-Entrée d'alimentation du bâtiment distribuée à partir de l'entrée du réseau électrique** TGBT présent le bâtiment.
 - Sans transformateur
 - Il y a plusieurs départs de lignes distribuées à des armoires TGBT dans les parties du bâtiment.
 - Les lignes (câbles) sont distribuées dans le bâtiment avec la possibilité de passage dans les faux plafonds.
 - Elles alimentent les éléments critiques suivants :
 - 1. Centrale incendie.
 - 2. Autocommutateur
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Régime de neutre : TT
 - Câbles non blindés.
2. **Sorties pour l'alimentation des autres bâtiments du site**
 - Sans transformateur
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Câbles non blindés.
 - Régime de neutre : TT
3. **Entrée pour le raccordement de l'installation photovoltaïque**
 - Sans transformateur
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Câbles non blindés.
 - Régime de neutre : TT
4. **Sorties pour l'alimentation des lampadaires du site**
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Câbles non blindés.
 - Régime de neutre : TT
5. **L'entrée du réseau de télécommunications**
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - Tête de lignes T0 et ADSL
 - Les lignes T0 ont des protections contre les surtensions.

La donnée prise par défaut est la : « superficie de boucle de l'ordre de 0,5m² ».

La zone « local pyrotechniques » n'a pas d'alimentation électrique

6. Les entrées et sorties des canalisations suivantes

- Eau en provenance du réseau externe, en enterré

8.1.2.3 Les composantes du risque retenu pour cette zone

L'ARF propose de limiter le risque à un niveau acceptable au regard des pertes :

- Humaines → **Risque R1**

Dans le cas de ce bâtiment, le niveau de Risque R1 tolérable (RT) est défini pour $RT = 1^E-5$.

- **Les composantes du Risque R1 retenues sont: RB; RU; RV**

Ces composantes caractérisent des types de blessures, de dommages, de défaillances en fonction des types d'impacts. Ces types d'impacts sont décrits ci-dessous :

- **Impacts sur la structure**

RB : dommages physiques dus à un étincelage dans la structure (incendie, explosion, ...).

- **Impacts sur un service**

RU : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure.

RV : dommages physiques dus à un étincelage entre une installation extérieure et les parties métalliques (généralement au point de pénétration de la ligne) dus au courant de foudre transmis par la ligne.

L'Analyse du Risque Foudre va **déterminer si le Risque R1 est supérieur ou inférieur au niveau de tolérance RT : $RT = 1^E-5$** .

8.1.2.4 Valeur des pertes humaines prises en compte

➤ **Le nombre total de personnes dans cette zone est de 105.**

- 1 personne dans la partie bureaux
 - Présente 1 x 8 heures pendant 338 jours par an
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans cette partie de bâtiment est de 90%:
 - Elle n'est pas en contact direct avec l'activité du site.
 - Elle se déplace ponctuellement dans la production et à l'extérieur du site.
- 15 personnes dans le bâtiment et proches des activités du bâtiment jugées à risque (tri et réception des déchets).
 - Présentes 1 x 8 heures pendant 260 jours par an.
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment est de 80%:
 - Le reste du temps (20%) elles se déplacent:
 - dans d'autres bâtiments du site = 5%.
 - dans les zones ouvertes = 5%.
 - à l'extérieur du site = 10%.
- 4 personnes se déplacent ponctuellement dans le bâtiment et à l'extérieur du bâtiment.
 - 3 sont parmi l'accueil des usagers et 1 personnes se déplace en permanence ce sur le site
 - Présentes 1 x 8 heures pendant 260 jours par an.
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment est de 40%:
 - Le reste du temps (60%) elles se déplacent:
 - dans d'autres bâtiments du site = 20%.
 - dans les zones ouvertes = 20%.
 - à l'extérieur du site = 20%.
- 50 personnes sont présentes à temps partiel sur le site :
 - Elles représentent les usagers (clients) et restent ponctuellement sur le site
 - Leur présence est comptabilisée comme il suit:
 - 338 jours par an et 20 minutes en moyenne par jour dans ce bâtiment.
 - Elles restent dans la partie bureaux et ne sont pas en contact avec les ateliers et activités à risque du site.
 - Le reste du temps (90%) elles ne sont pas présentes sur le site.
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment A est de 5%.
- 35 personnes sont présentes à temps partiel sur le site :
 - Elles sont considérées comme visiteuses et restent ponctuellement sur le site
 - Leur présence est comptabilisée comme il suit:
 - 260 jours par an et 4 heures en moyenne par jour.
 - Elles se déplacent sur l'ensemble du site et sont présentes ponctuellement près des activités à risque du site (tri et réception des déchets).
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment A est de 20 % à proximité des activités à risque.

- Le nombre de victimes potentielles est de :
 - 40 pour un dommage physique sur la structure.
 - 40 pour les tensions de pas et de contact.

Note *: 40 personnes = 20 personnes (proches des activités de trie et reception des déchets) + 15 personnes (les usagers) + 5 personnes (présentes comme visiteuses sur le site)

- Le temps de présence à l'endroit dangereux, retenu pour l'ARF, en heures moyennes par an, à l'intérieur de la structure est de:
 - 2704 heures (8 heures x 338 jours)
 - Le temps de présence a été volontairement porté à son maximum par **SynElios**. Il est déterminé sur la base du temps maximum des personnes susceptibles d'être présent à proximité des activités à risque.

ENTREPRISE	DOCUMENT	DATE	REFERENCE	REVISION	PAGE
SYNELIOS	ARF	28/11/2013	AR13007GIRP01	1.1	28/68

8.1.2.5 Caractéristiques de la zone: Local pyrotechnique.

Cette zone interne a les caractéristiques suivantes :

- La zone est un local spécialement conçu pour le stockage des produits pyrotechniques:
 - Elle est antidéflagrante
 - Sans contact avec la toiture
 - Sans réseau électrique entrant et sortant.
 - Sans canalisation métallique entrante et sortante
 - La zone est à accès réglementé.
- Les personnes susceptibles d'être présentes dans cette zone sont formées au risque incendie, au risque propre à cette zone et à l'évacuation du site.
- Protection anti-incendie:
 - Extincteurs manuels.
 - Non automatique.
- Activités: stockage de produits pyrotechnique en quantité limitée.
- Le danger particulier dû à la foudre est "faible": le nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans cette zone est inférieur à 100.
- Le risque d'explosion est retenue par l'ARF pour les produits stockés dans cette zone interne.
- Il n'y a pas de protection contre les tensions de contact.

8.1.2.6 Caractéristiques des réseaux internes

Cette zone n'est desservie par aucune ligne électrique entrante ou sortante.

Il n'y a aucun réseau de télécommunications.

Il n'y a aucune canalisation entrante ni sortante.

8.1.2.7 Les composantes du risque retenues pour cette zone

L'ARF propose de limiter le risque à un niveau acceptable au regard des pertes :

- Humaines → **Risque R1**

Dans le cas de ce bâtiment, le niveau de Risque R1 tolérable (RT) est défini pour $RT = 1^E-5$.

- **Les composantes du Risque R1 retenues sont: RB; RU; RV**

Ces composantes caractérisent des types de blessures, de dommages, de défaillance en fonction des types d'impacts. Ces types d'impacts sont décrits ci-dessous :

- **Les impacts sur la structure ne sont pas retenus pour cette zone interne**
Elle n'est pas en contact direct avec l'extérieur et la toiture du bâtiment A
- **Les impacts sur un service sont retenus par précaution (bien qu'il n'y ait aucun service entrant ou sortant de prévu).**
RU : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure.
RV : dommages physiques dus à un étincelage entre une installation extérieure et les parties métalliques (généralement au point de pénétration de la ligne) dus au courant de foudre transmis par la ligne.

L'Analyse du Risque Foudre va **déterminer si le Risque R1 est supérieur ou inférieur au niveau de tolérance RT : $RT = 1^E-5$.**

8.1.2.8 Valeur des pertes humaines prises en compte

- **Le nombre total de personnes dans cette zone est de 1.**
 - 1 personne parmi les 20 personnes présentes dans le bâtiment A et proche des activités du bâtiment jugées à risque (tri et réception des déchets).
 - Présente 1 x 8 heures pendant 242 jours par an.
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment est de 1%:
 - Le reste du temps (99%) elles se déplacent:
 - dans les autres parties du bâtiment A et les autres bâtiments du site = 84%.
 - dans les zones ouvertes = 5%.
 - à l'extérieur du site = 10%.
- Le nombre de victimes potentielles est de :
 - 1 pour un dommage physique sur la structure.
 - 1 pour les tensions de pas et de contact.
- Le temps de présence à l'endroit dangereux, retenu pour l'ARF, en heures moyennes par an, à l'intérieur de la structure est de:
 - 240 heures (1 heures x 240 jours)
 - Le temps de présence a été volontairement porté à son maximum par **SynElios**. Il est déterminé sur la base du temps maximum de la personne susceptible d'être présente à proximité des activités à risque.

8.1.3 RESULTATS DE L'ARF POUR LE BÂTIMENT A

- Le résultat de l'Analyse du Risque R1 est de : 18×10^{-5}
 - Pour rappel le risque tolérable, RT, qui ne doit pas être dépassé est de 1×10^{-5} .
- R1 est supérieur à RT :
 - **Ce bâtiment doit être protégé contre la foudre**, afin que le risque de pertes humaines (Risque R1) redevienne tolérable pour l'activité de ce bâtiment.

8.1.3.1 Synthèse des niveaux de protection pour le bâtiment

Les niveaux de protection à mettre en œuvre sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Structure à protéger	Protection <u>primaire*</u> à réaliser	Niveau de <u>protection secondaire**</u> à réaliser
Bâtiment A	Protection de Niveau II pour le bâtiment	-Protection de Niveau II sur les lignes suivantes: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrée TGBT usine. ➤ Sortie alimentation lampadaires. ➤ Sortie alimentation des autres bâtiments ➤ Sortie de l'installation photovoltaïque. ➤ Télécommunications.
	Mise en liaison équipotentielle avec la terre à réaliser	
	➤ Canalisations métalliques entrantes et sortantes du bâtiment.	

L'Etude Technique devra définir aussi :

- Les mesures de prévention à mettre en place autour des activités à risques lors des périodes orageuses.

Note* : Les protections primaires sont des protections de type paratonnerre.

Note** : Les protections secondaires sont des protections par parafoudres qui devront être spécifiées par une Etude Technique.

L'ARF précise que **les Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS)** du site sont :

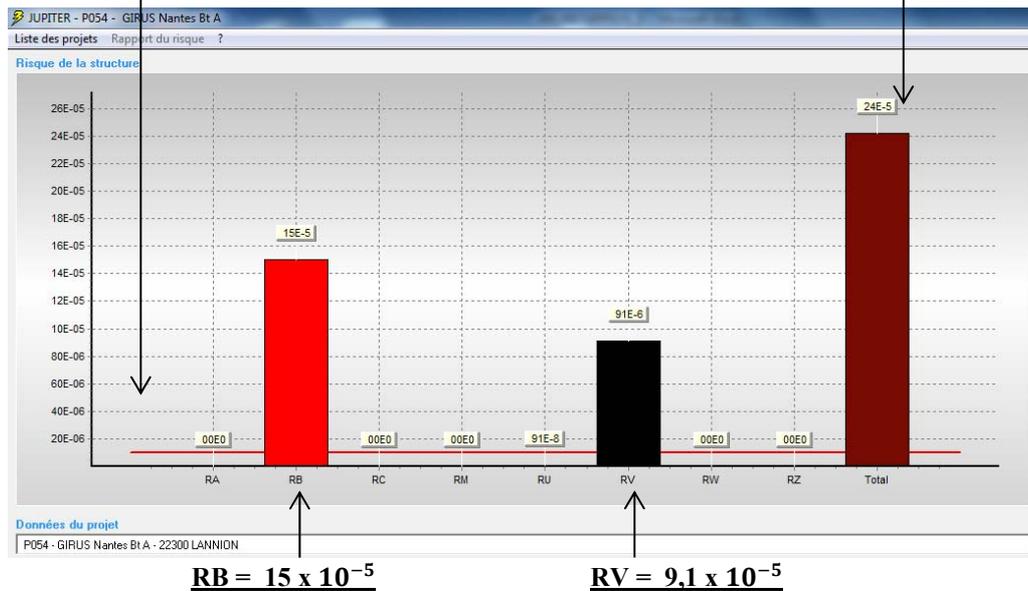
- le système de sécurité incendie
- le système de télécommunications
- Le système de pompage des 2 bouches d'aspiration de la réserve d'incendie

8.1.4 RESULTATS GRAPHIQUES

8.1.4.1 Sans protections

Le résultat des pertes R1 est représenté dans le graphique ci-dessous : **$R1 = 24 \times 10^{-5}$**

$RT = 1 \times 10^{-5}$ (trait rouge) → R1 est supérieur au risque tolérable.



Les risques **RB*** ; **RV*** et **RU*** sont les risques dominants du Risque R1.

Pour diminuer le Risque R1, il faut diminuer les risques **RB*** ; **RU*** et **RV***.

Il est donc nécessaire de mettre en place des mesures de protection appropriées pour réduire le risque de foudroiement.

*** : définition des composantes des risques pour cette structure.**

Impacts sur la structure

RA : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : dommages physiques dus à un étincelage dans la structure (incendie, explosion, ...).

Impacts sur un service

RU : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure.

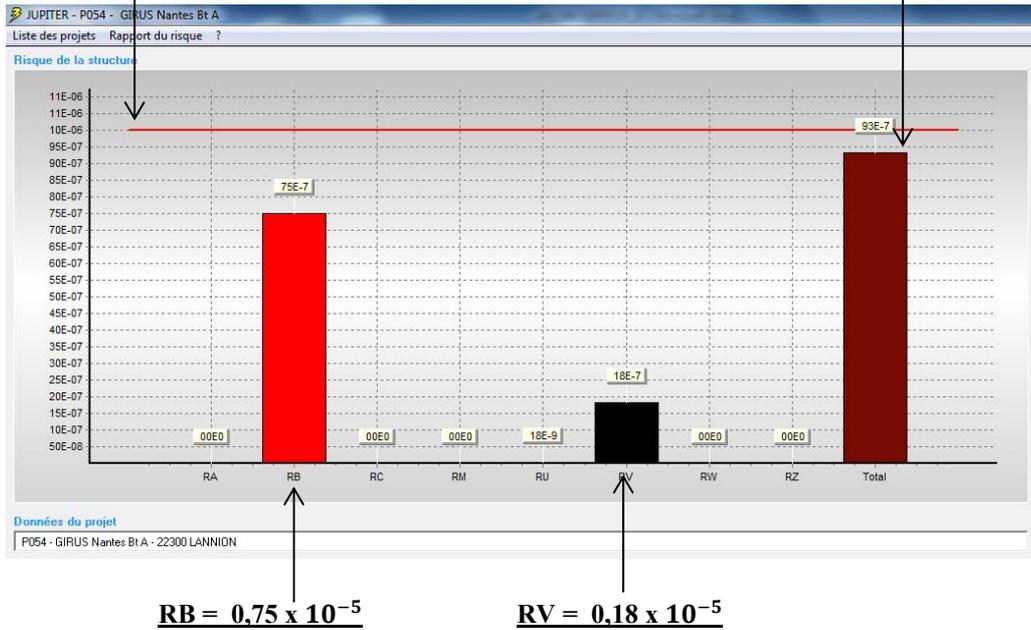
RV : dommages physiques dus à un étincelage, entre une installation extérieure et les parties métalliques (généralement au point de pénétration de la ligne), dus au courant de foudre transmis par la ligne.

8.1.4.2 Avec protections

La mise en place de protections de **Niveau II**, permet d'avoir un risque tolérable pour l'activité dans ce bâtiment.

Ainsi le résultat des pertes R1 est représenté dans le graphique ci-dessous: **$R1 = 0,93 \times 10^{-5}$**

$RT = 1 \times 10^{-5}$ (trait rouge) → R1 est inférieur au risque tolérable.



Avec la mise en place de protections de Niveau II pour ce bâtiment les risques **RB***, **RU*** et **RV*** sont diminués : ceci permet d'avoir un risque tolérable pour l'activité du bâtiment.

*** : définition des composantes des risques pour cette structure.**

Impacts sur la structure

RA : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : dommages physiques dus à un étincelage dans la structure (incendie, explosion, ...).

Impacts sur un service

RU : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure.

RV : dommages physiques dus à un étincelage, entre une installation extérieure et les parties métalliques (généralement au point de pénétration de la ligne), dus au courant de foudre transmis par la ligne.

8.1.5 CONCLUSIONS

La mise en place des protections de niveau II contre la foudre permettra d'obtenir un niveau de risques tolérable pour les activités de l'entreprise.

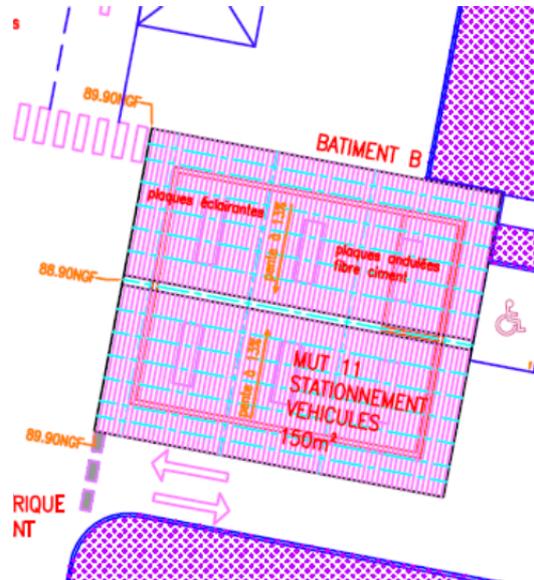
8.2 Bâtiment B

Les activités dans ce bâtiment sont :

- Le garage (stockage) des véhicules du site.
- Sans réparation de véhicule.

8.2.1 DONNEES DU BATIMENT

- La construction du bâtiment est prévue pour en 2014.
- Les dimensions du bâtiment sont :
 - Longueur: 17,80 m
 - Largeur : 15,5 m
 - Hauteur moyenne: 7,10 m
- Les couvertures sont en fibre ciment
- Les charpentes sont en bois
- Piliers en bois.
- Murs en panneaux bois
- Avec isolation en plafond et plâtre
- Sol en béton renforcé.
- Mise à la terre pour tout le bâtiment : par fond de fouille de 35 mm²
- Le type de structure usuel est : industriel
- Le bâtiment est situé en milieu rural
- Il est entouré de bâtiments plus hauts (les autres bâtiments du site)..



8.2.2 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES DES ZONES DU BATIMENT

Le bâtiment est ouvert en permanence sur l'extérieur et n'a pas de zone interne: il a été traité en zone unique

8.2.3 CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE UNIQUE.

Cette zone interne unique a les caractéristiques suivantes :

- Les personnes susceptibles d'être présentes dans cette zone sont formées au risque incendie et à l'évacuation du site.
- Protection anti-incendie:
 - Extincteurs manuels.
- Activités: produits non réglementés (selon la nomenclature ICPE)
- Le danger particulier dû à la foudre est "Risques de panique faible" (voir chapitre "Etude de danger").
- Le risque d'incendie dû à la foudre retenu est "Elevé" (voir chapitre "Etude de danger").
- Aucun produit classé ATEX 20 n'a été de retenu au sens de l'ARF.
- Il n'y a pas de protection contre les tensions de contact.

8.2.4 CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX INTERNES

Cette zone est desservie par la ligne électrique suivante.

1. **Entrée d'alimentation issue du bâtiment A.**
 - Sans transformateur
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Régime de neutre : TT
 - Câbles non blindés.

La donnée prise par défaut est la: « superficie de boucle de l'ordre de 0,5m² ».

2. **L'entrée des canalisations suivantes**
 - Aucune canalisation métallique :

8.2.5 LES COMPOSANTES DU RISQUE RETENU POUR CETTE ZONE

L'ARF propose de limiter le risque à un niveau acceptable au regard des pertes :

- Humaines → **Risque R1**

Dans le cas de ce bâtiment, le niveau de Risque R1 tolérable (RT) est défini pour $RT = 1^E-5$.

- **Les composantes du Risque R1 retenues sont: RB; RU; RV**

Ces composantes caractérisent des types de blessure, de dommages, de défaillances en fonction des types d'impacts. Ces types d'impacts sont décrits ci-dessous :

- **Impacts sur la structure**
RB : dommages physiques dus à un étincelage dans la structure (incendie, explosion, ...).
RC : défaillances des réseaux internes dues à l'impulsion électromagnétique (IEMF).
- **Impacts sur un service**
RU : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure.
RV : dommages physiques dus à un étincelage entre une installation extérieure et les parties métalliques (généralement au point de pénétration de la ligne) dus au courant de foudre transmis par la ligne.

L'Analyse du Risque Foudre va **déterminer si le Risque R1 est supérieur ou inférieur au niveau de tolérance RT : $RT = 1^E-5$** .

8.2.6 VALEUR DES PERTES HUMAINES PRISES EN COMPTE

- **Le nombre total de personnes dans cette zone est de 3.**
 - Elles sont parmi les 9 personnes agents d'exploitation du site.
 - Présentes 1 x 8 heures pendant 338 jours par an.
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment est de 5% :
 - Le reste du temps (95%) elles se déplacent:
 - dans d'autres bâtiments du site = 55%.
 - dans les zones ouvertes = 20%.
 - à l'extérieur du site = 20%.

- Le nombre de victimes potentielles est de :
 - 3 pour un dommage physique sur la structure.
 - 3 pour les tensions de pas et de contact.

- Le temps de présence total dans le bâtiment, retenu pour l'ARF, en heures moyennes par an, à l'intérieur de la structure est de: 135 heures

8.2.7 RESULTATS DE L'ARF POUR LE BÂTIMENT B

- Le résultat de l'Analyse du Risque R1 est de : $0,15 \times 10^{-5}$
 - Pour rappel le risque tolérable, RT, qui ne doit pas être dépassé est de 1×10^{-5} .
- R1 est inférieur à RT :
 - **Ce bâtiment n'a pas l'obligation d'avoir de protection contre la foudre** : il est auto protégé.

8.2.7.1 Synthèse des niveaux de protection pour le bâtiment

Les niveaux de protection à mettre en œuvre sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Structure à protéger	Protection <u>primaire*</u> à réaliser	Niveau de <u>protection secondaire**</u> à réaliser
Bâtiment B	Sans obligation	- Sans obligation L'ARF recommande un parafoudre de niveau IV sur les lignes entrantes de ce bâtiment (voir note 1)
	Mise en liaison équipotentielle avec la terre à réaliser	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Terre du bâtiment A ➤ Canalisations métalliques entrantes 	

Note* : Les protections primaires sont des protections de type paratonnerre. Dans le cas de ce bâtiment il n'y a pas d'obligation pour ce type de protection.

Note** : Les protections secondaires sont des protections par parafoudres qui devront être spécifiées par une Etude Technique.

Note 1 :

La recommandation est justifiée par le fait que les lignes entrantes sont issues du bâtiment A. Ainsi un choc de foudre issu de ces lignes ne devra pas générer d'étincelage et/ou de départ de feu dans ce bâtiment.

L'ARF précise que **les Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS)** du site sont :

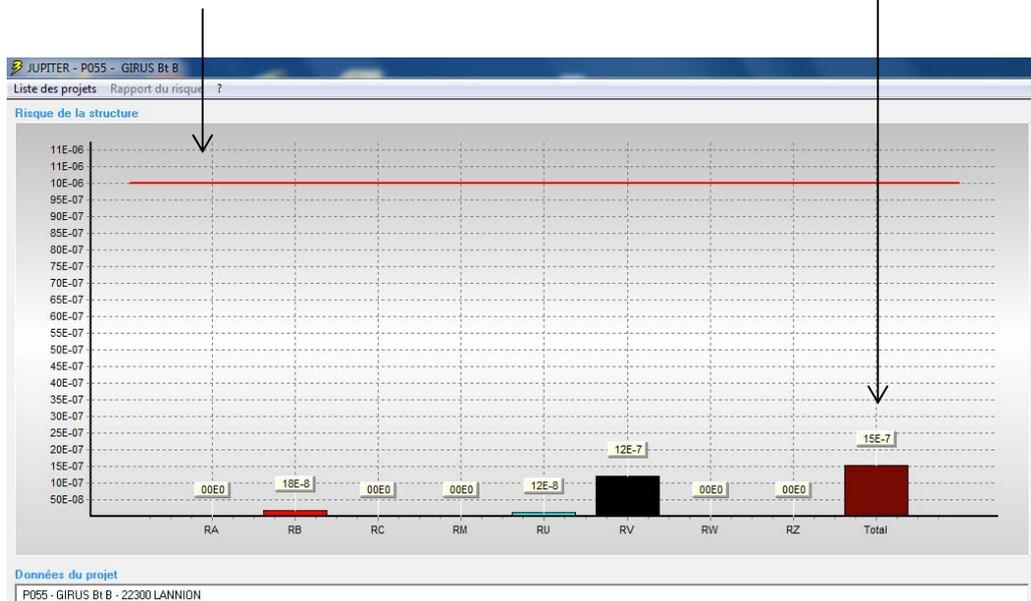
- Dans le bâtiment A et sont listés dans le chapitre le concernant.

8.2.8 RESULTATS GRAPHIQUES

8.2.8.1 Sans protections

Le résultat des pertes R1 est représenté dans le graphique ci-dessous : **$R1 = 0,15 \times 10^{-5}$**

$RT = 1 \times 10^{-5}$ (trait rouge) → R1 est inférieur au risque tolérable.



8.2.9 CONCLUSIONS

Il n'est donc pas obligatoire de mettre en place des mesures de protection appropriées pour réduire le risque de foudroiement.

Mais la mise en place d'un parafoudre de niveau IV est recommandée par l'ARF sur les lignes entrantes de ce bâtiment.

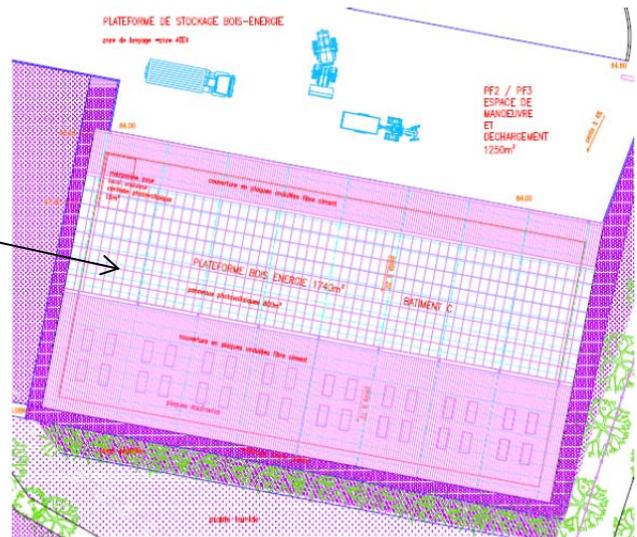
8.3 Bâtiment C

Les activités dans ce bâtiment sont :

- Séchage bois

8.3.1 DONNEES DU BATIMENT

- La construction de ce bâtiment est prévue pour 2014.
- Les dimensions du bâtiment sont :
 - Longueur: 56 m Largeur : 31 m
 - Hauteur moyenne: 16 m Hauteur maximum : 16,30 m
- Les couvertures sont en fibre ciment et panneaux photovoltaïques.
- Les charpentes sont en bois mono pente.
- Piliers en bois (et métalliques dans le centre du bâtiment).
- Murs en panneaux bois.
- Sans isolation.
- Sol en béton renforcé.
- Mise à la terre pour tout le bâtiment : par fond de fouille de 35 mm².
- Le type de structure usuel est : industriel.
- Le bâtiment est situé en milieu rural.
- Il est entouré de bâtiments plus bas.



8.3.2 DEFINITION ET CARACTERISTIQUE DES ZONES DU BATIMENT

Le bâtiment est ouvert en permanence sur l'extérieur et il a été traité en zone unique: aucune zone interne n'a été retenue au sens de l'ARF.

8.3.3 CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE UNIQUE

Cette zone interne à les caractéristiques suivantes :

- Les personnes susceptibles d'être présentes dans cette zone sont formées au risque incendie et à l'évacuation du site.
- Protection anti-incendie:
 - Extincteurs manuels.
 - Non automatique.
- Activités: Produits réglementés soumis à autorisation (selon la nomenclature ICPE)
- Le danger particulier dû à la foudre est "Risques de panique faible" (voir chapitre "Etude de danger"): le séchage du bois n'est pas retenu comme une activité à risque pour l'environnement et le nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans ce bâtiment est inférieur à 100.
- Le risque d'incendie dû à la foudre retenu est "Elevé" (voir chapitre "Etude de danger").
- Aucun produit classé ATEX 20 n'a été retenu au sens de l'ARF.
- Il n'y a pas de protection contre les tensions de contact.

8.3.4 CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX INTERNES

Cette zone est desservie par la ligne électrique suivante.

1. **1 entrée d'alimentation en provenance du bâtiment A**
 - Sans transformateur
 - 1 seule ligne unique a été identifiée pour la réalisation de cette ARF.
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Régime de neutre : TT
 - Câbles non blindés.

 2. **1 sortie pour le raccordement de l'installation photovoltaïque dans le bâtiment A**
 - Sans transformateur
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Câbles non blindés.
 - Régime de neutre : TT

 3. **1 entrée du réseau de télécommunication (elle a été prise en compte en prévision d'installation)**
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - Ligne enterrée.
 - Tête de lignes T0 et ADSL
 - Les lignes T0 ont des protections contre les surtensions.
- La donnée prise par défaut est la « superficie de boucle de l'ordre de 0,5m² ».
4. **Les entrées et sorties des canalisations suivantes**
 - Eau :
 - En provenance, en enterré, du réseau externe

8.3.5 LES COMPOSANTES DU RISQUE RETENU POUR CETTE ZONE

L'ARF propose de limiter le risque à un niveau acceptable au regard des pertes :

- Humaines → **Risque R1**

Dans le cas de ce bâtiment, le niveau de Risque R1 tolérable (RT) est défini pour $RT = 1^E-5$.

- **Les composantes du Risque R1 retenues sont: RB; RU; RV**

Ces composantes caractérisent des types de blessures, de dommages, de défaillances en fonction des types d'impacts. Ces types d'impacts sont décrits ci-dessous :

- **Impacts sur la structure**

RB : dommages physiques dus à un étincelage dans la structure (incendie, explosion, ...).

- **Impacts sur un service**

RU : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure.

RV : dommages physiques dus à un étincelage entre une installation extérieure et les parties métalliques (généralement au point de pénétration de la ligne) dus au courant de foudre transmis par la ligne.

L'Analyse du Risque Foudre va **déterminer si le Risque R1 est supérieur ou inférieur au niveau de tolérance $RT : RT = 1^E-5$** .

8.3.5.1 Valeur des pertes humaines prises en compte

- **Le nombre total de personnes dans cette zone est de 3.**

- Elle sont parmi les 9 personnes qui se déplacent dans le bâtiment A et à l'extérieur des bâtiments.
 - Présentes 1 x 8 heures pendant 338 jours par an.
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment est de 15%:
 - Le reste du temps (80%) elles se déplacent:
 - dans d'autres bâtiments du site = 55%.
 - dans les zones ouvertes = 20%.
 - à l'extérieur du site = 10%.

- Le nombre de victimes potentielles est de :

- 3 pour un dommage physique sur la structure.
- 3 pour les tensions de pas et de contact.

- Le temps de présence à l'endroit dangereux, retenu pour l'ARF, en heures moyennes par an, à l'intérieur de la structure est de:

- 406 heures (8 heures x 338 jours x 15%)

8.3.6 RESULTATS DE L'ARF POUR LE BÂTIMENT C

- Le résultat de l'Analyse du Risque R1 est de : $0,8 \times 10^{-5}$
 - Pour rappel le risque tolérable, RT, qui ne doit pas être dépassé est de 1×10^{-5} .
- R1 est inférieur à RT :
 - **Ce bâtiment n'a pas l'obligation d'avoir de protection contre la foudre** : il est auto protégé.

8.3.6.1 Synthèse des niveaux de protection pour le bâtiment

Les niveaux de protection à mettre en œuvre sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Structure à protéger	Protection <u>primaire*</u> à réaliser	Niveau de <u>protection secondaire**</u> à réaliser
Bâtiment B	Sans obligation	Protection de Niveau IV obligatoire sur les lignes suivantes (voir note 1): <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrée des lignes électriques du bâtiment. ➤ Sortie des lignes électriques du bâtiment.
	Mise en liaison équipotentielle avec la terre à réaliser	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Terre du bâtiment A ➤ Canalisations (éventuelles) métalliques entrantes 	

Note* : Les protections primaires sont des protections de type paratonnerre. Dans le cas de ce bâtiment il n'y a pas d'obligation pour ce type de protection.

Note** : Les protections secondaires sont des protections par parafoudres qui devront être spécifiées par une Etude Technique.

Note 1 :

L'obligation est justifiée par le fait que les lignes entrantes sont issues du bâtiment A et par la présence d'une installation de production d'énergie de type photovoltaïque. Ainsi un choc de foudre issue de ces lignes ne devra pas générer d'étincelage et/ou de départ de feu dans ce bâtiment.

L'ARF précise que **les Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) du site** sont :

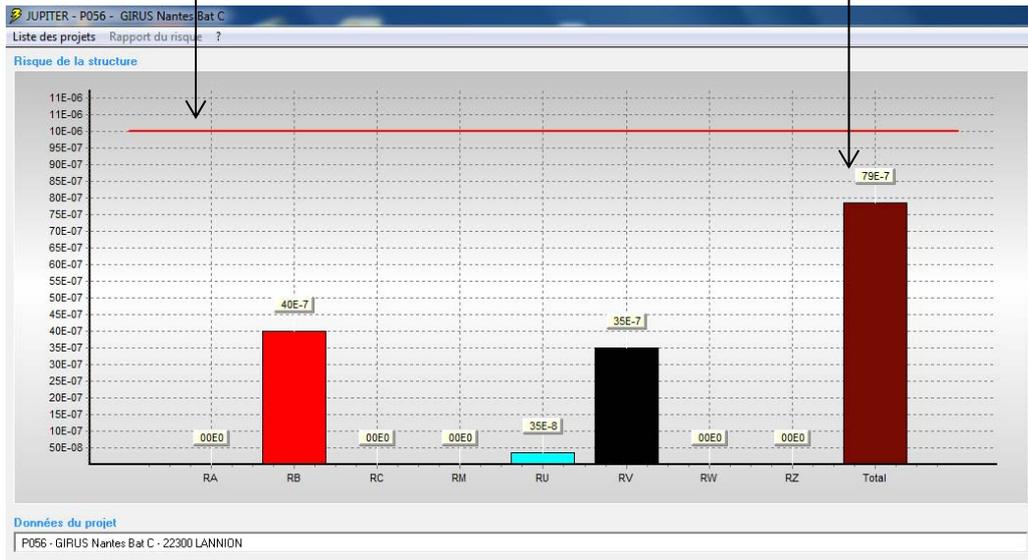
- Dans le bâtiment A et sont listés dans le chapitre les concernant.

8.3.7 RESULTATS GRAPHIQUES

8.3.7.1 Sans protections

Le résultat des pertes R1 est représenté dans le graphique ci-dessous : **$R1 = 0,8 \times 10^{-5}$**

$RT = 1 \times 10^{-5}$ (trait rouge) → R1 est inférieur au risque tolérable.



8.3.8 CONCLUSIONS

Il n'est donc pas obligatoire de mettre en place des protection de type paratonnerre.

La mise en place d'un parafoudre de niveau IV est imposée par SynElios sur les lignes entrantes et sortantes de ce bâtiment.

L'Étude Technique devra prendre en compte la présence d'une installation photovoltaïque en toiture de ce bâtiment

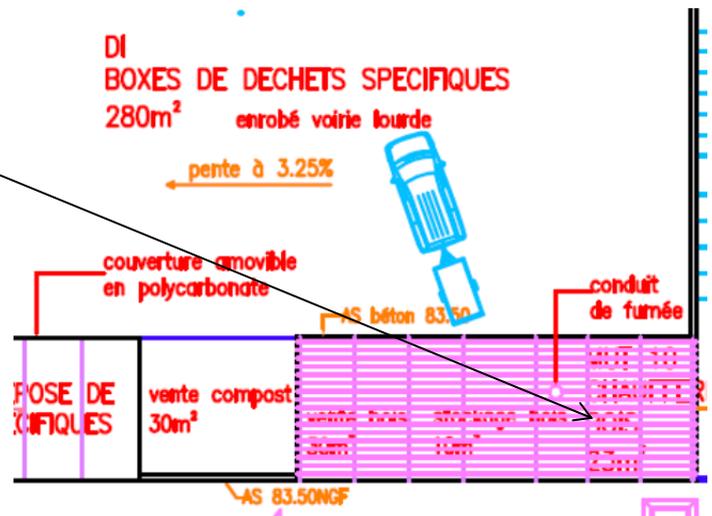
8.4 Bâtiment D

Les activités dans ce bâtiment sont :

- Local chaufferie compost
- Stockage bois

8.4.1 DONNEES DU BATIMENT

- La construction du bâtiment est prévue pour en 2014.
- Les dimensions du bâtiment sont :
 - Longueur: 15,25 m Largeur : 5,5 m
 - Hauteur moyenne: 4,90 m
 - Hauteur maximum du conduit de cheminée : 6 m
- Les couvertures sont en fibre ciment.
- Les charpentes sont métalliques.
- La structure du bâtiment est en béton.
- Sol en béton renforcé.
- Mise à la terre pour tout le bâtiment : par fond de fouille de 35 mm²
- Le type de structure usuel est : industriel.
- Le bâtiment est situé en milieu rural.
- Il est entouré de bâtiments plus bas (les autres bâtiments du site).



8.4.2 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES DES ZONES DU BATIMENT

Le bâtiment est ouvert en permanence sur l'extérieur et il a été traité en zone unique: aucune zone interne n'a été de retenue au sens de l'ARF.

8.4.3 CARACTÉRISTIQUES DE LA ZONE UNIQUE

Cette zone interne à les caractéristiques suivantes :

- Les personnes susceptibles d'être présentes dans cette zone sont formées au risque incendie et à l'évacuation du site.
- Protection anti-incendie:
 - Extincteurs manuels.
 - Non automatique.
- Activités: Produits réglementés soumis à autorisation (selon la nomenclature ICPE)
- Le danger particulier dû à la foudre est "Risques de panique faible" (voir chapitre "Etude de danger"): le séchage du bois et la combustion de compost ne sont pas retenus comme des activités à risque pour l'environnement et le nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans ce bâtiment est inférieur à 100.
- Le risque d'incendie dû à la foudre retenu est "Elevé" (voir chapitre "Etude de danger").
- Aucun produit classé ATEX 20 n'a été retenu au sens de l'ARF.
- Il n'y a pas de protection contre les tensions de contact.

8.4.4 CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX INTERNES

Cette zone est desservie par la ligne électrique suivante.

1. **1 entrée d'alimentation en provenance du bâtiment A**
 - Sans transformateur
 - 1 seule ligne unique a été identifiée pour la réalisation de cette ARF.
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - La tension délivrée est de 400 V triphasé.
 - Régime de neutre : TT
 - Câbles non blindés.

2. **1 entrée du réseau de signalisation des incendies**
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - Réseau de signalisation
 - Ligne enterrée

3. **1 entrée du réseau de télécommunications (elle a été prise en compte en prévision d'installation ce type)**
 - Longueur des lignes enterrées (câbles) = 500m.
 - Ligne enterrée.
 - Tête de lignes T0 et ADSL
 - Les lignes T0 ont des protections contre les surtensions.

La donnée prise par défaut est la « superficie de boucle de l'ordre de 0,5m² ».

4. **Les entrées et sorties des canalisations suivantes**
 - Eau de chauffage:
 - En provenance du réseau externe, en enterré.
 - En sortie vers le bâtiment A.

8.4.5 LES COMPOSANTES DU RISQUE RETENU POUR CETTE ZONE

L'ARF propose de limiter le risque à un niveau acceptable au regard des pertes :

- Humaines → **Risque R1**

Dans le cas de ce bâtiment, le niveau de Risque R1 tolérable (RT) est défini pour $RT = 1^E-5$.

- **Les composantes du Risque R1 retenues sont: RB; RU; RV**

Ces composantes caractérisent des types de blessures, de dommages, de défaillances en fonction des types d'impacts. Ces types d'impacts sont décrits ci-dessous :

- **Impacts sur la structure**

RB : dommages physiques dus à un étincelage dans la structure (incendie, explosion, ...).

- **Impacts sur un service**

RU : blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure.

RV : dommages physiques dus à un étincelage entre une installation extérieure et les parties métalliques (généralement au point de pénétration de la ligne) dus au courant de foudre transmis par la ligne.

L'Analyse du Risque Foudre va **déterminer si le Risque R1 est supérieur ou inférieur au niveau de tolérance RT : $RT = 1^E-5$** .

8.4.5.1 Valeur des pertes humaines prises en compte

- **Le nombre total de personnes dans cette zone est de 3.**

- 3 sont parmi les 9 personnes qui se déplacent dans le bâtiment A et à l'extérieur des bâtiments.
 - Présentes 1 x 8 heures pendant 240 jours par an.
 - Le taux de présence retenu par l'ARF dans ce bâtiment est de 20%:
 - Le reste du temps (80%) elles se déplacent:
 - dans d'autres bâtiments du site = 50%.
 - dans les zones ouvertes = 20%.
 - à l'extérieur du site = 10%.

- Le nombre de victimes potentielles est de :

- 3 pour un dommage physique sur la structure.
- 3 pour les tensions de pas et de contact.

- Le temps de présence à l'endroit dangereux, retenu pour l'ARF, en heures moyennes par an, à l'intérieur de la structure est de:

- 540 heures (8 heures x 338 jours x 20%)

8.4.6 RESULTATS DE L'ARF POUR LE BÂTIMENT D

- Le résultat de l'Analyse du Risque R1 est de : $0,4 \times 10^{-5}$
 - Pour rappel le risque tolérable, RT, qui ne doit pas être dépassé est de 1×10^{-5} .
- R1 est inférieur à RT :
 - Ce bâtiment n'a pas l'obligation d'avoir de protection contre la foudre, mais SynElios impose la protection des lignes électriques du bâtiment D et la mise en liaison équipotentielle avec la terre des canalisations métalliques de ce bâtiment.

8.4.6.1 Synthèse des niveaux de protection pour le bâtiment

Les niveaux de protection à mettre en œuvre sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Structure à protéger	Protection primaire* à réaliser	Niveau de protection secondaire** à réaliser
Bâtiment D	Sans obligation	Protection de Niveau IV obligatoire sur les lignes suivantes (note 1): <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrée lignes électriques bâtiment. ➤ Télécommunications et/ou signalisation
	Mise en liaison équipotentielle avec la terre à réaliser	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Terre du bâtiment A ➤ Canalisations (éventuels) métalliques entrantes 	

Note* : Les protections primaires sont des protections de type paratonnerre. Dans le cas de ce bâtiment il n'y a pas d'obligation pour ce type de protection.

Note** : Les protections secondaires sont des protections par parafoudres qui devront être spécifiées par une Etude Technique.

Note 1 :

L'obligation est justifiée par le fait que les lignes entrantes sont issues du bâtiment A. Ainsi un choqe de foudre issue de ces lignes ne devra pas générer d'étincelage et/ou de départ de feu dans ce bâtiment.

L'ARF précise que **les Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) du site** sont :

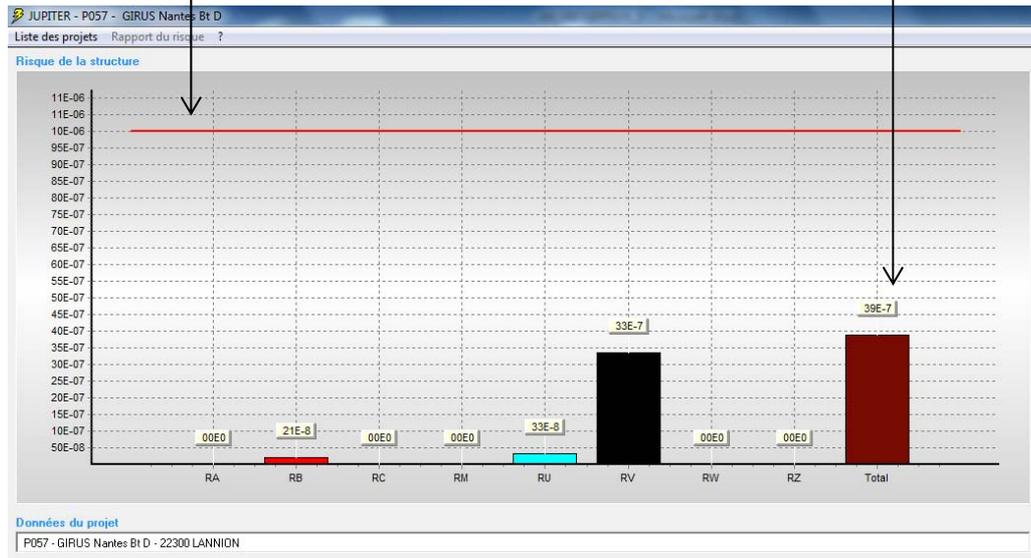
- Dans le bâtiment A et sont liste dans le chapitre le concernant.

8.4.7 RESULTATS GRAPHIQUES

8.4.7.1 Sans protections

Le résultat des pertes R1 est représenté dans le graphique ci-dessous : **$R1 = 0,4 \times 10^{-5}$**

$RT = 1 \times 10^{-5}$ (trait rouge) → R1 est inférieur au risque tolérable.



8.4.8 CONCLUSIONS

La mise en place d'un parafoudre de niveau IV, et la mise ne liaison équipotentielle des canalisations entrante et sortante, du bâtiment sont imposées par SynElios.

Ainsi un choc de foudre sur ou autour du bâtiment A (qui a l'obligation de protection) ne générera pas de surtension ou d'étincelage dans ce bâtiment.

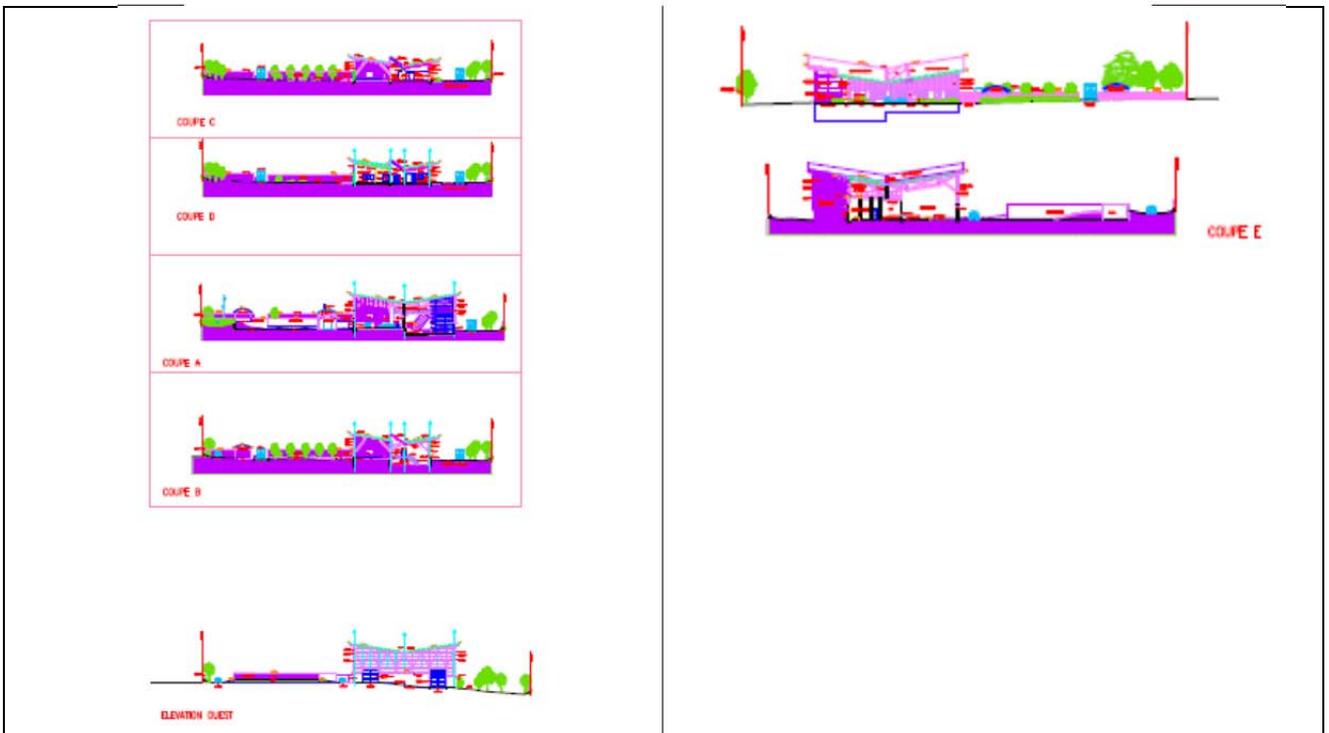
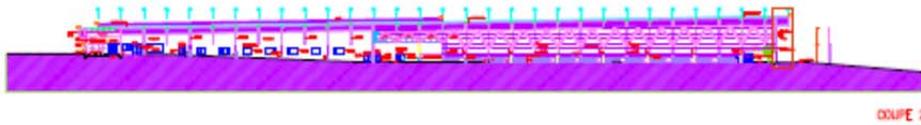
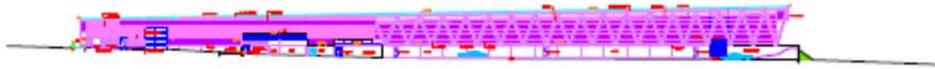
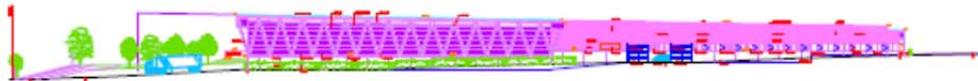
9 ANNEXES

9.1 Plan (extrait) du site



ENTREPRISE	DOCUMENT	DATE	REFERENCE	REVISION	PAGE
SYNELIOS	ARF	28/11/2013	AR13007GIRP01	1.1	49/68

9.2 Plan (extrait) du bâtiment A (en coupes)



9.3 Eléments d'évaluations utilisées pour le logiciel JUPITER pour l'ARF :

Le listing des données d'entrées et d'analyses du logiciel « Jupiter » de chaque bâtiment est présent dans les chapitres suivants.

9.3.1 LISTING POUR LE BATIMENT A

Surface d'exposition et nombre annuel d'évènements dangereux

<p>Type de structure</p> <p>Dimensions: A (m): 164 B (m): 32,5 H (m): 13 Hmax (m): 13,4 Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5) Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km² an) Ng = 0,1</p> <p>Annexe :</p>	<p>Caractéristiques des lignes: Electricité: Entrée réseau</p> <p>Caractéristiques des lignes: ERDF entrée L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée Longueur (m) Lc = 500 résistivité (ohm.m) □ = 500 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Télécom Entrée L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée Longueur (m) Lc = 500 résistivité (ohm.m) □ = 500 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Sortie lampadaires L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée Longueur (m) Lc = 600 résistivité (ohm.m) □ = 500 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Sortie Ali Autre Bâiments L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée Longueur (m) Lc = 700 résistivité (ohm.m) □ = 500 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Sortie Telecom L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée Longueur (m) Lc = 600 résistivité (ohm.m) □ = 500 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Sortie Télésurveillance L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée Longueur (m) Lc = 800 résistivité (ohm.m) □ = 500 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Entrée ligne photovoltaïque L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée Longueur (m) Lc = 500 résistivité (ohm.m) □ = 500 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (Ce): rurale</p>
---	---

Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Batiment A (hors pyrotechn)

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Risques environnementaux ($h = 20$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneElectricité Batiment

Connecté à la ligne ERDF entrée

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneCentrale incendie

Connecté à la ligne ERDF entrée

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneAutocommutateur

Connecté à la ligne Télécom Entrée

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Batiment A (hors pyrotechn)

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 1,18E-01$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 1,18E-01$

Risque et composantes du risque pour la zone:Batiment A (hors pyrotechn)

Risque 1: R_b R_u R_v

Caractéristiques de la zone: Pyrotechnique

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Asphalte ($r_u = 0,00001$)

Risque d'explosion($r_f = 1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: avertissements restriction physique

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Pyrotechnique

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 2,76E-02$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 2,76E-02$

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R_1) = $L_o = 2,76E-02$

Risque et composantes du risque pour la zone:Pyrotechnique

Risque 1: R_c R_m R_u R_v R_w R_z

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,54E-02 \text{ km}^2$ Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 3,00E-01 \text{ km}^2$ Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,27E-03$ Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,87E-02$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

ERDF entrée

 $A_l = 0,010308 \text{ km}^2$ $A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Télécom Entrée

 $A_l = 0,010308 \text{ km}^2$ $A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Sortie lampadaires

 $A_l = 0,012544 \text{ km}^2$ $A_i = 0,335410 \text{ km}^2$

Sortie Ali Autre Bâtiments

 $A_l = 0,014780 \text{ km}^2$ $A_i = 0,391312 \text{ km}^2$

Sortie Telecom

 $A_l = 0,012544 \text{ km}^2$ $A_i = 0,335410 \text{ km}^2$

Sortie Télésurveillance

 $A_l = 0,017016 \text{ km}^2$ $A_i = 0,447214 \text{ km}^2$

Entrée ligne photovoltaïque

 $A_l = 0,010308 \text{ km}^2$ $A_i = 0,279508 \text{ km}^2$ Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

ERDF entrée

 $N_l = 0,000258$ $N_i = 0,027951$

Télécom Entrée

 $N_l = 0,000258$ $N_i = 0,027951$

Sortie lampadaires

 $N_l = 0,000314$

Ni = 0,033541

Sortie Ali Autre Bâtiments

NI = 0,000370

Ni = 0,039131

Sortie Telecom

NI = 0,000314

Ni = 0,033541

Sortie Télésurveillance

NI = 0,000425

Ni = 0,044721

Entrée ligne photovoltaïque

NI = 0,000258

Ni = 0,027951

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Batiment A (hors pyrotechn)

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Electricité Batiment) = 1,00E+00

Pc (Centrale incendie) = 1,00E+00

Pc (Autocomutateur) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Electricité Batiment) = 1,00E-04

Pm (Centrale incendie) = 1,00E-04

Pm (Autocomutateur) = 1,00E-04

Pm = 3,00E-04

Pu (Electricité Batiment) = 1,00E+00

Pv (Electricité Batiment) = 1,00E+00

Pw (Electricité Batiment) = 1,00E+00

Pz (Electricité Batiment) = 4,00E-01

Pu (Centrale incendie) = 1,00E+00

Pv (Centrale incendie) = 1,00E+00

Pw (Centrale incendie) = 1,00E+00

Pz (Centrale incendie) = 4,00E-01

Pu (Autocomutateur) = 1,00E+00

Pv (Autocomutateur) = 1,00E+00

Pw (Autocomutateur) = 1,00E+00

Pz (Autocomutateur) = 4,00E-01

Zone Z2: Pyrotechnique

Pa = 0,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

9.3.2 LISTING POUR LE BATIMENT B

Surface d'exposition et nombre annuel d'évènements dangereux

<p>Structure</p> <p>Dimensions: A (m): 17,8 B (m): 15,5 H (m): 7,1</p> <p>Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)</p> <p>Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km² an) Ng = 0,1</p>	<p>Caractéristiques des lignes: Alimention local pompe</p> <p>L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée</p> <p>Longueur (m) Lc = 100</p> <p>résistivité (ohm).</p>
--	--

Caractéristiques des zones

<p>Caractéristiques de la zone: Structure</p> <p>Type de zone: Intérieur</p> <p>Type de surface: Béton (ru = 0,01)</p> <p>Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)</p> <p>Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)</p> <p>Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)</p> <p>zone de protection: Aucun bouclier</p> <p>Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection</p> <p>Réseaux interneTéléphone</p> <p>Connecté à la ligne Télécom venant du A</p> <p>câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)</p> <p>Tension de tenue: 1,5 kV</p> <p>Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)</p> <p>Réseaux interneElectrique</p> <p>Connecté à la ligne Alimentation venant du A</p> <p>câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)</p> <p>Tension de tenue: 1,5 kV</p> <p>Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)</p> <p>Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure</p> <p>Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt=2,28E-02</p> <p>Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf=2,28E-02</p> <p>Risque et composantes du risque pour la zone:Structure</p> <p>Risque 1: Rb Ru Rv</p>
--

Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 3,12E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,13E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 7,80E-05$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,12E-02$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation venant du A

$A_l = 0,010704 \text{ km}^2$

$A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Télécom venant du A

$A_l = 0,010704 \text{ km}^2$

$A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation venant du A

$N_l = 0,000268$

$N_i = 0,027951$

Télécom venant du A

$N_l = 0,000268$

$N_i = 0,027951$

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Téléphone) = $1,00E+00$

P_c (Electrique) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Téléphone) = $9,00E-03$

P_m (Electrique) = $9,00E-03$

$P_m = 1,79E-02$

P_u (Téléphone) = $1,00E+00$

P_v (Téléphone) = $1,00E+00$

P_w (Téléphone) = $1,00E+00$

P_z (Téléphone) = $1,00E+00$

P_u (Electrique) = $1,00E+00$

P_v (Electrique) = $1,00E+00$

P_w (Electrique) = $1,00E+00$

P_z (Electrique) = $1,00E+00$

9.3.3 LISTING POUR LE BATIMENT C

Surface d'exposition et nombre annuel d'évènements dangereux

<p>Structure</p> <p>Dimensions: A (m): 56 B (m): 31 H (m): 16 Hmax (m): 16,3</p> <p>Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)</p> <p>Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km² an) Ng = 0,1</p>	<p>Lignes électriques</p> <p>Caractéristiques des lignes: Electricité du Bt A</p> <p>L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée</p> <p>Longueur (m) Lc = 500</p> <p>résistivité (ohm.m) r = 500</p> <p>Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts</p> <p>Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Sortie Photovoltaïque</p> <p>L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée</p> <p>Longueur (m) Lc = 500</p> <p>résistivité (ohm.m) r = 500</p> <p>Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts</p> <p>Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Télécom ou signaux</p> <p>L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée</p> <p>Longueur (m) Lc = 500</p> <p>résistivité (ohm.m) r = 500</p> <p>Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts</p> <p>Facteur environnemental (Ce): rurale</p>
--	---

Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure
 Type de zone: Intérieur
 Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)
 Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)
 Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)
 Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)
 zone de protection: Aucun bouclier
 Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneElectricité Batiment C

Connecté à la ligne Electricité du Bt A
 câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)
 Tension de tenue: 1,5 kV
 Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneSortie onduleur PV

Connecté à la ligne Sortie Photovoltaïque
 câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)
 Tension de tenue: 1,5 kV
 Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneTélécom sigaux

Connecté à la ligne Télécom ou signaux
 câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)
 Tension de tenue: 1,5 kV
 Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 4,63E-02$
 Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 4,63E-02$

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: R_b R_u R_v

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 1,73E-02 \text{ km}^2$
 Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,41E-01 \text{ km}^2$
 Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 8,65E-04$
 Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,32E-02$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Electricité du Bt A

$A_l = 0,010107 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Sortie Photovoltaïque

$A_l = 0,010107 \text{ km}^2$

$A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Télécom ou signaux

$A_i = 0,010107 \text{ km}^2$

$A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (NI), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

Electricité du Bt A

NI = 0,000253

Ni = 0,027951

Sortie Photovoltaïque

NI = 0,000253

Ni = 0,027951

Télécom ou signaux

NI = 0,000253

Ni = 0,027951

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

one Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Electricité Batiment C) = 1,00E+00

P_c (Sortie onduleur PV) = 1,00E+00

P_c (Télécom sigaux) = 1,00E+00

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Electricité Batiment C) = 9,00E-03

P_m (Sortie onduleur PV) = 9,00E-03

P_m (Télécom sigaux) = 9,00E-03

$P_m = 2,68E-02$

P_u (Electricité Batiment C) = 1,00E+00

P_v (Electricité Batiment C) = 1,00E+00

P_w (Electricité Batiment C) = 1,00E+00

P_z (Electricité Batiment C) = 1,00E+00

P_u (Sortie onduleur PV) = 1,00E+00

P_v (Sortie onduleur PV) = 1,00E+00

P_w (Sortie onduleur PV) = 1,00E+00

P_z (Sortie onduleur PV) = 1,00E+00

P_u (Télécom sigaux) = 1,00E+00

P_v (Télécom sigaux) = 1,00E+00

P_w (Télécom sigaux) = 1,00E+00

P_z (Télécom sigaux) = 1,00E+00

9.3.4 LISTING POUR LE BATIMENT D

Surface d'exposition et nombre annuel d'évènements dangereux

<p>Structure</p> <p>Dimensions: A (m): 15,5 B (m): 5,5 H (m): 4,9 Hmax (m): 6</p> <p>Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)</p> <p>Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km² an) Ng = 0,1</p>	<p>Lignes électriques</p> <p>Caractéristiques des lignes: Electricité venant du Bt A</p> <p>L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée</p> <p>Longueur (m) Lc = 500</p> <p>résistivité (ohm.m) $\square = 500$</p> <p>Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts</p> <p>Facteur environnemental (Ce): rurale</p> <p>Caractéristiques des lignes: Télécom - signalisation du BtA</p> <p>L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée</p> <p>Longueur (m) Lc = 500</p> <p>résistivité (ohm.m) $\square = 500$</p> <p>Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts</p> <p>Facteur environnemental (Ce): rurale</p>
---	---

Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneElectricité chaudière

Connecté à la ligne Electricité venant du Bt A

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_s3 = 0,02$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneTélécom signalisation

Connecté à la ligne Télécom - signalisation du BtA

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_s3 = 0,02$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 6,16E-02$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 6,16E-02$

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: R_b R_u R_v

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 1,38E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,07E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 3,45E-05$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,07E-02$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Electricité venant du Bt A

$A_l = 0,010852 \text{ km}^2$

$A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Télécom - signalisation du BtA

$A_l = 0,010852 \text{ km}^2$

$A_i = 0,279508 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Electricité venant du Bt A

NI = 0,000271

Ni = 0,027951

Télécom - signalisation du BtA

NI = 0,000271

Ni = 0,027951

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Electricite chaudière) = 1,00E+00

Pc (Télécom signalisation) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Electricite chaudière) = 1,00E-04

Pm (Télécom signalisation) = 9,00E-03

Pm = 9,10E-03

Pu (Electricite chaudière) = 1,00E+00

Pv (Electricite chaudière) = 1,00E+00

Pw (Electricite chaudière) = 1,00E+00

Pz (Electricite chaudière) = 4,00E-01

Pu (Télécom signalisation) = 1,00E+00

Pv (Télécom signalisation) = 1,00E+00

Pw (Télécom signalisation) = 1,00E+00

Pz (Télécom signalisation) = 1,00E+00

ENTREPRISE	DOCUMENT	DATE	REFERENCE	REVISION	PAGE
SYNELIOS	ARF	28/11/2013	AR13007GIRP01	1.1	63/68

9.3.5 LISTING POUR LE BATIMENT D

Surface d'exposition et nombre annuel d'évènements dangereux

Dimensions: A (m): 83 B (m): 78 H (m): 1 Hmax (m): 2 Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ($C_d = 0,25$) Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,32$	Caractéristiques des lignes: Entrée réseau élect L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée Longueur (m) $L_c = 2000$ résistivité (ohm.m) $r = 500$ Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts Facteur environnemental (C_e): rurale
---	--

Caractéristiques des zones

aractéristiques de la zone: Structure Type de zone: Extérieur Type de surface: Herbe ($r_a = 0,01$) Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R_1) $L_t = 4,57E-02$ Risque et composantes du risque pour la zone:Structure Risque 1: R_a

Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 7,47E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,83E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 5,98E-04$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 9,00E-02$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Entrée réseau élect

$A_l = 0,044654 \text{ km}^2$

$A_i = 1,118034 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Entrée réseau élect

$N_l = 0,003572$

$N_i = 0,357771$

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m = 1,00E+00$

9.4 GENERALITES ET REFERENCES NORMATIVES DE L'ARF

9.4.1 CIRCULAIRE ET ARRÊTÉS MINISTÉRIELS

Le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, a intégré l'Arrêté Foudre du 15 janvier 2008 dans un arrêté qui traite de la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation: l'Arrêté du 19 juillet 2011.

La circulaire du 24 avril 2008 qui se réfère à l'Arrêté du 15 janvier 2008, est toujours utilisable car l'article 3 de l'Arrêté du 19 juillet 2011 précise que toute référence à l'Arrêté du 15 janvier 2008 dans un texte réglementaire est remplacée par la référence à l'Arrêté du 19 juillet 2011.

9.4.2 OBJECTIF ET RAPPEL SUR LES OBLIGATIONS

L'Analyse du Risque Foudre (ARF) identifie les structures et installations qui nécessitent une protection contre les effets de la foudre. L'ARF est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62-305-2, et elle définit les niveaux de protections nécessaires aux installations classées (ICPE).

Ainsi, le responsable d'un établissement classé soumis à autorisation pour les rubriques fixées en annexe de l'Arrêté du 15 janvier 2008 doit faire réaliser par des organismes compétents une Analyse du Risque Foudre (ARF). L'ARF identifie :

- Les structures qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergies, réseaux de communications, canalisations métalliques) qui nécessitent une protection ;
- La liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- Le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orages éventuels.

Le rapport d'ARF doit être systématiquement mis à jour à l'occasion :

- De modifications des structures nécessitant le dépôt d'une nouvelle autorisation,
- De chaque révision de l'étude de dangers,
- De modifications des structures qui peuvent avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF.

ENTREPRISE	DOCUMENT	DATE	REFERENCE	REVISION	PAGE
SYNELIOS	ARF	28/11/2013	AR13007GIRP01	1.1	66/68

9.4.3 RAPPELS DES ÉTAPES SUIVANTES DE L'ARF.

L'Analyse du Risque Foudre (ARF) est la première étape de la réalisation de la protection contre les effets de la foudre d'une structure. Ainsi, si à la suite de l'ARF un ou des niveaux de risques foudre s'avèrent présents, il faudra faire une « Étude Technique » Foudre.

L'Étude Technique en fonction des résultats de l'ARF définit précisément :

- Les mesures de prévention
- Les dispositifs de protection
- Le lieu de leur implantation
- Les modalités de leur vérification et de leur maintenance :
 - une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'Étude Technique et est complétée si besoin après la mise en place des dispositifs de protection.
 - un carnet de bord dont les chapitres sont rédigés lors de l'Étude Technique est tenu par l'exploitant.

A la suite de l'Étude Technique il faudra réaliser l' « **Installation** » des protections en conformité avec le rapport d'Étude Technique.

L' « **Installation** » des dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention sont réalisées :

- avant le 1^{er} janvier 2012 pour les structures existantes.
- avant la mise en exploitation pour les structures dont la demande d'autorisation a été déposée après le 24 août 2008.

L'installation des protections doit faire l'objet d'une « **Vérification** » complète par un organisme indépendant de l'installateur au plus tard 6 mois après sa réalisation.

La **Vérification** doit être réalisée par un organisme distinct de l'installateur :

- de façon complète au plus tard 6 mois après la réalisation de l'installation (sur la base de l'Étude Technique).
- de façon visuelle et complète alternativement tous les ans.

Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une remise en état, celle-ci doit être réalisée dans un délai maximum d'un mois.

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre sont à consigner dans le carnet de bord : les enregistrements des agressions de la foudre sont à dater et, si possible, à localiser sur le site.

En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection est à réaliser dans un délai maximum d'un mois.

9.4.4 RÉFÉRENTIELS

Cette Analyse du Risque Foudre est effectuée en référence aux normes et textes réglementaires suivants :

- Arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la protection contre la foudre des Installations Classées Pour l'Environnement.
- Normes applicables
 - EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
 - juin 2006;
 - EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
 - novembre 2006;
 - EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
 - mars 2006;
 - EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
 - décembre 2006;

ENTREPRISE	DOCUMENT	DATE	REFERENCE	REVISION	PAGE
SYNELIOS	ARF	28/11/2013	AR13007GIRP01	1.1	68/68

2.10 Modélisation des scénarios incendie

Pôle européen de sécurité CNPP Evreux

Département Feu et Environnement

Route de la Chapelle Réanville
CD 64 - CS 22265
F 27950 SAINT MARCEL
Téléphone 33 (0)2 32 53 64 33
Télécopie 33 (0)2 32 53 64 68



Expert en prévention et en maîtrise des risques

RAPPORT D'ETUDE N° CR 13 9390

Saint Marcel, le 29 novembre 2013

Demandé par : GIRUS Nantes
3 rue du Charron
F- 44806 SAINT HERBLAIN

Objet : Modélisation de l'intensité des effets de phénomènes identifiés comme dangereux dans le cadre d'un projet d'exploitation d'une objèterie et d'une plateforme de stockage bois-énergie sur la commune de Lannion dans le département des Côtes d'Armor (22).

Le présent rapport d'étude comporte 46 pages et 8 annexes.
Les annexes comportent 25 pages.

Ce document atteste uniquement des caractéristiques de l'échantillon soumis aux essais ou à l'examen du laboratoire et ne préjuge pas des caractéristiques de produits similaires. Il ne constitue donc pas une certification de produit au sens de l'article L115-27 du code de la consommation, ni un agrément de quelque nature que ce soit. La reproduction de ce document n'est autorisée, sauf approbation préalable du CNPP que sous sa forme intégrale. Le CNPP décline toute responsabilité en cas de reproduction ou de publication non conforme. Le CNPP se réserve le droit d'utiliser les enseignements qui résultent du présent document pour les inclure dans des travaux de synthèse ou d'intérêt général pouvant être publiés par ses soins.

www.cnpp.com



Table des matières

1	CONTEXTE ET PRESENTATION DE L'ETUDE	3
2	GENERALITES SUR LES METHODES DE CALCUL	4
2.1	MODELISATION DES FLUX THERMIQUES RAYONNES	4
3	PH1 : EFFETS THERMIQUES GENERES PAR L'INCENDIE DE L'AIRE DE STOCKAGE EXTERIEUR DE DECHETS VERTS	15
3.1	CARACTERISTIQUES DE L'AIRE EXTERIEURE DE STOCKAGE DE DECHETS VERTS	15
3.2	HYPOTHESES DE MODELISATION	16
3.3	DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES	18
3.4	PH1 – SYNTHESE	20
4	PH2 : EFFETS THERMIQUES GENERES PAR L'INCENDIE DE L'AIRE DE STOCKAGE EXTERIEUR DE BOIS BROYE « VERT »	23
4.1	CARACTERISTIQUES DE L'AIRE DE STOCKAGE EXTERIEUR DE BOIS BROYE « VERT »	23
4.2	HYPOTHESES DE MODELISATION	25
4.3	DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES	27
4.4	PH2 – SYNTHESE	30
5	PH3 : EFFETS THERMIQUES GENERES PAR L'INCENDIE DU BATIMENT DE STOCKAGE DE BOIS BROYE EN SECHAGE (DIT BATIMENT C)	33
5.1	CARACTERISTIQUES DU BATIMENT DE STOCKAGE DE BOIS BROYE EN SECHAGE	33
5.2	HYPOTHESES DE MODELISATION	35
5.3	DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES	35
5.4	PH3 – SYNTHESE	40
6	PH4 : EFFETS THERMIQUES GENERES EN CAS D'INCENDIE DU LOCAL DE STOCKAGE DE FUSEES DE DETRESSE	43
6.1	CARACTERISTIQUES DU LOCAL DE STOCKAGE DE FUSEES DE DETRESSE	43
6.2	HYPOTHESES DE MODELISATION	44
6.3	DISTANCES D'EFFETS THERMIQUES	45
6.4	PH4 – SYNTHESE	46
7	ANNEXES	47



1 Contexte et présentation de l'étude

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la future exploitation d'une objèterie et d'une plateforme de stockage bois-énergie sur la commune de Lannion dans le département des Côtes d'Armor (22).

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la réalisation par GIRUS du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter du site.

Les phénomènes identifiés comme dangereux pour le site sont les suivants :

- ✓ **Ph1** : effets thermiques générés par l'incendie de l'aire de stockage extérieur de déchets verts ;
- ✓ **Ph2** : effets thermiques générés par l'incendie de l'aire de stockage extérieur de bois broyé « vert » ;
- ✓ **Ph3** : effets thermiques de l'incendie du bâtiment de stockage de bois broyé (bâtiment C) ;
- ✓ **Ph4** : effets de surpression générés en cas d'explosion de fusées de détresse.

La sélection des scénarios et le recueil des données ont été réalisés par GIRUS.

2 Généralités sur les méthodes de calcul

2.1 Modélisation des flux thermiques rayonnés

2.1.1 Principe de modélisation

2.1.1.1 Scénario incendie

Les rayons de danger associés aux effets de flux thermiques sont alors déterminés dans le cadre d'un scénario incendie maximaliste :

- ✓ Les moyens actifs de protection incendie (sprinkler par ex.) sont considérés en situation d'échec.
- ✓ L'incendie a atteint son paroxysme (embrasement généralisé des combustibles).

L'objectif des modélisations est de calculer les distances où sont atteints les seuils réglementaires de flux thermiques rayonnés à 20, 16, 8, 5 et 3 kW/m².

Pour les entrepôts, le scénario maximaliste correspond à la destruction quasi-totale par les flammes du bâtiment. Dans le cas des entrepôts à plusieurs cellules compartimentées par des murs coupe-feu, le dimensionnement est généralement réalisé pour une seule cellule en feu. La protection passive constituée par les murs coupe-feu qui isolent les cellules entre-elles est considérée suffisante pour éviter la propagation de l'incendie. Il appartient néanmoins à l'exploitant de garantir qu'une éventuelle porte coupe-feu entre deux cellules soit à même de se fermer correctement en cas d'incendie. Le scénario d'incendie généralisé à plusieurs ou à la totalité des cellules d'un entrepôt peut aussi être étudié, même s'il est moins probable. Pour les feux d'hydrocarbures ou de liquides inflammables, le scénario maximaliste consiste généralement en un feu de flaque sur la surface de la cuvette de rétention.

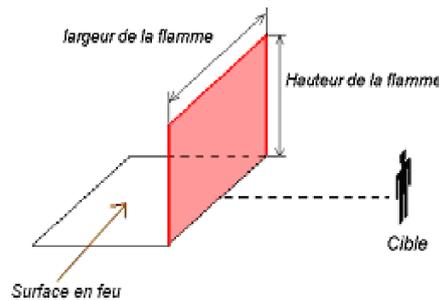
Les méthodes de calcul utilisées par le CNPP sont documentées dans le SFPE Handbook of Fire Protection Engineering¹. La méthode de calcul a été développée par Mudan² ; elle constitue une synthèse des différents travaux expérimentaux et de modélisation sur des grands feux d'hydrocarbure.

¹ SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Third Edition. Edité par National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts et Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, Maryland.

² SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Fire Hazard Calculations for Large, Open Hydrocarbon Fires par Graig L. Beyler, Hughes Associates, Fire Science and Engineering.

2.1.1.2 Equation de base

Les flammes qui s'élèvent de la structure effondrée sont caractérisées par une hauteur et une largeur globale. La flamme est donc modélisée comme une surface rectangulaire plane qui rayonne une certaine puissance thermique devant elle – il s'agit du flux thermique rayonné. Le flux thermique est ensuite calculé pour une cible se déplaçant devant la flamme, comme explicité sur le schéma suivant.



Le flux thermique reçu par une cible située en dehors de l'enveloppe des flammes est déterminé selon l'équation suivante :

$$\dot{q}'' = E \cdot F_{12} \cdot \tau$$

- E** : Puissance émissive moyenne à la surface de la flamme (kW/m²).
F₁₂ : Facteur de forme.
τ : Transmissivité atmosphérique.

Cette équation est utilisée en supposant que la surface de flamme forme un rectangle devant la cible³. La largeur de flamme représente la largeur de la façade en feu.

2.1.1.3 Hauteur de flamme

Le calcul de la hauteur de flamme est basé sur une corrélation développée par Thomas. La hauteur moyenne des flammes de diffusion turbulentes (visibles) est donnée par la relation suivante :

$$\frac{H}{D} = 42 \cdot \left(\frac{\dot{m}''_{\infty}}{\rho_a \cdot \sqrt{g \cdot D}} \right)^{0,61}$$

- H** : Hauteur de flamme de Thomas (m)
D : Diamètre équivalent pour la surface en feu (m)
 \dot{m}''_{∞} : Taux de pyrolyse par unité de surface en feu (kg/m².s)
ρ_a : Masse volumique de l'air ambiant (kg/m³)
g : Accélération gravitationnelle 9,8 m/s²

En présence de vent, la flamme est rabattue vers le sol. Ce phénomène n'est pas pris en compte ici.

³ Différentes modélisations sont envisageables (flamme pyramidale, cylindrique, conique, etc.). Une configuration rectangulaire simple est retenue.

Le taux de pyrolyse d'un matériau représente sa « vitesse de combustion ». Il exprime la perte de masse de combustible par unité de temps et de surface.

Le calcul de la hauteur de flamme dépend donc de :

- ✓ La vitesse de combustion,
- ✓ Du diamètre équivalent du foyer. Le diamètre équivalent est proportionnel au rapport de la surface sur le périmètre de la zone en feu. A surface égale, la hauteur de flamme est maximale pour une surface de feu circulaire.

2.1.1.4 Facteur de forme

Le facteur de forme est calculé pour une cible située devant la flamme, quelque soit sa hauteur par rapport au sol. Le facteur de forme maximum au niveau d'une cible est donné par la somme vectorielle des contributions verticales et horizontales.

$$F_{12,\max} = \sqrt{F_{12,H}^2 + F_{12,V}^2}$$

Les expressions élémentaires du facteur de forme sont calculées à l'aide de corrélations géométriques.

2.1.1.5 Absorption atmosphérique

Le rayonnement émis est partiellement atténué par absorption et diffusion le long du trajet optique. Les principaux constituants atmosphériques qui sont susceptibles d'absorber le rayonnement sont la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone. La proportion de CO₂ est à peu près constante à environ 380 ppm. La proportion de vapeur d'eau varie fortement en fonction de la température et de l'humidité.

Une formule simple, proposée par Bagster et citée dans le Yellow Book du TNO⁴ permet de calculer directement la transmissivité :

$$\tau = 2,02 \cdot (p_w' \cdot x)^{-0,09}$$

- p_w' : Pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air (Pa)
 x : Distance entre la surface émissive et la cible (m)

Pour les calculs d'atténuation, on retient généralement une température de 15 °C et une humidité relative de 70 %.

⁴ Methods for the Calculation of Physical Effects. 'Yellow Book'. Committee for the Prevention of Disasters, third edition 1997, publication Sdu.

2.1.2 Données d'entrée

2.1.2.1 Taux de pyrolyse

Le taux de pyrolyse (\dot{m}'') représente une perte de masse de combustible par unité de temps et de surface sous l'effet du feu (la pyrolyse des matériaux dégage les gaz combustibles). Les taux de pyrolyse des liquides inflammables sont bien connus ; généralement ils augmentent progressivement avec le diamètre équivalent du foyer jusqu'à une valeur maximale stabilisée :

$$\dot{m}'' = \dot{m}''_{\infty} \cdot (1 - e^{-k \cdot \beta \cdot D})$$

- \dot{m}'' : Taux de pyrolyse (kg/m².s)
 \dot{m}''_{∞} : Taux de pyrolyse infini (kg/m².s)
 D : Diamètre équivalent du foyer (m)
 $k \cdot \beta$: Coefficient d'extinction (m⁻¹)

Le tableau suivant présente quelques exemples de taux de pyrolyse pour des liquides inflammables⁵ :

Liquides inflammables	\dot{m}''_{∞}
Gaz liquéfiés	
GNL	0.078
GPL	0.099
Alcool	
Ethanol	0.029
Methanol	0.029
Combustibles organiques simples	
Butane	0.078
Benzene	0.085
Hexane	0.074
Heptane	0.101
Xylenes	0.090
Acetone	0.041
Dioxane	0.018
Diethyl ether	0.085
Produits pétroliers	
Essence	0.048
Gasoil	0.055
Kérosène	0.039
JP-4	0.051
JP-5	0.054
Huile	0.039
Fuel lourd	0.035
Pétrole brut	0.022

⁵ SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Heat Release Rates par Vytenis Babrauskas, Fire Science and Technology, Inc.

2.1.2.2 Puissance émissive ou émittance de flamme

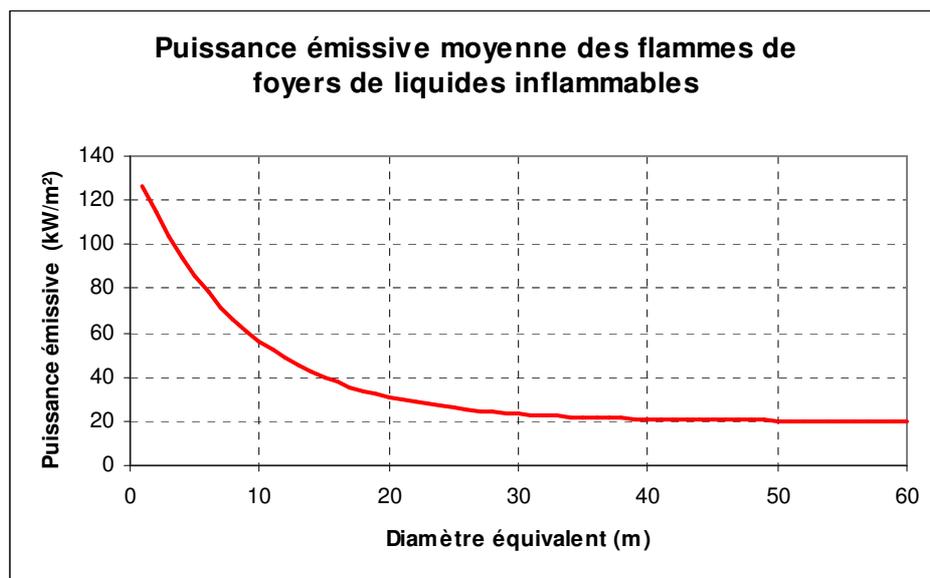
Le rayonnement émis par une flamme dépend d'une part de ses dimensions (sa hauteur et sa largeur), d'autre part de sa puissance émissive encore appelée émittance.

La puissance émissive correspond à la quantité de puissance rayonnée par unité de surface de la flamme. Elle s'exprime en kW/m².

Elle est donnée par la corrélation suivante dite corrélation de Mudan :

$$E = E_{\max} \cdot e^{-s \cdot D} + E_s \cdot (1 - e^{-s \cdot D})$$

- E_{\max} : Puissance émissive d'un corps noir dans la flamme, 140 kW/m² (1000 °C)
 s : Coefficient d'extinction, 0.12 m⁻¹
 D : Diamètre équivalent (m)
 E_s : Puissance émissive des fumées noires, 20 kW/m² (500 °C)



La puissance émissive moyennée sur la totalité de la hauteur de flamme est moins forte que les puissance émissives pouvant être atteintes localement. De plus, la puissance émissive moyenne diminue lorsque le diamètre du feu augmente à cause de la prééminence progressive des fumées noires hors de la flamme qui obscurcissent le rayonnement provenant des zones de combustion vive.

Quatre zones distinctes sont modélisées sur la partie visible de la flamme (au-dessus de l'écran masquant éventuellement la flamme dans sa partie basse) :

- ✓ Une zone claire, brillante et émissive au bas de la flamme,
- ✓ Une zone intermédiaire,
- ✓ Une zone particulièrement masquée par les suies,
- ✓ Une zone de fumées en partie haute, dans laquelle on observe périodiquement des « bouffées de flammes ».



Les zones claires correspondent à des températures affleurant les 800°C à 1000°C, alors que les zones noires témoignent de la présence de suies à une température inférieure à 600°C.

2.1.3 Particularités des incendies de bâtiments

2.1.3.1 Taux de pyrolyse des combustibles solides

Contrairement aux liquides, la combustion des solides (sauf pour le cas particulier des solides liquéfiables : polyéthylène, polypropylène, polystyrène, etc.) est réalisée par pyrolyse sur toutes les surfaces en feu du volume. La notion de taux de pyrolyse surfacique n'est donc pas directement adaptée pour les solides : la densité et la hauteur de stockage interviennent aussi pour fixer une puissance surfacique.

Pour les solides liquéfiables, des mesures de taux de pyrolyse ont été réalisées de la même façon que pour les feux de nappes d'hydrocarbures. Pour le polyméthylméthacrylate (PMMA), le polyéthylène et le polypropylène, le taux de pyrolyse \dot{m}''_{∞} est environ 0,02 à 0,04 kg/m².s.

En ce qui concerne les combustibles solides, on caractérise leur combustion par une puissance (kW) ou débit calorifique, qui est mesurable uniquement à l'aide d'une hotte calorimétrique⁶. Le débit calorifique Q (kW) s'exprime comme suit :

$$Q = h_c \cdot \dot{m}$$

- h_c : Chaleur de combustion efficace (kJ/kg)
 \dot{m} : Vitesse de perte de masse (kg/s)

⁶ Moyens expérimentaux disponibles au Laboratoire du Feu et de l'Environnement du CNPP.