

Rapport

Étude acoustique prévisionnelle du projet de future centrale électrique Doniambo Energie Site de Doniambo

Révision	Rédactrice	Vérificateurs / Approbateurs
B	Andréa PANETTI 14/05/2014 – AP	Lucie RIGAUDIERE 14/05/2014 – LR Charles BOURDONNEAU /05/2014 – CB
A	Andréa PANETTI 24/04/2014 – AP	Lucie RIGAUDIERE 25/04/2014 – LR Charles BOURDONNEAU 05/05/2014 – CB

SOMMAIRE

1	OBJET ET DOMAINES D'APPLICATION	4
2	DESCRIPTION DU PROJET	4
3	DOCUMENTATION DE REFERENCE.....	5
3.1	PLANS ET DOCUMENTS UTILISES	5
3.2	TEXTES REGLEMENTAIRES	5
4	LIMITES REGLEMENTAIRES DE BRUIT	6
4.1	GLOSSAIRE	6
4.2	LIMITES REGLEMENTAIRES DE BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT	7
4.2.1	LIMITES DE BRUIT EN ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEES	7
4.2.2	LIMITES DE BRUIT EN LIMITES DE PROPRIETE	7
5	PARAMETRES DE MODELISATION	8
5.1	ABSORPTION DU SOL.....	8
5.2	MODELISATION DES OBSTACLES	8
5.3	PARAMETRES METEOROLOGIQUES	8
5.4	MODELISATION DES SOURCES SONORES	9
5.5	VUES DU MODELE 3D ACTUEL	9
6	EMISSIONS SONORES ACTUELLES	10
6.1	EMISSIONS SONORES ACTUELLES A L'INTERIEUR DE L'USINE.....	10
6.2	MESURES DE BRUIT AMBIANT AU NIVEAU DES PLUS PROCHES HABITATIONS (ZER)	13
6.3	DETERMINATION DU BRUIT DE FOND AU NIVEAU DES PLUS PROCHES HABITATIONS (ZER).....	15
6.4	EMISSIONS SONORES DE LA CENTRALE ACTUELLE DANS L'ENVIRONNEMENT (SCENARIO 0)	16
6.4.1	EMISSIONS SONORES EN ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEES	16
6.4.2	EMISSIONS SONORES EN LIMITES DE SITE	17
6.5	CARTOGRAPHIE DE BRUIT REPRESENTANT LES EMISSIONS SONORES DE LA CENTRALE B DANS L'ENVIRONNEMENT (SCENARIO 0)	18
7	MODELISATION DU NOUVEAU PROJET.....	19
8	RESULTATS DES CALCULS LORS DU FONCTIONNEMENT DES DEUX TRANCHES CHARBON (SCENARIO 1)	21
8.1	EMISSIONS SONORES EN ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEES	21
8.2	EMISSIONS SONORES EN LIMITES DE SITE	21
8.3	TONALITES MARQUEES.....	23

8.4 CARTOGRAPHIE DE BRUIT REPRESENTANT LES EMISSIONS SONORES DUES AU FONCTIONNEMENT DES DEUX TRANCHES CHARBON DANS L'ENVIRONNEMENT (SCENARIO 1)	23
8.5 INFLUENCE DE L'OUVERTURE DU MERLON SUR LA PROPAGATION DU BRUIT	24
9 RESULTATS DES CALCULS LORS DU FONCTIONNEMENT DES DEUX TRANCHES CHARBON AVEC MODELISATION DE LA VERSE A SCORIES DE 60M (SCENARIO 1BIS)....	25
9.1 DETERMINATION DU BRUIT DE FOND AU NIVEAU DES PLUS PROCHES HABITATIONS (ZER).....	25
9.2 EMISSIONS SONORES EN ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEES	25
9.3 EMISSIONS SONORES EN LIMITES DE SITE	26
9.4 CARTOGRAPHIES DE BRUIT REPRESENTANT LES EMISSIONS SONORES DANS L'ENVIRONNEMENT (SCENARIO 1BIS)	27
10 EXPOSITIONS DES TRAVAILLEURS	28
10.1 LIMITES REGLEMENTAIRES DE BRUIT AU SEIN DES INSTALLATIONS.....	28
10.2 NIVEAUX DE BRUIT AU SEIN DE LA CENTRALE CHARBON	28
11 SYNTHESE DES RESULTATS.....	30
12 CONCLUSION	31

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

L'objet de ce document est d'étudier les émissions sonores d'un projet d'implantation de deux tranches charbon sur le site de Doniambo Energie à Doniambo en Nouvelle-Calédonie.

Cette étude acoustique permettra d'évaluer les nuisances sonores générées par la future centrale au niveau des limites de propriété, et au niveau des plus proches habitations (zones à émergence réglementées), conformément au code de l'environnement de la Province Sud et à la limitation du bruit émis par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Les différents scénarios étudiés dans le présent rapport sont les suivants :

- **Scénario 0 :** Nuisances sonores générées par le fonctionnement de la centrale actuelle,
- **Scénario 1 :** Nuisances sonores générées par le fonctionnement des deux tranches de la centrale charbon.
- **Scénario 1bis :** Nuisances sonores générées par le fonctionnement des deux tranches de la centrale charbon, avec modélisation de la verre à scories d'une hauteur de 60 m.

Par ailleurs, il sera évalué les nuisances sonores générées par la future centrale dans les zones de travail, conformément aux exigences imposées par le code du travail calédonien.

2 DESCRIPTION DU PROJET

La SLN a décidé de remplacer la centrale électrique du site de Doniambo par une centrale composée de 2 tranches de 90 MW net. Cette nouvelle centrale sera construite, financée et exploitée par Doniambo Energie. Elle comprendrait principalement:

- Un bâtiment turbines à vapeur,
- Deux chaudières,
- 2 x 2 électrofiltres,
- Une cheminée,
- Des transformateurs,
- Des unités auxiliaires, compresseurs d'air, pompes...etc.

Les équipements bruyants associés à cette nouvelle unité et pris en compte dans cette étude sont présentés au §7.

3 DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

3.1 Plans et documents utilisés

Les plans et documents utilisés pour la réalisation de cette étude sont les suivants:

Nom du document	Référence
Rapport étude acoustique du projet de future centrale électrique Doniambo Energie de 2012	<i>NDNC-R-CA-1212-1a</i>
Campagne mesure bruit - état initial nouvelle centrale électrique Doniambo Energie réf :	<i>A2EP n°043/12/E/E/LB</i>
Plan masse du nouveau projet	<i>AY3510-GENL01a002-rev2</i>
Liste des sources de bruit – JACOBS de 2013	<i>JACOBS 48-AY3510-GEN/N.03a/0003/0</i>
Campagne de mesure de bruit – Usine de Doniambo	<i>A2EP n°D0044/14/LB</i>
Plans du nouveau projet par bâtiment	<i>CFL01A001^2 (Implantation générale du site)</i> <i>CFL01A002^1 (Plan de découpage)</i> <i>CFL01A003^1 (zone A du projet),</i> <i>CFL01A005^1 (zone B),</i> <i>CFL01A007^1 (zone C),</i> <i>CFL01A009^1 (zone D),</i> <i>CFL01A0011^1 (zone E),</i> <i>CFL01A0013^1 (zone F),</i> <i>CFL01A0015^1 (zone G), CFL01A0017^1 (zone H)</i>

Tableau 1 : plans et documents de référence.

3.2 Textes réglementaires

- ❖ Délibération N°741-2008/BAPS du 19 Septembre 2008 relative à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement issue du Code de l'environnement de la Province Sud,
- ❖ Arrêté du Haut-commissaire n°8015-T du 2 décembre 1991 relatif à la protection des travailleurs contre le bruit,
- ❖ Norme ISO 9613 “Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre” Partie 1: Calcul de l'absorption atmosphérique / Partie 2: Méthode générale de calcul.

4 LIMITES REGLEMENTAIRES DE BRUIT

4.1 Glossaire

➤ **Décibel, dB:** Le décibel est une échelle de mesure logarithmique en acoustique, c'est un terme sans dimension. Il est noté dB.

➤ **Décibel A, dBA:** La lettre A signifie que le décibel est pondéré pour tenir compte de la différence de sensibilité de l'oreille à chaque fréquence. Elle atténue les basses fréquences.

➤ **Niveau de pression acoustique, Lp:** Lp est le niveau de pression acoustique instantané. Il s'exprime en dB ou en dBA et est défini comme étant égal à :

$$Lp = 20 \log(P/P_0)$$

où $P_0 = 2.10^{-5}$ Pascal (pression minimale perceptible par l'oreille humaine) et P = pression acoustique sur le microphone.

Le niveau de pression acoustique va principalement dépendre de la distance entre le point de mesure et la source ainsi que de l'environnement.

➤ **Puissance acoustique, Lw :** Lw est la puissance acoustique qui correspond à l'énergie rayonnée par une source. Elle s'exprime en dB ou en dBA et est défini comme étant égale à :

$$Lw = 10 \log (W/W_0)$$

où : $W_0 = 1$ pico Watt et W = puissance rayonnée.

Il s'agit d'une donnée intrinsèque à la source qui n'est pas influencée par la distance ou l'environnement, à la différence du Lp.

➤ **Niveau de pression acoustique continu, LAeq:** LAeq est le niveau de pression équivalent continu, pondéré A et moyenné sur la période de mesurage. Il s'exprime en dB ou en dBA

➤ **Bruit résiduel :** Bruit mesuré dans le local (ou dans l'environnement) lorsque les équipements (ou l'installation) sont à l'arrêt. Il s'exprime en dB ou en dBA

➤ **Bruit ambiant :** Bruit mesuré dans le local (ou dans l'environnement) lorsque les équipements (ou l'installation) sont en fonctionnement. Il s'exprime en dB ou en dBA

➤ **Emergence:** Différence de niveau de bruit entre le bruit ambiant et le bruit résiduel. Ce critère est utilisé pour caractériser la gêne générée par un projet. Plus l'émergence est importante, plus le projet a modifié l'environnement sonore du site.

4.2 Limites réglementaires de bruit dans l'environnement

4.2.1 Limites de bruit en Zones à Emergence réglementées

Emergence :

L'indicateur d'émergence est calculé par différence des niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement). Cette émergence est déterminée dans les zones à émergence réglementée (représentées par les plus proches habitations, et nommées « ZER »).

Les seuils limites sont les suivants :

Niveau de bruit ambiant ($B_{ambiant}$)	Émergence ammissible en période diurne (06h –21h)	Émergence ammissible en période nocturne (21h– 06h)
$35 \text{ dB(A)} < B_{ambiant} \leq 45 \text{ dB(A)}$	6 dB(A)	4 dB(A)
$B_{ambiant} > 45 \text{ dB(A)}$	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 2: Niveaux d'émergence réglementaires.

Pour les niveaux de bruit ambients inférieurs strictement à 35 dB(A), l'émergence sonore ne sera pas recherchée.

Tonalité marquée :

Elle est détectée dans un spectre non pondéré en tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 8000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Tableau 3 : Niveaux de tonalités marquées admissibles.

Les bandes sont définies par fréquence centrale en tiers d'octave.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne pourra excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurne ou nocturne.

4.2.2 Limites de bruit en limites de propriété

Le niveau sonore engendré par l'installation en limites de site ne devra pas dépasser :

- **70 dB(A)** en journée (6h-21h),
- **60 dB(A)** la nuit (21h-6h).

5 PARAMETRES DE MODELISATION

Le modèle numérique du site avec ses équipements bruyants, les calculs et les cartes de bruit sont réalisés avec le logiciel CadnaA (version 4.4.145), en prenant en compte la propagation du son dans l'environnement selon la norme *ISO 9613* (cf. Présentation du logiciel de calcul CadnaA en Annexe 1).

5.1 Absorption du sol

Dans l'usine, le sol est réfléchissant en raison de la présence de béton. Le coefficient d'absorption du sol « G » est donc pris égal à 0.15 (sol réfléchissant), ce qui reste une hypothèse conservative en maximisant les niveaux sonores à distance des équipements.

Autour de l'usine, au sein du terrain de la SLN, le sol est composé de dunes de minerais de faibles et moyennes hauteurs, et de terre, dont la propriété d'absorption acoustique est supérieure à celle d'un sol en béton. L'absorption du sol hors usine, à l'intérieur du terrain SLN est donc prise à 0.3 (0 étant pris pour un sol parfaitement réfléchissant et 1 pour un sol totalement absorbant).

Dans l'environnement autour du site, toujours dans le cadre d'une hypothèse conservative, les coefficients d'absorption ont été pris en compte à 0.15 (réfléchissant) pour la mer et 0.3 pour l'environnement autour du site (moyennement réfléchissant).

5.2 Modélisation des obstacles

Afin de prendre en compte les effets de réflexion et de diffraction lors de la propagation du son dans l'environnement, les obstacles les plus volumineux ont été pris en compte dans le calcul, en fonction de leur dimension, géométrie et implantation sur le site.

Les principaux obstacles considérés sont les suivants:

- Les bâtiments modélisés en parallélépipèdes réfléchissants sur le site et aux alentours du site,
- Les réservoirs de stockage modélisés en cylindres réfléchissants,
- Les talus et dépôts de minerais sur le site, dont la verse à scories actuelle,
- Le merlon périphérique existant.

Remarque : Concernant, le merlon périphérique existant d'une hauteur de 15 mètre, il a été pris en compte dans le modèle l'ouverture d'environ 20m, prévue pour le rejet d'eau de refroidissement dans le cadre du projet.

5.3 Paramètres météorologiques

Une température moyenne de 20°C et une humidité de 90% ont été utilisées pour le modèle. Ces valeurs moyennes restent conservatives en évitant de surévaluer l'atténuation du son à grande distance due à l'absorption atmosphérique.

De plus, le vent et son influence sur la propagation du son dans l'environnement sont pris en compte avec une hypothèse conservative de vent portant dans toutes les directions autour des sources sonores selon la norme *ISO 9613*.

5.4 Modélisation des sources sonores

Les sources sonores les plus significatives prises en compte dans cette étude sont les équipements bruyants en fonctionnement normal.

Les niveaux sonores utilisés pour les calculs sont issus :

- ✓ de données fournies et listées par JACOBS en décembre 2013 (pour les émissions sonores de la nouvelle centrale),
- ✓ de données estimées à partir des hypothèses prises en compte lors de la précédente étude acoustique réalisée par Ingérop en 2008 (notamment pour les émissions sonores actuelles),
- ✓ de données estimées à partir d'un niveau de pression à un mètre des équipements de 85 dBA.

Dans cette étude, la plupart des sources de petites tailles ont été modélisées en sources ponctuelles, à l'exception des sources suivantes, modélisées en sources surfaciques ou linéaires :

- ✓ Sources surfaciques : Turbines, Chaudières,
- ✓ Sources linéaires : convoyeurs, voies de circulation des camions...etc.

Les caractéristiques sonores des équipements modélisés dans cette étude sont présentées dans la partie 7 de la présente étude.

5.5 Vues du modèle 3D actuel

Les figures ci-dessous présentent les vues 3D du site actuel de la SLN modélisé dans CadnaA.



Figure 1 : Vue 3D du modèle numérique SLN réalisé avec le logiciel CadnaA – avec fond de plan.



Figure 2 : Vue 3D du modèle numérique SLN réalisé avec le logiciel CadnaA – sans fond de plan.

6 EMISSIONS SONORES ACTUELLES

6.1 Emissions sonores actuelles à l'intérieur de l'usine

Les émissions sonores actuelles ont été modélisées en fonction des hypothèses prises en compte lors de la précédente étude acoustique réalisée par Ingérop en 2008 (utilisées pour l'estimation initiale des niveaux de puissance acoustique de chaque source de bruit) ainsi que des relevés sonores ayant été effectués sur le site en Novembre 2012 par la société A2EP (points récepteurs implantés dans le modèle pour le recalage des niveaux de puissance acoustique de chaque source).

Ainsi les points de recalage ayant servi à modéliser les émissions sonores des installations actuelles sont les suivants (*cf. Campagne mesure bruit - état initial nouvelle centrale électrique Doniambo Energie réf : A2EP n°043/12/E/E/LB*) :

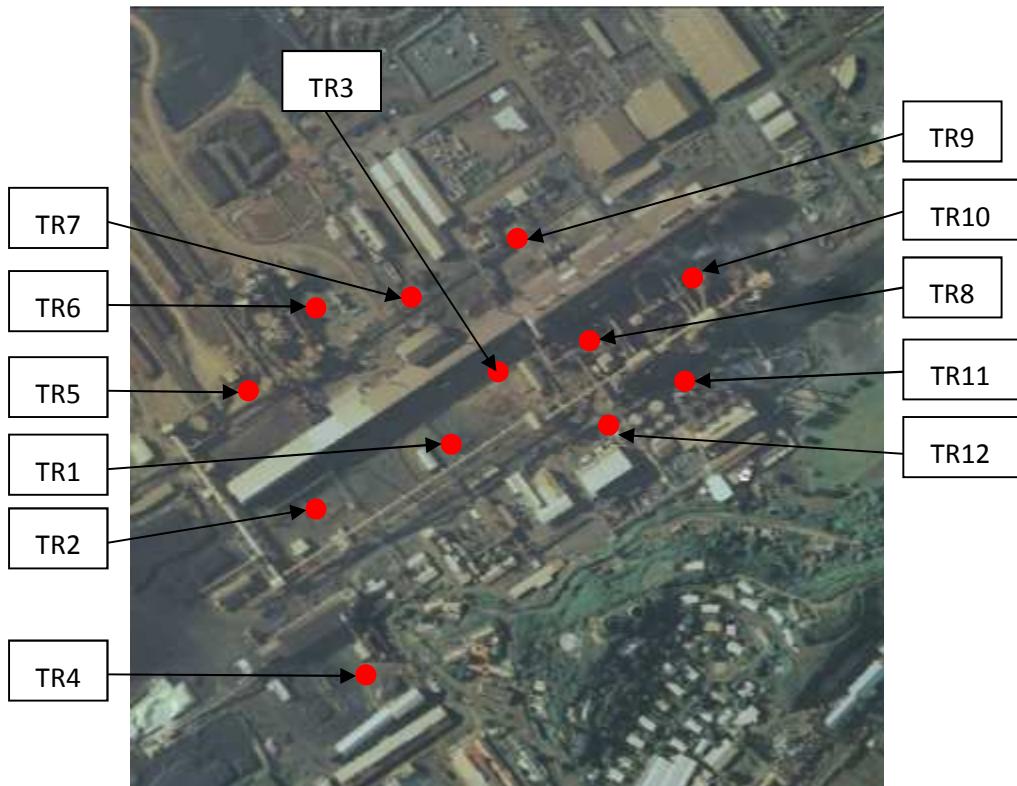


Figure 3 : Points de mesure sur site permettant de caractériser les émissions sonores actuelles des installations de la SLN.

Les sources sonores et les puissances acoustiques associées ayant été modélisées pour caractériser les émissions sonores actuelles dues à l'usine et à la centrale B sont les suivantes :

Sources sonores modélisées	Puissance acoustique totale	
	dB(A)	dB
Centrale B	124,3	124,9
Cheminées Centrale B	108,0	109,8
Bessemers	111,4	111,5
Cheminées Usine	104,8	106,6
Fours de fusion	121,0	120,9
Atelier Grenaillage	120,8	121,1
Atelier Preaffinage	110,5	112,9
Fours de préséchage	117,0	117,5
Convoyeurs	92,4	95,1
Tours aéroréfrigérantes	111,5	112,6
Circulation 100T (10camions/h, 72dBA/m)	107,0	108,3

Tableau 4 : Présentation des sources sonores modélisées pour l'usine et la centrale B.

Les spectres sonores utilisés dans ce modèle sont présentés en annexe 2.

La comparaison des résultats de mesures acoustiques sur site aux points de contrôle TR1 à TR12 et les résultats des calculs aux même points sont les suivants :

Point de contrôle	Calcul CadnaA dBA	Mesure terrain dBA	Ecart constaté
TR1	69,4	70,4	1
TR2	65,2	63,7	-1,5
TR3	77,9	79,1	1,2
TR4	71,9	72,4	0,5
TR5	70,4	71,6	1,2
TR6	75,9	75	-0,9
TR7	82,6	84	1,4
TR8	81,2	81,3	0,1
TR9	76,5	76,7	0,2
TR10	78,9	78,3	-0,6
TR11	87,3	87,9	0,6
TR12	69,7	68,4	-1,3

Tableau 5 : Comparaison des mesures terrain et du calcul CadnaA pour recalage du modèle au sein des installations.

Le modèle numérique est ainsi représentatif de l'ambiance sonore sur site. En effet, les écarts constatés entre les niveaux mesurés sur site et calculés via CadnaA sont inférieurs à 1.5 dBA.

6.2 Mesures de bruit ambiant au niveau des plus proches habitations (ZER)

Une campagne de mesure de bruit a été réalisée en octobre et décembre 2013 par la société A2EP au niveau de 15 stations de mesures dont 8 situées en zones à émergences réglementées.

La figure suivante présente les points de mesure de bruit au niveau des habitations localisées en Zones à Emergence Réglementées (points A à H) ainsi que les points de contrôle en limite de site (points L1 à L8). L'ensemble de ces points de contrôle ont été implantés sous CadnaA.



Figure 4 : Localisation de points de contrôle au niveau des plus proches habitations (points A à H) et en limite de site (points L1 à L8).

Les résultats des mesures de bruit sont présentés dans le tableau suivant :

Points de mesure	Période diurne 06h – 21h		Période nocturne 21h – 06h	
	LAeq (dBA)	L50 (dBA)	LAeq (dBA)	L50 (dBA)
Point A	41,0	37,0	36,0	34,5
Point B	49,0	42,0	48,0	38,5
Point C	50,0	48,0	45,5	44,0
Point D	56,5	56,0	53,0	51,5
Point E	62,0	59,0	55,5	46,0
Point F	58,5	53,0	55,5	50,0
Point G	55,5	53,5	51,0	49,5
Point H	61,5	60,0	54	51,0

Tableau 6 : Présentation des mesures de bruit au niveau des habitations les plus proches.

Les niveaux de bruit mesurés au niveau des plus proches habitations permettent de caractériser l'ambiance sonore actuelle et de déterminer le bruit résiduel (bruit de fond, en l'absence des nuisances sonores générées par la centrale actuelle). En effet, ces niveaux mesurés prennent en compte le bruit lié au fonctionnement de l'usine et de la centrale actuelle, mais aussi le bruit résiduel (bruit ambients, trafic routier, bruits provenant d'autres activités...etc.).

Conformément à la norme NF ISO 31010, les niveaux de bruit équivalents « LAeq » sont comparés aux niveaux « L50 » (niveau de bruit dépassé durant 50% de l'intervalle de mesurage) et lorsqu'un écart de plus de 5dBA est constaté entre ces deux indicateurs, le niveau de bruit retenu pour le calcul d'émergence est le L50. Cet indicateur est plus contraignant pour les calculs d'émergence.

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit ambients retenus pour cette étude :

Points de mesure	Période diurne 06h – 21h	Période nocturne 21h – 06h
Point A	41,0	36,0
Point B	42,0	38,5
Point C	50,0	45,5
Point D	56,5	53,0
Point E	62,0	46,0
Point F	53,0	50,0
Point G	55,5	51,0
Point H	61,5	54

Tableau 7 : Présentation niveaux de bruit mesurés (en dBA) au niveau des habitations les plus proches.

6.3 Détermination du bruit de fond au niveau des plus proches habitations (ZER)

Afin de déterminer l'émergence due au fonctionnement de la nouvelle centrale seule, le bruit de fond retenu pour cette étude est le bruit représentant le bruit résiduel et le bruit de l'usine. Le bruit résiduel (usine à l'arrêt et centrale B à l'arrêt) a été mesuré lors de la campagne de décembre 2013 par A2EP.

Ainsi, le bruit de fond retenu (bruit représentant le bruit résiduel +¹ le bruit de l'usine) pour la suite de cette étude, et notamment pour évaluer les augmentations de niveaux de bruit dus au fonctionnement des deux tranches charbon est le suivant.

Point de mesure	Bruit Résiduel mesuré: Usine à l'arrêt / Centrale B à l'arrêt (dBA)		Usine seule (dBA)	Bruit de fond retenu (dBA)	
	JOUR	NUIT		JOUR	NUIT
Point A	54,5	-	37	54,5	-
Point B	52,5	43	42	53	45,5
Point C	50,5	48,5	43	51	49,5
Point D	44,5	52	46,5	48,5	53
Point E	64	62	44,5	64	62
Point F	59	-	43,5	59	-
Point G	53	54	44	53,5	54,5
Point H	55,5	-	42,5	55,5	-

Tableau 8 : Bruit de fond retenu au niveau des habitations les plus proches.

¹ Pour rappel, la somme (C) de deux niveaux de bruit en décibels (A + B) s'effectue selon la formule suivante : $C = 10 \times \log(10^{(A/10)} + 10^{(B/10)})$ avec A, B et C en dBA.

6.4 Emissions sonores de la centrale actuelle dans l'environnement (scénario 0)

6.4.1 Emissions sonores en Zones à Emergence Réglementées

Le tableau suivant présente l'émergence calculée au niveau des habitations les plus proches pour le cas de fonctionnement avec la centrale électrique actuelle (centrale B) :

Point de mesure	Période	Contribution centrale B seule (dBA)	Bruit Résiduel Recalculé (Résiduel + usine) (dBA)	Bruit Ambiant (dBA)	Emergence admissible (dBA)	Emergence calculée (dBA)
Point A	JOUR	31	54,5	54,5	5	0
	NUIT		-	-	4	-
Point B	JOUR	28,5	53	53	5	0
	NUIT		45,5	45,5	3	0
Point C	JOUR	39	51	51,5	5	0,5
	NUIT		49,5	50	3	0,5
Point D	JOUR	39,5	48,5	49	5	0,5
	NUIT		53	53	3	0
Point E	JOUR	47	64	64	5	0
	NUIT		62	62	3	0
Point F	JOUR	43	59	59	5	0
	NUIT		-	-	3	-
Point G	JOUR	42	53,5	54	5	0,5
	NUIT		54,5	54,5	3	0
Point H	JOUR	42,2	55,5	55,5	5	0
	NUIT		-	-	3	-

Tableau 9 : Scénario 0 : Présentation des valeurs d'émergences calculées au niveau des habitations les plus proches.

*Conformément à la norme ISO NFS 31010, les valeurs d'émergence sont arrondies au demi-dB le plus proche.

Les valeurs d'émergence calculées au niveau des plus proches habitations montrent le respect des valeurs réglementaires en périodes diurnes et nocturnes pour tous les points lors du fonctionnement de la centrale actuelle.

6.4.2 Emissions sonores en limites de site

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit calculés en limites de site pour le fonctionnement de la centrale B actuelle :

Point de contrôle	Période (dBA)	Contribution centrale B seule (dBA)	Niveau de bruit admissible (dBA)	Conforme
L1	JOUR	42	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L2	JOUR	36	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L3	JOUR	37,5	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L4	JOUR	44	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L5	JOUR	62	70	Conforme
	NUIT		60	Non Conforme
L6	JOUR	59,5	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L7	JOUR	41	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme

Tableau 10 : Scénario 0 : Présentation niveaux de bruit calculés en limites de site.

Pour le scénario de fonctionnement avec la centrale actuelle, l'impact sonore de cette centrale en limite de site serait inférieur aux valeurs réglementaires pour tous les points, sauf au niveau du point L5. En effet, ce point est le plus proche de la centrale électrique B et est directement sous son influence. Le dépassement du seuil réglementaire de 60 dBA en ce point était déjà constaté lors des différentes campagnes de mesures (cf. rapport de mesures de 2013 : A2EP n°D0044/14/LB). Toutefois, le projet de remplacement de la centrale électrique B actuelle par la nouvelle centrale devrait diminuer le niveau sonore en ce point.

6.5 Cartographie de bruit représentant les émissions sonores de la centrale B dans l'environnement (scénario 0)

La carte de bruit ci-dessous présente les impacts sonores de la centrale B dans l'environnement autour du site:

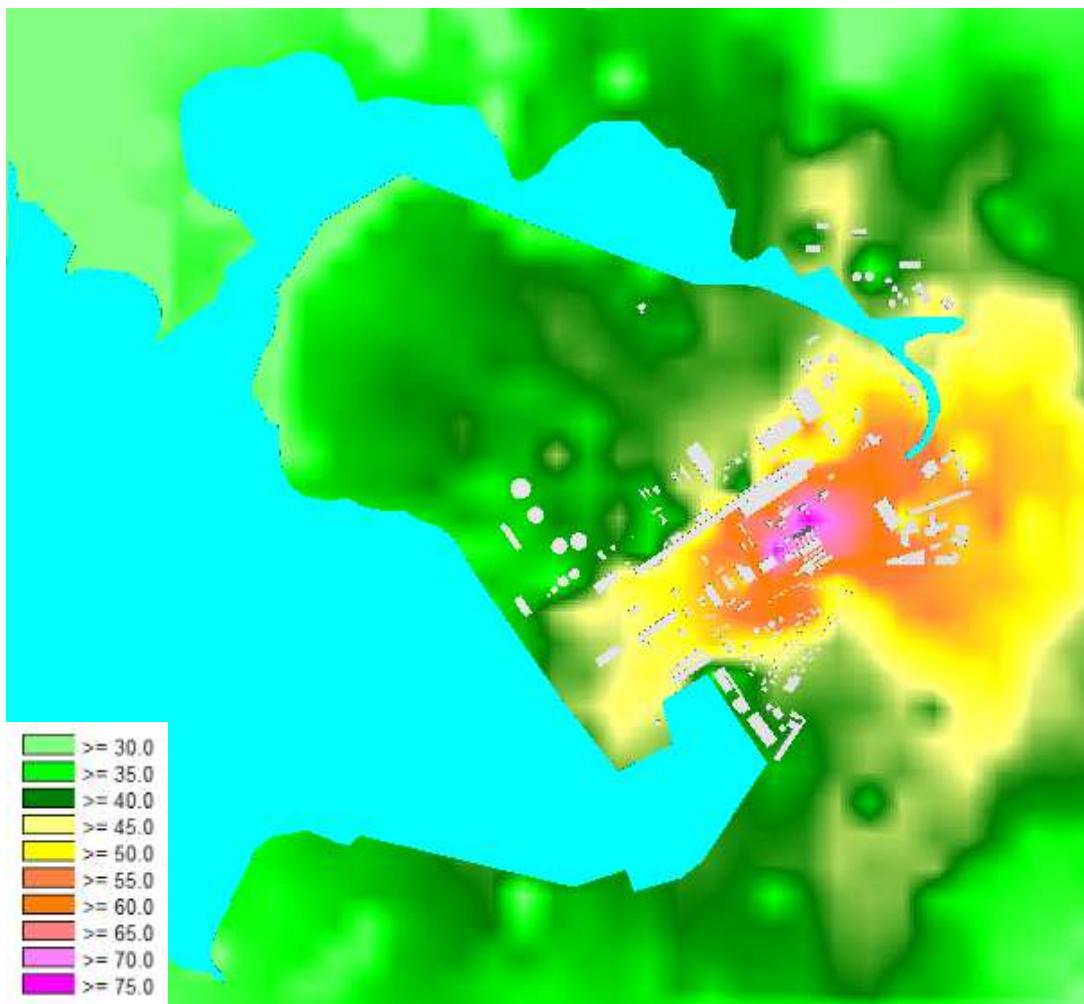


Figure 5 : Cartographie des émissions sonores dans l'environnement (centrale actuelle) – Scénario 0.

La carte de bruit ci-dessus présente les impacts sonores de la centrale électrique actuelle dans l'environnement autour du site.

Les contributions sonores de l'installation sont entre 40 et 45 dBA au niveau du centre-ville, autour des 50 dBA à proximité du centre commercial Magéco, 35 à 40 dBA dans les zones résidentielles les plus proches de la future centrale charbon, et entre 30 et 35 dBA dans les zones résidentielles au nord du site.

7 MODELISATION DU NOUVEAU PROJET

Les équipements bruyants pris en compte pour modéliser les émissions sonores dues à l'implantation d'une centrale électrique de deux tranches charbon de 90 MW sont présentés dans le tableau suivant :

ITEM	Intitulé	Quantité	Niveau de puissance acoustique global unitaire Lw (dBA)
1	STEAM TURBINE	2	114
2	BOILER BUILDING	2	107
4	ELECTROPRECIPITATORS	4	99
5	ID FAN	4	100
6	CHIMNEY	1	102
7	MAIN TRANSFORMER	2	85
7	AUXILIARY TRANSFORMER	2	80
8	POTABLE/DEMI WATER STORAGE TANK	2	90
11	CW PUMP STRUCTURE	2	105
13	LIGHT OIL TANK & PUMP AREA	2	90
20	FLUE GAS DESULFURIZER	2	103
22	WASTE WATER TREATMENT	2	95
23	HYPOCHLORINATION BUILDING	2	90
28	WORKSHOP	1	105
29	DEMI WATER PLANT	2	90
31	COAL CRUSHER BUILDING	1	108
33	RAW WATER STORAGE TANK	2	95
37	UREA STORAGE AND PUMP HOUSE (+DENOX)	2	98,5
38	FD FAN	4	100
	Convoyeurs	2	95
	Déchargement minéralier (4 aller-retour en 1h par jour et nuit)	1	93 (64dBA/m)
Puissance acoustique totale			120,5 dBA

Tableau 11 : Présentation des puissances acoustiques associées aux deux tranches charbon de 90 MW.

Les spectres sonores utilisés dans ce modèle sont présentés en annexe 2.

La figure ci-après présente la centrale charbon de 2x90 MW modélisée dans CadnaA.

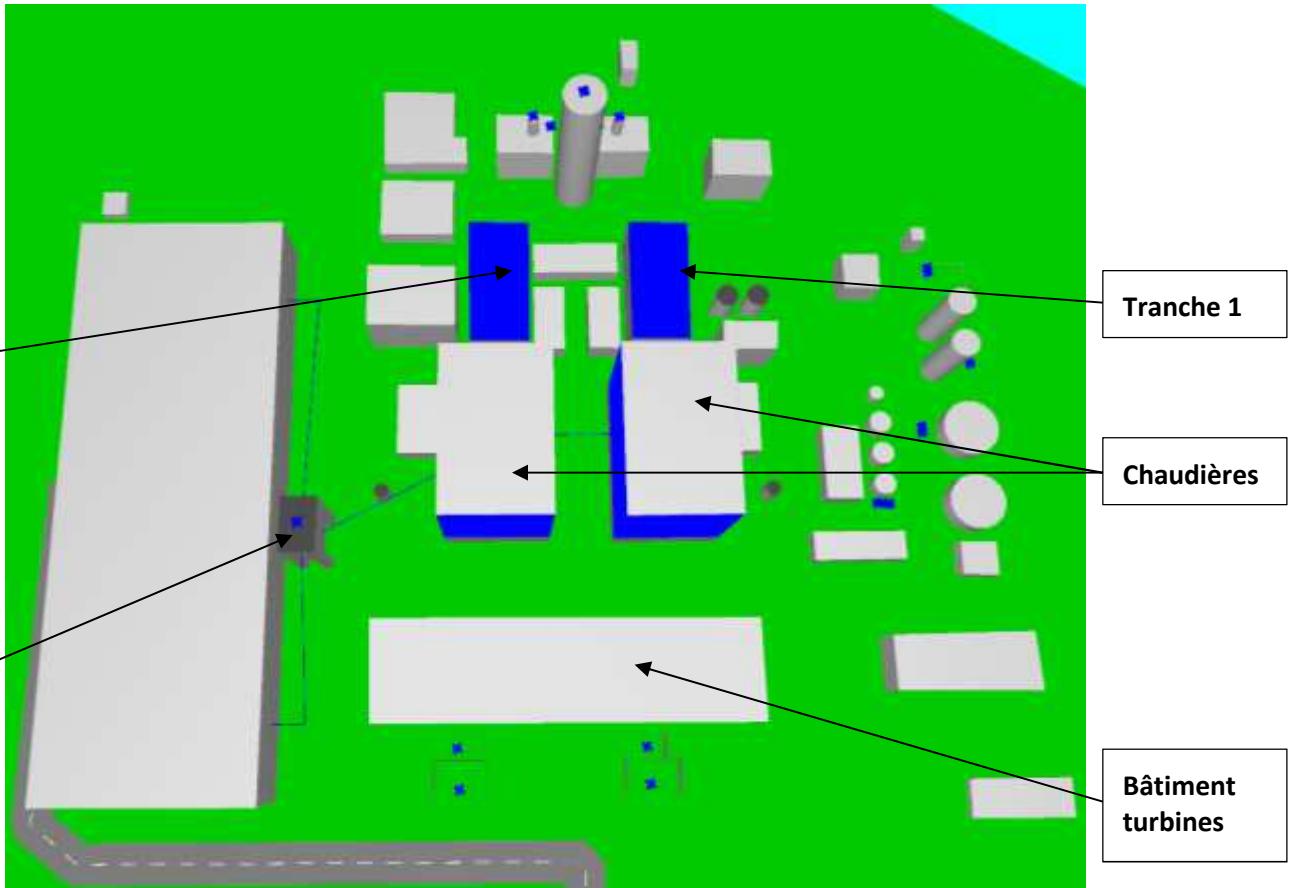


Figure 6 : Présentation du projet de centrale charbon de 2x90 MW modélisé sous CadnaA.

8 RÉSULTATS DES CALCULS LORS DU FONCTIONNEMENT DES DEUX TRANCHES CHARBON (SCENARIO 1)

8.1 Emissions sonores en Zones à Emergence Réglementées

Le tableau suivant présente l'émergence calculée au niveau des habitations les plus proches pour le cas de fonctionnement avec les deux tranches charbon.

Point de mesure	Période	Contribution Tranches 1&2 (dBA)	Bruit Résiduel Recalculé (dBA)	Bruit Ambiant (dBA)	Emergence admissible (dBA)	Emergence calculée (dBA)
Point A	JOUR	32	54,5	54,5	5	0
	NUIT		-	-	4	-
Point B	JOUR	34,5	53	53	5	0
	NUIT		45,5	46	3	0,5
Point C	JOUR	42	51	51,5	5	0,5
	NUIT		49,5	50	3	0,5
Point D	JOUR	45,5	48,5	50,5	5	2
	NUIT		53	54	3	1
Point E	JOUR	36,5	64	64	5	0
	NUIT		62	62	3	0
Point F	JOUR	31	59	59	5	0
	NUIT		-	-	3	-
Point G	JOUR	30	53,5	53,5	5	0
	NUIT		54,5	54,5	3	0
Point H	JOUR	34	55,5	55,5	5	0
	NUIT		-	-	3	-

Tableau 12 : Scénario 1 : Présentation des valeurs d'émergences calculées au niveau des habitations les plus proches.

*Conformément à la norme ISO NFS 31010, les valeurs d'émergence sont arrondies au demi-dB le plus proche.

Les valeurs d'émergence calculées au niveau des plus proches habitations montrent le respect des valeurs réglementaires en périodes diurnes et nocturnes pour tous les points lors du fonctionnement des deux tranches charbon.

8.2 Emissions sonores en limites de site

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit calculés en limites de site pour le scénario 1 :

Point de contrôle	Période	Contribution Tranches 1&2 (dBA)	Niveau de bruit admissible (dBA)	Conforme
L1	JOUR	49	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L2	JOUR	34	70	Conforme

Point de contrôle	Période	Contribution Tranches 1&2 (dBA)	Niveau de bruit admissible (dBA)	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L3	JOUR	40	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L4	JOUR	42,5	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L5	JOUR	43	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L6	JOUR	36	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L7	JOUR	34,5	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme

Tableau 13 : Scénario 1 : Présentation des niveaux de bruit calculés en limites de site.

Pour le scénario de fonctionnement avec les deux tranches charbon, la contribution sonore du projet en limite de site serait inférieure aux valeurs réglementaires de 60 dBA pour la période nocturne et 70 dBA pour la période diurne.

A titre informatif des points de mesures complémentaires ont été positionnés sur la limite de propriété du site de la centrale. Leur implantation et le niveau de bruit calculé sont indiqués sur la figure ci-après.

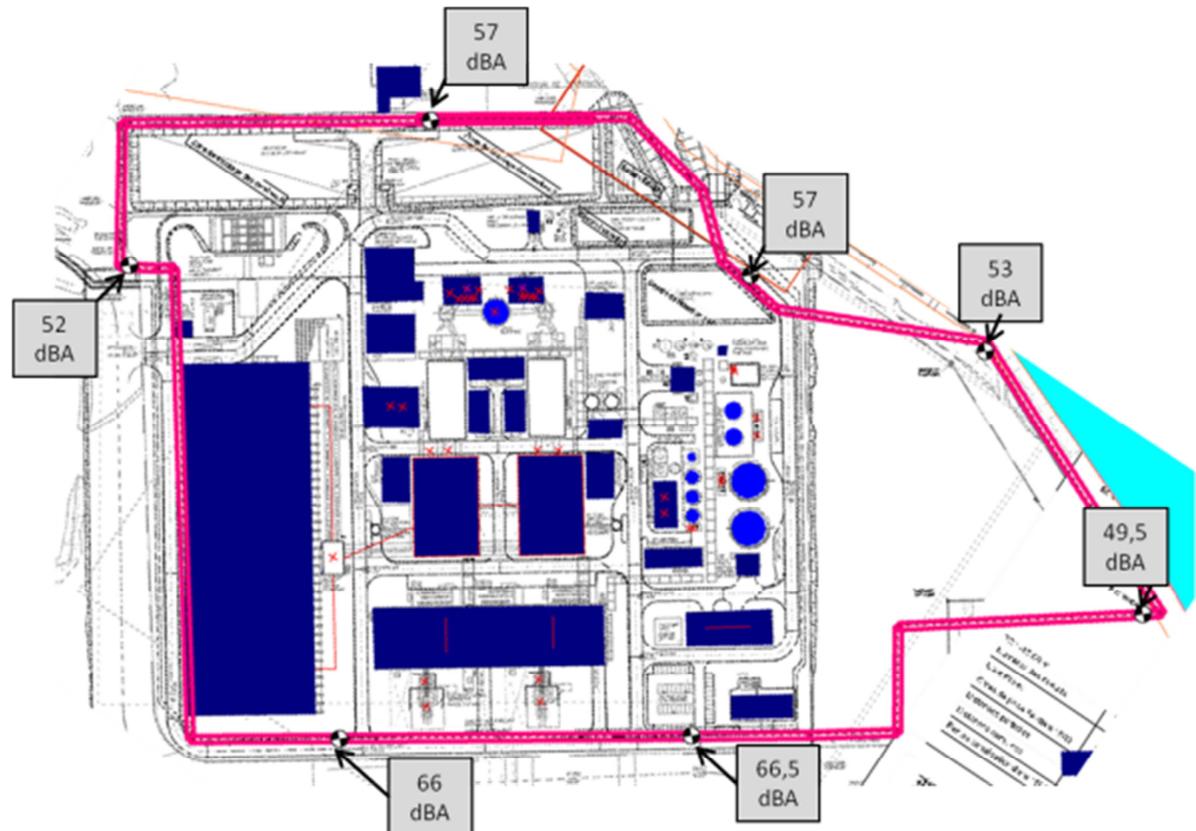


Figure 7 : Scénario 1 : Niveaux de bruit calculés en limites de propriété de la centrale.

8.3 Tonalités marquées

Pour le scénario de fonctionnement avec les deux tranches charbon, l'analyse des tonalités marquées au niveau du point le plus critique (point D) ne présente pas de non-conformités par rapport aux exigences réglementaires pour les périodes diurnes et nocturnes.

8.4 Cartographie de bruit représentant les émissions sonores dues au fonctionnement des deux tranches charbon dans l'environnement (scénario 1)

La carte de bruit ci-dessous présente les impacts sonores du projet dans l'environnement autour du site lors du fonctionnement des deux tranches charbon :

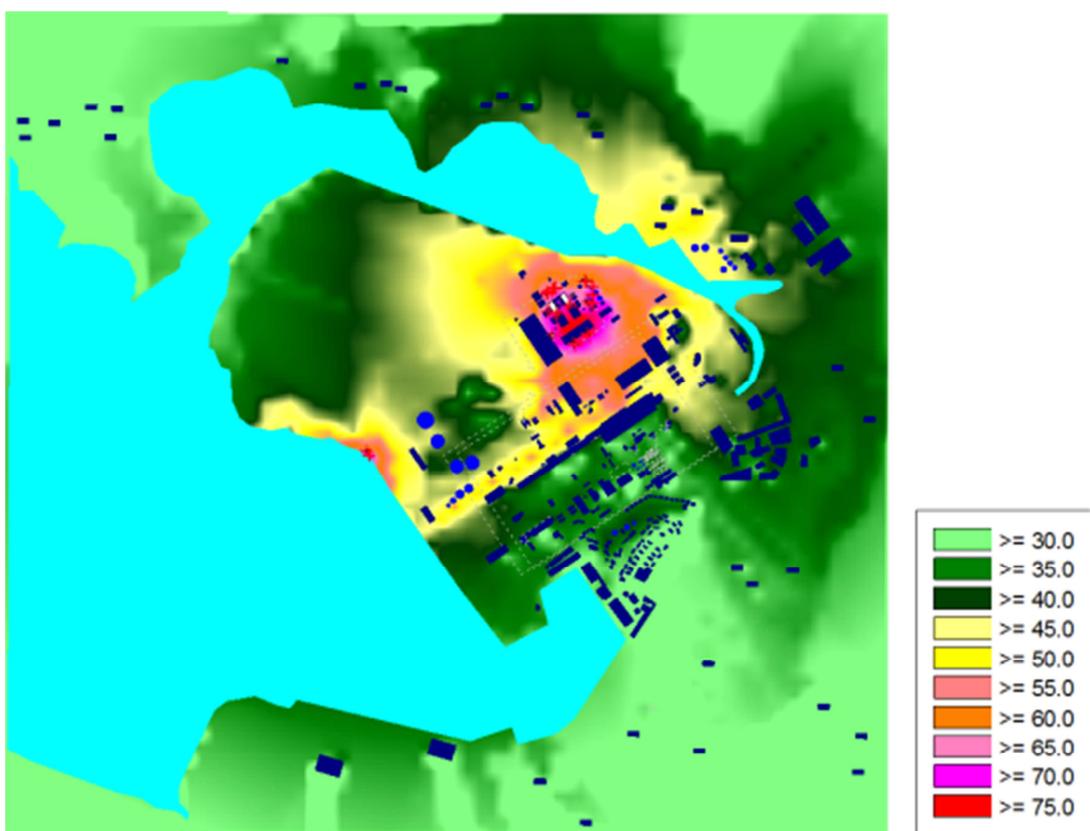


Figure 8 : Cartographie des émissions sonores dans l'environnement (Tranches 1&2) – Scénario 1.

Il est mis en évidence une contribution sonore de l'installation d'environ 45 à 50 dBA dans les zones résidentielles les plus proches (côté rue de Papeete), d'environ 35 dBA dans les zones résidentielles au nord-ouest et au sud du site, et entre 40 à 45 dBA à proximité du centre commercial Magéco.

8.5 Influence de l'ouverture du merlon sur la propagation du bruit

A titre informatif, il a été modélisé le merlon périphérique sans l'ouverture prévue pour les rejets d'eau de refroidissement. Les deux cartographies ci-dessous présentent les émissions sonores à proximité immédiate du merlon avec et sans l'ouverture.

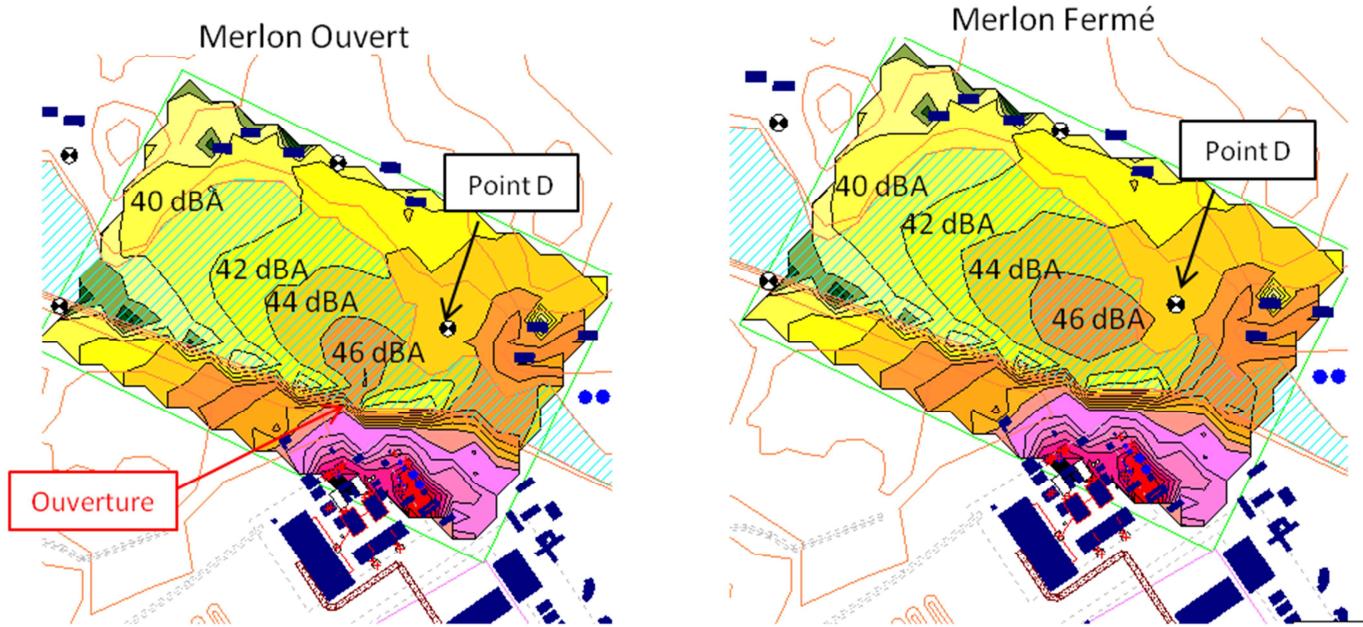


Figure 9: Cartographie des émissions sonores à proximité du merlon périphérique avec et sans ouverture (Tranches 1&2 en fonctionnement)

A proximité immédiate du merlon (au niveau de la mer), il apparaît une atténuation d'au moins 2 dBA lorsque le merlon est fermé.

Toutefois, dans l'environnement plus éloigné, à proximité des premières ZER (point D) l'impact de l'ouverture du merlon est négligeable. En effet, à grande distance, l'ouverture d'une vingtaine de mètres par rapport à la longueur totale du merlon ne provoquerait pas un impact significatif sur la propagation du bruit.

9 RÉSULTATS DES CALCULS LORS DU FONCTIONNEMENT DES DEUX TRANCHES CHARBON AVEC MODELISATION DE LA VERSE A SCORIES DE 60M (SCENARIO 1BIS)

9.1 Détermination du bruit de fond au niveau des plus proches habitations (ZER)

Le nouveau bruit de fond retenu (bruit représentant le bruit résiduel + le bruit de l'usine avec la verse à scories de 60m) est présenté ci-après.

Point de mesure	Bruit Résiduel (dBA)		Usine seule (dBA)	Bruit de fond retenu (dBA)	
	JOUR	NUIT		JOUR	NUIT
Point A	54,5	-	37	54,5	-
Point B	52,5	43	42	53	45,5
Point C	50,5	48,5	43	51	49,5
Point D	44,5	52	46,5	48,5	53
Point E	64	62	44,5	64	62
Point F	59	-	43,5	59	-
Point G	53	54	44	53,5	54,5
Point H	55,5	-	42,5	55,5	-

Tableau 14 : Bruit de fond retenu au niveau des habitations les plus proches.

9.2 Emissions sonores en Zones à Emergence Réglementées

Le tableau suivant présente l'émergence calculée au niveau des habitations les plus proches pour le cas de fonctionnement avec les deux tranches charbon et la verse à scories modélisée avec une hauteur de 60m.

Point de mesure	Période	Contribution Tranches 1&2&verse60m (dBA)	Bruit Résiduel Recalculé (dBA)	Bruit Ambiant (dBA)	Emergence admissible (dBA)	Emergence calculée (dBA)
PA	JOUR	27	54,5	54,5	5	0
	NUIT		-	38,5	4	
PB	JOUR	34	52,5	52,5	5	0
	NUIT		44	44,5	3	0,5
PC	JOUR	41,5	51	51,5	5	0,5
	NUIT		49	50,5	3	1,5
PD	JOUR	45,5	48,5	50,5	5	2
	NUIT		53	54	3	1
PE	JOUR	36,5	64	64	5	0
	NUIT		62	62	3	0
PF	JOUR	31	60	60	5	0
	NUIT		-	-	3	-

Point de mesure	Période	Contribution Tranches 1&2&verse60m (dBA)	Bruit Résiduel Recalculé (dBA)	Bruit Ambiant	Emergence admissible	Emergence calculée
PG	JOUR	30	53	53	5	0
	NUIT		-	-	3	-
PH	JOUR	34	55,5	55,5	5	0
	NUIT		-	-	3	-

Tableau 15 : Scénario1bis : Présentation des valeurs d'émergences calculées au niveau des habitations les plus proches.

*Conformément à la norme ISO NFS 31010, les valeurs d'émergence sont arrondies au demi-dB le plus proche.

Les valeurs d'émergence calculées au niveau des plus proches habitations montrent le respect des valeurs réglementaires en périodes diurnes et nocturnes pour tous les points lors du fonctionnement des deux tranches charbon avec la prise en compte de la verse à scories d'une hauteur de 60m.

9.3 Emissions sonores en limites de site

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit calculés en limites de site pour le scénario 3bis :

Point de contrôle	Période	Contribution Tranches 1&2 avec verse 60m (dBA)	Niveau de bruit admissible (dBA)	Conforme
L1	JOUR	49	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L2	JOUR	21,5	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L3	JOUR	36	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L4	JOUR	42,5	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L5	JOUR	43	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L6	JOUR	36	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme
L7	JOUR	34,5	70	Conforme
	NUIT		60	Conforme

Tableau 16 : Scénario 1bis : Présentation niveaux de bruit calculés en limites de site.

Pour le scénario de fonctionnement avec les deux tranches charbon et la prise en compte de la verse à scories, la contribution sonore du projet en limite de site serait inférieure aux valeurs réglementaires de 60 dBA pour la période nocturne et 70 dBA pour la période diurne.

9.4 Cartographies de bruit représentant les émissions sonores dans l'environnement (scénario 1bis)

La carte de bruit ci-dessous présente les impacts sonores du projet dans l'environnement autour du site lors du fonctionnement des deux tranches charbon avec modélisation de la verse à scories de 60 m :

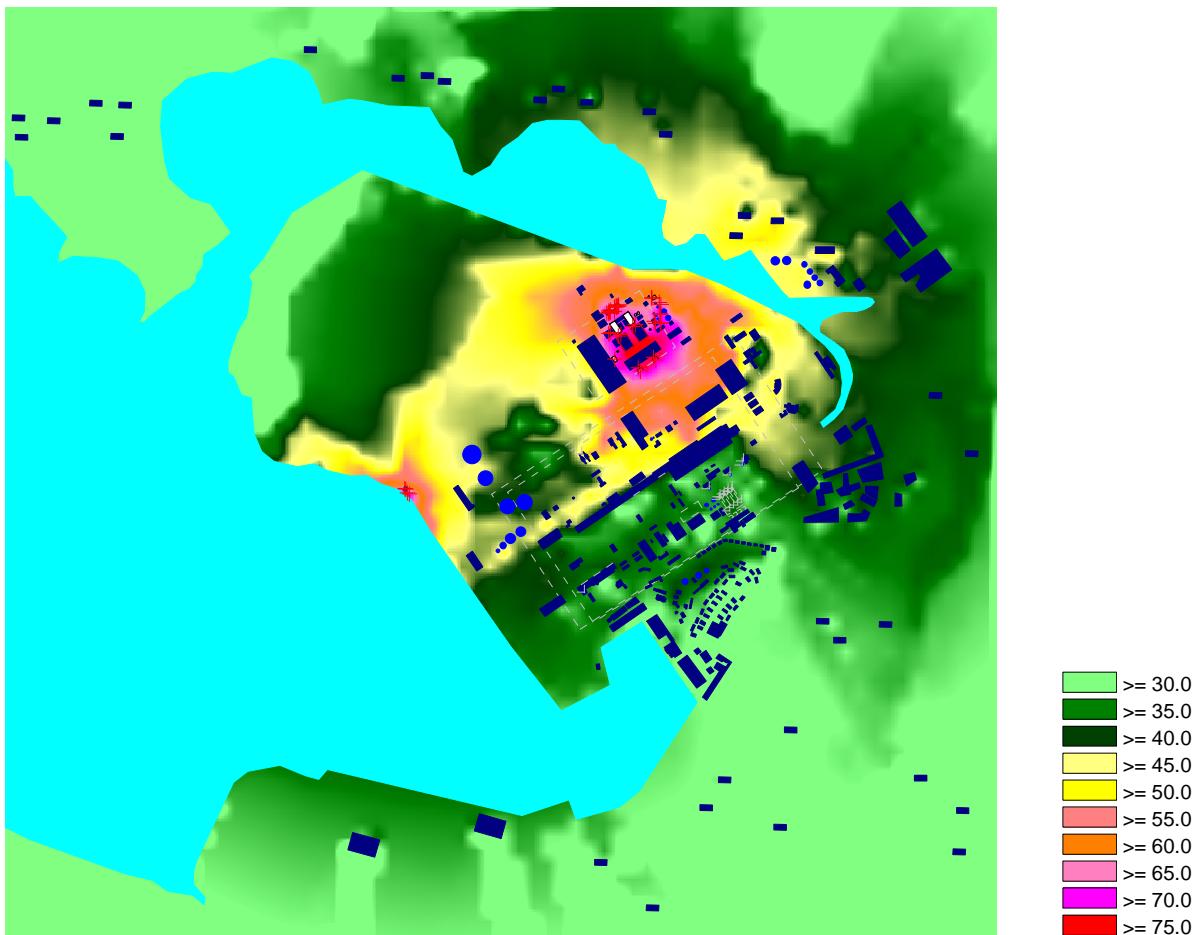


Figure 10 : cartographie des émissions sonores dans l'environnement (Tranches 1&2 avec verse à scories 60m) – Scénario 1bis.

La carte de bruit ci-dessus présente les impacts sonores dans l'environnement autour du site lors du fonctionnement des deux tranches de la centrale charbon.

La cartographie met en évidence une contribution sonore de l'installation du même ordre que pour le scénario n°1 (sans la verse à scorie de 60m) dans les zones résidentielles les plus proches (côté rue de Papeete) avec une contribution d'environ 45 à 50 dBA, ainsi que dans les zones résidentielles au sud du site (avec une contribution d'environ 35 dBA).

Au niveau des zones résidentielles au nord-ouest du site, la contribution sonore de l'installation est d'environ 25 à 30 dBA, alors que le niveau dans cette zone pour le scénario 1 était d'environ 35 dBA. Il apparaît donc que la verse à scories de 60m de hauteur permet de limiter l'impact sonore du projet au niveau des zones résidentielles au nord du site (avec une atténuation d'environ 5dBA estimée), toutefois elle ne modifiera pas l'impact sonore du projet pour les autres zones situées autour du site.

10 EXPOSITIONS DES TRAVAILLEURS

10.1 Limites réglementaires de bruit au sein des installations

Les émissions sonores au sein des installations de la SLN doivent être limitées afin de minimiser les nuisances sonores à l'extérieur du site et d'assurer la protection physique du personnel.

L'Arrêté du Haut-commissaire n°8015-T du 2 décembre 1991 relatif à la protection des travailleurs contre le bruit fixe les exigences suivantes :

- L'employeur doit identifier les travailleurs pour lesquels l'exposition sonore quotidienne atteint ou dépasse le niveau de 85 dBA (ou 135 dBCrête),
- Lorsque l'exposition sonore quotidienne subie par un travailleur dépasse le niveau de 90 dBA (ou 140 dBCrête) l'employeur met en œuvre un programme de mesures techniques ou d'organisation du travail destiné à réduire l'exposition au bruit,
- Lorsque le niveau de bruit dépasse 85 dBA (ou 135 dBCrête), des protections individuelles doivent être à disposition des travailleurs,
- Lorsque le niveau de bruit dépasse 90 dBA (ou 140 dBCrête), l'employeur prend toutes les dispositions pour que les protections individuelles soient utilisées,
- Les protecteurs individuels doivent être adaptés au travailleur et à ses conditions de travail.

Ainsi, cette étude va permettre d'identifier les zones où le niveau d'exposition est susceptible d'atteindre ou de dépasser 85 dBA.

Afin de protéger l'intégrité physique du personnel, l'accès à ces zones est limité. L'emploi de protections acoustiques adaptées au type d'émission et l'implantation de moyens d'avertissement à la limite de ces zones sont obligatoires.

10.2 Niveaux de bruit au sein de la centrale charbon

La carte de bruit ci-dessous présente les impacts sonores au sein de la centrale charbon lors du fonctionnement des tranches 1 & 2 :

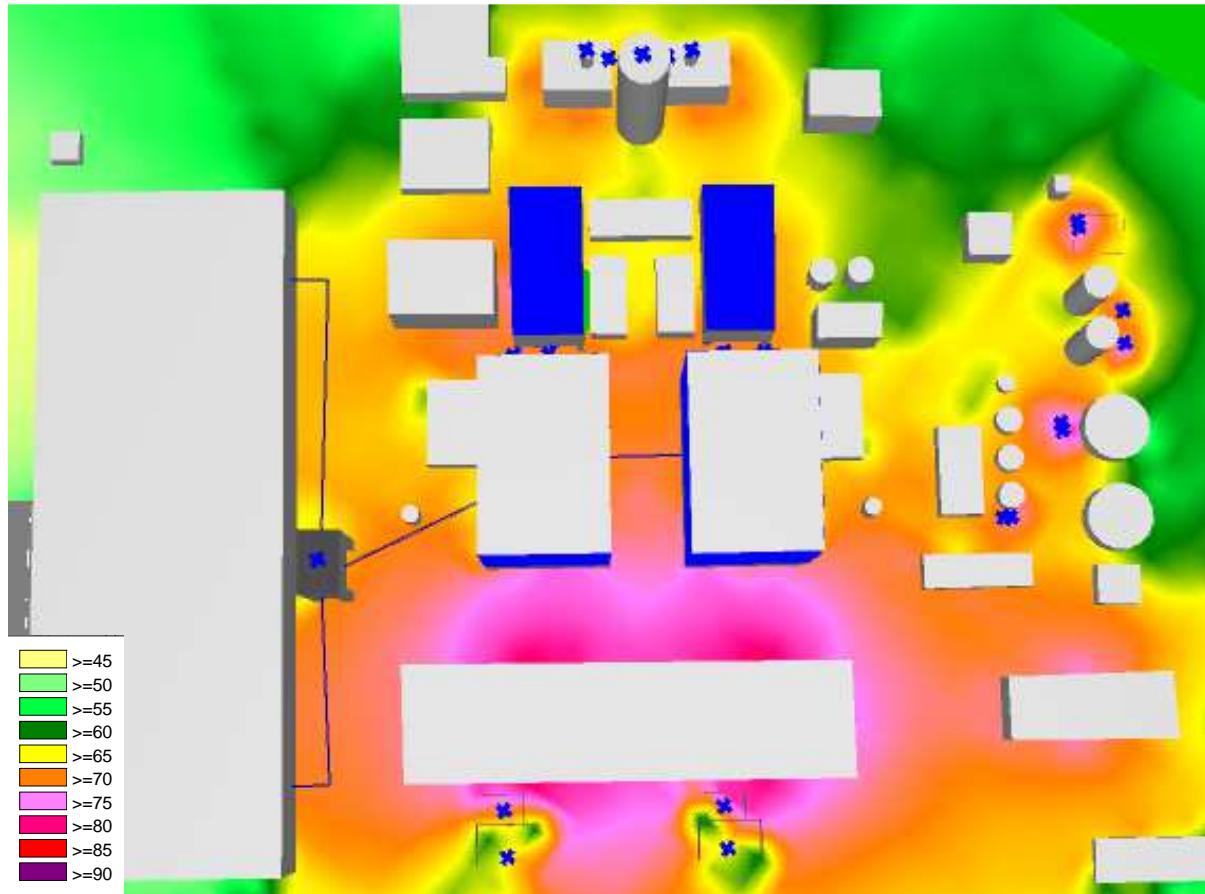


Figure 11: Cartographie des émissions sonores au sein de la centrale charbon (Tranches 1&2)

Cette cartographie de bruit permet de mettre en évidence les zones les plus bruyantes au sein de la centrale charbon lors du fonctionnement des tranches charbon.

Les niveaux sonores les plus importants sont situés à proximité du bâtiment turbine et des chaudières avec un niveau de bruit de 80 dBA, ainsi qu'autour du bâtiment broyeur.

L'intérieur du bâtiment turbines et du bâtiment broyeur doivent être considérés comme zones à risques, avec des niveaux de bruit supérieurs à 85 dBA.

Une signalisation appropriée doit être mise en place à l'entrée de ces bâtiments et des protections individuelles doivent également être à disposition du personnel.

Par ailleurs, des niveaux de bruit supérieurs à 85 dBA peuvent apparaître à proximité immédiate de certains équipements (comme les pompes, transformateurs...), ainsi que lors du fonctionnement d'équipements intermittents (démarrage, opérations de dégazage, mise à l'atmosphère...).

Ailleurs au sein de la centrale charbon, les niveaux de bruit ne présentent pas de risques particuliers et sont compris entre 60 et 75 dBA.

11 SYNTHESE DES RESULTATS

La figure suivante présente les points de mesure de bruit au niveau des habitations localisées en Zones à Emergence Réglementées (points A à G) ainsi que les points de contrôle implantés en limite de site sous CadnaA (points L1 à L7) :



Figure 12 : Localisation de points de contrôle au niveau des plus proches habitations (points A à H) et en limite de site (points L1 à L8).

Le tableau suivant présente la synthèse des résultats de cette étude acoustique en fonction de la réglementation en vigueur et des différents scénarios étudiés :

Scénario de fonctionnement	Description	Conformité en limites de site		Conformité en zones à émergences réglementées	
		Jour (6h-21h)	Nuit (21h-6h)	Jour (6h-21h)	Nuit (21h-6h)
scénario 0	Centrale actuelle	Oui	Non (+2dBA au point L5)	Oui	Oui
scénario 1	Tranches charbon 1 & 2	Oui	Oui	Oui	Oui
scénario 1bis	Tranches charbon 1 & 2 avec verse à scories 60m	Oui	Oui	Oui	Oui

Tableau 17 : Synthèse des résultats de l'étude acoustique.

La non-conformité en période nocturne pour le scénario 0 où la centrale actuelle fonctionne seule est due au fait que le point L5 est le plus proche de la centrale électrique B et est directement sous son influence. Le dépassement du seuil réglementaire de 60 dBA en ce point était déjà constaté lors des différentes campagnes de mesures (cf. rapport de mesures A2EP de 2013 : A2EP n°D0044/14/LB). Toutefois, le projet de remplacement de la centrale électrique B actuelle par la nouvelle centrale permet de diminuer le niveau sonore en ce point.

12 CONCLUSION

L'étude acoustique de ce projet a permis d'étudier les nuisances sonores générées par l'implantation de la nouvelle centrale à charbon sur le site de Doniambo Energie.

Le projet d'implantation de cette centrale composée de deux tranches de 90 MW nécessite l'analyse des nuisances sonores générées dans l'environnement et en limites de propriétés, et leur comparaison aux exigences réglementaires fixées par la délibération N°741-2008/BAPS du 19 Septembre 2008, relative à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement. De plus une analyse sur les risques liés aux travailleurs a mis en évidence les principales zones à risques pour l'exposition du personnel.

Les différents scénarios étudiés dans le cadre de ce nouveau projet sont les suivants :

- ✓ Scénario 1 : Fonctionnement simultané des deux tranches charbon,
- ✓ Scénario 1bis : Fonctionnement simultané des deux tranches charbon avec modélisation de la verse à scories de 60 m de hauteur.

Les données d'entrées ayant été utilisées pour réaliser cette étude sont présentées au §7. Seuls les principaux équipements bruyants en fonctionnement normal ont été pris en compte. Ainsi, les équipements en fonctionnement intermittent n'ont pas été pris en compte dans cette étude (démarrages, groupe diesels de secours, pompes incendie, opérations de dégazage, mises à l'atmosphère, etc.).

Pour l'ensemble des scénarios étudiés, et avec les hypothèses considérées, il a été évalué que l'ensemble des exigences réglementaires en matière de nuisances sonores seraient respectées dans l'environnement.

En effet, les valeurs d'émergence calculées au niveau des plus proches habitations, pour les périodes diurnes (6h-21h) et nocturnes (21h-6h) seraient inférieures aux valeurs maximales admissibles au niveau des plus proches habitations.

De même, l'impact sonore du projet en limites de site serait inférieur aux valeurs admissibles de 60 dBA en période nocturne et 70 dBA en période diurne.

Afin que les évaluations faites dans ce rapport soient le plus réalistes possible, Doniambo Energie veillera à ce que les niveaux de bruit des équipements, fournis par les vendeurs soient en accord avec les niveaux présentés dans la présente étude (Tableau 11), notamment pour les principaux contributeurs :

- Le niveau requis pour le broyeur charbon est un niveau de puissance acoustique de 108 dBA, afin d'obtenir un niveau de pression maximal admissible à 1 m du bâtiment de 80 dBA. Cela peut être obtenu par la mise en place d'un bardage acoustique sur les parois du bâtiment permettant de limiter les nuisances sonores.
- Le niveau requis pour chaque turbine à vapeur est une puissance acoustique de 114 dBA, et un niveau de pression acoustique maximum de 80 dBA à 1 m du bâtiment turbine. Afin de permettre le respect de ces niveaux, la mise en place d'un bardage acoustique sur le bâtiment turbine devra être mis en place.
- Le niveau requis pour les chaudières est un niveau de puissance acoustique de 107 dBA, et un niveau maximal de pression acoustique de 75 dBA à 1 m des parois de chaque chaudière. La mise en place d'un bardage acoustique sur les parois des chaudières devra être envisagée.
- Une attention particulière sera prise pour limiter la propagation du bruit émis par les éventuelles ouvertures, aérations, passages de convoyeurs disposés sur les bâtiments turbines et broyeur.

Pour cela, lors de l'achat des équipements, Doniambo Energie devra veiller à intégrer dans les cahiers des charges une exigence de bruit sur laquelle le vendeur s'engagera, et si possible demander la vérification de la validité du niveau de bruit garanti par la réalisation de mesures sur l'équipement (Tests de bruit chez le vendeur selon les normes en vigueur et/ou mesures de bruit sur site à réception de l'équipement).

En respectant ces exigences en termes de niveaux de bruit des principaux équipements, la présente étude acoustique a donc mis en évidence le fait que le projet d'extension du site de Doniambo est conforme à la délibération 741-2008/APS du 19/09/2008 relative à la limitation des bruits dans l'environnement pour les ICPE.

Par ailleurs, cette étude a permis de mettre en évidence les principales zones à risques pour l'exposition des travailleurs, où les niveaux de bruit atteignent ou dépassent la valeur de 85 dBA. Il s'agit notamment des zones suivantes :

- A l'intérieur du bâtiment Turbines,
- A l'intérieur du bâtiment broyeur.

Au sein de ces zones, les mesures de protection suivantes sont recommandées :

- Le port de protection auditive adaptée pour les opérateurs,
- L'implantation de panneaux précisant le port de protection acoustique individuelle obligatoire à la limite de ces zones, ainsi qu'à proximité de chaque équipement bruyant.

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation du logiciel de modélisation « CadnaA »

L'étude a été effectuée par Néodyme NC par modélisation sous le logiciel « **CadnaA** » (logiciel développé par la société « *Datakustic* »), pour évaluer l'impact sonore des installations industrielles dans l'environnement.



Ce logiciel, utilisé par la plupart des bureaux d'études, permet donc de concevoir des modèles en 3 dimensions d'installations industrielles dans leur environnement (topographie, bâtiments, obstacles...etc.), et de modéliser des sources sonores (ponctuelles, linéaires, et surfaciques) avec leurs spectres associés.

Les calculs sont effectués suivant la norme « *ISO 9613-2 : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre* », qui prescrit une méthode pour le calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en champ libre, afin de prédire les niveaux de bruit ambiant à une distance donnée provenant de diverses sources. Ainsi, les effets physiques tels que la divergence géométrique, l'absorption atmosphérique, les effets de sol, les réflexions sur les surfaces, les effets d'écrans...etc, sont pris en compte dans les calculs.

Ces résultats peuvent être extraits sous forme de tableaux de synthèse permettant de visualiser les niveaux sonores calculés aux points de contrôle ainsi que la contribution des principaux équipements bruyants.

Des cartographies de bruit peuvent également être réalisées avec des codes couleurs adaptés aux problématiques rencontrées.

De plus, cet outil de calcul intègre les dernières normes permettant de prendre en compte les sources de bruit liées au trafic routier et ferroviaire (normes « *Route & Fer NMPB 96 ou 2008* »).

La licence possédée par Néodyme porte le numéro d'identification L42622.

Annexe 2 : Spectres sonores types utilisés dans le modèle CadnaA

Spectre	Spectre par bande d'octave Hz									dBA	dB Lin
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Route	89,5	89,5	86,5	90,5	93,5	96,5	93,5	88,5	86,5	100	101,3
Centrale B	65,1	74,7	80,4	90,5	93,8	96	92,2	92,5	87	100	100,6
Bessemers	59	52,9	59,8	74,6	90,7	98,7	84,3	91,3	72,8	100	100,1
Cheminée TAC	74,9	79,9	82,9	93,9	97,9	95,9	91,9	86,9	79,9	100	101,8
Fours	63	75,9	80,8	86,3	91,2	93,4	93,4	94,8	86,8	100	99,9
Grenaillage	66,4	78,9	83,7	86,9	93,6	94,3	94	93	87,2	100	100,3
Preaffinage	89	89,8	93,1	96,9	88,4	97	93	89,6	83,4	100	102,4
Présechage	73,5	74,5	80,4	77,5	95,3	96,9	93,4	86,5	77,7	100	100,5
Convoyeurs	78,9	86,5	93,5	96,4	97	95,9	92,6	87,4	79,7	100	102,7
Aéroréfrigérants	61,4	75,9	89,9	92,1	95,1	94,2	93,9	91,5	87,8	100	101,1
Cheminée	116,5	117,5	108,5	102,5	97,5	91,5	81,5	69,5	64,5	100	120,4
Admission d'air TAC	114,7	114,4	109,1	102,8	93,4	87,1	92,2	85	87,7	100	118,3
Bloc turbine TAC	114,8	113,8	110,8	101,8	94,8	89,8	90,8	84,8	79,8	100	118,3
Generator	111,7	110,7	110,7	98,7	92,7	90,7	90,7	88,7	91,7	100	116
Pompes	97	100	102	98	95	95	94	87	84	100	106,7
Transformateurs	101,6	110,6	94,6	97,6	97,6	96,6	89,6	81,6	80,6	100	111,7
Compresseurs	82,5	82,5	84,5	88,5	90,5	91,5	95,5	93,5	87,5	100	100,1
Conduit d'échappement TAC	116,4	114,4	113,4	100,4	95,4	85,4	82,4	78,4	70,4	100	119,8
Réchauffeur	74,3	82,3	88,3	95,3	97,3	94,3	93,3	90,3	81,3	100	101,9
Chaudière	128,1	116	103	88	81	82	93	90	0	100	128,5
Turbine à vapeur	85,3	102	94,9	87,6	90,4	94,4	94,6	92	89,5	100	104,6
Broyeur	88,4	88,4	83,4	88,4	93,4	98,4	88,4	88,4	83,4	100	101,1

Ce tableau présente les formes spectrales utilisées pour la modélisation des sources sonores.

Chaque spectre est recalibré en fonction du niveau de puissance attribué à chaque source sonore.

Annexe 3 : Contributions sonores aux points de contrôle (issues du logiciel CadnaA)

Scénario 1 : Principales contributions sonores aux points de contrôle

Point de contrôle	Niveau global (dBA)														
	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Sources CadnaA															
STranches_CW_PUMP_STRUCTURE2	11.6	18.6	18.4	14.8	17.3	19.2	18.1	28.2	36.2	14.5	17.9	10.7	5.8	16.1	15.6
STranches_CW_PUMP_STRUCTURE1	12.0	20.3	18.1	14.4	17.3	19.3	18.2	28.1	36.4	15.2	20.4	10.4	3.1	16.1	15.4
STranches_pumphypo	3.8	5.5	4.8	4.6	0.0	4.1	3.1	13.3	22.5	5.7	8.7	2.6	-10.7	0.3	6.1
STranches_pumphypo	3.8	5.5	4.8	4.2	-0.1	4.1	3.1	13.4	22.6	5.8	8.7	2.6	-10.7	0.2	6.1
Stack_Tr1_Tr2	20.9	25.1	28.3	32.9	23.2	23.6	19.8	19.7	24.0	24.6	28.0	26.7	27.2	28.4	26.6
STR2_AirCoolerBoil1	17.9	20.1	28.2	29.7	-0.7	-4.2	-2.7	-1.3	2.8	18.7	28.2	7.2	4.8	1.0	-1.3
STR2_AirCoolerBoil2	17.9	20.0	28.3	31.5	-0.7	-4.8	-3.2	-2.1	2.8	18.6	28.1	7.8	6.6	1.0	-1.4
STR1_AirCoolerBoil2	17.6	19.2	28.7	35.7	2.0	-5.7	-3.9	-4.3	1.6	18.3	26.0	10.5	5.0	2.4	-1.7
STR1_AirCoolerBoil1	17.5	18.8	28.8	36.0	2.3	-6.2	-4.4	-4.5	1.2	18.2	16.1	11.9	6.1	2.2	-1.9
STR2_mainTransfo	-8.5	-5.1	1.4	-5.0	5.7	2.7	2.2	-0.1	2.3	-3.5	0.5	8.9	13.8	2.6	0.4
STR1_mainTransfo	-8.1	-12.2	-11.0	-6.5	6.0	2.5	2.0	-0.5	2.6	-3.6	0.1	9.9	14.3	-1.1	3.5
STR2_AuxTransfo	-20.6	-17.0	-13.6	-10.1	-6.2	-14.8	-15.4	-6.4	-3.6	-17.4	-14.3	-9.3	-5.4	-8.0	-10.7
STR1_AuxTransfo	-22.6	-18.0	-14.1	-9.0	-5.8	-15.1	-15.0	-6.7	-6.4	-18.7	-15.1	-8.9	-5.1	-9.8	-4.8
STranches_Light_oil_TK_Pump1	2.7	-2.0	14.5	17.7	8.5	0.0	1.4	-15.5	-11.8	6.7	11.5	15.2	4.8	-6.7	-10.3
STranches_Light_oil_TK_Pump2	-4.1	-2.0	14.5	17.9	8.6	-7.3	-5.8	0.1	-7.3	1.5	12.2	15.7	2.4	-7.4	1.1
STranches_Raw_Water_Pump2	8.6	5.6	14.3	22.0	11.0	5.2	8.2	4.5	-4.1	3.5	12.1	17.2	12.1	0.9	4.2
STranches_POTABLE_WATER_Pump1	-2.9	-3.7	8.6	18.4	2.9	-4.4	-4.8	-6.3	-5.8	-5.3	1.4	9.5	2.3	-5.1	-2.4
STranches_POTABLE_WATER_Pump2	-2.0	2.4	12.2	19.0	4.8	-4.1	-4.4	-4.8	-5.3	-4.0	0.9	9.1	2.4	-5.0	-1.0
STranches_DEMI_WATER_Pump2	-5.7	4.0	12.8	16.5	8.8	-5.7	-4.4	-4.1	-9.7	-3.6	11.3	4.7	11.6	-6.1	-5.6
STranches_DEMI_WATER_Pump1	-9.7	-1.4	11.9	17.2	6.4	-5.2	-6.1	-5.5	-10.2	-6.0	2.4	14.3	10.1	-6.0	-4.6
STranches_Waste_WATER_Pump1	6.1	2.7	19.0	21.6	14.1	6.2	5.4	-5.5	-6.9	8.2	14.6	20.4	0.4	0.4	3.1
Str2_FGD	15.5	20.6	24.8	27.3	12.2	12.4	10.2	11.9	16.5	17.7	23.9	13.4	16.5	6.8	15.0
Str1_FGD	14.5	18.4	23.7	28.4	16.9	5.3	8.8	-1.7	1.1	17.1	24.0	21.7	17.8	4.7	-2.6
STranches_Broyeur	19.1	25.6	26.7	16.1	24.8	20.9	21.9	20.0	27.8	24.5	29.0	29.5	31.5	31.0	28.4
STranches_urea	11.5	11.4	17.6	16.7	11.7	9.3	11.2	1.8	0.1	16.5	20.4	4.4	8.6	9.6	3.3
STR1_desulf_comp2	6.0	14.0	21.0	15.1	-3.7	-11.9	-3.4	-7.8	-5.6	12.7	19.5	-0.2	-0.4	-3.6	-5.9
STR1_desulf_comp1	8.2	2.5	20.7	21.1	4.4	-13.0	-12.7	1.7	-4.1	12.2	18.7	16.3	3.4	-2.4	-7.2
STR1_desulf_pompe	0.8	3.4	6.7	6.3	-11.0	-20.1	-17.7	-12.6	-11.7	2.6	0.7	-11.3	-8.8	-13.3	-11.0
STR1_desulf_pompe	1.1	-1.3	9.8	6.7	-10.7	-19.9	-17.0	-12.6	-11.7	0.8	2.8	-10.9	-8.9	-13.1	-10.7
STR1_desulf_pompe	1.1	-2.9	9.5	6.9	-9.5	-4.2	-15.6	-12.7	-11.8	4.4	8.4	-11.1	-9.0	-13.0	-12.7
STR1_desulf_pompe	0.7	5.5	5.8	6.9	-9.5	-13.9	-3.5	-12.7	-11.9	4.5	8.2	-7.3	-9.2	-11.1	-13.6
STR1_desulf_pompe	-0.2	-1.6	10.3	14.2	-2.4	-20.4	-18.3	-10.2	-16.1	3.3	8.7	6.6	-5.3	-12.7	-16.1
STR1_desulf_pompe	-1.5	-1.3	8.7	14.2	-6.1	-20.3	-18.7	-10.3	-16.0	-2.1	7.7	6.6	-5.3	-12.6	-15.9
STR1_desulf_pompe	-1.5	-3.9	8.7	14.3	-5.7	-20.1	-18.7	-5.0	-15.8	-1.5	3.0	6.7	-11.3	-12.4	-15.6
STR1_desulf_pompe	-2.0	-3.4	3.7	14.2	-1.8	-20.0	-18.5	-21.9	-15.5	3.3	8.8	6.7	-11.3	-12.2	-15.4
STR1_desulf_cooler	16.7	19.1	28.2	33.7	-0.8	-4.2	0.3	9.8	10.4	19.7	29.9	12.5	1.9	-0.1	8.9

Point de contrôle	Niveau global (dBA)														
	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	
Sources CadnaA															
STr1_desulf_cooler	16.7	17.8	29.9	32.0	15.4	-8.2	-7.5	-9.1	9.9	17.7	27.8	23.1	6.2	-0.2	-2.1
STranches_Waste_WATER_Pump1	6.3	2.8	18.6	21.5	14.1	6.2	6.9	-5.5	-5.7	8.3	15.1	20.2	0.4	0.4	3.0
STranches_Raw_Water_Pump2	8.7	4.3	14.7	21.9	11.1	6.3	7.6	4.6	-4.5	3.7	11.0	9.4	12.2	0.7	3.8
STranches_urea	11.5	11.1	18.4	17.0	13.5	6.3	8.3	3.0	0.3	14.4	20.0	5.1	9.5	5.4	4.1
Str2_TAV	18.9	21.5	29.5	22.5	29.2	17.8	16.8	21.7	20.2	25.3	27.3	36.1	37.2	21.3	17.5
Str1_TAV	10.8	12.7	33.6	31.4	30.9	15.1	16.8	23.1	25.4	11.7	22.8	37.6	37.6	20.5	26.2
Stranche_Workshop	12.3	8.7	25.1	31.1	23.4	18.2	17.2	15.6	17.2	11.1	22.1	29.8	31.5	12.5	22.0
Convoyeur	7.4	16.2	22.0	17.5	12.8	0.7	1.8	5.6	2.9	10.2	17.8	12.6	19.0	1.6	2.4
Convoyeur	6.2	8.8	9.2	12.7	20.2	6.9	7.8	4.1	3.1	10.6	12.1	20.6	22.5	10.1	7.6
Convoyeur	13.2	13.7	11.7	3.7	17.0	8.9	8.1	8.6	9.7	14.8	22.6	22.1	23.1	16.9	15.4
Convoyeur	11.8	11.1	21.7	12.2	17.2	8.5	7.6	10.6	1.0	12.7	21.4	15.6	23.9	18.1	14.9
Filtre TR2roof	16.0	19.6	24.5	29.7	12.1	7.4	5.4	8.7	12.0	17.9	25.4	16.0	19.2	15.4	14.7
Filtre Tr2floor	10.1	16.5	16.2	20.8	8.4	3.1	3.6	1.5	-1.0	15.5	21.6	14.5	11.3	5.1	4.1
Filtre Tr1roof	13.9	17.8	27.5	33.1	18.3	-3.9	1.1	-0.9	9.3	16.2	23.0	25.2	18.1	14.4	4.1
Filtre Tr1floor	9.2	6.4	16.2	28.4	14.2	-5.5	-0.8	3.2	0.6	9.1	17.3	17.6	9.1	1.9	-1.9
Route chargement charbon	16.2	15.7	17.6	22.2	18.6	17.0	15.5	17.8	45.1	17.1	20.1	23.7	24.2	21.7	15.8
chaudière Tr2	23.4	24.5	29.5	32.8	26.0	20.1	20.2	21.3	23.2	24.2	30.0	29.1	31.4	26.7	25.5
chaudière Tr1	22.5	23.6	32.9	38.0	27.3	19.4	19.9	19.5	20.3	23.3	30.1	32.2	32.6	25.6	24.0

Scénario 1BIS : Principales contributions sonores aux points de contrôle

Point de contrôle	Niveau global (dBA)														
	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	
Sources CadnaA															
STranches_CW_PUMP_STRUCTURE2	12.2	19.8	18.9	19.5	17.3	19.1	18.3	28.2	36.2	15.9	22.9	10.7	5.8	17.4	17.4
STranches_CW_PUMP_STRUCTURE1	12.6	20.3	18.9	19.1	17.3	19.1	18.3	28.1	36.4	21.5	23.9	10.4	3.1	17.4	20.4
STranches_pumphypo	5.5	5.5	4.8	5.4	0.0	3.9	5.4	13.3	22.6	8.6	9.2	2.6	-10.7	1.1	8.7
STranches_pumphypo	5.5	5.5	4.8	5.4	-0.1	4.0	5.4	13.4	22.6	8.6	9.1	2.6	-10.7	1.1	8.7
Stack_Tr1_Tr2	20.8	25.1	28.3	32.9	23.1	23.3	19.1	19.6	24.0	24.5	27.9	26.7	27.1	24.8	19.4
STr2_AirCoolerBoil1	17.9	20.1	28.2	29.8	-0.7	-4.4	-2.9	-1.3	3.6	23.4	28.2	7.3	4.8	1.0	-1.8
STr2_AirCoolerBoil2	17.9	20.0	28.3	31.8	-0.7	-4.9	-3.6	-2.1	3.6	23.4	28.1	7.9	6.6	0.9	-1.8
STr1_AirCoolerBoil2	17.6	19.1	28.7	35.7	2.0	-5.5	-4.3	-4.3	1.6	23.0	26.0	10.4	5.0	0.7	-2.2
STr1_AirCoolerBoil1	17.5	18.8	28.8	36.0	2.3	-6.0	-4.9	-4.5	1.2	23.0	16.1	11.8	6.1	0.6	-2.3
STr2_mainTransfo	-8.5	-5.0	1.4	-5.0	5.7	2.6	1.8	-0.1	2.3	-2.1	0.5	8.9	13.8	0.3	-6.7
STr1_mainTransfo	-8.1	-12.2	-11.0	-5.3	6.0	2.6	-0.6	-0.5	2.6	-2.5	0.1	9.9	14.3	-1.2	-6.7
STr2_AuxTransfo	-20.5	-17.0	-13.0	-10.1	-6.2	-15.4	-14.9	-6.4	-3.6	-16.8	-14.3	-9.3	-5.4	-8.7	-12.5
STr1_AuxTransfo	-22.3	-18.0	-14.1	-8.5	-5.8	-15.1	-15.4	-6.7	-6.4	-18.4	-15.1	-8.9	-5.1	-9.4	-11.7
STranches_Light_oil_TK_Pump1	8.6	3.0	21.8	23.8	8.5	0.4	0.6	-15.5	-11.8	7.4	12.1	15.2	4.7	-3.3	-11.3
STranches_Light_oil_TK_Pump2	-3.3	3.0	22.2	23.8	8.6	-7.9	-6.7	0.2	-7.3	3.1	12.2	15.7	2.4	-2.0	-8.8
STranches_Raw_Water_Pump2	8.9	9.4	18.8	26.9	11.0	5.5	6.3	4.5	-4.1	11.3	12.5	17.2	12.1	3.9	-3.0
STranches_POTABLE_WATER_Pump1	-2.2	-3.1	11.2	19.3	2.9	-4.3	-4.5	-6.3	-5.8	-2.1	1.7	9.5	2.3	-2.9	-7.9
STranches_POTABLE_WATER_Pump2	-1.5	2.8	18.9	20.1	4.8	-4.1	-4.2	-4.7	-5.2	-0.7	1.1	9.1	2.4	-2.6	-7.8
STranches_DEMI_WATER_Pump2	-4.5	4.0	17.6	20.0	8.8	-5.3	-5.6	-4.0	-9.7	0.9	11.8	4.7	11.6	-5.0	-8.8
STranches_DEMI_WATER_Pump1	-7.3	-1.3	16.7	23.9	6.4	-6.1	-4.9	-5.4	-10.2	-1.4	2.5	14.3	10.1	-4.8	-8.8
STranches_Waste_WATER_Pump1	7.7	8.0	24.5	28.2	14.9	6.4	6.3	-5.5	-6.9	11.3	14.7	20.3	0.4	1.4	-3.7
Str2_FGD	15.5	20.6	24.7	27.2	12.1	12.4	11.4	11.9	16.3	19.8	23.7	13.4	14.7	5.8	4.7
Str1_FGD	14.4	18.3	23.6	28.4	16.6	5.3	8.7	-1.7	1.1	18.6	24.0	21.6	16.4	3.2	0.5
STranches_Broyeur	19.2	25.6	26.7	16.2	24.6	20.8	19.2	19.9	27.8	24.6	29.0	29.5	31.5	13.5	15.3
STranches_urea	18.8	11.4	17.8	16.8	11.5	8.7	9.8	1.6	0.0	23.9	23.0	4.3	8.4	8.7	-0.7
STr1_desulf_comp2	10.6	13.9	29.4	22.0	-4.3	-5.5	-11.2	-8.1	-5.7	20.8	26.9	-0.4	-0.4	-0.9	-6.5
STr1_desulf_comp1	11.1	2.5	29.3	26.6	4.1	-13.0	-13.4	1.5	-4.1	15.6	23.1	16.0	3.2	-4.3	-7.3
STr1_desulf_pompe	1.3	3.3	8.6	7.4	-11.6	-20.2	-20.6	-12.8	-11.9	5.8	0.8	11.3	-8.8	-13.2	-14.8
STr1_desulf_pompe	5.6	-1.4	15.4	8.4	-11.2	-20.0	-4.6	-12.8	-11.9	6.4	2.9	10.9	-8.9	-12.9	-14.6
STr1_desulf_pompe	7.3	-3.0	16.2	9.8	-10.3	-20.0	-13.1	-12.8	-11.9	10.9	11.5	-	-9.0	-12.9	-14.7

Point de contrôle	Niveau global (dBA)															
	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	
Sources CadnaA																
STr1_desulf_pompe	7.2	5.5	9.1	11.4	-10.4	-13.5	-14.2	-12.9	-12.1	10.9	12.3	-7.4	-9.3	-13.1	-15.0	
STr1_desulf_pompe	2.3	1.4	16.6	17.2	-2.6	-20.5	-18.9	-10.5	-16.1	6.5	12.4	6.5	-5.5	-14.0	-16.5	
STr1_desulf_pompe	0.0	1.5	16.2	17.2	-6.2	-20.4	-18.8	-5.1	-16.0	3.2	9.3	6.5	-5.5	-13.6	-16.3	
STr1_desulf_pompe	1.3	-3.7	16.2	17.2	-5.9	-20.2	-18.7	-5.2	-15.8	2.8	3.1	6.6	-11.3	-13.4	-16.0	
STr1_desulf_pompe	4.6	-3.3	11.6	17.2	-2.1	-19.8	-18.5	-21.9	-15.5	7.3	10.5	6.6	-11.3	-13.1	-15.7	
STr1_desulf_cooler	16.7	19.0	28.2	33.7	-0.8	-4.3	-2.3	9.8	9.8	24.5	29.9	12.9	1.9	-0.2	-1.8	
STr1_desulf_cooler	16.7	17.7	29.9	32.0	15.4	-8.4	-7.7	-9.1	9.3	22.5	27.8	22.4	7.4	-0.2	-3.3	
STranches_Waste_WATER_Pump1	9.9	8.1	23.6	28.1	14.1	6.4	6.3	-5.5	-5.7	13.4	15.2	20.1	0.4	1.4	-3.7	
STranches_Raw_Water_Pump2	8.9	8.3	19.0	26.9	11.1	6.7	6.4	4.6	-4.5	11.2	11.3	9.4	12.2	4.3	-3.1	
STranches urea	18.8	11.1	18.6	17.1	13.3	6.6	6.3	2.7	0.2	20.0	24.0	5.0	9.3	2.1	-0.6	
Str2_TAV	19.6	21.5	29.6	22.5	29.2	15.8	17.2	21.7	20.2	28.9	27.8	36.1	37.2	19.8	13.3	
Str1_TAV	14.5	18.4	33.9	37.0	30.6	15.5	15.5	23.1	25.4	18.2	22.8	37.6	37.6	21.8	21.8	
Stranche_Workshop	12.4	8.7	29.5	34.6	23.4	18.1	16.8	15.6	17.2	15.6	22.3	29.8	31.5	16.8	6.3	
Convoyeur	10.6	16.2	22.2	17.9	12.8	0.3	1.7	5.7	3.2	14.8	20.2	12.6	18.8	0.7	-3.7	
Convoyeur	6.8	8.8	9.6	12.7	20.2	7.4	6.1	4.1	3.1	12.8	13.2	20.7	22.5	3.8	-2.1	
Convoyeur	13.3	13.7	12.5	3.7	17.1	9.0	7.5	8.6	9.8	18.3	22.5	22.2	23.1	6.8	1.6	
Convoyeur	11.8	11.1	21.7	12.2	17.2	8.5	7.0	10.6	1.1	16.9	21.4	15.6	23.9	15.2	3.4	
Filtre TR2roof	16.1	19.6	24.4	30.0	10.9	6.8	6.7	8.7	11.6	21.8	25.7	15.0	17.8	7.8	3.2	
Filtre Tr2floor	10.3	16.7	16.3	23.6	8.3	2.7	3.8	1.4	-1.0	15.6	21.0	14.4	11.2	2.1	0.1	
Filtre Tr1roof	13.9	17.6	27.6	33.8	18.2	-1.5	-3.6	-0.9	9.1	19.4	24.0	24.9	19.1	6.1	1.1	
Filtre Tr1floor	9.9	9.1	21.9	36.0	14.2	-4.2	-6.9	3.6	-1.0	13.9	17.7	17.6	9.1	0.7	-2.7	
Route chargement charbon	16.1	15.5	17.4	22.5	18.6	18.3	15.9	17.8	45.1	18.3	19.9	23.7	24.2	19.3	11.2	
chaudière Tr2	23.7	24.5	29.6	33.0	26.0	20.1	19.6	21.3	23.2	27.5	30.3	29.0	31.4	23.2	19.0	
chaudière Tr1	22.8	23.6	32.9	38.5	27.3	19.5	19.0	19.5	20.3	26.5	30.2	32.1	32.5	23.7	18.4	