

Voies Navigables de France Recalibrage de la LYS

Rapport d'études acoustiques prévisionnelles



Réf. Sim Engineering : 18GAC029.2

Réf. Client : 18 31 0000260

Le 28 mai 2018

Christophe Séjourné

03 20 05 88 56

c.sejourne@sim-engineering.com



Suivi d’Affaire

Précédentes études & suivi du Projet :

Réf. document	Objet	Date
18GAC209.1	Etat initial	04/04/2018

Révisions du document :

Révision	Nature de révision	Date
0	Version initiale	14/05/2018
1	Corrections suite à relecture VNF	14/05/2018
2	Prise en compte du trafic nocturne	28/05/2018

Suivi :

	Rédacteur
Nom	SEJOURNE
Prénom	Christophe
Date	28/05/2018

Sommaire

Suivi d’Affaire	2
Sommaire	3
INTRODUCTION & GENERALITES	4
1. Objet de l’étude	5
2. Contexte réglementaire	5
2.1. Réglementation en phase travaux	5
2.2. Objectifs acoustiques d’exploitation	6
2.3. Contexte normatif	6
2.4. Principales définitions	6
ETUDE PREDICTIVE – PHASES CHANTIER	7
3. Mode opératoire et présentation de la modélisation	8
3.1. Mode opératoire	8
3.2. Caractéristiques générales de la modélisation	8
3.3. Puissances acoustiques des sources sonores	9
3.4. Ambiances sonores préexistantes	10
4. Résultats de la modélisation	13
4.1. Résultats phase 1-1 : Battage de palplanche standard	13
4.2. Résultats phase 1-2 : Battage de palplanche difficile	14
4.3. Résultats phase 2 : Dragage	15
4.4. Résultats phase 3 : Travaux sur berges	16
5. Interprétation des résultats	17
6. Dispositions pour la limitation des nuisances sonores	18
6.1. Choix du matériel et limitation du nombre d’engin par phase	18
6.2. Désignation d’un médiateur auprès de la population	19
6.3. Adapter les horaires de chantier	19
6.4. Sensibilisation du personnel et adaptation des comportements	20
6.5. Accès au chantier	20
ETUDE PREDICTIVE – PHASE EXPLOITATION	21
7. Mode opératoire et présentation de la modélisation	22
7.1. Mode opératoire	22
7.2. Caractéristiques générales de la modélisation	22
7.3. Puissances acoustiques des sources sonores	23
7.4. Présentation du modèle	25
8. Résultats de la modélisation	28
8.1. Résultats à horizon 2030	28
8.2. Résultats à horizon 2060	35
9. Interprétation des résultats	42
CONCLUSION & PERSPECTIVES	43
ANNEXES	45

Introduction & Généralités

1. Objet de l'étude

Dans le cadre du projet de recalibrage de la Lys Mitoyenne à 4400t, VNF a sollicité Sim Engineering afin de réaliser l'étude d'impact acoustique du projet.

Le projet prévoit d'élargir le canal mais surtout de l'approfondir de façon à favoriser les dépassements et à permettre la circulation de bateaux ayant une plus grande capacité d'emport :

- Classe Va+ (144m) à l'horizon 2030
- Classe Vb (195m) à l'horizon 2060.

Globalement, l'emprise du canal actuel sera conservée.

Cette étude a pour but de caractériser :

- L'état initial :
 - Réalisation d'une campagne de mesures environnementales le long du linéaire.
 - Caractérisation acoustique des bateaux circulant actuellement sur le canal
- L'impact environnemental du projet :
 - Impact acoustique durant les différentes phases de chantier
 - Impact acoustique engendré par le trafic fluvial prévisionnel aux échéances 2030 et 2060 en périodes diurne et nocturne

L'état initial est présenté dans le rapport 18GAC029.1 daté du 4 avril 2018.

Ce document présente les résultats des études prédictives.

2. Contexte réglementaire

2.1. Réglementation en phase travaux

L'impact acoustique du chantier est soumis au texte réglementaire suivant :

- Articles R. 1334-36 et R. 1337-6 du code de la santé public.

Ce qu'il faut retenir :

Les autorisations délivrées en droit de l'urbanisme, comme le permis de construire, sont implicitement des autorisations. Il en va de même des déclarations de travaux prévus à l'article L. 422-2 du code de l'urbanisme.

Les engins de chantier doivent répondre à la réglementation spéciale concernant la limitation de leur niveau sonore et leur homologation. Ils doivent être utilisés dans des conditions qui ne rendent pas cette réglementation inopérante.

Aux termes de l'article R. 1337-6 du code de la santé publique, les bruits de voisinage résultant des chantiers de travaux publics ou privés prévus à l'article R. 1334-36 sont constitutifs d'une infraction de 5ème classe (1500 € au plus) s'ils sont la conséquence d'un comportement fautif caractérisé par l'une des trois circonstances suivantes :

- *non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes concernant soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;*
- *fait de ne pas prendre les précautions suffisantes pour limiter le bruit ;*
- *comportement anormalement bruyant (laissé à l'appréciation des juges).*

2.2. Objectifs acoustiques d'exploitation

Il n'existe pas de réglementation acoustique applicable au trafic fluvial.

Comme indiqué au cahier des charges, nous baserons donc l'étude sur la « non dégradation de la situation actuelle » et notamment sur le respect d'un niveau sonore maxi en façade des habitations potentiellement exposées de **60 dB(A) en période de jour (6h-22h) et 55 dB(A) en période de nuit (22h-6h)** (objectifs retenus dans le cadre de l'étude d'impact sonore du canal Seine Nord Europe).

2.3. Contexte normatif

- NF S 31-010 de décembre 1996 relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Méthodes particulières de mesurage ;
- NF S 31-110 de décembre 1996 relative à la caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation ;
- NF S 31-133 d'avril 2001 relative aux bruits des infrastructures de transports terrestres ;
- NF S 31-130 de décembre 2008 relative aux cartographies du bruit en milieu extérieur ;
- ISO 9613, concernant l'Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre.

2.4. Principales définitions

Nous présentons ci-dessous les principales définitions nécessaires à la compréhension de l'étude.

⇒ Des définitions et des notions d'acoustiques sont présentées en Annexes.

Bruit résiduel

Ensemble des bruits habituels en l'absence du bruit émis par l'objet de l'étude.

Bruit particulier

Bruit émis par l'objet de l'étude seul en dehors du bruit résiduel.

Bruit ambiant

Bruit total existant, incluant le bruit résiduel et le bruit particulier.

Emergence :

Différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés A du bruit ambiant (objet de l'étude en fonctionnement) et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'objet de l'étude).

1^{ère} PARTIE

Etude prédictive – Phases chantier

3. Mode opératoire et présentation de la modélisation

3.1. Mode opératoire

Afin de déterminer l'impact prévisionnel du chantier lors des différentes phases, nous avons retenu un secteur d'étude afin de déterminer la zone d'impact du chantier et de définir les dispositions à prendre en fonction de la distance des habitations vis-à-vis du chantier au fur et à mesure de son avancée.

L'étude de la phase chantier a été réalisée sur la portion traversant la ville de Comines (implantation parmi les plus contraignantes et ayant fait l'objet de mesures lors du diagnostic de l'état initial) et se décompose selon les étapes suivantes.

Modélisation de la phase 1-1 : Battage de palplanche standard

Atelier mobile de battage de palplanche composé de 2 grues à flèche (une pour la mise en place des palplanches, l'autre équipée d'un vibreur).

Modélisation de la phase 1-2 : Battage de palplanche difficile

Atelier mobile de battage de palplanche composé de 2 grues à flèche (une pour la mise en place des palplanches, l'autre équipée d'un mouton hydraulique).

Modélisation de la phase 2 : Dragage

Atelier mobile de dragage, composé d'une pelle sur ponton et d'une pelle sur berge.

Modélisation de la phase 3 : Travaux sur berges

Atelier mobile composé de 2 pelles et d'un camion

3.2. Caractéristiques générales de la modélisation

Simulation acoustique

Les modèles ont été réalisés à l'aide du logiciel Predictor développé par SOFTNOISE.

Il s'agit d'un logiciel de modélisation et de calcul 3D de la propagation acoustique en milieu extérieur.

Il prend en compte les éléments suivants :

- Sources sonores ponctuelles, linéiques, surfaciques.
- Bâtiments et éléments volumétriques pouvant agir comme des écrans ou des réflecteurs acoustiques.
- Les effets de sol, de climat.

Il permet d'effectuer :

- Des cartographies horizontales ou verticales.
- Des calculs au niveau de points de réception avec hiérarchisation des sources sonores.

Données d'entrée

Afin de réaliser ce modèle nous sommes basés sur les éléments suivants :

- Données Google® Maps ; Base de données (format SHAPEFILE) du client ;
- Données récoltées in situ lors du diagnostic acoustique.

3.3. Puissances acoustiques des sources sonores

Les niveaux de puissance globaux des équipements utilisés ont été déterminés sur la base de données VNF (voir plus bas) ainsi que sur la réglementation en vigueur définie par l'arrêté du 18 mars 2002 relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments.

Cet arrêté définit des niveaux de puissance acoustique maximum, en particulier pour les engins de chantier, en fonction de leur année de mise sur le marché et de leur puissance nette installée.

Cette réglementation est définie selon 2 phases de mise sur le marché : à compter du 3 janvier 2002 et à compter du 3 janvier 2008. Nous partons du postulat que les équipements utilisés seront en conformité avec cette réglementation.

Pour chaque source sonore, le modèle intègre le spectre de source en bandes d'octave présentées dans le tableau ci-dessous. Les allures spectrales ont été établies sur la base de relevés effectués sur des engins équivalents.

Données VNF – bruit d'équipements :

- Grue à flèche : 80 dB(A) à 7m
- Vibreur : 90 dB(A) à 7m
- Mouton hydraulique : 100 dB(A) à 7m

Autres sources :

- Pelles : $L_w = 100$ dB(A) (Décret 2002 pour $P = 65$ kW – Donnée issue d'une précédente étude pour VNF)
- Camions : $L_w = 90$ dB(A) (issu de mesures Sim Engineering)

Modélisation de la phase 1 : Battage de palplanche standard

	Niveau de puissance sonore L_w par bande de fréquence en dB								
Désignation	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	dB(A)
Grue à flèche	102	106	106	99	97	97	97	94	105
Vibreux	102	105	113	110	111	109	105	99	115

Modélisation de la phase 1-1 : Battage de palplanche difficile

	Niveau de puissance sonore L_w par bande de fréquence en dB								
Désignation	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	dB(A)
Grue à flèche	102	106	106	99	97	97	97	94	105
Mouton hydraulique	127	124	124	122	119	119	114	107	125

Modélisation de la phase 2 : Dragage

	Niveau de puissance sonore L_w par bande de fréquence en dB								
Désignation	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	dB(A)
Pelle sur ponton	67	85	90	94	94	93	92	92	100
Pelle excavatrice	67	85	90	94	94	93	92	92	100

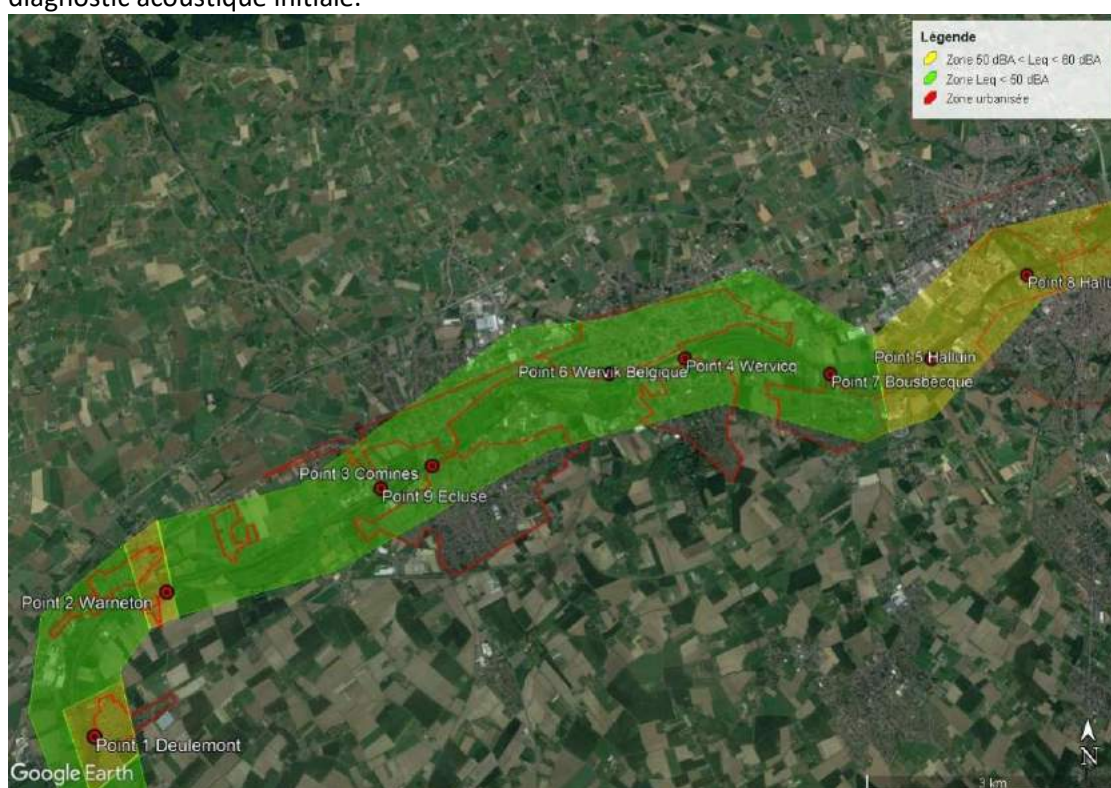
Modélisation de la phase 3 : Travaux sur berges

Désignation	Niveau de puissance sonore L_w par bande de fréquence en dB								
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	dB(A)
Pelles x2	67	85	90	94	94	93	92	92	100
Camion	87	88	85	85	88	80	75	75	90

3.4. Ambiances sonores préexistantes

Ambiance sonore globale


La représentation ci-dessous rappelle les ambiances sonores préexistantes caractérisées lors du diagnostic acoustique initiale.



Secteur d'étude

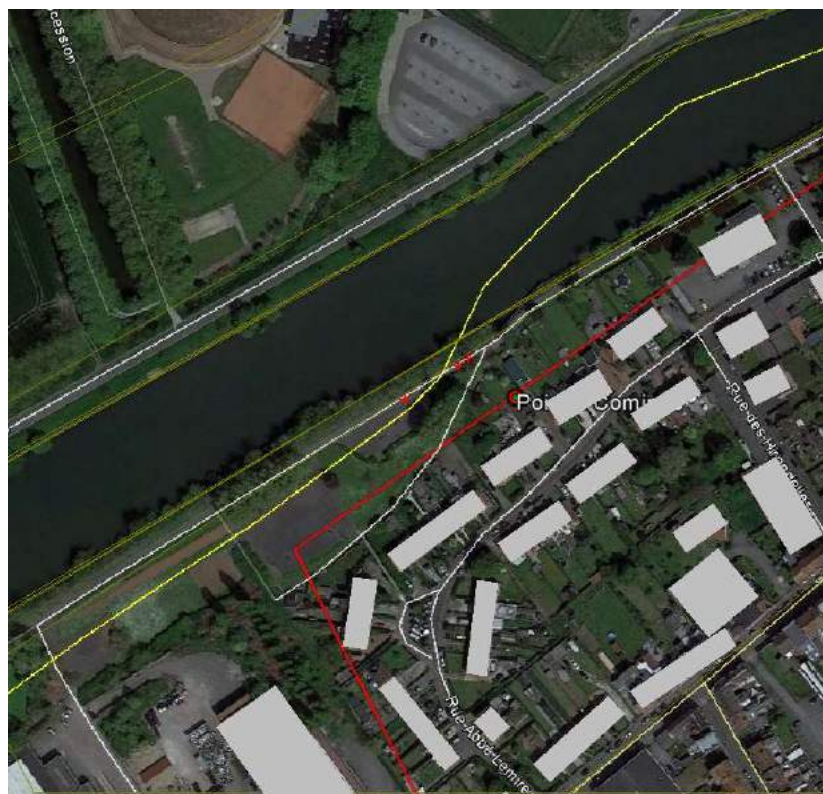
La modélisation est réalisée dans une zone contraignante d'un point de vue acoustique. La zone est située à proximité de la ville de Comines, avec des habitations à proximité.

Le niveau sonore de référence a été relevé à proximité de la zone d'étude dans le rapport 18GAC029.1 révision 0, Etat initial.

Point	Informations	Photo
Point 3 Comines	<p>Chez M. PUYPE 18 rue l'Abbé Lémire COMINES 03 20 14 08 01</p> <ul style="list-style-type: none"> • Environnement calme/urbain • Routes belges + travaux en Belgique • Trafic sur le pont de Comines • Péniches audibles <p>L_{Aeq} diurne : 48,5 dB(A)</p>	

Présentation du modèle

Les vues ci-après présentent le modèle numérique réalisé.

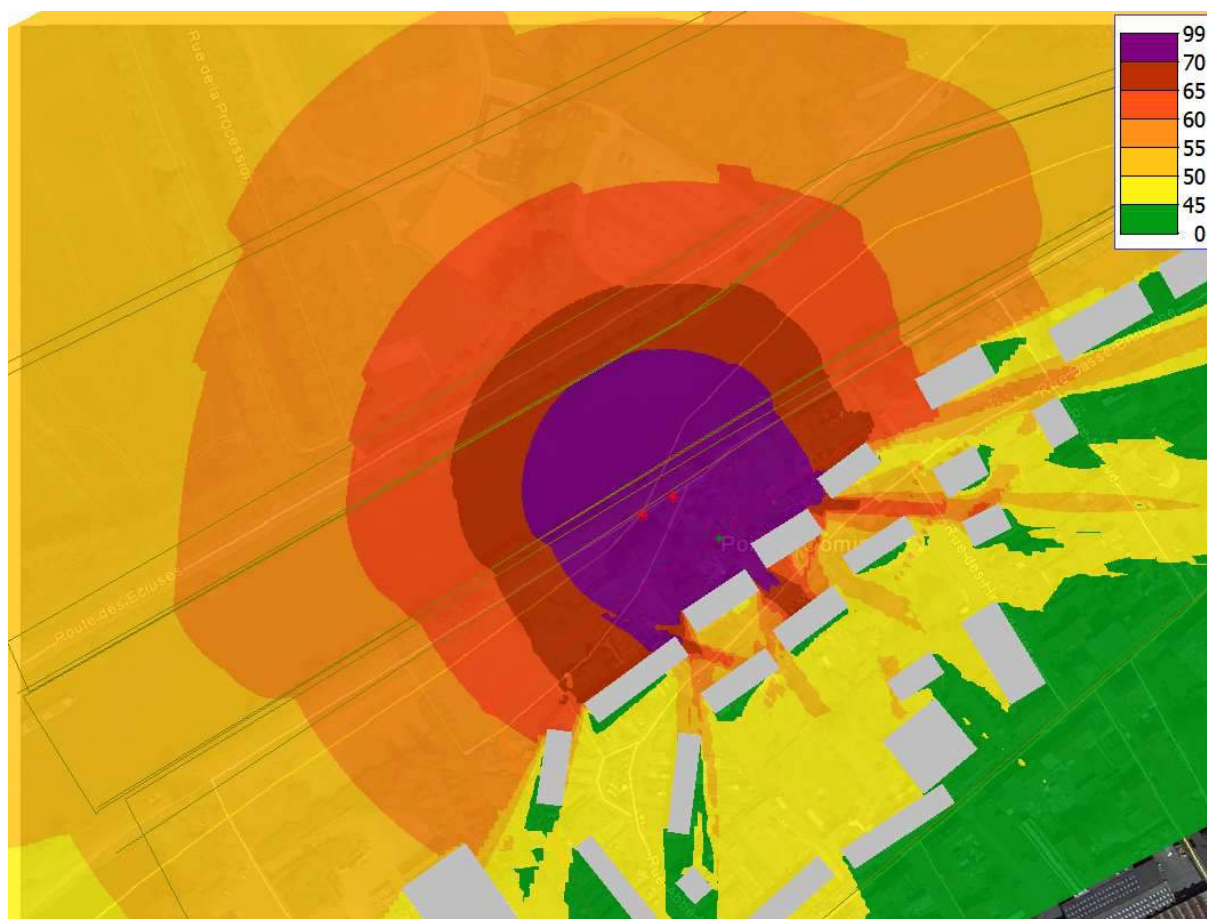


4. Résultats de la modélisation

4.1. Résultats phase 1-1 : Battage de palplanche standard

4.1.1. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m)

Les cartographies ci-après représentent l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) durant la phase de chantier 1 : Battage de palplanche standard.



4.1.2. Impact du chantier

Analyse globale

Le tableau ci-dessous présente les zones d'impact en fonction de la distance au chantier :

Zone d'impact	Distance d'impact	Impact du chantier
50 dB(A)	> 300 mètres	Impact faible à modéré tous secteurs
60 dB(A)	130 mètres	Impact important en zones calmes Impact modéré en zones modéré
70 dB(A)	60 mètres	Impact important toutes zones

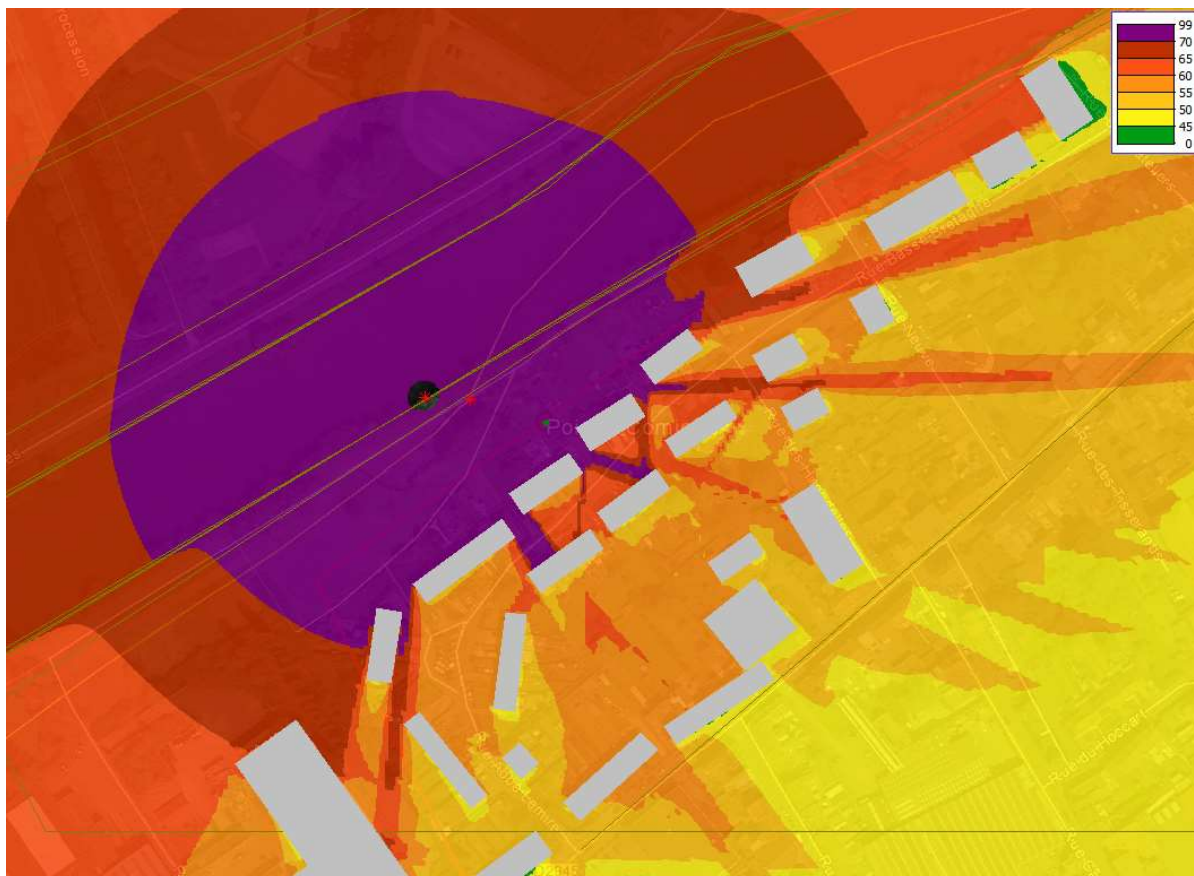
Secteur d'étude

Le niveau de bruit particulier calculé à 2 mètres de la façade du bâtiment d'habitation le plus proche est de 75 dB(A), soit 26,5 dB(A) au-delà de la situation actuelle et 15 dB(A) au-delà de la valeur cible de 60 dB(A).

4.2. Résultats phase 1-2 : Battage de palplanche difficile

4.2.1. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m)

Les cartographies ci-après représentent l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) durant la phase de chantier 1 : Battage de palplanche difficile.



4.2.2. Impact du chantier

Analyse globale

Le tableau ci-dessous présente les zones d'impact en fonction de la distance au chantier :

Zone d'impact	Distance d'impact	Impact du chantier
50 dB(A)	> 750 mètres	Impact faible à modéré tous secteurs
60 dB(A)	330 mètres	Impact important en zones calmes Impact modéré en zones modéré
70 dB(A)	110 mètres	Impact important toutes zones

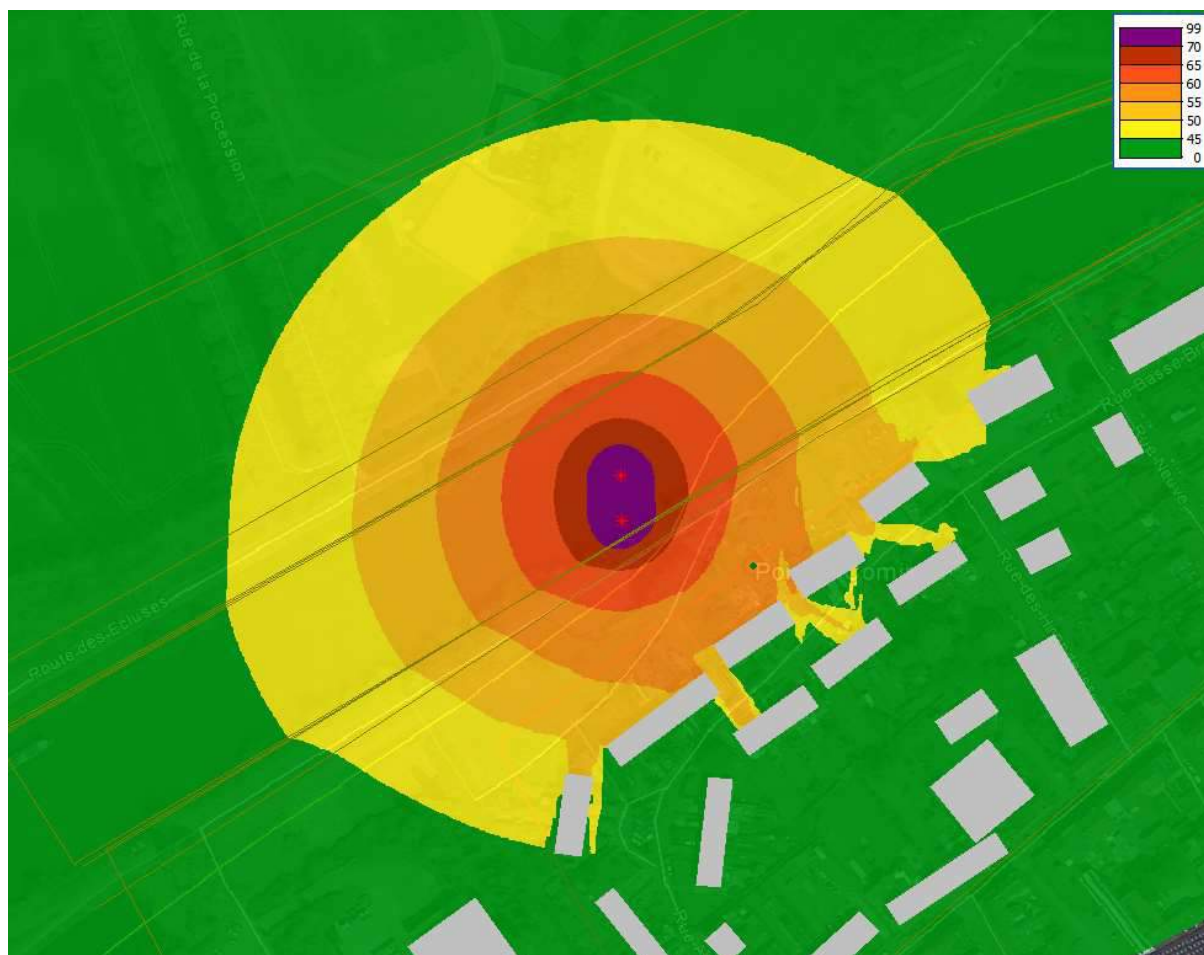
Secteur d'étude

Le niveau de bruit particulier à 2 mètres de la façade du bâtiment d'habitation le plus proche est de 81 dB(A) soit 32,5 dB(A) au-delà de la situation actuelle et 20,9 dB(A) au-delà de la valeur cible de 60 dB(A).

4.3. Résultats phase 2 : Dragage

4.3.1. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m)

Les cartographies ci-après représentent l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) durant la phase de chantier 2 : dragage.



4.3.2. Impact du chantier

Analyse globale

Le tableau ci-dessous présente les zones d'impact en fonction de la distance au chantier :

Zone d'impact	Distance d'impact	Impact du chantier
50 dB(A)	> 100 mètres	Impact faible à modéré tous secteurs
60 dB(A)	50 mètres	Impact important en zones calmes Impact modéré en zones modéré
70 dB(A)	20 mètres	Impact important toutes zones

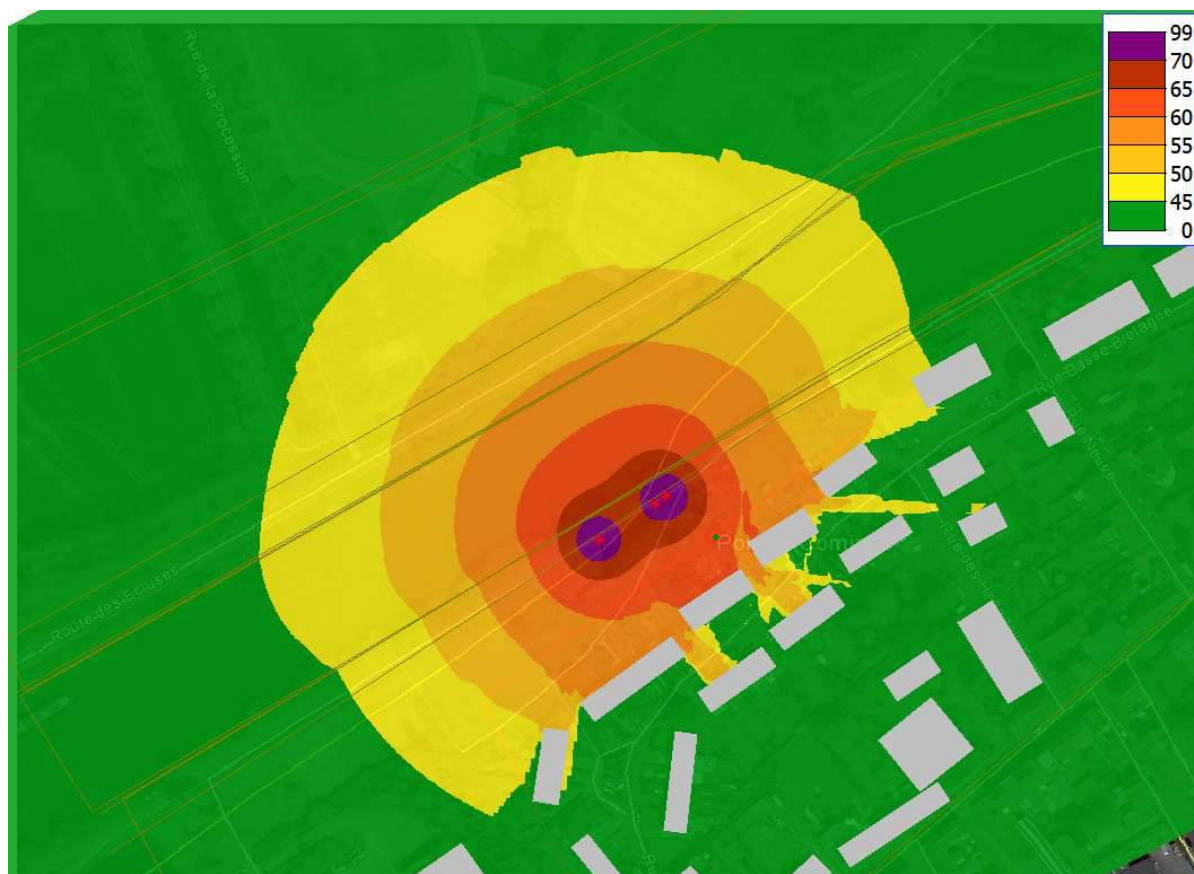
Secteur d'étude

Le niveau de bruit particulier à 2 mètres de la façade du bâtiment d'habitation le plus proche est de 57 dB(A) soit 8,5 dB au-delà de la situation actuelle mais inférieur à la valeur cible de 60 dB(A).

4.4. Résultats phase 3 : Travaux sur berges

4.4.1. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m)

Les cartographies ci-après représentent l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) durant la phase de chantier 3 : Travaux sur berges.



4.4.2. Impact du chantier

Analyse globale

Le tableau ci-dessous présente les zones d'impact en fonction de la distance au chantier :

Zone d'impact	Distance d'impact	Impact du chantier
50 dB(A)	> 110 mètres	Impact faible à modéré tous secteurs
60 dB(A)	50 mètres	Impact important en zones calmes Impact modéré en zones modéré
70 dB(A)	20 mètres	Impact important toutes zones

Secteur d'étude

Le niveau de bruit particulier à 2 mètres de la façade du bâtiment d'habitation le plus proche est de 61 dB(A) soit 12,5 dB(A) au-delà de la situation actuelle et 1 dB(A) par rapport à la valeur cible de 60 dB(A).

5. Interprétation des résultats

Analyse des résultats au niveau du secteur d'étude

Les niveaux sonores estimés dans la zone étudiée (secteur sélectionné car représentatif des configurations les plus contraignantes : ambiance calme et riverains à proximité du canal) à proximité des bâtiments d'habitation pendant la phase chantier seraient compris entre 57 et 81 dB(A).

Ces valeurs sont entre 8,5 et 32,5 dB(A) supérieures aux valeurs préexistantes et jusqu'à 21 dB(A) au-delà de la valeur cible de 60 dB(A). Les zones d'impact du chantier sont comprises entre 100 et 750 mètres pour la phase la plus bruyante.

Analyse globale

Bien qu'il n'y ait pas de réglementation définissant des niveaux sonores maximaux durant les phases de chantier, il existe un risque important de nuisances sonores aux niveaux des habitations les plus exposées.

Ces nuisances seraient toutefois limitées à des durées restreintes pour chaque phase en fonction de l'avancement des travaux, puisqu'il s'agit de chantier mobile.

De plus, la majeure partie des travaux sera réalisée en zones de faible densité de population, avec un nombre très limité, voire aucune habitation dans la zone d'impact du projet selon les phases de travaux.

Afin de limiter l'impact sonore au voisinage et de s'assurer de la représentativité de l'étude menée, il convient d'indiquer très clairement dans votre DCE des objectifs en termes de niveaux sonores engendrés par les équipements qui seront utilisés, et si possible, d'inciter les entreprises à proposer des modes opératoires moins bruyants.

6. Dispositions pour la limitation des nuisances sonores

En raison de sa nature (chantier mobile), la mise en place de solution pour la limitation des nuisances sonores (type écrans acoustiques) ne semble pas pertinente.

Réglementairement, il n'existe aucune valeur limite de niveau de bruit de chantier ; toutefois, il convient de prendre des mesures permettant de réduire l'impact du chantier et de limiter les nuisances sonores pouvant être engendrées au voisinage.

6.1. Choix du matériel et limitation du nombre d'engin par phase

Les méthodes et outils générant le moins de bruit et des niveaux sonores faibles devront être choisis prioritairement, conformément aux réglementations ci-après :

- ⇒ **DIRECTIVE 2000/14/CE DU PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL du 8 mai 2000** concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments
- ⇒ **Arrêté du 18 mars 2002**, relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments. Cet arrêté transcrit la directive européenne 2000/14/CE du 8 mai 2000.
- ⇒ **Décret no 95-79 du 23 janvier 1995** fixant les prescriptions prévues par l'article 2 de la loi no 92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit et relatives aux objets bruyants et aux dispositifs d'insonorisation.

En particulier, le matériel de chantier doit (article 3) :

- Satisfaire aux exigences de l'arrêté en matière d'émissions sonores dans l'environnement,
- Respecter la procédure d'évaluation de conformité,
- Posséder le marquage « CE » et l'indication du niveau de puissance acoustique garanti.

Choix des modes opératoires les moins bruyants

Le mouton hydraulique est générateur de nuisances sonores très importantes.

Son utilisation devra être limitée au strict nécessaire, la vibreuse sera privilégiée autant que possible.

Nombre d'engin

Les chantiers seront relativement petits, il ne semble pas possible de réduire le nombre d'équipement par phase

De façon générale, en ce qui concerne le matériel et les engins :

- Réaliser simultanément les tâches les plus bruyantes pour limiter leur durée
- Eviter les chutes de matériel
- Utiliser des talkie-walkie (notamment avec les grutiers) pour communiquer afin d'éviter les cris et sifflements
- Utiliser des marteaux piqueurs hydrauliques en alternative aux marteaux piqueurs classiques,
- D'une manière plus générale, remplacer les engins et matériel pneumatiques par leur équivalent électrique ou hydraulique,

- À performances équivalentes, utilisez des engins insonorisés ou des engins électriques
- Insonoriser les engins et le matériel (pelles, chargeurs, bulls),
- Établir un plan de circulation des engins réduisant les marches arrière,
- Réfléchir au positionnement du matériel de chantier (si le contexte le permet)
- Utiliser des avertisseurs de recul « bruit blanc » au lieu de « tonal » sur les engins,
- Adapter la puissance de l'engin et sa dimension aux tâches à accomplir,
- Utiliser du matériel de puissance suffisante pour limiter le régime moteur,
- Limiter les découpes de matériaux sur le chantier,
- Prévoir des réservations suffisantes permettant d'éviter les percements ultérieurs
- Etc.

6.2. Désignation d'un médiateur auprès de la population

Nous vous invitons fortement à définir une personne parmi le personnel d'organisation du chantier qui servira de médiateur auprès de la population et des collectivités et qui fera office de « référent bruit » pendant la durée du chantier

Cette personne aura à charge :

- De prévenir les collectivités et la population avant chaque phase du chantier, de les informer au sujet des éventuelles nuisances sonores ;
- De recueillir les éventuelles doléances des riverains afin de pouvoir rapidement leur apporter des réponses et de mettre en œuvre les actions correctrices si nécessaire.
- Mettre en place, en accord avec les riverains, des périodes horaires permettant à des activités bruyantes de s'exercer. La période pourra, par exemple, être de 8 heures à 12 heures et de 13 à 17 heures les jours ouvrés de la semaine.

Il nous semble en effet nécessaire d'établir un dialogue courtois avec la population afin que le chantier se passe dans les meilleures conditions pour tout le monde.

6.3. Adapter les horaires de chantier

Un aménagement des horaires de travail est préconisé afin de diminuer au maximum le risque de gêne occasionnée chez les riverains les plus proches.

Le travail selon la plage 8h–18h (horaire de travail standard durant lequel les riverains ne sont pas à leur domicile) semble judicieux car il permet d'éviter les périodes durant lesquelles le voisinage est le plus sensible au bruit (exclus par exemple les horaires où les personnes viennent de rentrer chez elles, et les horaires de coucher des enfants). Le travail de nuit (22h–7h) devra être proscrit.

De plus, nous vous conseillons fortement de vérifier qu'il n'existe aucun établissement sensible (établissements scolaires et de santé) dont l'activité nécessite le calme durant les heures traditionnelles de travail. Le cas échéant, il conviendrait alors d'aménager les horaires de travail ou les périodes (vacances) de travail.

6.4. Sensibilisation du personnel et adaptation des comportements

Il est indispensable de sensibiliser le personnel aux risques sonores :

- En se protégeant contre le bruit : le port des protections auditives sera fortement recommandé lors des phases générant plus de 80 dB(A) au poste de travail, et imposées lors que le niveau sonore atteindra ou dépassera 85 dB(A).
- En les incitant à adapter leur comportement pour limiter l'impact environnemental du chantier :
 - Eteindre les moteurs des équipements en stationnement ou en attente ;
 - Eviter les chutes de matériel durant les phases de manutention. Celui-ci sera posé et non « lâché », en particulier les pièces métalliques (palplanches)

6.5. Accès au chantier

Les accès aux zones de chantier seront définis afin limiter la circulation de matériel et de camions à proximité des habitations ou zones sensibles.

2^{ème} PARTIE

Etude prédictive – Phase exploitation

7. Mode opératoire et présentation de la modélisation

7.1. Mode opératoire

L'étude de la phase exploitation est effectuée en prévision du trafic fluvial à échéance 2030 et 2060 réalisée suivant les tonnages déterminés par les études socio-économiques de la société STRATEC (2015).

Les estimations de trafic diurne et nocturne journalier ont été réalisées par VNF :

Type de bateaux	Freycinet	Campinois à DEK	RHK	Grand Rhéna	Nouveau Grand Rhéna à convoi poussé	Tonnage annuel en Mt
Tailles Emports	38.5m #320t	50 à 80m #720t	90m #1200t	95 à 110m #2000t	135 à 185m 3000t à 4400t	
Référence	14	8	4	2	-	6.63
2030 Diurne	18	13	7	2	1	11.87
2030 Nocturne	-	-	-	1	-	
2060 Diurne	12	15	9	4	1	15.96
2060 Nocturne	-	-	-	2	1	

7.2. Caractéristiques générales de la modélisation

Simulation acoustique

Les modèles ont été réalisés à l'aide du logiciel Predictor développé par SOFTNOISE. Il s'agit d'un logiciel de modélisation et de calcul 3D de la propagation acoustique en milieu extérieur.

Il prend en compte les éléments suivants :

- Sources sonores ponctuelles, linéiques, surfaciques.
- Rayonnements acoustiques de bâtiments émetteurs à partir des puissances rayonnées par les parois ou du niveau de pression à l'intérieur du bâtiment et des performances acoustiques des éléments de paroi.
- Bâtiments et éléments volumétriques pouvant agir comme des écrans ou des réflecteurs acoustiques.
- Les effets de sol, de climat.

Il permet d'effectuer :

- Des cartographies horizontales ou verticales.
- Des calculs au niveau de points de réception avec hiérarchisation des sources sonores.

Données utilisées

Afin de réaliser ce modèle nous nous sommes basés sur les éléments suivants :

- Données Google® Maps ; Base de données (format SHAPEFILE) du client
- Données récoltées in situ lors du diagnostic acoustique ;

7.3. Puissances acoustiques des sources sonores

A partir des niveaux de pression sonore relevés à proximité des péniches dans notre rapport « 18GAC029.1 révision 1, Etat initial » nous avons déterminé les niveaux de puissance sonore moyens suivant la méthodologie spécifiée par le SETRA, Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements.

La méthodologie est initialement prévue pour caractériser le trafic routier, dans notre cas nous l'avons jugé pertinente pour caractériser le trafic fluvial.

Le niveau de puissance sonore horaire $L_{w,m,h}$ par mètre est déterminé par la formule suivante :

$$L_{w,m,h} = L_{max} - 10 \cdot \log(V) - 30 + 10 \cdot \log(2 \cdot \pi \cdot d^2)$$

Avec L_{max} Le niveau de pression sonore maximum au point de mesure en dB
 V la vitesse de circulation du bateau en km/h
 d la distance entre le point de mesure et la source en m

7.3.1. Niveau de puissance sonore moyen par type d'embarcation

Les niveaux de puissance sonore moyens obtenus pour une embarcation navigant à une vitesse de référence de 10 km/h sont les suivants :

Niveau de puissance sonore moyen horaire par mètre (ref. V=10 km/h) $L_{w,m,h}$									
Type	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	dB(A)
Freycinet	74	77	66	60	58	56	53	50	66
2xFreycinet	90	75	65	61	60	57	54	50	68
Campinois à dek	72	70	64	59	57	53	50	45	63
RHK	72	70	63	59	57	54	51	47	63

D'autre part, pour caractériser le bruit au passage d'autres types de bateaux nous avons utilisé les résultats de l'étude acoustique du projet Canal Seine Nord Europe réalisées en 2005.

Les niveaux de puissance sonore moyens obtenus pour une embarcation navigant à une vitesse de référence de 10 km/h (vitesse maximale autorisée des bateaux chargés sur cette voie conformément au règlement de police de la navigation fluviale) sont les suivants :

Niveau de puissance sonore moyen horaire par mètre (ref. V=10 km/h) $L_{w,m,h}$									
Type	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	dB(A)
Plaisances	87	74	66	62	61	57	54	52	67
Pousseurs	90	78	70	65	65	66	62	55	73

7.3.2. Niveau de puissance sonore moyen à différent horizon

A partir des niveaux de puissance sonore de chaque type d'embarcation nous avons recomposé le niveau moyen sur l'ensemble du tronçon d'étude selon les estimations de trafic.

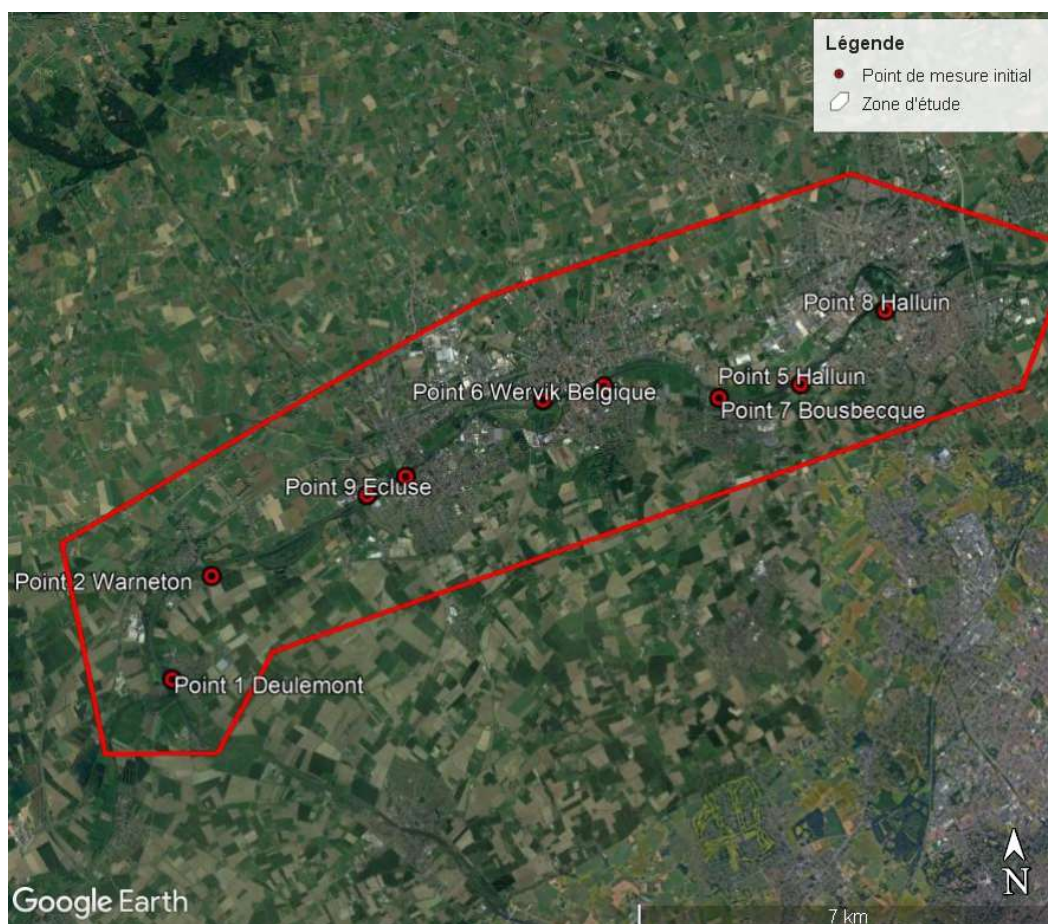
Les niveaux de puissance sonore résultants sont les suivants :

Type	Niveau de puissance sonore moyen horaire par mètre (ref. V=10 km/h) $L_{w,m,h}$								A
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	
Référence	83	78	68	63	62	60	57	52	69
2030 Diurne	84	79	70	56	63	62	58	54	70
2030 Nocturne	81	69	61	56	56	57	53	45	64
2060 Diurne	86	79	70	65	64	63	59	54	71
2060 Nocturne	85	73	66	61	61	62	57	50	68

7.4. Présentation du modèle

Modélisation du Site

Vue aérienne du site



Les vues ci-après présentent le modèle numérique réalisé qui intègre les éléments suivants :

- Elément topographiques d'altimétrie,
- Bâtiments existants,
- Tracé du canal (avec propriété de sol correspondant à une surface d'eau)

Vue 3D globale



Détail de la zone Deûlémont – Warneton (Topographie, bâtiments, tracé canal)



Détail de la zone Comines - Wervicq (Topographie, bâtiments, tracé canal)



Détails de la zone Bousbecque-Halluin (Topographie, bâtiments, tracé canal)



8. Résultats de la modélisation

Nous présentons ci-après :

- les cartographies sonores obtenues au différents horizons ;
- la distance à la ligne de navigation pour laquelle l'objectif de niveau sonore journalier de 60 dB(A) est atteint ;
- le niveau sonore atteint au niveau des habitations les plus exposées.

8.1. Résultats à horizon 2030

8.1.1. Impact sonore (2030)

Le niveau sonore moyen longue durée obtenu sur le bord de rive en période diurne (6h-22h) est de 52 dB(A). Cette valeur est inférieure au niveau critique de 60 dB(A).

En période nocturne (22h-7h), le niveau sonore moyen longue durée obtenu sur le bord de rive est de 45,5 dB(A). Cette valeur est inférieure au niveau critique de 55 dB(A).

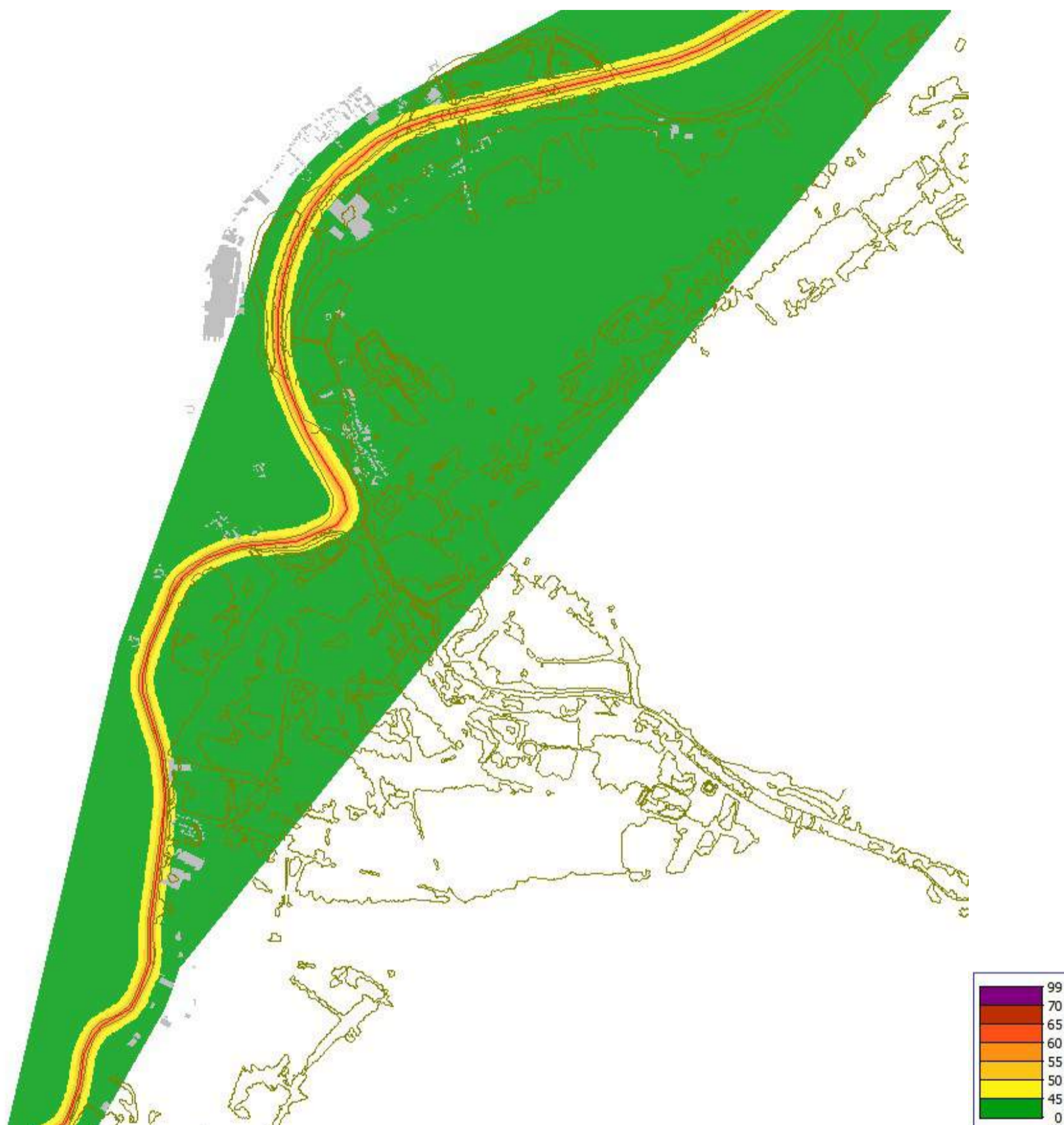
Les différents niveaux de bruit particulier sont présentés pour un point situé à 25 mètres du passage de l'embarcation (distance des habitations les plus exposées) :

Type	Niveau de bruit particulier Lp
Référence – période diurne	50,5 dB(A)
2030 – période diurne	52 dB(A)
2030 – période nocturne	45,5 dB(A)
Variation – période diurne	+1,5 dB(A)

8.1.2. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m) – 2030 - Période diurne

La cartographie ci-après représente l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) à partir des prévisions de trafic fluviale réalisés par VNF.

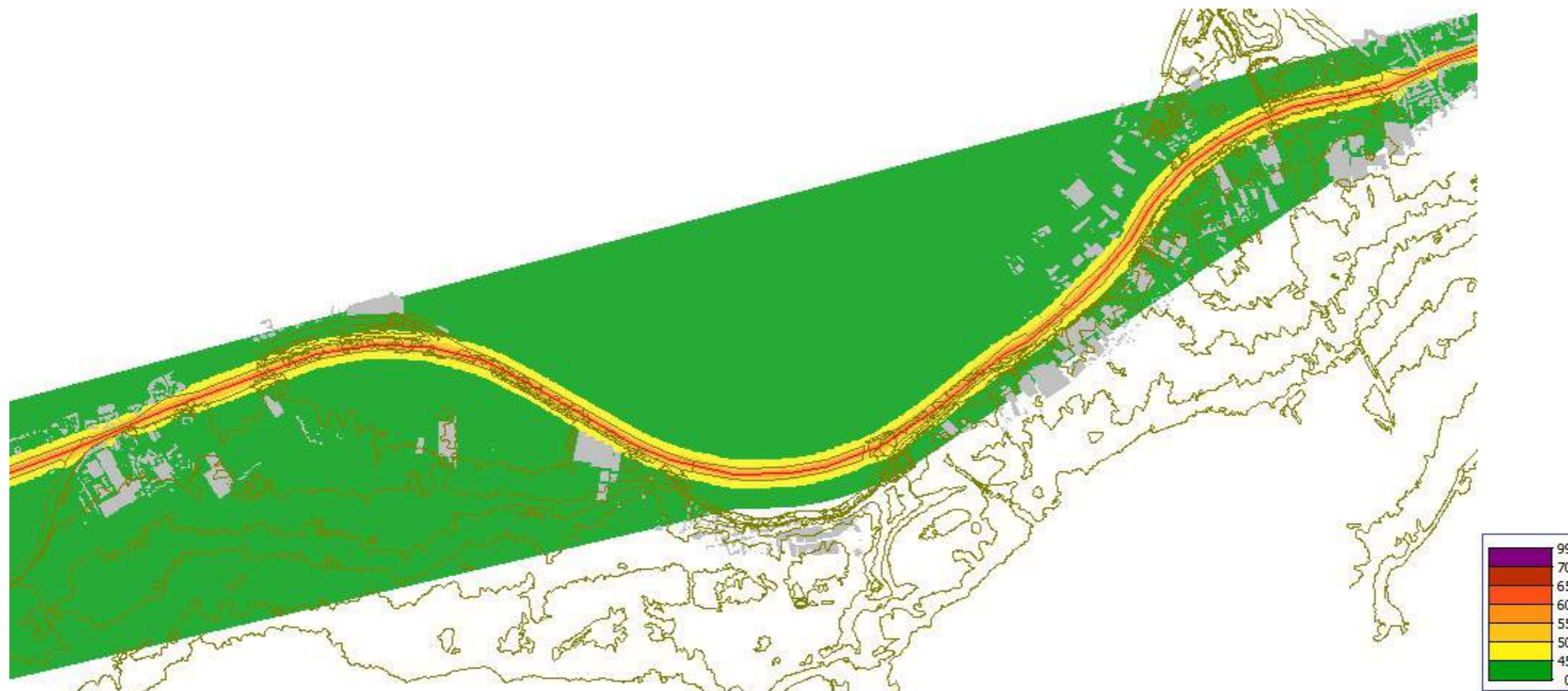
Détail de la zone Deulémont – Warneton (2030) – période diurne



Détail de la zone Comines - Wervicq (2030) – période diurne



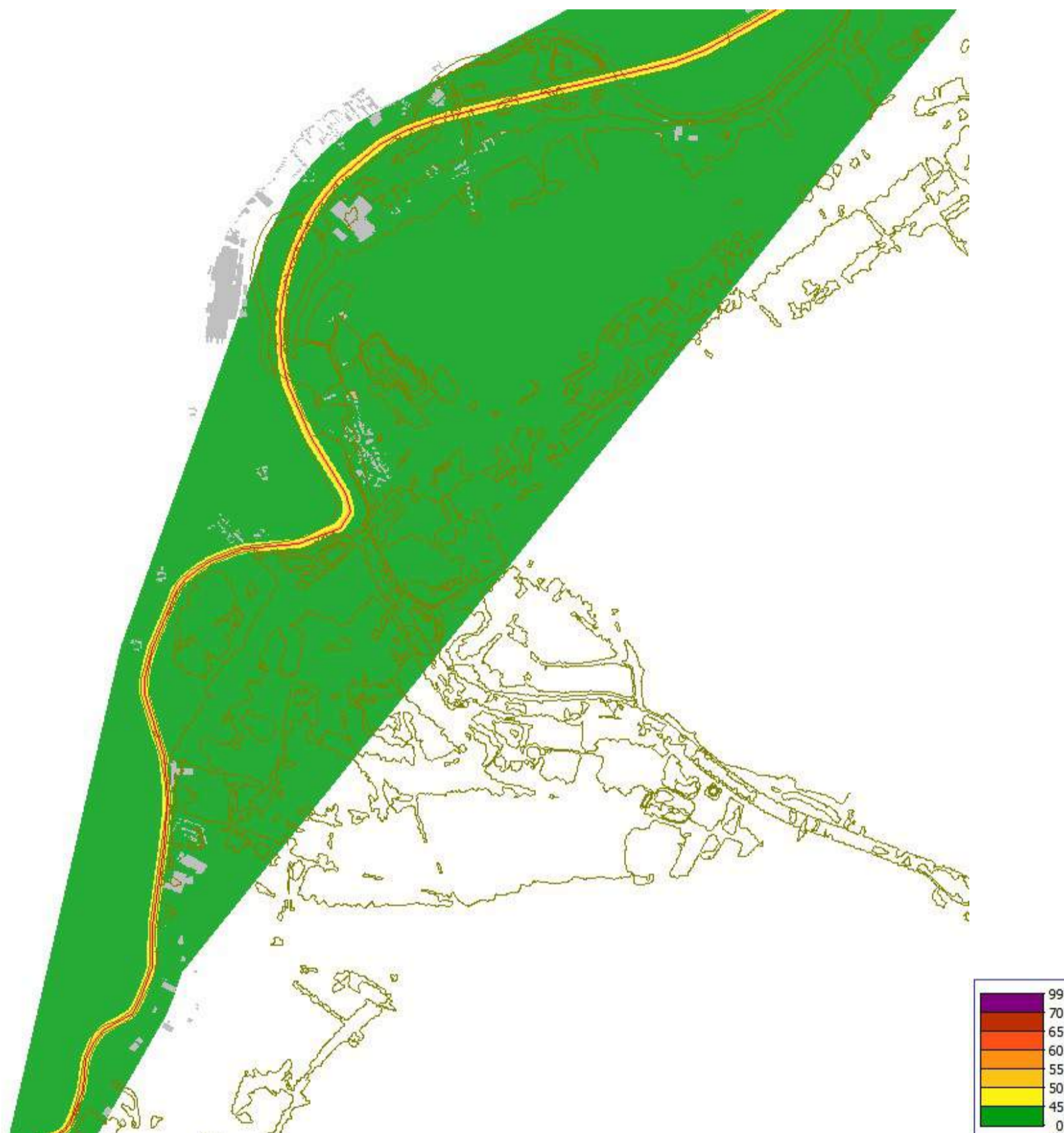
Détails de la zone Bousbecque-Halluin (2030) – période diurne



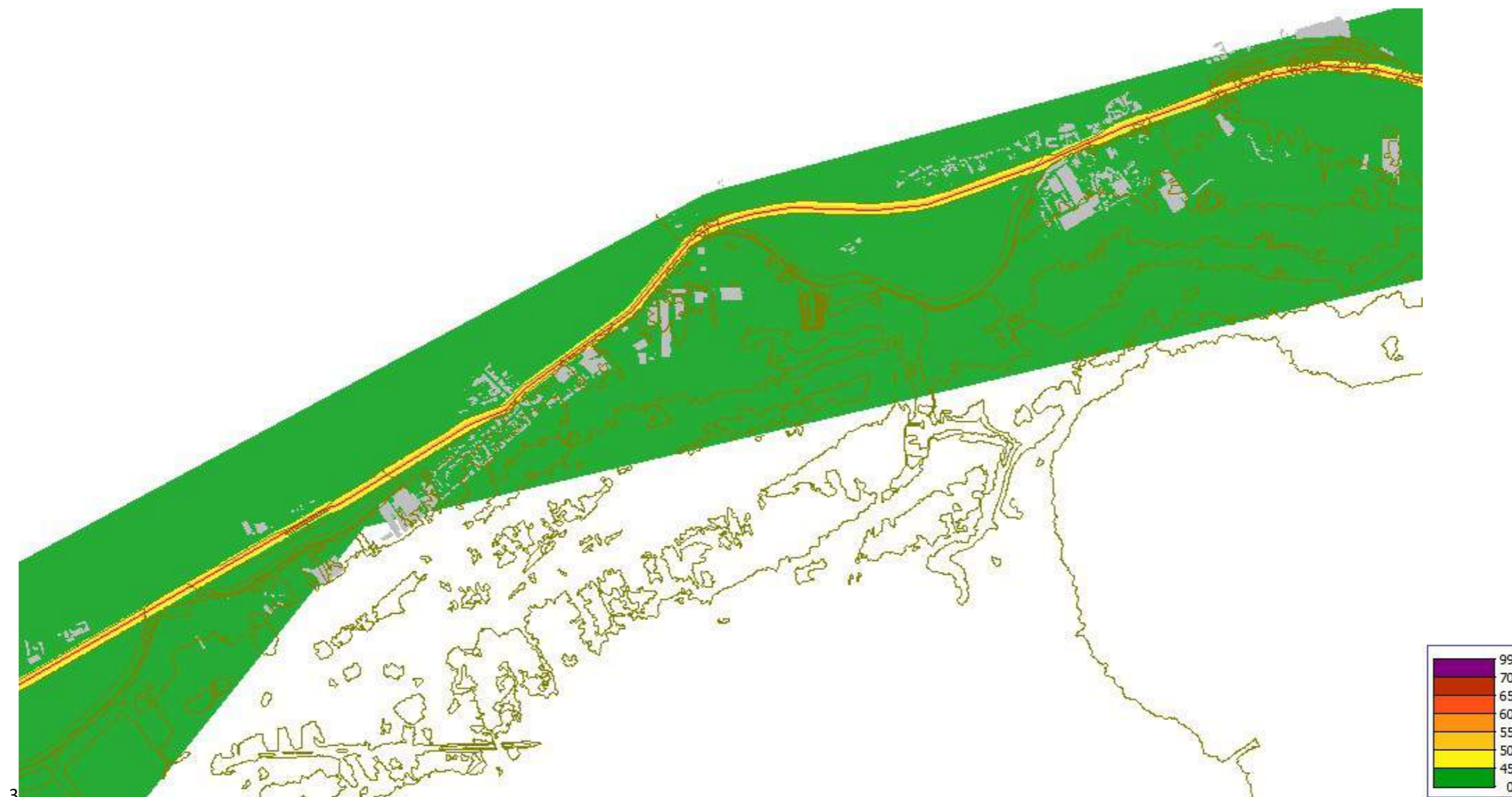
8.1.3. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m) – 2030 – Période nocturne

La cartographie ci-après représente l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) à partir des prévisions de trafic fluviale réalisés par VNF.

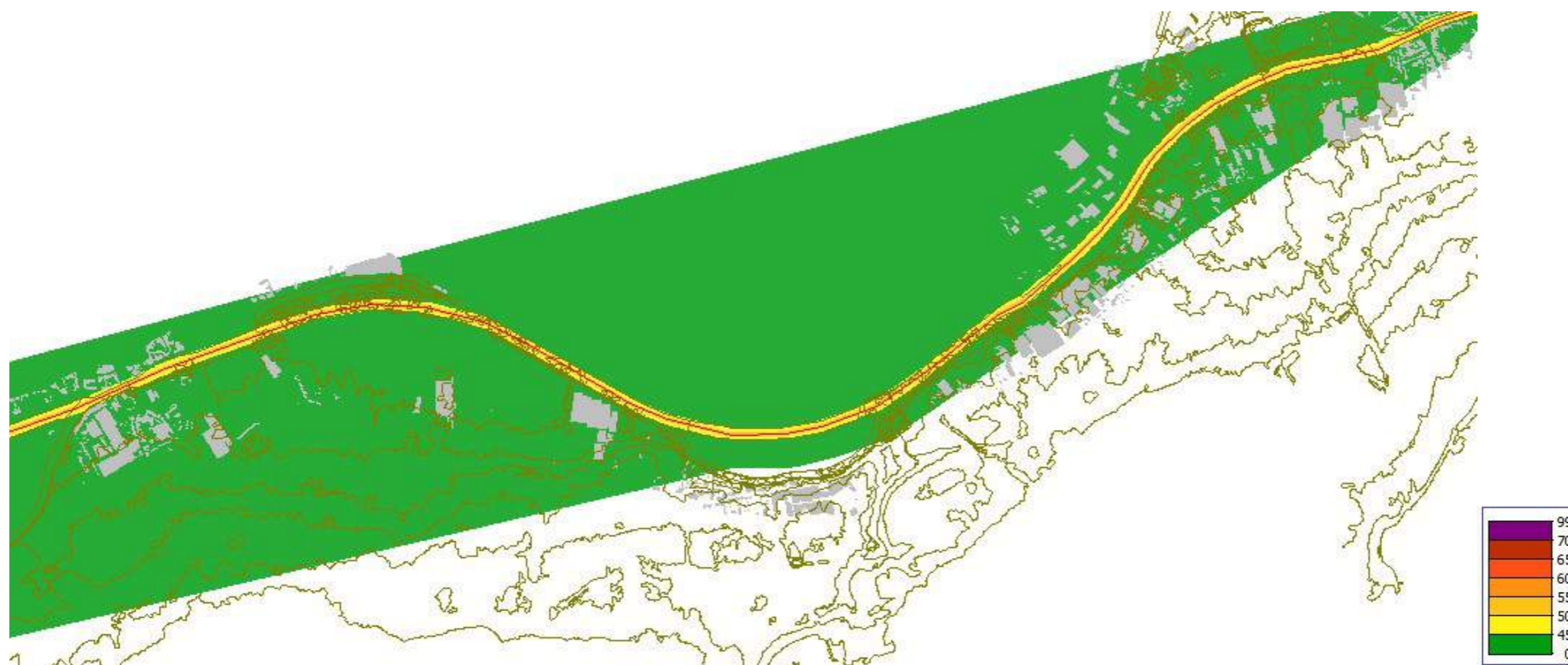
Détail de la zone Deulémont – Warneton (2030) – période nocturne



Détail de la zone Comines - Wervicq (2030) – période nocturne



Détails de la zone Bousbecque-Halluin (2030) – période nocturne



8.2. Résultats à horizon 2060

Le modèle acoustique intègre les bâtiments, les effets d'écran et réflexions qu'ils peuvent engendrer, les surfaces d'eau, la végétation, les effets de sol particulier ainsi que la topographie du terrain.

Pour plus de précisions sur le logiciel utilisé et les calculs prévisionnels, le paragraphe 3.2 Caractéristiques générales de la modélisation résume les principales caractéristiques du logiciel.

8.2.1. Impact sonore (2060)

Le niveau sonore moyen longue durée obtenu sur le bord de rive en période diurne (7h-22h) est de 52,5 dB(A). Cette valeur est inférieure au niveau critique de 60 dB(A).

En période nocturne, le niveau sonore moyen longue durée obtenu sur le bord de rive est de 50 dB(A). Cette valeur est inférieure au niveau critique de 55 dB(A).

Les différents niveaux de bruit particulier sont présentés pour un point situé à 25 mètres du passage de l'embarcation :

Type	Niveau de bruit particulier Lp
Référence – période diurne	50,5 dB(A)
2060 – période diurne	52,5 dB(A)
2060 – période nocturne	50 dB(A)
Variation – période diurne	+2 dB(A)

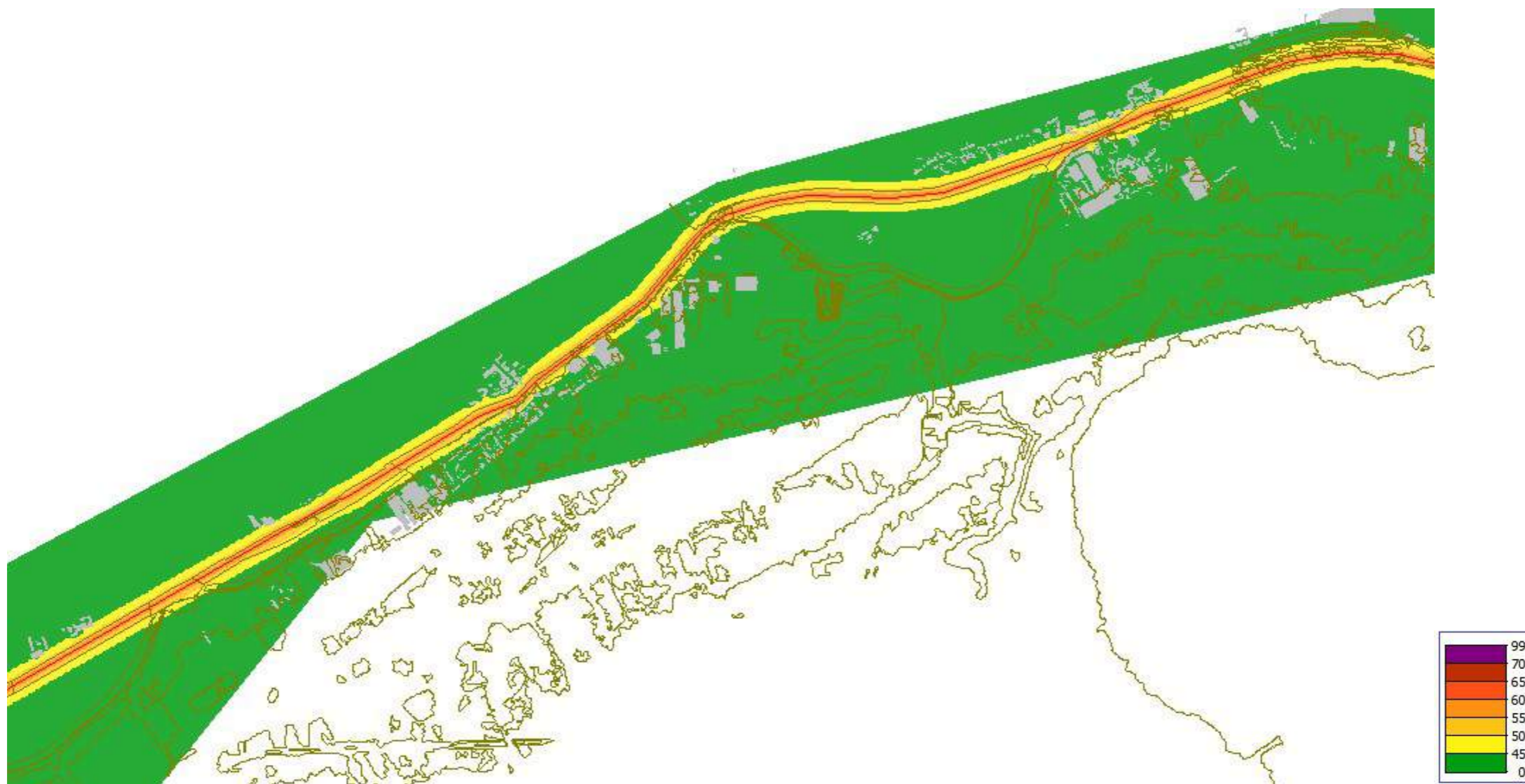
8.2.2. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m) – 2060 - période diurne

La cartographie ci-après représente l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) à partir des prévisions de trafic fluviale réalisés par VNF.

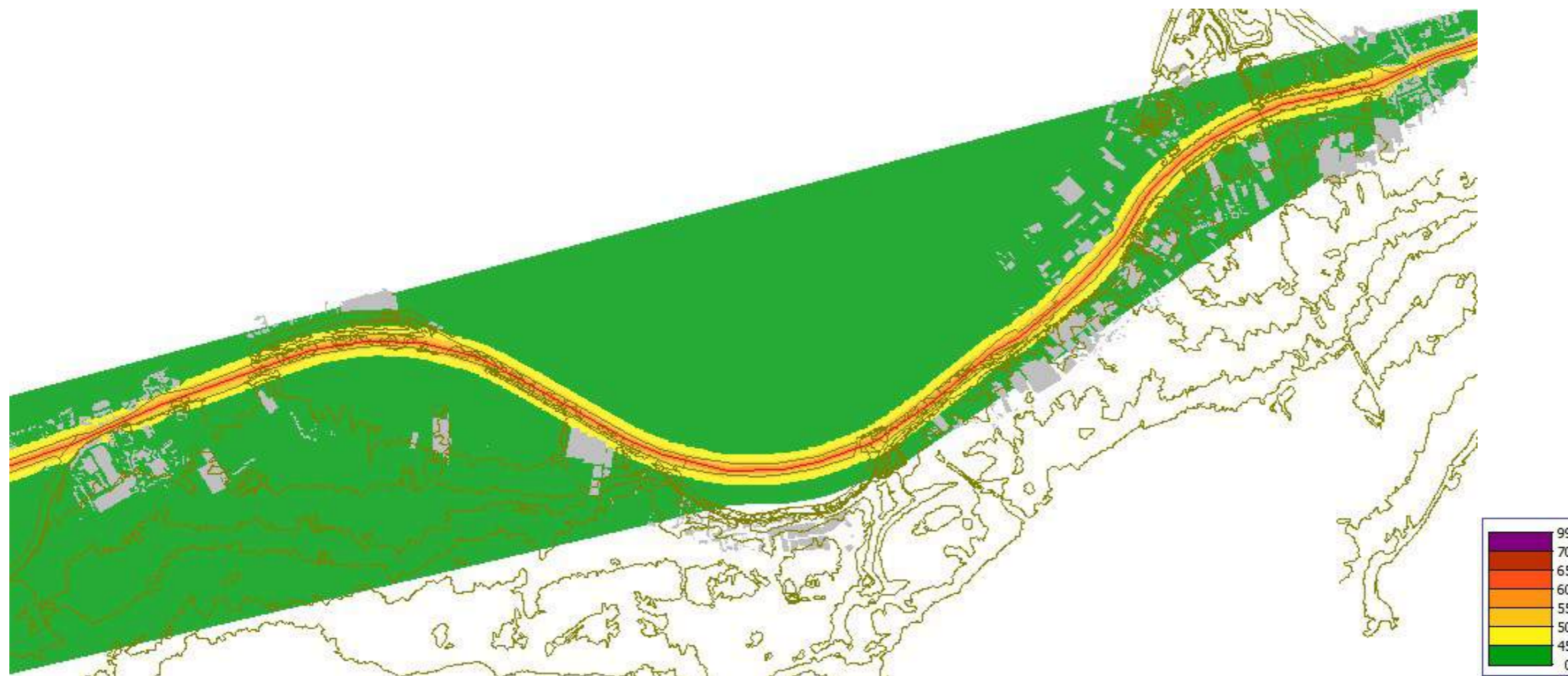
Détail de la zone Deulémont - Warneton (2060) – période diurne



Détail de la zone Comines – Wervicq (2060) – période diurne



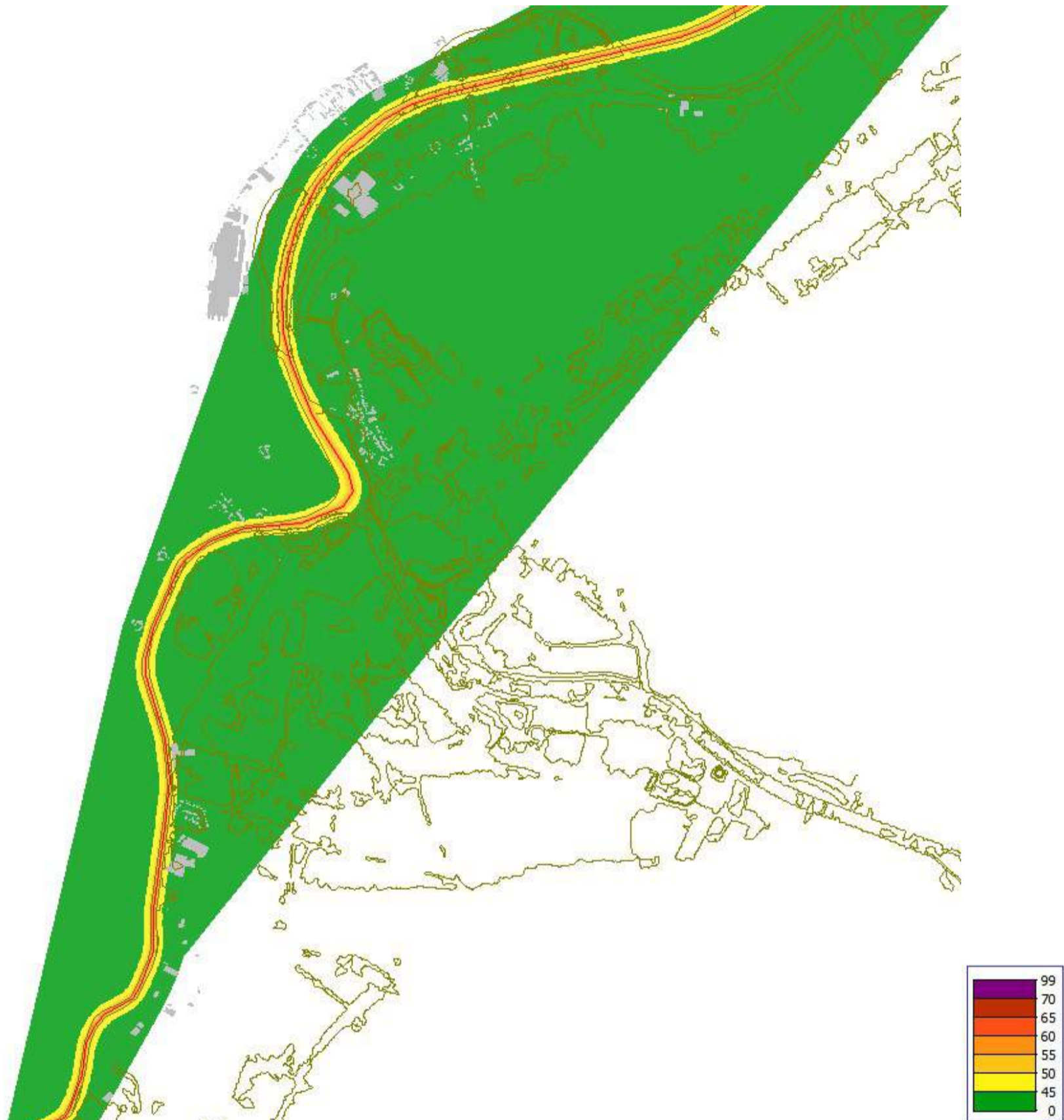
Détails de la zone Bousbecque-Halluin (2060) – période diurne



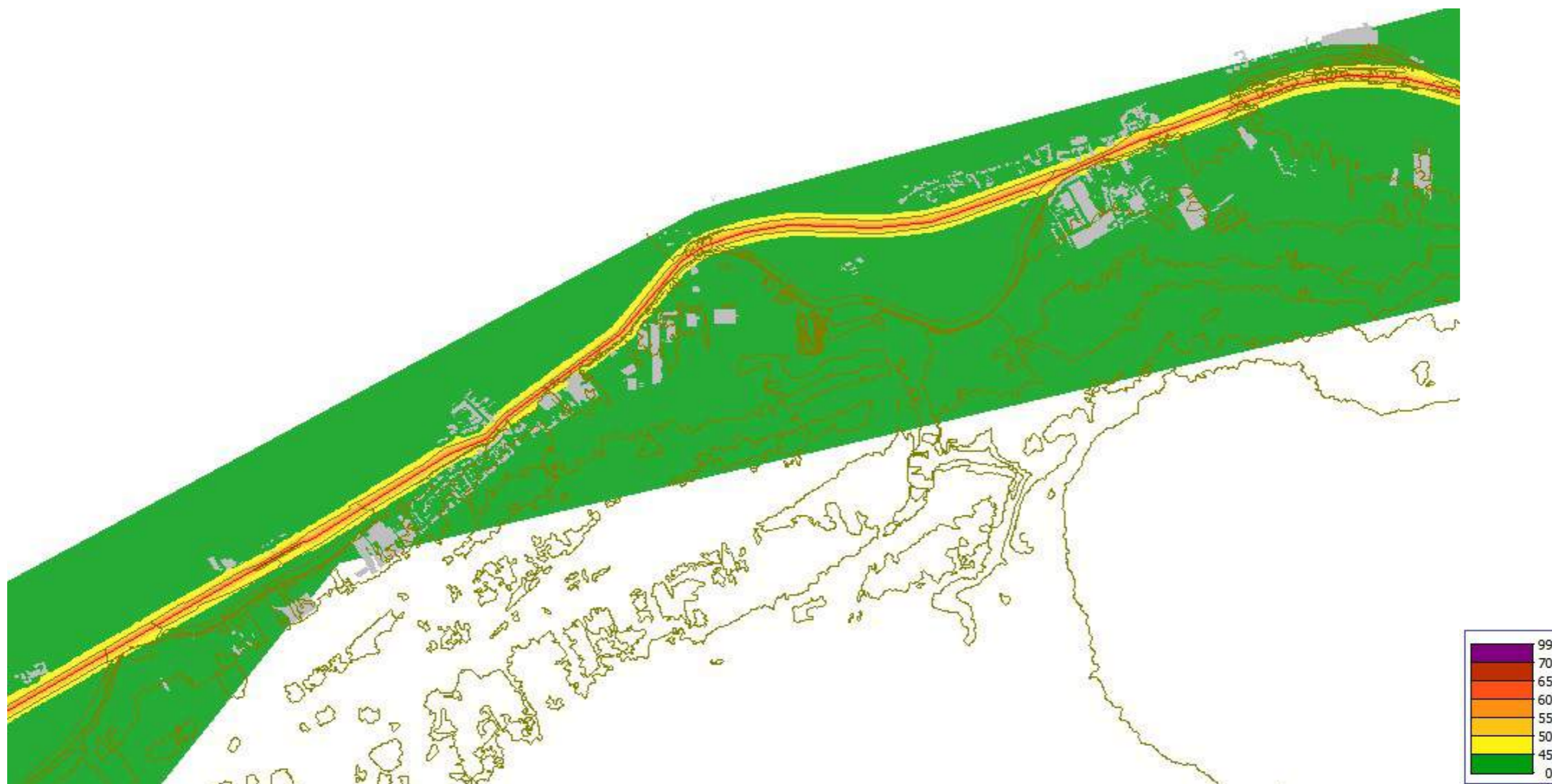
8.2.3. Cartographie sonore (à une hauteur de 4 m) – 2060 - période nocturne

La cartographie ci-après représente l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) à partir des prévisions de trafic fluviale réalisés par VNF.

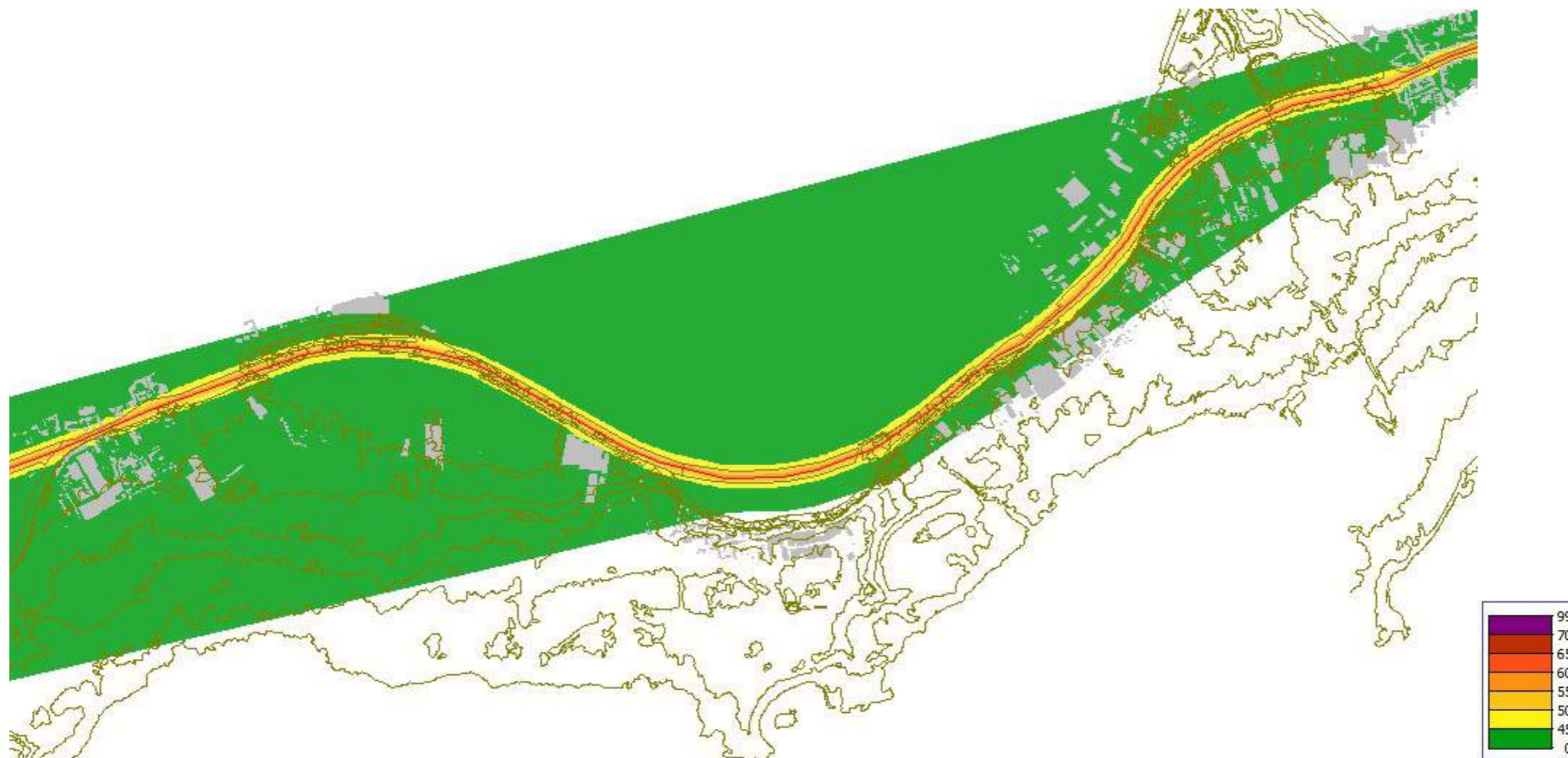
Détail de la zone Deulémont - Warneton (2060) – période nocturne



Détail de la zone Comines – Wervicq (2060) – période nocturne



Détails de la zone Bousbecque-Halluin (2060) – période nocturne



9. Interprétation des résultats

Evolution des niveaux sonores

Les calculs réalisés à partir des prévisions de trafic fluvial à horizon 2030 et 2060 font apparaître une légère augmentation du niveau sonore par rapport à la situation de référence actuelle.

En période diurne (7h-22h), l'augmentation serait de l'ordre de +1,5 dB(A) à horizon 2030 et de +2 dB(A) à horizon 2060, pour les bâtiments les plus proches de la rive.

⇒ Ces augmentations sont non significatives d'un point de vue réglementaire.

L'évolution des niveaux sonores n'est pas réalisée pour la période nocturne car il n'y a actuellement pas de trafic régulier pour cette période.

Comparaison aux objectifs

Les niveaux sonores engendrés sont inférieurs aux objectifs fixés :

- Les bâtiments présents sur le rivage de la Lys sont généralement situés à une distance de plus de 25 mètres du centre du canal dans les cas les plus défavorables :
 - Le niveau sonore moyen engendré en période diurne par le trafic sur le canal uniquement ne devrait pas dépasser 52 dB(A) en 2030 et 52,5 dB(A) en 2060.
 - En période nocturne, il ne devrait pas dépasser 45,5 dB(A) en 2030 et 50 dB(A) en 2060.

⇒ Selon les hypothèses retenues dans cette étude, l'objectif de ne pas dépasser 60 dB(A) en période diurne (7h-22h) et 55 dB(A) en période nocturne (22h-7h) au voisinage sera respecté, **il n'est par conséquent pas nécessaire de prévoir de traitement pour la limitation des nuisances sonores.**

A noter qu'au niveau des habitations les plus exposées, les péniches seront perceptibles lors de leur passage à proximité.

Conclusion & Perspectives

Conformité de la phase chantier

Durant la phase chantier, la réglementation ne définit pas d'objectifs de niveau sonore maximum à respecter. Toutefois les niveaux de bruit engendrés par les équipements de chantier peuvent être la source de nuisance importante. Toutes les dispositions devront être prises pour limiter leur impact.

Les principales recommandations sont rappelées dans le paragraphe 6 « *Disposition pour la limitation des nuisances sonores* » pages 18 à 20.

Conformité de la phase exploitation

Evolution des niveaux sonores

Les calculs réalisés à partir des prévisions de trafic fluvial à horizon 2030 et 2060 font apparaître une légère augmentation du niveau sonore par rapport à la situation de référence actuelle.

En période diurne (7h-22h), l'augmentation serait de l'ordre de +1,5 dB(A) à horizon 2030 et de +2 dB(A) à horizon 2060, pour les bâtiments les plus proches de la rive.

⇒ Ces augmentations sont non significatives d'un point de vue réglementaire.

Comparaison aux objectifs

Les niveaux sonores engendrés sont inférieurs aux objectifs fixés :

- Les bâtiments présents sur le rivage de la Lys sont généralement situés à une distance de plus de 25 mètres du centre du canal dans les cas les plus défavorables :
 - Le niveau sonore moyen engendré en période diurne par le trafic sur le canal uniquement ne devrait pas dépasser 52 dB(A) en 2030 et 52,5 dB(A) en 2060.
 - En période nocturne, il ne devrait pas dépasser 45,5 dB(A) en 2030 et 50 dB(A) en 2060.

⇒ Selon les hypothèses retenues dans cette étude, l'objectif de ne pas dépasser 60 dB(A) en période diurne (7h-22h) et 55 dB(A) en période nocturne (22h-7h) au voisinage sera respecté, **il n'est par conséquent pas nécessaire de prévoir de traitement pour la limitation des nuisances sonores.**

A noter qu'au niveau des habitations les plus exposées, les péniches seront perceptibles lors de leur passage à proximité.

Annexes

Annexe 1

Notions d'acoustique

Les notions abordées dans ce rapport de mesure sont explicitées dans la norme NFS 31-010. Leurs définitions sont les suivantes :

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A : LAeq,T

Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu et stable qui, au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction temps. Il est défini par la formule :

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_a^2} dt \right]$$

LAeq,T : est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2 ;

PO : est la pression acoustique de référence 20μPa ;

PA(t) : est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A «court» : LAeq,τ

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A obtenu sur un intervalle de temps « court ». Cet intervalle de temps, appelé durée d'intégration, a pour symbole T. Le LAeq court est utilisé pour obtenir une représentation fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesure. La durée d'intégration retenue dépend de la durée des phénomènes que l'on veut mettre en évidence. Elle est généralement de durée inférieure ou égale à 10s. Dans ce cas, on peut calculer par exemple le niveau continu équivalent du bruit particulier par la formule suivante :

$$L_{Aeq,T_{part}} = 10 \log \left[\frac{1}{T_{part}} \sum_{i=1}^N \tau \cdot 10^{0,1(L_{Aeq,\tau})_i} \right]$$

Tpart : est la durée totale d'apparition du bruit particulier : $T_{part} = \tau \cdot N$,

τ : est le temps d'intégration choisi pour la détermination des LAeq courts,

N : est le nombre total de valeurs de LAeq courts décrivant la contribution énergétique du bruit particulier considéré,

LAeq,τ : est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A « court ».

Niveau acoustique fractile : LAN,τ

Par analyse statistique de LAeq courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N% de l'intervalle de temps considéré, dénommé « Niveau acoustique fractile ». Son symbole est LAN,τ, par exemple L90,1s est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90% de l'intervalle de mesure, avec une durée d'intégration égale à 1s.

SEL (Sound Exposure Level)

Le SEL (ou LSEL) est le niveau d'exposition acoustique. Il intègre à la fois le niveau de bruit et la durée durant laquelle le bruit est présent. Le SEL est défini comme étant le niveau constant pendant une seconde ayant la même énergie acoustique que le son original perçu pendant une durée donnée. Cet indicateur acoustique est souvent utilisé pour quantifier l'énergie sonore d'un événement simple (passage d'un véhicule) et pour comparer entre eux les événements sonores issus d'une même source.

Le SEL se calcule suivant la formule : $SEL = LAeq,t + 10 \cdot \log(t)$

avec t = durée de l'événement exprimée en secondes (ISO3119 pour les trains)

Intervalle de mesure

Intervalle de temps au cours duquel la pression acoustique quadratique moyenne pondérée A est intégrée et moyennée.

Cette analyse se fera à partir d'une acquisition minimale de 10s.

63 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1250 Hz	1600 Hz à 6,3 kHz
10 dB	5 dB	5 dB

Intervalle d'observation

Intervalle de temps au cours duquel tous les mesurages nécessaires à la caractérisation de la situation sonore sont effectués soit en continu, soit par intermittence.

NB : Dans le cas de mesures en continu, l'intervalle d'observation est égal à l'intervalle de mesurage, sinon il est plus grand.

Intervalle de référence

Intervalle de temps retenu pour caractériser une situation acoustique et pour déterminer de façon représentative l'exposition au bruit des personnes.

Bruit ambiant

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit particulier

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant.

Bruit résiduel

Bruit ambiant en l'absence du (des) bruits particulier(s), objet(s) de la requête considérée.

Émergence

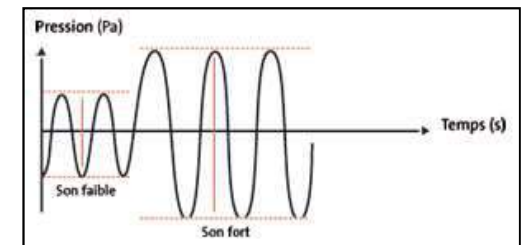
Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une bande quelconque de fréquence.

Tonalité

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveaux entre la bande de 1/3 d'octave et les quatre bandes de 1/3 d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement supérieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau suivant pour la bande considérée:

Mesurer le bruit

La pression sonore s'exprime en pascal. L'oreille humaine perçoit des sons à partir de 20 micro pascals (seuil d'audibilité) et jusqu'à 20 pascals (seuil de la douleur). Cette unité est peu pratique, c'est pourquoi les acousticiens ont défini une nouvelle unité : le décibel (dB), qui permet de comprimer cette gamme entre 0 (seuil d'audibilité) et 120 (seuil de la douleur). Le décibel représente la plus petite variation de l'air d'intensité sonore perceptible par l'oreille humaine.



Additionner les bruits

Les décibels sont des **logarithmes**, on ne peut donc pas les additionner ou les soustraire comme des nombres décimaux.

Pour rester simple, sachez que...

si le niveau du bruit double, cela correspond à l'émission de 3 dB de plus.

s'il diminue de moitié, son niveau aura 3 dB de moins.

Afin de connaître le niveau global de bruit émis par plusieurs sources en même temps, deux règles s'appliquent :

Pour des bruits de niveaux très sensiblement différents (≥ 10 dB)

20 dB + 50 dB = 50 dB

Le bruit le plus fort masque le plus faible.

Pour des bruits de niveaux équivalents (≤ 10 dB)

50 dB + 50 dB = 53 dB

Échelle de bruit

L'échelle du bruit s'étend de **0 dB (seuil d'audibilité)** à **130 dB (seuil de la douleur)**. La plupart des sons de la vie courante sont compris entre 30 et 90 décibels. On trouve des niveaux supérieurs à 90 dB essentiellement dans la vie professionnelle (industrie, armée, artisanat...) et dans certaines activités de loisirs (chasse, musique, sports mécaniques). Les discothèques et salles de concert ont, quant à elles, un niveau sonore maximal autorisé de 105 dB. Certaines sources (avions, fusées, canons) émettent des niveaux supérieurs à 130 dB et pouvant aller jusqu'à 200 dB.

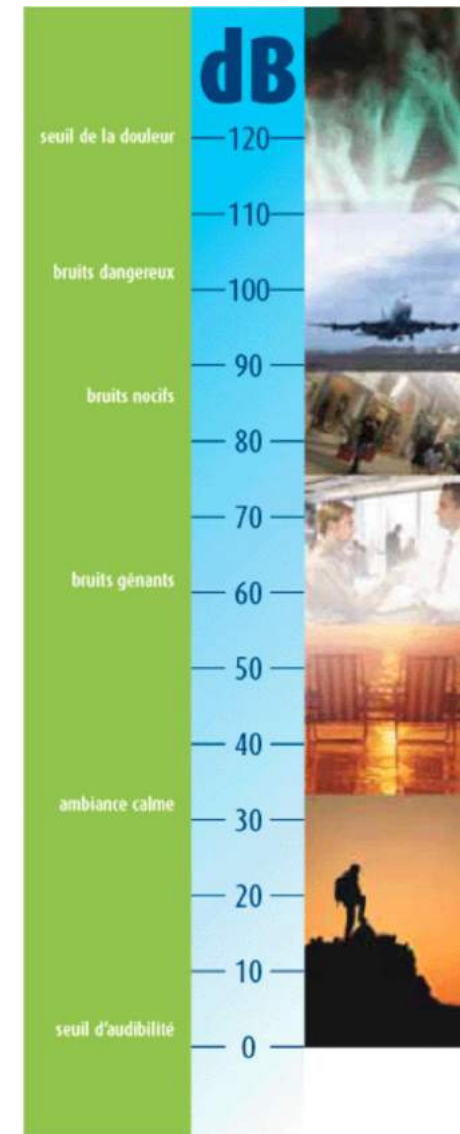
Le graphique ci-contre présente en image une échelle de bruit.

Le décibel pondéré A

Le décibel pondéré A est une correction par bande de fréquence du niveau décibel afin de se rapprocher de la perception de l'oreille humaine.

La pondération effectuée par bande d'octave est présentée dans le tableau ci-dessous (ici entre 63 et 4000 Hz) :

Bande de fréquence	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4kHz
Pondération A (dB)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	1

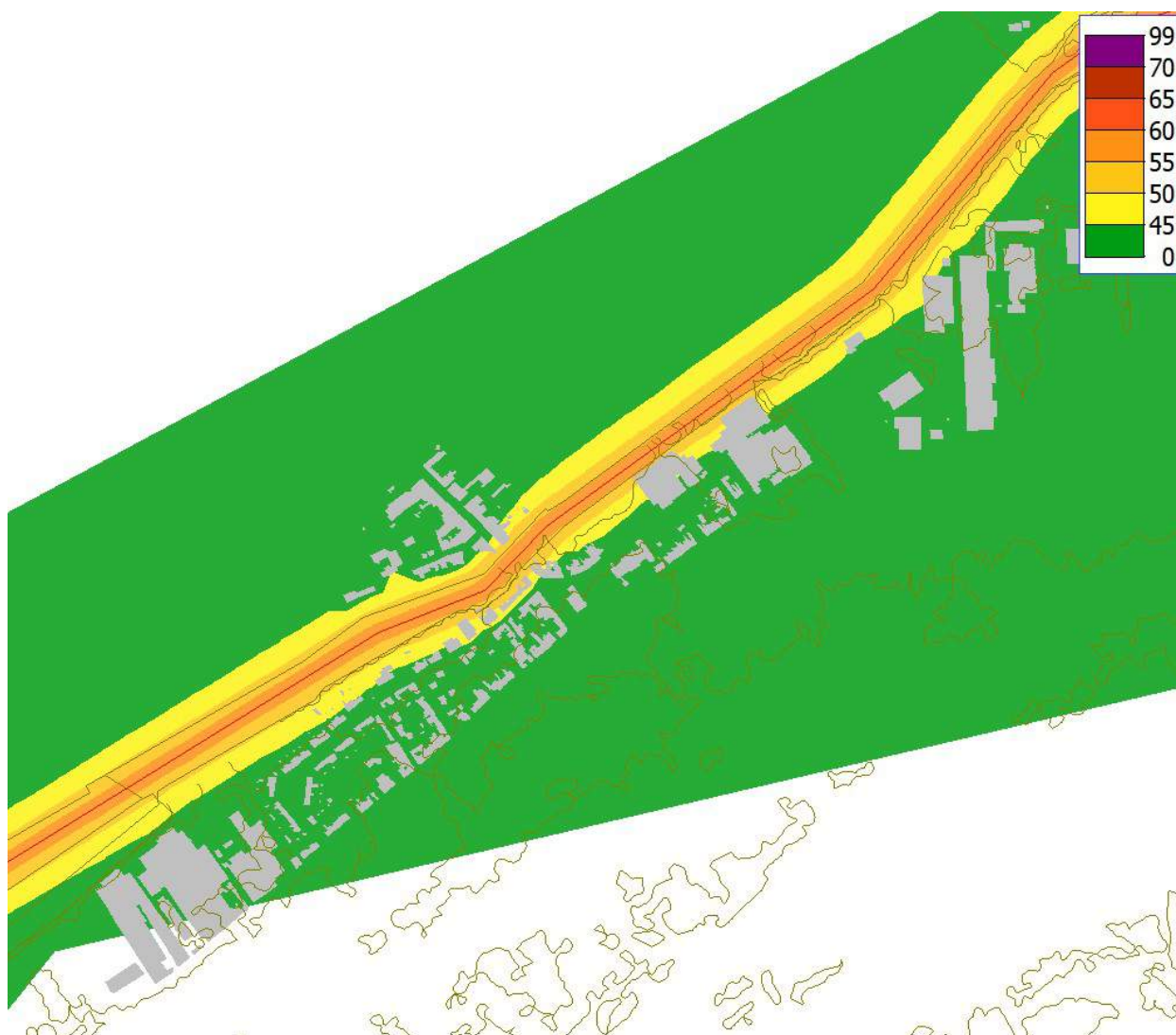


Annexe 2

Cartographies détaillées des zones densément habitées à proximité du canal

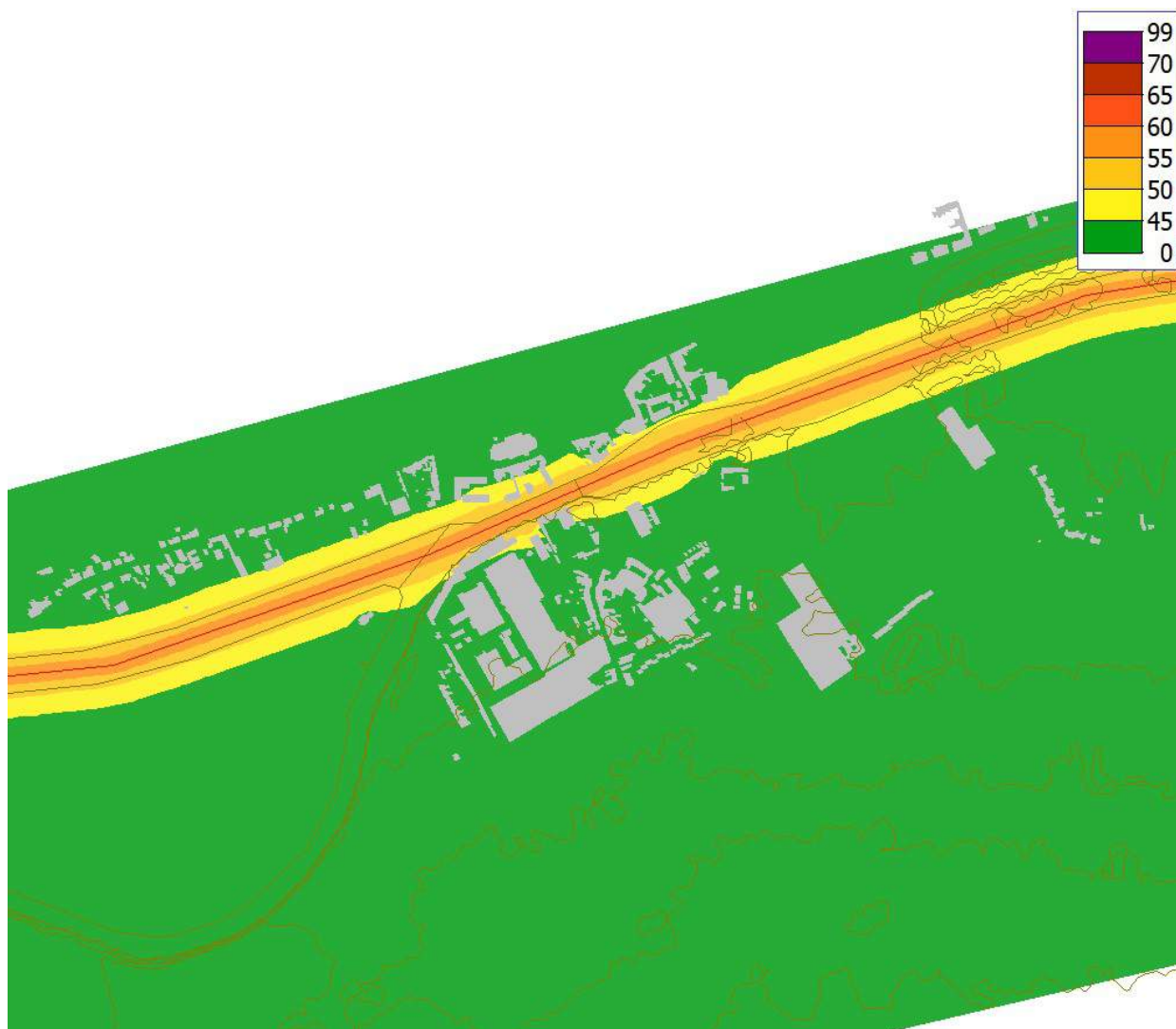
Ville de Comines

La cartographies ci-après représentent l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) à partir des prévisions de trafic fluviale réalisés par VNF en période diurne à horizon 2060.



Ville de Wervik

La cartographies ci-après représentent l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) à partir des prévisions de trafic fluviale réalisés par VNF en période diurne à horizon 2060.



Ville d'Halluin

La cartographies ci-après représentent l'impact du **niveau de bruit particulier** en dB(A) à partir des prévisions de trafic fluviale réalisés par VNF en période diurne à horizon 2060.

