



INGÉNIERIE ACOUSTIQUE
ET ÉLECTROACOUSTIQUE

Architecturale ■

Industrielle ■

Environnementale ■

29 juillet 2011

**ZAC DE L'ECO-QUARTIER
VERSON (14)**

**Maître d'Ouvrage
SHEMA / Ville de Verson**

**Mandataire Maîtrise d'Oeuvre
Atelier Philippe MADEC**

ACOUSTIQUE

5, rue Menou

44000 NANTES

Tél. 02 40 14 01 95

Fax 02 40 14 01 28

itac@itac-acoustique.fr

<http://www.itac-acoustique.fr>

SAS au capital de 40 000 €

RC NANTES B 339 332 926

Code APE 742 C

Membre CICEF - GIAC

The logo for opqibi, featuring a stylized 'o' and 'i' with a dotted line above them, and the text 'opqibi' below.
N° 98 02 1311

SOMMAIRE

	page
1 GENERALITES	3
1.1 OBJET	3
1.2 TERMINOLOGIE ET DEFINITIONS	3
1.3 LOGICIEL UTILISE POUR LES CALCULS ACOUSTIQUES	3
2 DIAGNOSTIC IN-SITU ET RECALAGE DU MODELE ACOUSTIQUE	4
2.1 MESURES ACOUSTIQUES IN-SITU	4
2.2 RECALAGE DU MODELE DE CALCUL ACOUSTIQUE	6
3 CALCULS ACOUSTIQUES	7
3.1 CALCULS SUR LA LOCALISATION DE LA PROTECTION ANTI-BRUIT	7
3.2 CALCULS DE LA SOLUTION RETENUE	12
4 PRECONISATIONS ACOUSTIQUES	14
4.1 OUVRAGES DE PROTECTION PHONIQUE VIS-A-VIS DE L'AUTOROUTE A84	14
4.2 POSITIONNEMENTS ET HAUTEUR DES BATIS SUR LA ZAC	14
4.3 CAHIERS DES CHARGES POUR LA CONCEPTION DES BATIMENTS	15

1 GENERALITES

1.1 OBJET

Le présent rapport acoustique concerne une mission réalisée dans le cadre de la création de la ZAC de l'Ecoquartier sur la commune de Verson (14).

- . Maître d'Ouvrage : SHEMA Caen / Ville de Verson
- . Maître d'œuvre Mandataire : ATELIER Philippe MADEC, Architecte-Urbaniste.

Cette mission, réalisée après le dossier de création de ZAC et l'étude d'impact acoustique réglementaires (document Atelier MADEC, mai 2010), concerne l'impact sonore de l'autoroute A84 située au Nord de la parcelle d'implantation de la ZAC. Elle comprend :

- un diagnostic sur place, avec mesures acoustiques, pour la prise en compte du site et pour le recalage du modèle acoustique 3D,
- des calculs par modélisations acoustiques du site et de la ZAC, pour l'analyse comparative de l'impact d'aménagements de protection sonore sur l'Eco-quartier (au sol et sur les bâtiments).

1.2 TERMINOLOGIE ET DEFINITIONS

. Niveau sonore en fonctionnement

La mesure in situ d'un niveau sonore en fonctionnement est réalisée par la méthode des LAeq courts en niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A : LAeqT.

. Définition mathématique:

$$L_{AeqT}(t_1, t_2) = 10 \text{ Log} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P(t)^2}{P(0)^2} dt \right]$$

(t_1, t_2) = durée du calcul du LAeqT
$P(t)$ = pression acoustique instantanée pondérée A
$P(0)$ = pression acoustique de référence

. Signification physique du Leq:

C'est celle d'un niveau sonore fictif qui, maintenu constant sur toute la durée (t_1, t_2) , contient la même énergie sonore que le niveau fluctuant réellement observé.

La richesse des informations conservées par cette méthode rend possible la différenciation des sources de bruit qui composent un environnement et permet de quantifier précisément chacune d'elles en ne conservant dans le calcul que la part due à cette source.

. Critères statistiques : niveaux fractiles

Pour caractériser un bruit fluctuant, on utilise des grandeurs appelées "niveaux statistiques" (ou « fractiles »), notées Lx%.

Lx% est le niveau sonore atteint ou dépassé durant x % de la période d'analyse considérée.

De ce fait :

- . L1% (niveau sonore atteint ou dépassé durant 1 % de la durée d'analyse) correspond au bruit de crête, aux éventuelles impulsions sonores ;
- . L99% (niveau sonore atteint ou dépassé durant 99 % de la durée d'analyse) correspond au bruit de fond.

1.3 LOGICIEL UTILISE POUR LES CALCULS ACOUSTIQUES

Les valeurs d'atténuations acoustiques et de niveau sonore données dans le présent rapport sont des évaluations prévisionnelles issues de calculs par logiciel de simulations de propagations d'ondes sonores en milieu extérieur : CADNAA V3.7.123 © Datakustik GmbH.

2 DIAGNOSTIC IN-SITU ET RECALAGE DU MODELE ACOUSTIQUE

2.1 MESURES ACOUSTIQUES IN-SITU

Des enregistrements sonométriques sont effectués sur le site le jeudi 23 juin 2011.

Cette campagne de mesures de diagnostic consiste à déterminer les atténuations acoustiques entre un point proche de la source de bruit (autoroute) et un point situé dans la zone d'implantation des futurs bâtiments de l'écoquartier. Le but des mesures est de disposer de caractéristiques sonores in-situ pour fiabiliser le modèle de simulation informatique du site.

Localisation des points de mesures

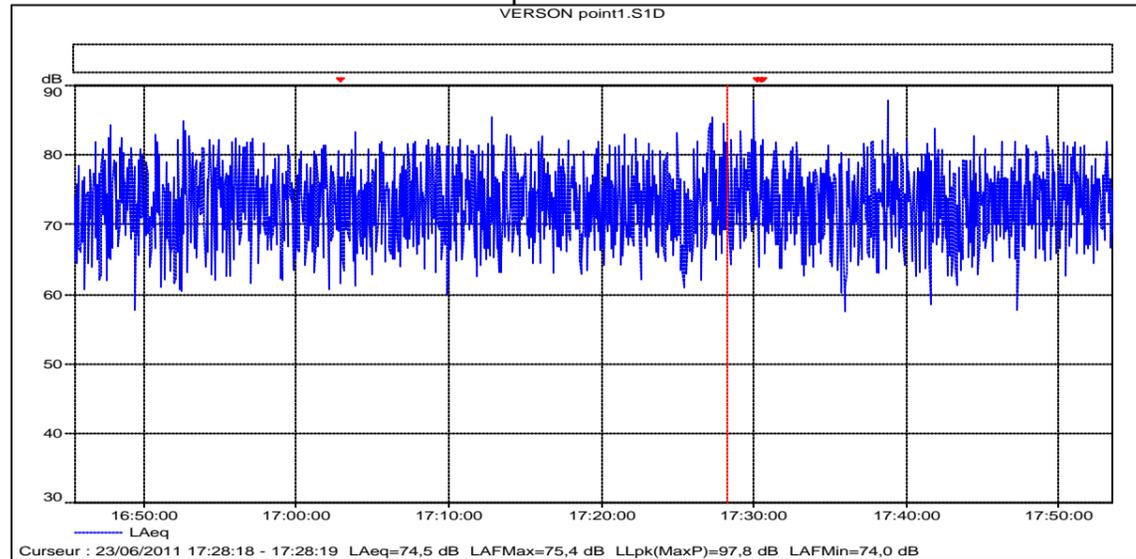


Matériel utilisé : Source sonore étalon B&K 4231 n°série 1838904
: 2 sonomètres B&K type 2260, de classe 1, équipés d'un microphone 1/2 " type 4188 et d'un analyseur en fréquences 1/3 d'octaves, avec logiciel «Environnement » BZ 7202 (paramétrages et enregistrements des LAeq courts »)
Les deux sonomètres ont été calibrées avant et après les mesures.

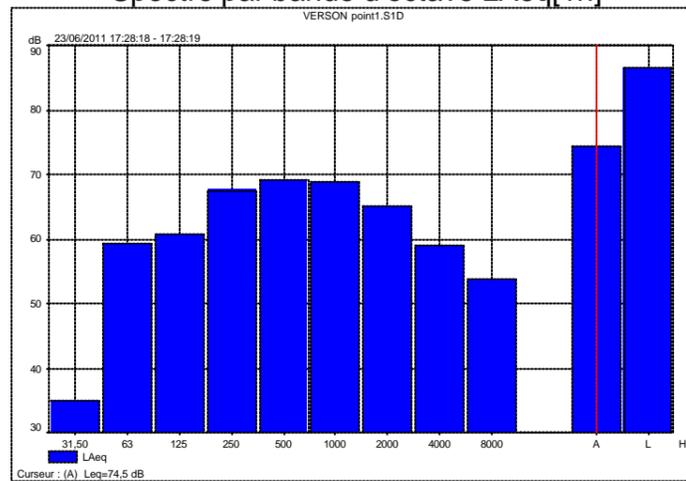
Conditions météo : Absence de précipitations / Ciel dégagé à légèrement voilé / T°=17°C / Vent d'Ouest faible à moyen.

POINT 1

Evolution temporelle du niveau sonore

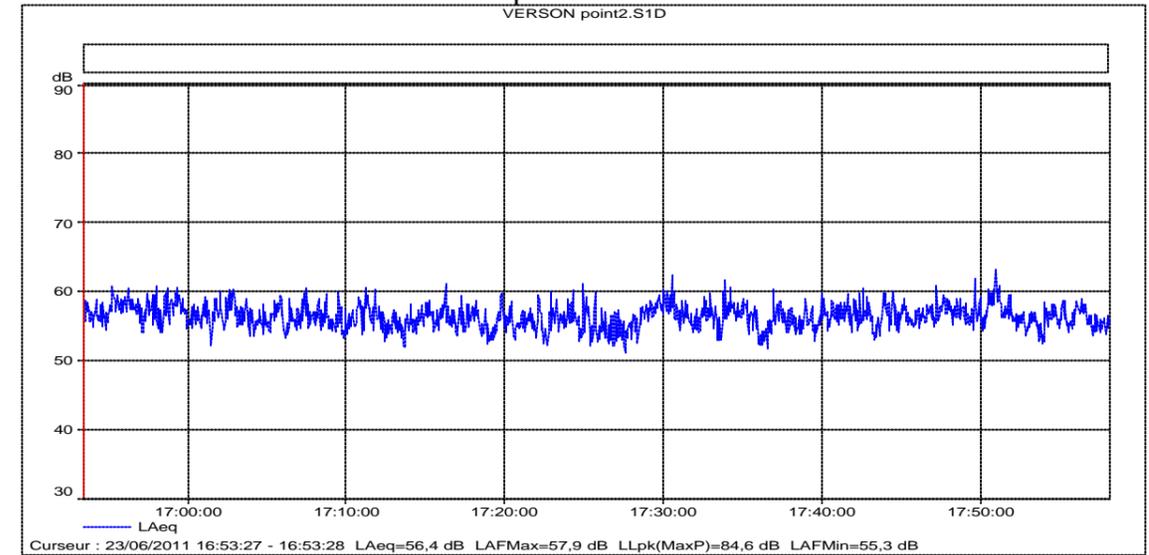


Spectre par bande d'octave LAeq[1h]



POINT 2

Evolution temporelle du niveau sonore



Spectre par bande d'octave LAeq[1h]

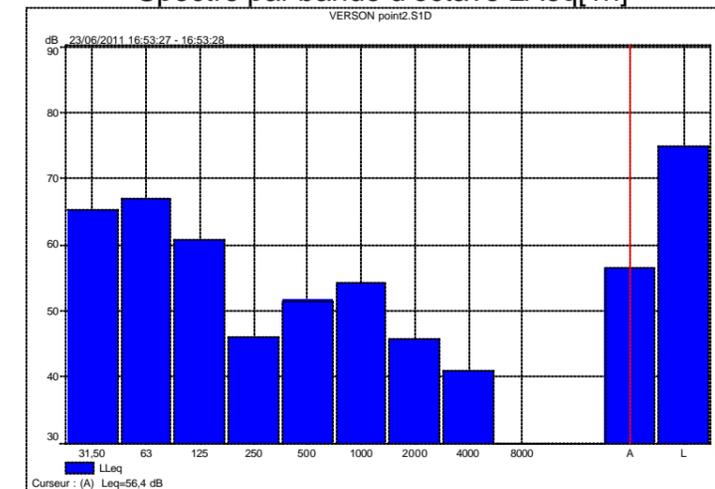


Tableau de synthèse des analyses d'enregistrement

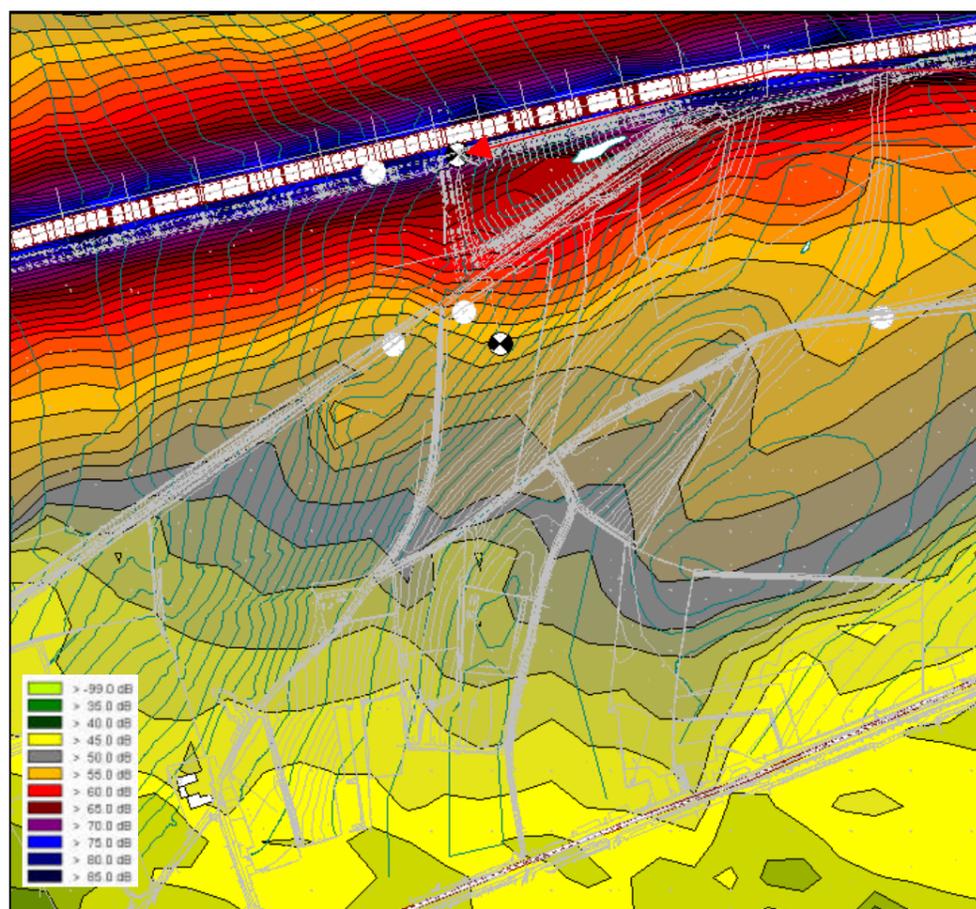
Nom	localisation	Début	Fin	Durée	LAeq	LA1	LA5	LA10	LA50	LA90	LA95	LA99
					[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	
Point 1	à d < 5 mètres de l'autoroute	23/06/2011 16:45	23/06/2011 17:53	01:08:06	74,9	82,1	80,1	78,3	73,2	66,3	64,7	61,9
Point 2	à 175 mètres de l'autoroute	23/06/2011 16:53	23/06/2011 17:58	01:04:40	56,6	60,2	59	58,4	56,3	54,2	53,5	52,5

On note que l'impact sonore à 175 mètres de l'autoroute est assez élevé : niveaux LAeq courts compris entre 55 et 60 dBA (d/A84=175 mètres) pendant l'intervalle d'enregistrement sur période de trafic important (autour de 17-18h un jour de semaine, des comptages ponctuels donnant 75 véhicules/minute dont 15% de poids lourds en moyenne durant les mesurages).

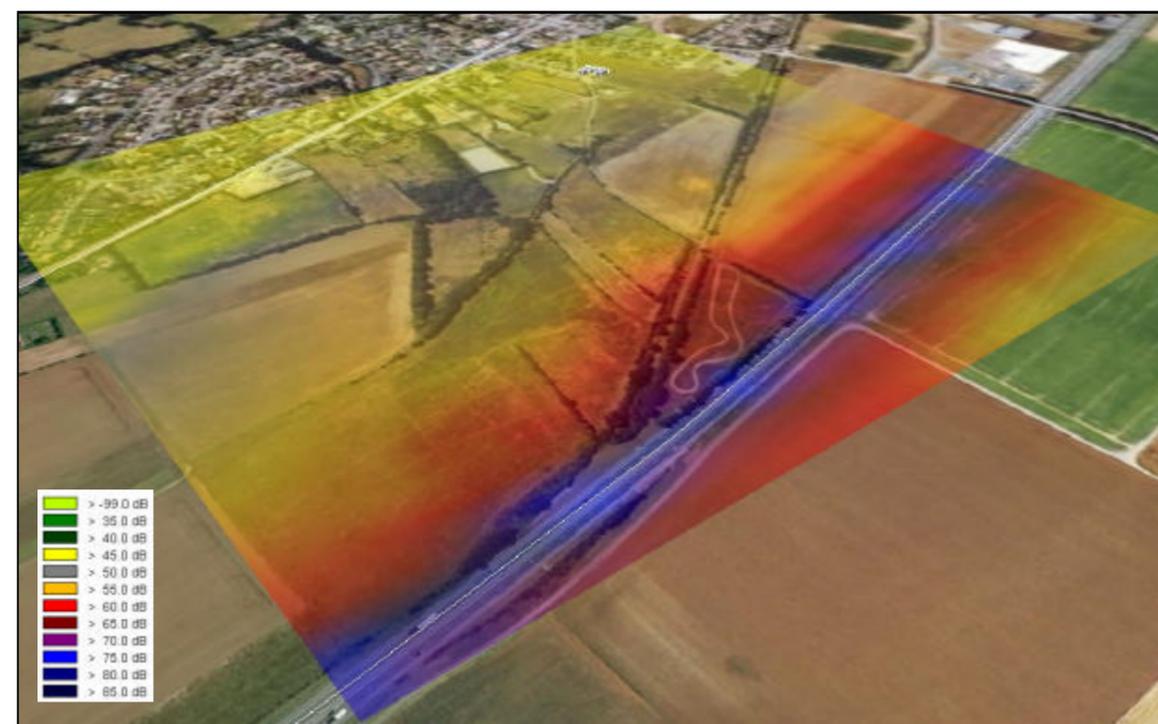
2.2 RECALAGE DU MODELE DE CALCUL ACOUSTIQUE

Simulation de la situation acoustique actuelle sur le site avec recalage des paramètres topographiques pour la validation du modèle informatique.

Situation actuelle (création et recalage du modèle informatique)



Point 1
(Point de Référence)



Commentaire :

Le point le plus proche de l'autoroute (point 1 des mesures de diagnostic) est pris comme point de référence pour l'ensemble des calculs acoustiques ($L_p=75$ dBA).

3 CALCULS ACOUSTIQUES

3.1 CALCULS SUR LA LOCALISATION DE LA PROTECTION ANTI-BRUIT

Les études comparatives de divers aménagements de protection sonore entre l'autoroute et la ZAC sont effectuées à partir des plans et propositions d'aménagement transmis par l'Atelier MADEC afin de vérifier les améliorations d'atténuations sonores. Les comparaisons sont systématiquement effectuées à partir d'une situation « sans protection phonique ». Les protections étudiées répondent aux exigences acoustiques de l'étude d'impact du dossier de création de ZAC (protections continues de 4 mètres de hauteur).

Les calculs sont réalisés :

- pour des points particuliers (points les plus exposés selon les implantations des bâtiments)
- par réalisation de cartographies sonores complètes à différentes hauteurs par rapport au niveau du sol (H=1,5 mètre ; H=5 mètres ; H=9 mètres), afin visualiser les limites d'efficacité des protection anti-bruit de hauteur 4 mètres.

Dans un premier temps, les études ont amenées à simuler deux configurations de position de protection anti-bruit : merlon en ligne continue le long de l'autoroute, et merlon en « Z » contournant la zone d'implantation actuelle du terrain de moto-cross.

Merlon en ligne continue

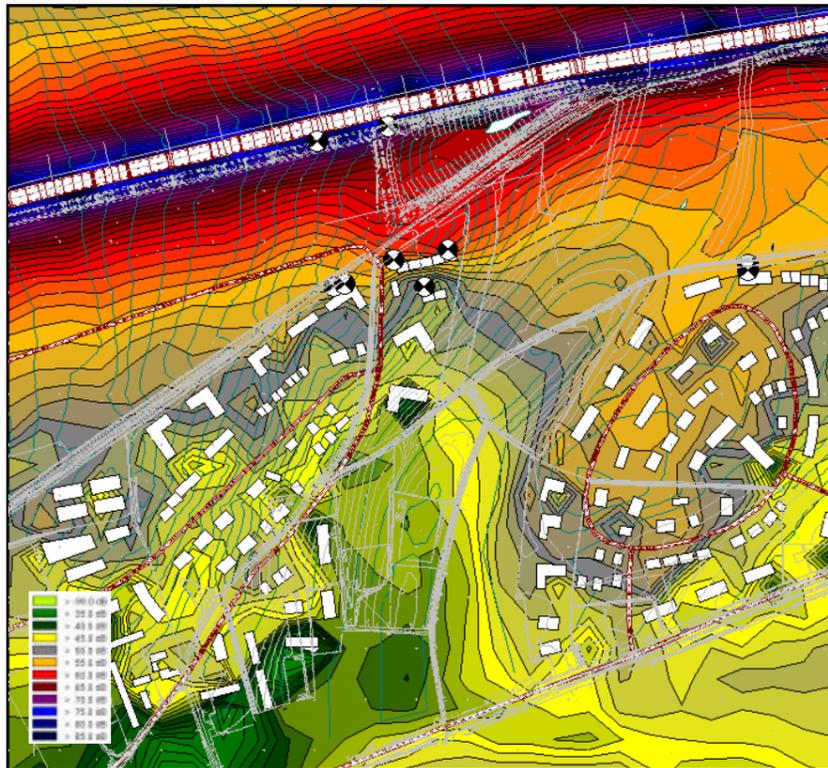


Merlon en « Z »

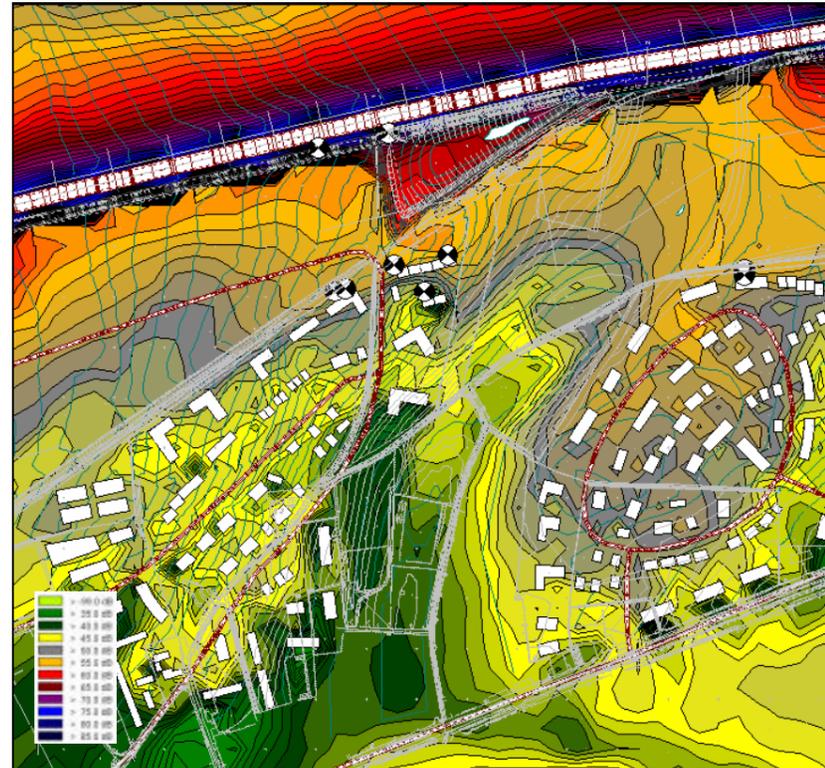


CARTOGRAPHIES à H = 1,5 mètre/sol

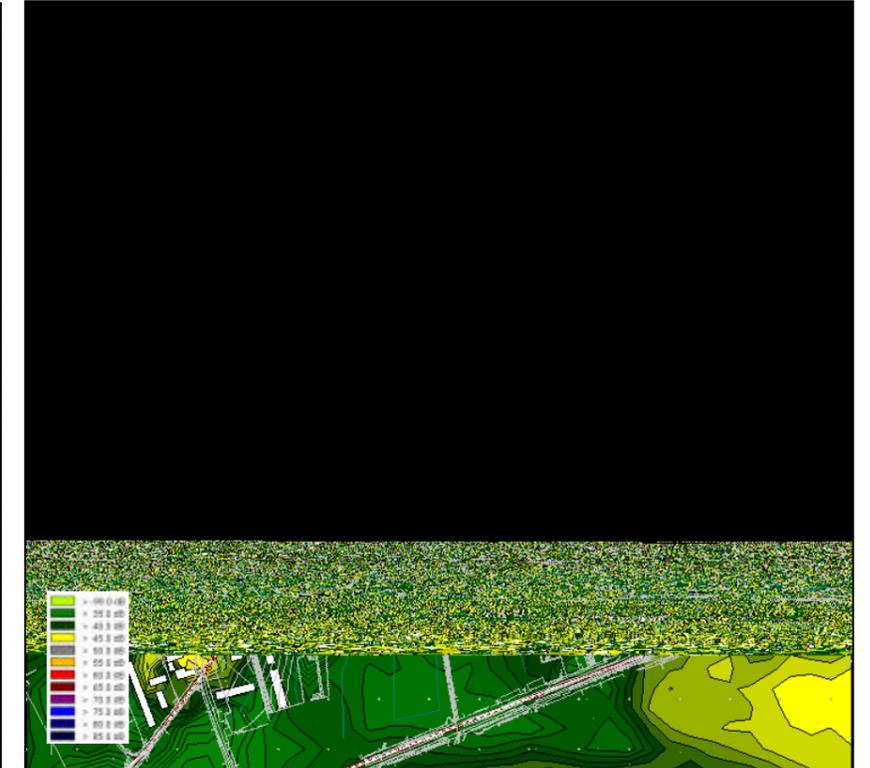
Simulation SANS PROTECTION PHONIQUE



Simulation MERLON h=4m en « Z »



Simulation MERLON h=4m LE LONG DE L'AUTOROUTE

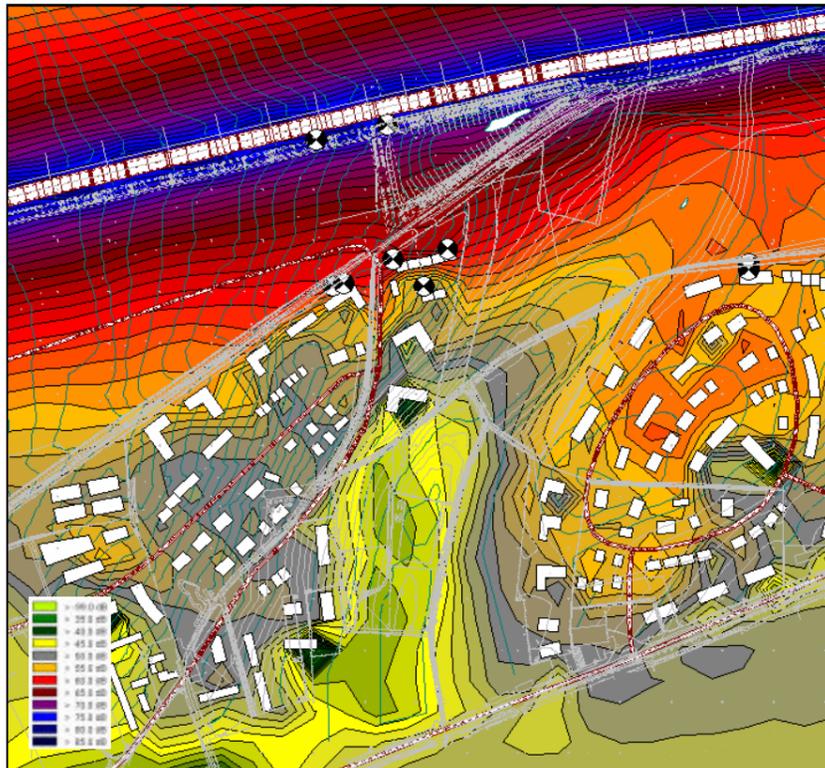


Commentaire :

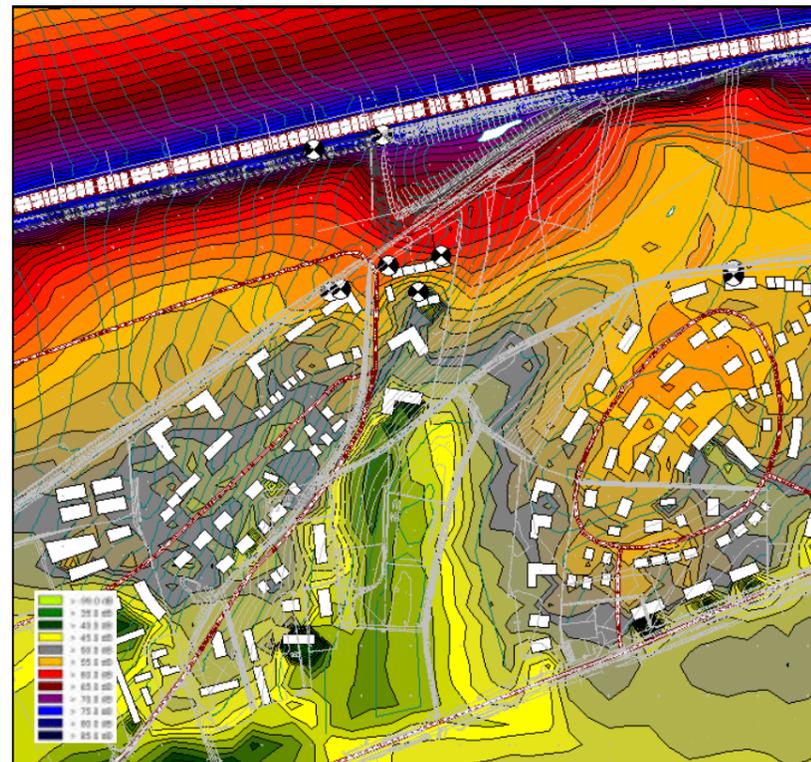
La solution d'un merlon en « Z » contournant la zone de actuelle de terrain de moto-cross réduit considérablement l'atténuation acoustique sur les terrains situés en bordure Sud d'un tel merlon.

CARTOGRAPHIES à H = 5 mètres/sol

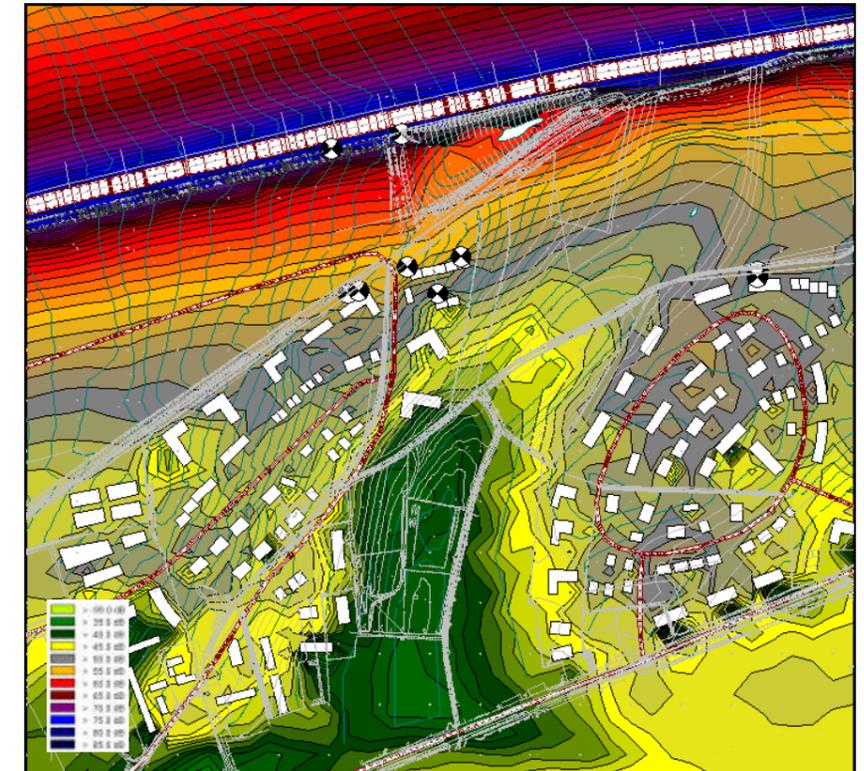
Simulation SANS PROTECTION PHONIQUE



Simulation MERLON h=4m en « Z »



Simulation MERLON h=4m LE LONG DE L'AUTOROUTE

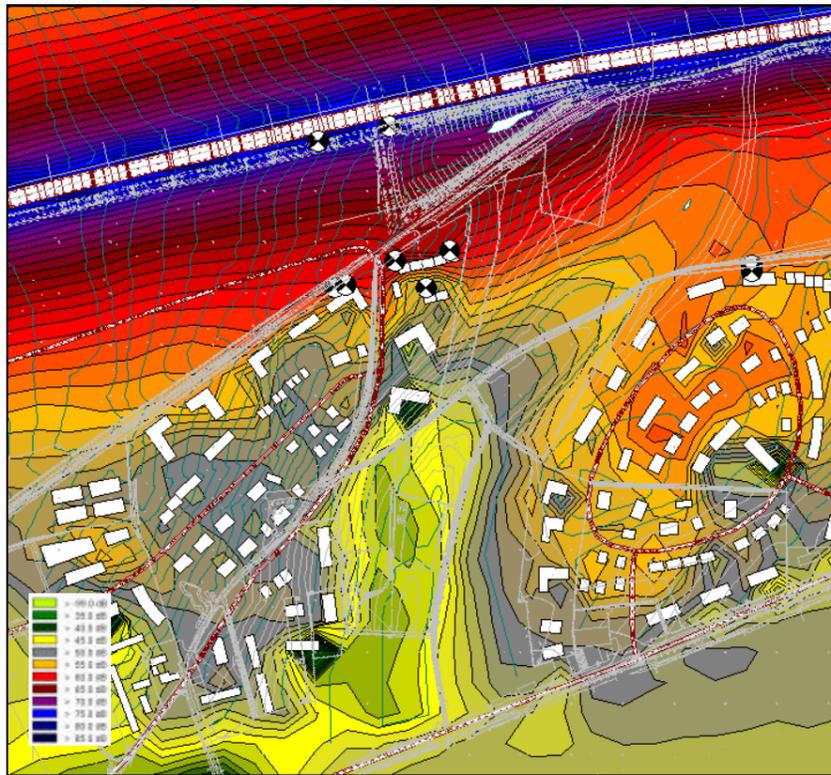


Commentaire :

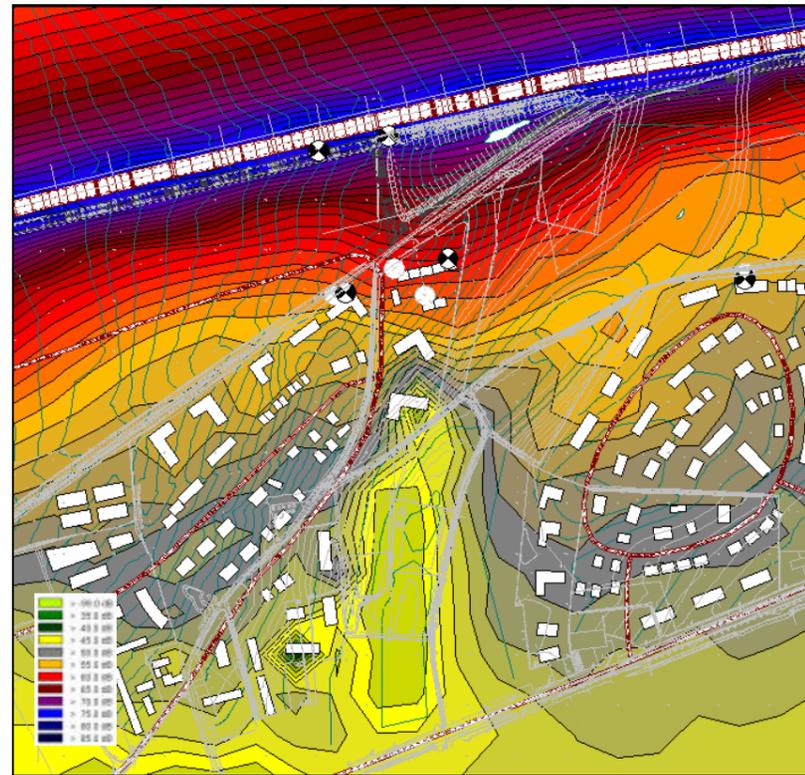
La comparaison des cartographies à une hauteur de 5 mètres par rapport au sol montre que la solution du merlon en « Z » n'est pas adaptée pour la protection de nombreux bâtiments, compte tenu de la localisation envisagée pour les implantations les plus au Nord.

CARTOGRAPHIES à H = 9 mètres/sol

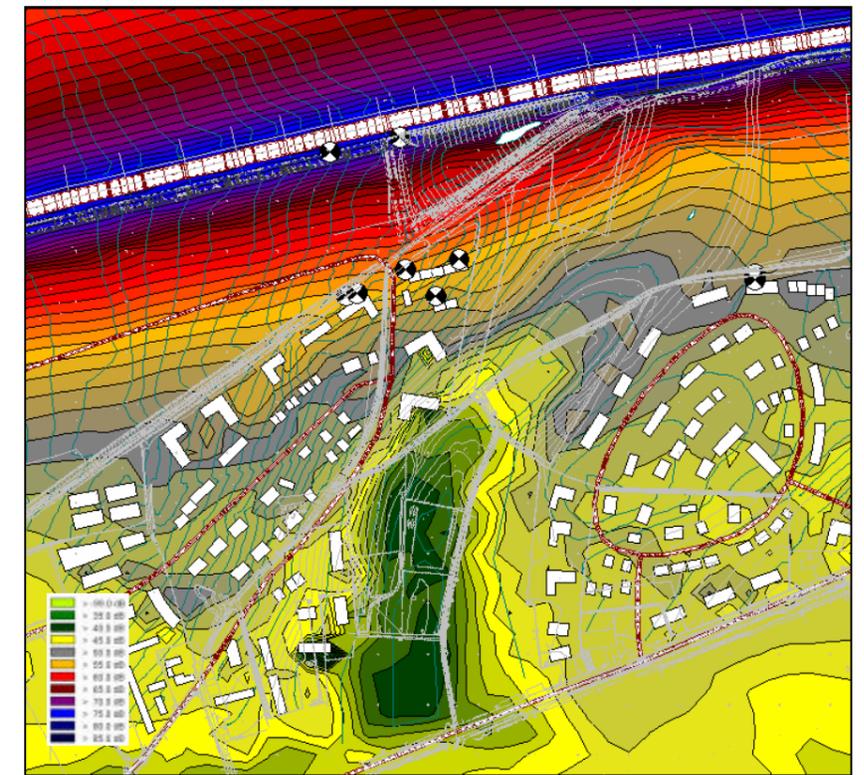
Simulation SANS PROTECTION PHONIQUE



Simulation MERLON h=4m en « Z »



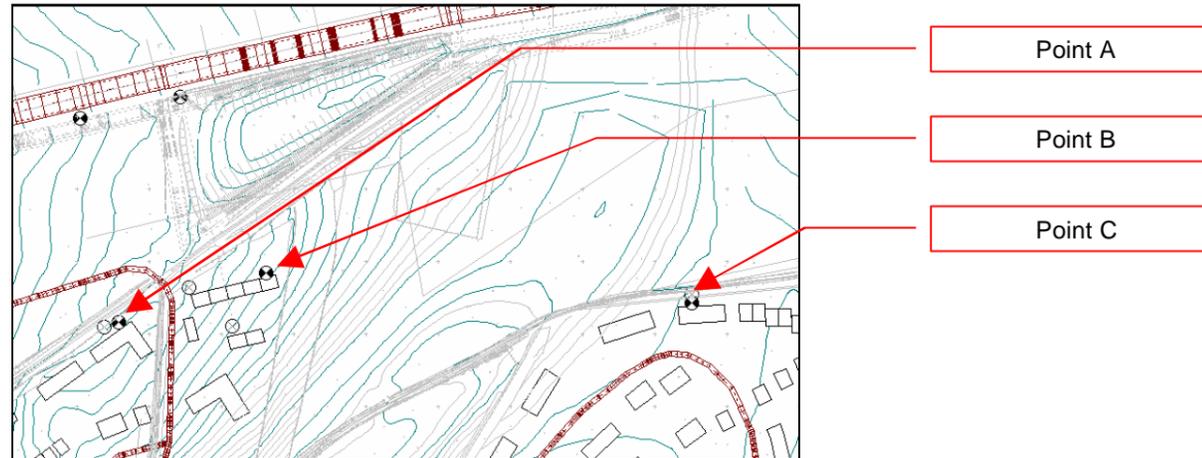
Simulation MERLON h=4m LE LONG DE L'AUTOROUTE



Commentaire :

A une hauteur de 9 mètres par rapport au niveau du sol, l'atténuation est minime pour les points situés en limite Nord à 100 mètres de l'autoroute. Il sera donc nécessaire de limiter les hauteurs des bâtiments les plus au Nord.

CONCLUSIONS SUR LA LOCALISATION DE LA PROTECTION ANTI-BRUIT



SANS PROTECTION PHONIQUE

Situation initiale « Etat zéro »
(valeurs de référence)

Solution MERLON h=4m en « Z »



REDUCTION DU NIVEAU SONORE			
	h=1,5m	h=5m	h=8m
Point A	- 11 dBA	- 6 dBA	- 4,5 dBA
Point B	- 6 dBA	- 1,5 dBA	- 2,5 dBA
Point C	- 5,5 dBA	- 4,5 dBA	- 4 dBA

Solution MERLON h=4m LE LONG DE L'AUTOROUTE



REDUCTION DU NIVEAU SONORE			
	h=1,5m	h=5m	h=8m
Point A	- 13 dBA	- 9 dBA	- 6,5 dBA
Point B	- 12 dBA	- 8,5 dBA	- 8 dBA
Point C	- 10 dBA	- 8,5 dBA	- 7 dBA

Commentaire :

La solution du merlon en Z n'est pas adaptée compte tenu de la localisation envisagée pour les bâtiments les plus au Nord.

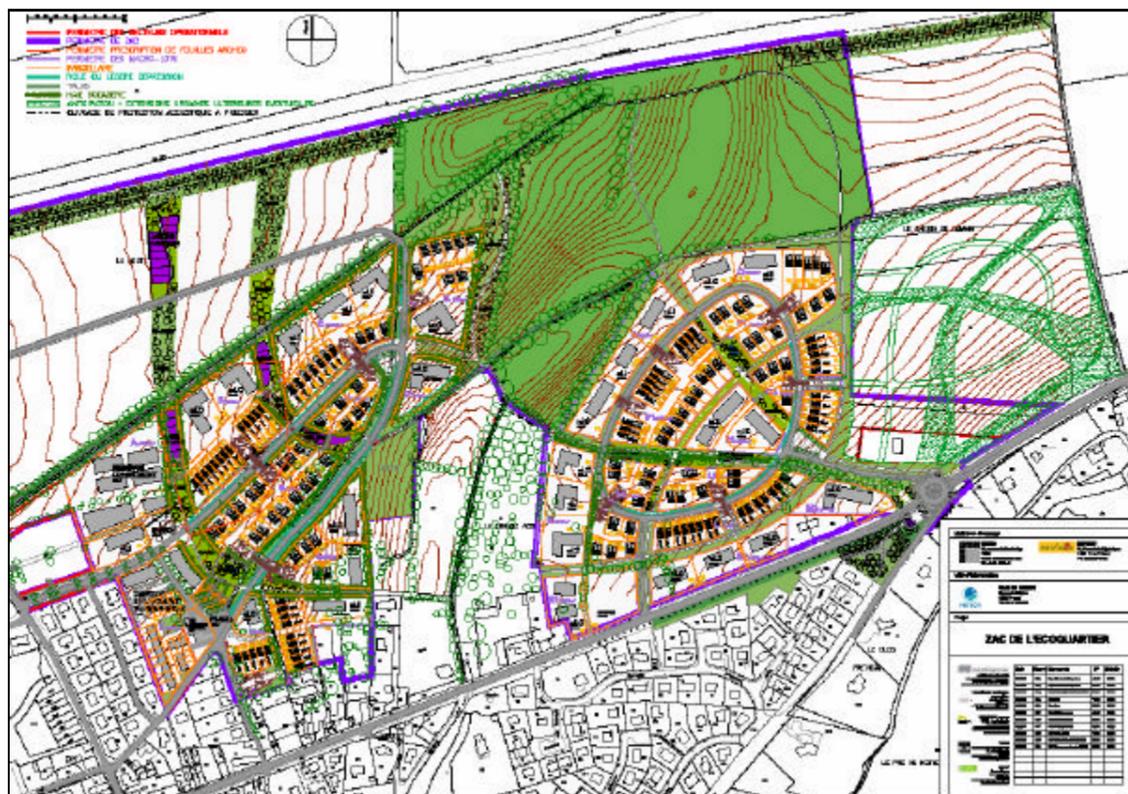
La solution avec une protection anti-bruit le long de l'autoroute permet d'assurer des atténuations acoustiques de plus de 6 dBA quelque soit le bâtiment et la hauteur (pour h<9m)

On veillera toutefois à réduire la hauteur des bâtiments d'habitation (H=5 mètres maximum) situés en bordure de la bande des 100 mètres constructibles.

3.2 CALCULS DE LA SOLUTION RETENUE

Compte tenu des diverses contraintes pour la réalisation du projet, une solution associant un merlon et un mur anti-bruit de hauteur 4 mètres chacun est proposée par l'Atelier Madec.

Cette solution est satisfaisante, car elle permet de répondre à la contrainte du positionnement de la protection anti-bruit à proximité de la source de bruit, ceci afin de bénéficier d'une protection optimale des terrains de l'ecoquartier.



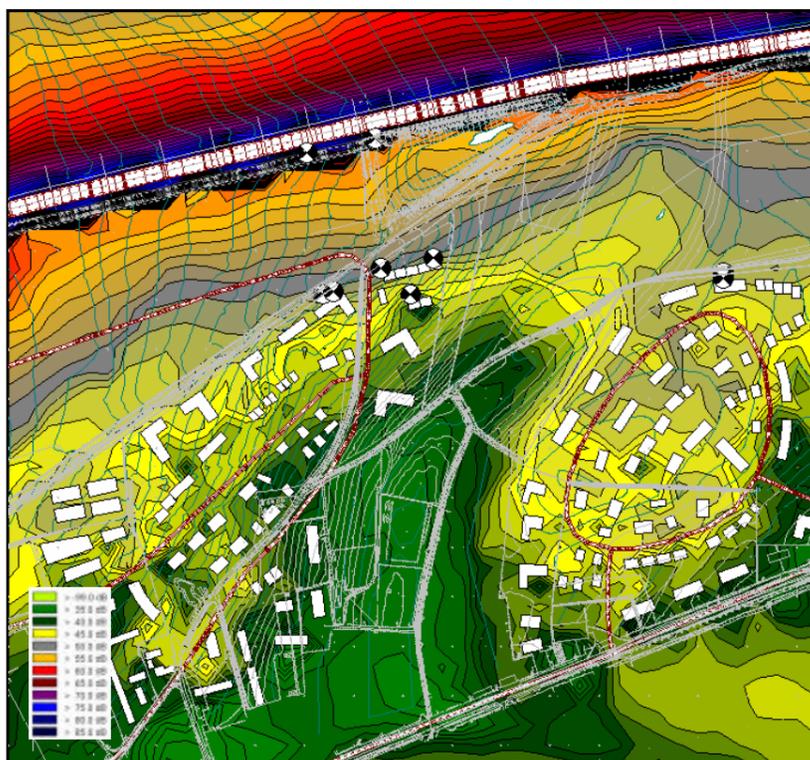
Plan MADEC du 30/06/2011
(Hauteurs des bâtis : selon fichier dwg VER-110711 transmis par MADEC le 19/07/11)



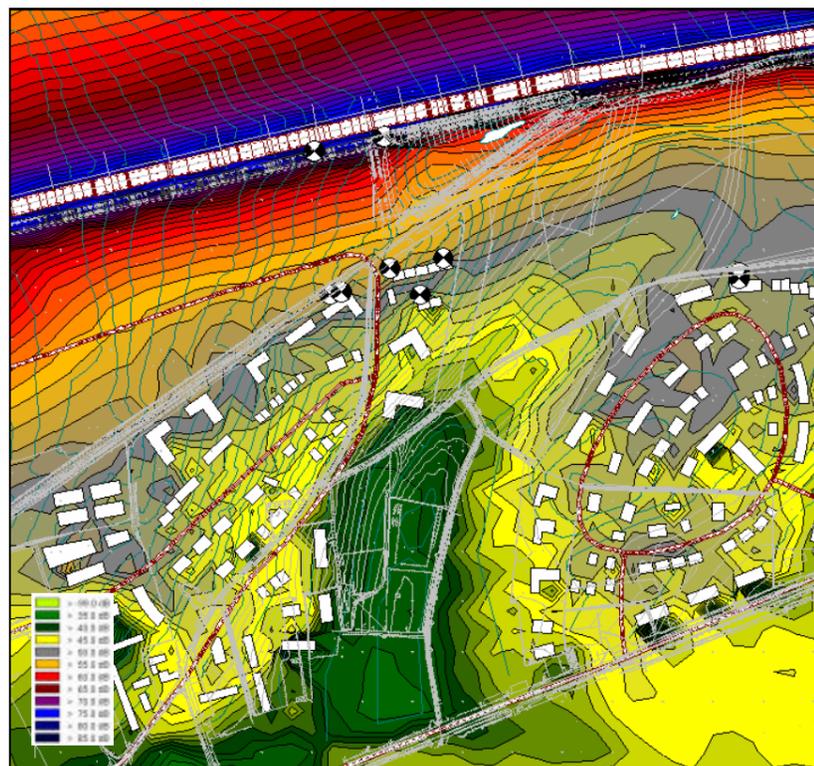
— : merlon H=4 mètres — : Mur-anti-bruit H=4 mètres

Solution MERLON + MUR ANTI-BRUIT

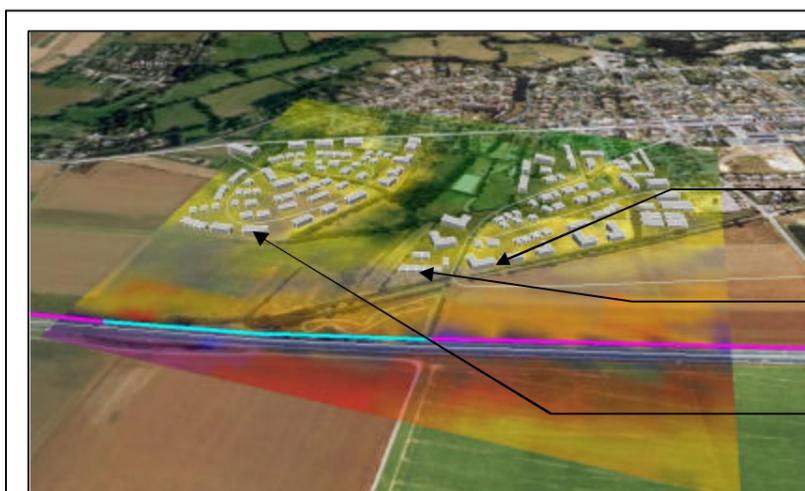
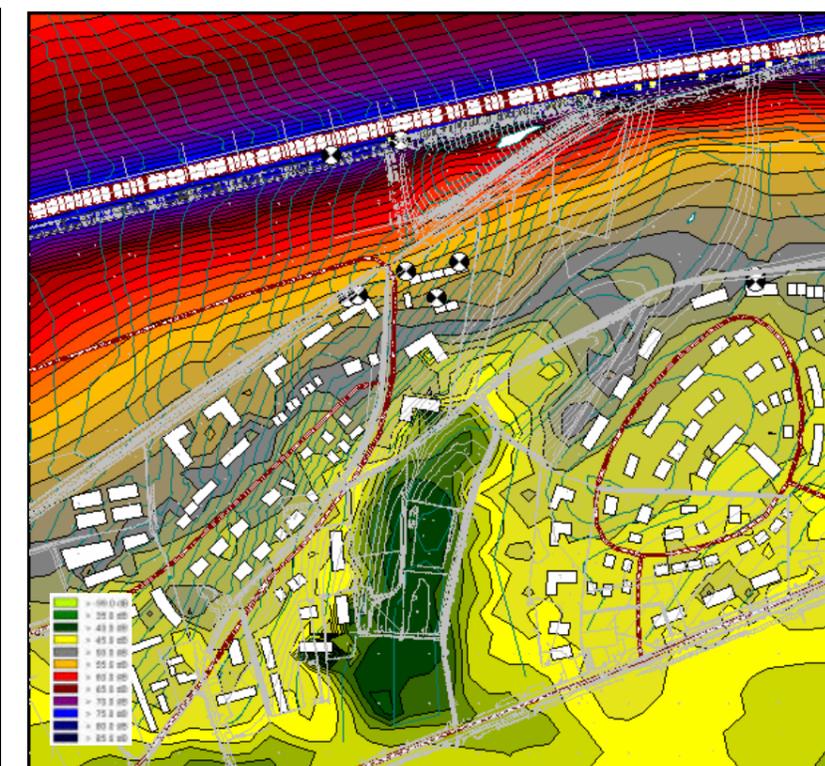
Cartographie sonore
au niveau H= 1,5 mètre



Cartographie sonore
au niveau H= 5 mètres



Cartographie sonore
au niveau H= 9 mètres



Atténuations de niveaux sonores par rapport à une situation sans protection

Point A (Bati R+2)

Point B (Bati R+1)

Point C (Bati R+2)

REDUCTION DU NIVEAU SONORE			
	h=1,5m	h=5m	h=8m
Point A	- 13,5 dBA	- 9 dBA	- 7,5 dBA
Point B	- 12 dBA	- 9,5 dBA	- 9,5 dBA (*)
Point C	- 11 dBA	- 9,5 dBA	- 8,5 dBA

(*) : point hors implantation Bati

Commentaire :

La solution retenue permet d'assurer une protection acoustique d'ensemble satisfaisante sur l'écoquartier : les atténuations sonores sont supérieures à 7dBA pour tous les bâtiments.

4 PRECONISATIONS ACOUSTIQUES

4.1 OUVRAGES DE PROTECTION PHONIQUE VIS-A-VIS DE L'AUTOROUTE A84

Conformément au dossier de création de ZAC (étude d'impact), des ouvrages de protection phonique seront réalisés le long de l'autoroute, de hauteur 4 mètres par rapport au niveau de la voie.

Afin de bénéficier d'une protection efficace et assurer des atténuations sonores approchant les 10 dBA au niveau du sol, et 7 dBA à des niveaux « R+2 », les préconisations sont :

- ouvrages de protection localisés le plus près possible des voies de la A84,
- implantation prolongée au maximum des possibilités à l'Est et à l'Ouest pour protéger les zones de ZAC en limite nord-est et nord-ouest.

La protection phonique sera assurée :

- par un effet de merlon paysager (H=4 mètres/niveau des voies de l'A84) sur les parties Est et Ouest,
- par un écran anti-bruit (H=4 mètres/niveau des voies de l'A84) sur la partie centrale, interposé entre les zones avec merlon :
 - . écran de type réfléchissant.
 - . performance acoustique D_{Lr}=27dB au moins.
 - . type bois, fibres de bois, béton bois ou équivalent.
 - . compris retours d'écrans en bout de mur (liaison merlon-mur) pour assurer la continuité de la protection phonique le long de l'A84.

Sur la base des niveaux sonores constatés lors du diagnostic acoustique, et des atténuations sonores calculées par rapport à une situation sans protection phonique, les évaluations d'ambiance sonore sur la ZAC sont de l'ordre de 50 à 55 dBA sur les zones bâties les plus exposées (D = 100 mètres par rapport à la A84).

4.2 POSITIONNEMENTS ET HAUTEUR DES BATIS SUR LA ZAC

Les voies de trafic internes à la ZAC sont conçues comme des voies douces (vitesse réduite) et n'ayant pas fonction de transit d'un point à l'autre de la commune de Verson : elles sont donc considérées comme des voies à impact sonore limité. Sur la partie Nord de la ZAC, l'autoroute A84 reste donc la source sonore de trafic la plus émergente sur le site.

Les différentes simulations effectuées amènent à proposer des dispositions particulières :

- groupe de bâtiments d'habitation les plus au Nord limités à une hauteur R+1,
- bâtiments R+2 en première ligne de bâti jouant le rôle d'écrans partiels et assurant des zones d'ombres acoustiques devant leurs façades sud,
- bâtiments positionnés et limités en gabarit, de manière à ne pas avoir de vue directe sur la voie de l'autoroute.

4.3 CAHIERS DES CHARGES POUR LA CONCEPTION DES BATIMENTS

La conception des bâtiments, tant dans leur positionnement sur le site (orientation des façades), que dans leur organisation (localisation des locaux sensibles selon les façades), et dans leur systèmes constructifs, prendra en compte l'environnement existant et le futur plan d'aménagement.

Par Arrêté Préfectoral du Calvados du 30 novembre 1999, l'autoroute A84 est classée en catégorie acoustique 2. Dans le cadre d'opération de réalisation de l'Ecoquartier de Verson, et afin d'anticiper les potentialités d'évolution de l'autoroute (trafic, nombre de voies, classement sonore), les bâtiments seront conçus selon les exigences réglementaires en prenant en compte un classement de la voie en catégorie 1.

En conséquence, les isolements acoustiques de façades $DnTA, tr$ respecteront les contraintes suivantes :

Isolement $DnTA, tr$ minimal des pièces (*) en fonction de la distance d entre le bâtiment et l'A84

distance A84/façade	100m < d < 125m	125m < d < 160m	160m < d < 200m	200m < d < 250m	250m < d < 300m	d > 300m
Isolement $DnTA, tr$	36 dB	35 dB	34 dB	33 dB	32 dB	30 dB

(*) : valeurs $DnTA, tr$ pour les pièces en exposition directe. Ces valeurs seront pondérées en fonction de l'orientation des façades et des protections phoniques, selon les prescriptions de l'Arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Par ailleurs, la conception, l'aménagement et l'utilisation des bâtiments respecteront les règles d'émergence acoustique vis-à-vis de l'environnement extérieur définies dans le décret 2006-1099 du 31 août 2006.

En complément des exigences définies ci-dessus, et des obligations acoustiques réglementaires propres à la nature des bâtiments (habitation, enseignement, petite enfance, santé, tertiaire, etc...), chaque aménagement et chaque bâtiment sera étudié et conçu en tenant compte de son environnement dans la ZAC, en proposant des choix constructifs favorables à une ambiance sonore inscrite dans un cadre de vie de qualité, dans un site en évolution. A ce titre, les préconisations acoustiques sont :

- réaliser, pour les bâtiments situés sur la partie Nord, une étude d'implantation précise, justifiant en 3D de l'interface « autoroute / protection anti-bruit (merlon et mur) / façades du bâtiment » afin vérifier la présence ou non de façades en vue directe par rapport aux voies de l'autoroute A84,
- privilégier l'absence de locaux sensibles (locaux de sommeils, de repos, de travail) sur les façades exposées directement ou indirectement (réflexions d'ondes acoustique) au Nord et aux émissions acoustiques provenant de l'A84.
- localiser en zone protégée les espaces extérieurs calmes ou sensibles (terrasses privatives ou publiques, lieux de détente ou de repos, etc...),
- éviter les effets architecturaux générant des réflexions acoustiques sur les façades ou espaces sensibles (avancées de balcons ou coursives, guides d'ondes par effets de formes courbes, effet d'amplification sonore entre parois proches), et proposer des aménagements et volumes favorisant la création de zones d'ambiance sonore de qualité, notamment sur les espaces extérieurs dédiés à la détente et au repos.