



Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2011 – 2012**

Date du Jury : **octobre 2012**

**Approfondissement du volet sanitaire
des études d'impact sur des projets
d'infrastructures de transport**

Marion PAVAN

Lieu de stage : Setec International

Référent professionnel : Sylvie SOUCHON

Référent pédagogique : Denis ZMIROU

Remerciements

Au terme de ce stage, je tiens à exprimer ma reconnaissance à l'ensemble des personnes qui m'ont aidée tout au long de la réalisation de cette étude :

Je remercie Mme Sylvie SOUCHON, responsable du département Environnement et Paysage de SETEC International Vitrolles, pour m'avoir accueillie dans son équipe et avoir permis par sa coopération le bon déroulement de ce mémoire.

Je tiens à remercier M. Denis ZMIROU-NAVIER pour ses conseils et son encadrement, ainsi que Mme Michèle LEGEAS pour son aide dans la préparation et la réalisation de ce mémoire.

Merci au personnel de SETEC International pour son accueil et sa sympathie. Je pense tout particulièrement à Mme Alice MONGIN, Mme Sylvie CHANONIER, Mme Anais LINARD, M. Lawrence DE LA FAGE, M. Samuel LAVEAUD, M. Maxime POULET et M. Eric WEBER ingénieurs au sein de SETEC International, pour leurs conseils et leur disponibilité.

Mes remerciements vont également à Mme Brigitte MOISSONNIER (ARS PACA), Mme Maria CRIADO (ARS PACA), Mme Ysaline CUZIN (DGS), M. Damien DISAVINO (ARS PACA), Mme Marie FIORI (DGS), M. Dominique MAISON (OMS), Mme Alice KOPEL (ARS Ile de France), M. Michel THIBAUDON (RNSA), M. Yves CAZALS (CRNNM) et M. Lory WAKS (MEDDE) pour leur collaboration active à cette étude.

Sommaire

1. Introduction	1
2. Contexte d'étude	2
2.1 Nuisances et effets sur la santé humaine	2
2.1.1 Bruit	2
2.1.2 Vibrations	5
2.1.3 Nuisances olfactives.....	7
2.1.4 Emissions lumineuses dommageables ou indésirables ou « pollution lumineuse »	10
2.2 Contexte législatif et réglementaire	11
2.2.1 La procédure étude d'impact et les modifications engendrées par le décret n°2011-2019 du 29 Décembre 2011	11
2.2.2 Réglementation et recommandations sur les nuisances.....	14
3. Analyse de la méthodologie et des pratiques actuelles d'élaboration du volet sanitaire des études d'impact.....	21
3.1 Présentation de la méthodologie et des pratiques actuelles	21
3.1.1 Textes de référence et recommandations pour l'élaboration des études et du volet sanitaire	21
3.1.2 Les études acoustiques.....	22
3.1.3 Les études vibratoires	25
3.1.4 Nuisances olfactives et émissions lumineuses	25
3.2 Analyse des avis rendus sur les pratiques actuelles d'évaluation des risques sanitaires d'études d'impact.....	26
3.2.1 Préambule.....	26
3.2.2 Synthèse des points d'amélioration fréquemment relevés par les ARS	27
4. Propositions de pistes de réflexion et d'approfondissement.....	40
4.1 Prise en compte des nuisances sonores	40
4.1.1 Intégration du bruit dans l'entretien et la conception des routes	40

4.1.2	De la nécessité de développer de nouveaux indicateurs du bruit	40
4.1.3	Effets combinés de différentes sources de bruit et facteurs d'amplification de la gêne au bruit.....	41
4.2	Prise en compte des nuisances olfactives	42
4.3	Le problème de la prise en compte des effets cumulés des nuisances dans un contexte d'exposition à plusieurs types de nuisances	42
4.4	La prise en compte des sous-groupes populationnels vulnérables	43
4.5	Prise en compte de la qualité de l'air	43
4.5.1	Explications données sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique ..	43
4.5.2	Calcul de l'Indice Pollution Population (IPP)	43
4.5.3	Impacts sanitaires liés aux émissions d'une infrastructure terrestre	44
4.5.4	Lignes directrices de l'OMS concernant la qualité de l'air	44
4.6	Ajout d'un chapitre « ondes électromagnétiques » dans les études d'impact d'infrastructures ferroviaires.....	44
4.6.1	Effets thermiques et non thermiques des ondes électromagnétiques et effets sur la santé.....	45
4.6.2	Les valeurs limites recommandées	46
4.7	Prise en compte du « bruit de fond »	46
4.8	Analyse des incertitudes et discussion	47
4.9	Leviers d'action pour la réduction des nuisances.....	47
4.9.1	Bruit	47
4.9.2	Vibrations.....	48
4.9.3	Nuisances olfactives.....	49
4.9.4	Emissions lumineuses.....	50
4.9.5	Champs électromagnétiques.....	51
5.	Application et mise en œuvre des réflexions amorcées.....	52
5.1	Préambule.....	52
5.2	Présentation du projet de THNS du Pays de Montbéliard.....	52
5.3	Méthodologie employée	53
5.3.1	Synthèse bibliographique et analyse des pratiques actuelles	53

5.3.2	Organismes et experts consultés	53
5.4	Elaboration du volet sanitaire de l'étude d'impact du projet de THNS du Pays de Montbéliard.....	54
5.4.1	Thèmes étudiés.....	54
5.4.2	Développement et articulation des différentes thématiques	54
5.5	Limites du travail réalisé dans le cadre de ce mémoire.....	55
5.6	Aides méthodologiques disponibles et adaptabilité.....	56
5.7	Réaction du public face à un risque subit mais non quantifiable en l'état actuel des connaissances.....	56
6.	Evolutions récentes et à venir sur la qualité de l'air	57
6.1	Le rapport de l'Anses du 12 juillet 2012.....	57
6.2	Révision de la note méthodologique annexée à la circulaire interministérielle du 25 février 2005	59
7.	Conclusion.....	61
8.	Bibliographie	63

Liste des sigles utilisés

ADEME	: Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
AE	: Autorité Environnementale
AFSSE	: Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale
AFSSET	: Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
ARS	: Agence Régionale de Santé
BHNS	: Bus à Haut Niveau de Service
CEDR	: Conférence Européenne des Directeurs des Routes
CERTU	: Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques
CES	: Comité d'experts spécialisés
CGEDD	: Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable
CIRE	: Cellule Interrégionale d'Epidémiologie
CJUE	: Cour de Justice de L'Union Européenne
DT	: Délégation territoriale
DUP	: Déclaration d'Utilité Publique
ICPE	: Installations Classées pour l'Environnement
INERIS	: Institut National de L'Environnement Industriel et des Risques
IRSN	: Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LGV	: Ligne Grande Vitesse
MEDDE	: Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PACA	: Provence Alpes Côte d'Azur
PdMI	: Programme de modernisation des itinéraires routiers
PNSE	: Plan National Santé Environnement
PPA	: Plan de Protection de l'Atmosphère
PREDIT	: Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres
PRQA	: Plan Régional pour la Qualité de l'Air
PRSE	: Plan Régional Santé Environnement
THNS	: Transport à Haut Niveau de Service
RFF	: Réseau Ferré de France
SETEC	: Société d'études techniques et économiques
SETRA	: Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

Table des illustrations

FIGURES

FIGURE 1: RELATION ENTRE L'EXPOSITION A UN NIVEAU SONORE DONNE ET LE NIVEAU DE GENE RESSENTI (EUROPEAN COMMISSION, 2002).....	3
FIGURE 2: LA PERCEPTION SUBJECTIVE DES VIBRATIONS. NORME DIN 4150 : LES COURBES D'EGALE SENSATION DES VIBRATIONS: LE FACTEUR KB (CSTC, 2001)	6
FIGURE 3: REPARTITION DES EMISSIONS DE COV EN FRANCE METROPOLITAINE EN 2000 SELON LES SECTEURS D'ACTIVITE (GRANGE ET AL., 2007)	7
FIGURE 4: COURBE DE STEVENS. VARIATION DE L'INTENSITE ODORANTE D'UN COMPOSE PUR EN FONCTION DE SA CONCENTRATION DANS L'AIR INSPIRE (BOUR ET AL., 2006)	8
FIGURE 5: EXEMPLE DE PRESENTATION DE L'ECHELLE DE BORTLE (HTTP://FR.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/%C3%89CHELLE_DE_BORTLE)	10
FIGURE 6: CHAINE DE MESURE DE LA GENE DUE AUX VIBRATIONS (CSTC, 2001)	25
FIGURE 7 : LES PROJETS SOUMIS OU NON A ETUDE D'IMPACT (MANTHE, 2011).....	VI
FIGURE 8 : AUTORISATION / APPROBATION DES PROJETS SOUMIS A ETUDE D'IMPACT PAR L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE (POITEVIN, 2011)	VIII
FIGURE 9: EVOLUTION DE LA REPARTITION DE L'ORIGINE DES ODEURS EN FONCTION DES ANNEES (2001-2004) (AIRMARAIX, 2005).....	X
FIGURE 10: CARTE DE PRESENTATION DU PROJET DE THNS DU PAYS DE MONTBELIARD	XXI
FIGURE 11: VALEURS GUIDES ET RECOMMANDATIONS DE L'OMS (OMS-NIGHT NOISE GUIDELINES FOR EUROPE, 2009).....	XXIV

TABLEAUX

TABLEAU 1 : EFFETS ET MODES D'ACTION DES POLLUTIONS OLFACTIVES SUR LA SANTE (BOUR ET AL., 2006).....	9
TABLEAU 2 : VALEURS GUIDE DE L'OMS AU REGARD DES EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTE (OMS, 1995).....	15
TABLEAU 3: RECOMMANDATIONS DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE SUR LE BRUIT EN PERIODE NOCTURNE (OMS, 2009)	17
TABLEAU 4: LISTE DES POLLUANTS RETENUS POUR LES ETUDES D'IMPACTS DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES	58
TABLEAU 5 : EXTRAIT DU TABLEAU ANNEXE A L'ARTICLE R 122-2 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT: INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES ET INFRASTRUCTURES ROUTIERES (SOURCE: HTTP://LEGIFRANCE.GOUV.FR/AFFICHTEXTE.DO;JSESSIONID=AB24ACE9AF0DB6D171ED053E2568E32A.TPDJO10v_2?CIDTEXTE=JORFTEXT000025054134&CATEGORIELIEN=ID).....	VII
TABLEAU 6 : LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR ET CIBLES INTERMEDIAIRES POUR LES PARTICULES : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES (OMS, 2005).....	XVIII
TABLEAU 7: LIGNES DIRECTRICES OMS RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR ET CIBLES INTERMEDIAIRES POUR LES PARTICULES : CONCENTRATIONS SUR 24 HEURES (OMS, 2005)	XVIII
TABLEAU 8 : LIGNE DIRECTRICE OMS RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR ET CIBLES INTERMEDIAIRES POUR L'OZONE: CONCENTRATIONS SUR 8 HEURES (OMS, 2005)	XIX
TABLEAU 9: LIGNES DIRECTRICES OMS RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR POUR LE DIOXYDE D'AZOTE (OMS, 2005)	XIX
TABLEAU 10: LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS RELATIVES A LA QUALITE DE L'AIR ET CIBLES INTERMEDIAIRES POUR LE SO ₂ : CONCENTRATIONS SUR 24 HEURES ET 10 MINUTES (OMS, 2005)	XX

1. Introduction

Introduite par la première loi de protection de la nature du 10 juillet 1976 et renforcée depuis, l'étude d'impact est une étape du processus d'évaluation environnementale. Elle constitue un moment essentiel pour faire évoluer les projets de travaux et d'aménagement vers la solution de moindre impact et pour développer une concertation effective avec le public.

Le « volet sanitaire » de l'étude d'impact comprend une étude des effets sur la santé du projet soumis à enquête publique en vue de son autorisation. Il s'attache notamment à évaluer et analyser l'ensemble des effets potentiels du projet sur la santé humaine, liés à la réalisation et à l'exploitation du projet.

L'évaluation des effets potentiels du projet sur la santé passe notamment par :

- Une caractérisation de l'état initial des territoires concernés par le projet, à travers des inventaires, relevés sur site, synthèse documentaire,
- Un inventaire des différentes nuisances et pollutions engendrées par le projet,
- Une réflexion sur l'identification des dangers pour la santé associés à ces nuisances et pollutions,
- La définition des relations « doses-réponses » pour chacun des dangers identifiés,
- La caractérisation de la population susceptible d'être exposée.

Elle peut alors permettre de conclure, par synthèse des informations, sur le risque potentiel du projet vis-à-vis de la santé humaine.

L'objet de ce mémoire est de compléter, d'approfondir et d'analyser le contenu du volet sanitaire des études d'impact réalisées par la filiale SETEC International du groupe SETEC. Une revue des réglementations (françaises, européennes, voire extra-européennes lorsque cela apparaît pertinent) et des recommandations de l'OMS relatives aux nuisances (bruit, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) existantes est présentée. Ce travail s'appuie également sur les guides méthodologiques internes disponibles et sur l'analyse des avis rendus par les autorités compétentes sur les études d'impact de projets similaires à celui étudié. Un état des lieux des connaissances relatives aux nuisances est proposé en première partie de ce rapport, suivi d'une analyse des pratiques actuelles et des avis rendus sur ces dernières par les autorités compétentes. Les réflexions et propositions amorcées ont ensuite été appliquées à un projet d'infrastructure de transport : le projet de Transport à Haut Niveau de Service (THNS) du Pays de Montbéliard pour lequel SETEC International/SETEC TPI est maître d'œuvre.

A la demande de l'organisme d'accueil, le thème de la qualité de l'air disposant d'un ensemble de textes réglementaires et techniques très détaillés, n'est abordé dans cette étude qu'à travers l'analyse des avis des Agences Régionales de Santé (ARS) sur le volet sanitaire et les évolutions récentes et à venir dont il fait/fera l'objet.

2. Contexte d'étude

2.1 Nuisances et effets sur la santé humaine

Le terme « nuisance », souvent employé au pluriel désigne un « phénomène qui porte atteinte aux conditions de vie, altère la santé, dégrade l'environnement » (définition de la 9^{ème} édition du dictionnaire de l'Académie française). Parmi les nuisances environnementales, celles générées par les infrastructures de transport comptent parmi les mieux identifiées par la population et constituent des facteurs d'inégalité environnementale (*WHITEHEAD et al., 1991 ; OMS,2012*).

2.1.1 Bruit

2.1.1.1 Présentation

Les transports, en particulier la circulation routière, sont la principale cause de l'exposition humaine au bruit ambiant. On estime qu'environ 65% de la population européenne est exposée à des niveaux de bruit engendrant un grave inconfort, une gêne de la parole et une perturbation du sommeil (55–65 dB LAeq sur 24 heures). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé « en Europe occidentale, au moins un million d'années de vie en bonne santé sont perdues chaque année en raison du bruit causé par la circulation » (*OMS, 2011*). Le Ministère de l'Ecologie estime quant à lui le coût social du bruit entre 4,8 et 9,5 millions d'euros (*Grenelle de l'environnement*).

2.1.1.2 Origines du bruit généré par les infrastructures de transport

Pour le trafic routier, c'est la vitesse de rotation et la structure (sculptures prononcées, motifs réguliers, largeur) du pneumatique qui est le principal paramètre fonctionnel. Le profil de texture ou de rugosité du revêtement de chaussée est quant à lui le principal paramètre explicatif du bruit de roulement. La porosité de la couche de roulement est également un paramètre déterminant du bruit, ainsi que la géométrie des pneumatiques (*ADEME, 2007*).

Pour le trafic ferroviaire, les principales sources de bruit des trains sont les bruits de roulement (prépondérants jusqu'à 320 km/h environ) et les bruits d'origine aérodynamique (*FODIMAN, 2004*).

2.1.1.3 Unités de mesure

Un bruit se caractérise essentiellement par son niveau et par sa fréquence. Le niveau de bruit, qui détermine si un bruit est fort ou faible se mesure en décibels (unité de mesure : le Bel). Le décibel suit une échelle logarithmique : quand la quantité de bruit double, le niveau sonore augmente de 3 dB. La fréquence (Hertz) correspond quant à elle à la hauteur du son (plus elle est élevée et plus le son est aigu).

Afin de prendre en compte la sensibilité physiologique particulière de l'oreille humaine, on applique au son mesuré (en dB) un filtre représentatif de la perception humaine (filtre en

fréquence identique à celui de l'oreille). Pour les niveaux sonores courants, on a ainsi recours au filtre A, le niveau s'exprimant alors en décibel avec pondération A, noté dB(A) (AFSSET, 2007 ; DRASS Essonne, 2002).

D'un point de vue réglementaire, l'approche énergétique est la plus répandue, comme en témoignent les différents indicateurs, présentés en Annexe 1.

2.1.1.4 Ressenti de la population face aux nuisances sonores

Le rapport du comité opérationnel 18 « Bruit » du Grenelle de l'Environnement indique que le bruit est considéré comme la première nuisance au domicile, dont les transports seraient la source principale (80%). Le bruit ne semble pourtant pas considéré comme un problème environnemental saillant (*Baromètre IRSN, 2012*). L'opinion à l'égard du bruit est donc paradoxale puisque les individus accordent une grande importance à la tranquillité sonore mais ne classent pas le bruit en tant que problème environnemental très préoccupant. L'opposition riveraine se focalise cependant généralement sur les nuisances sonores (*SETRA, CERTU, 2001*).

Si les médecins peuvent décrire un son ou un bruit, les paramètres qu'ils utilisent semblent tout à fait insuffisants pour exprimer la très grande variabilité des réactions individuelles (*AFSSE, 2004*), d'où l'intérêt des approches développées par les sciences humaines et sociales (*GRANGE et al., 2009*). L'ambiance sonore peut en effet être définie comme la conjonction d'un lieu, d'un temps et d'une activité (*MAFFIOLLO, 1999*). Dans de nombreuses circonstances on constate un rejet à l'égard d'indices comme le Leq auquel on reproche de moyenniser les niveaux de bruit quand ce sont les événements qui sont la véritable nuisance (*FABUREL et al., 2007*). Comme en témoigne le graphique ci-dessous, à niveau sonore égal le pourcentage de personnes gênées par un bruit d'origine aéroportuaire, routier ou ferroviaire diffère (*European Commission, 2002*) :

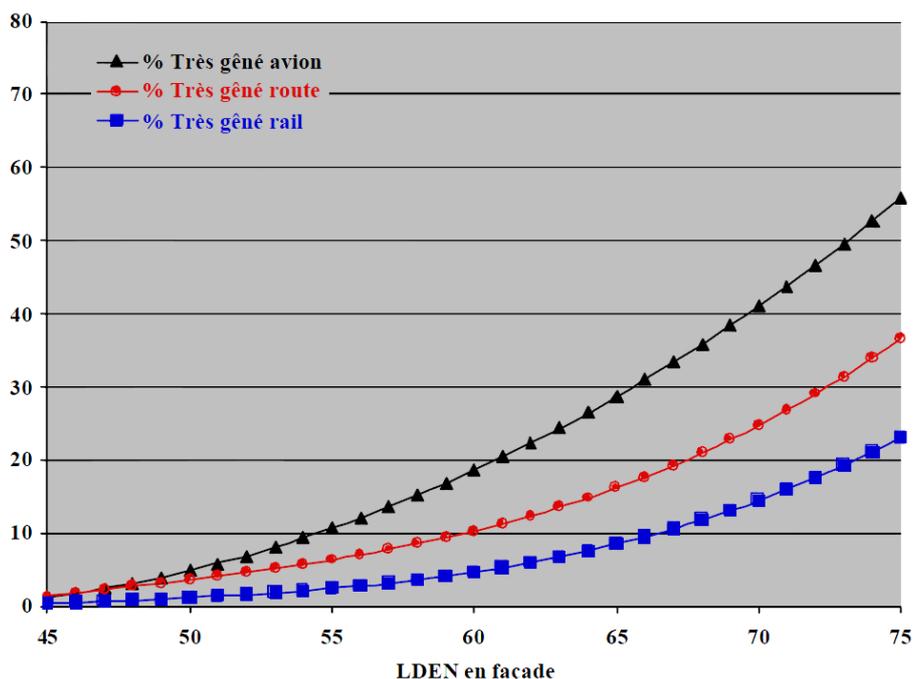


Figure 1: Relation entre l'exposition à un niveau sonore donné et le niveau de gêne ressenti (European Commission, 2002)

Les corrélations entre niveaux d'exposition et gêne individuelle, bien que significatives, sont relativement faibles. Le bruit ne permettrait ainsi d'expliquer que 30 à 40% de la gêne exprimée et il est particulièrement difficile de fixer le niveau précis de bruit auquel commence l'inconfort, notamment en raison de facteurs non acoustiques de modulation de la réaction individuelle au bruit (présentés en Annexe 2).

2.1.1.5 Effets sur la santé

Les effets du bruit sur la santé peuvent être classés en deux catégories : auditifs et non auditifs.

Effets auditifs

Parmi les effets auditifs du bruit on trouve : la baisse de l'acuité auditive (le plus souvent temporaire), les acouphènes (tintements ou bourdonnements dans l'oreille), les traumatismes (causés par un bruit bref de très forte intensité), la gêne de la compréhension de la parole (au-delà de 35 dB(A)). Un déficit auditif ne se produisant pas aux niveaux LAeq de 75 dB(A) ou moins (même en cas d'exposition prolongée), il ne peut être imputable au bruit des infrastructures de transport dans la mesure où ces dernières émettent à des niveaux sonores inférieurs à ces valeurs.

Effets non auditifs

Le bruit met en jeu l'ensemble de l'organisme sous forme d'une réaction générale de stress traduisant la mobilisation de toutes les fonctions d'adaptation et de défense. Les principaux effets non auditifs du bruit sont les suivants :

-perturbation du sommeil. La perturbation du sommeil est une conséquence importante du bruit dans l'environnement (*MARGIOCCHI et al., 2010*). Plus de 50% des troubles du sommeil seraient imputables au bruit, troubles qui persistent même quand le patient déclare s'être adapté au bruit.

-impacts sur les fonctions physiologiques (temporaires et permanents). Ces derniers sont de plusieurs types : hypertension, maladies cardiaques ischémiques¹, effets cardiovasculaires², réduction du champ visuel, céphalées, troubles musculaires et élévation des taux d'adrénaline et de cortisol (*SCHAPKIN et al. 2006 ; Bureau Régional de l'OMS pour l'Europe, 1999*).

-impacts sur le comportement social et sur les troubles mentaux latents. Une étude réalisée en 1998 par le ministère de la santé (« Les effets du bruit sur la santé ») a montré que le bruit peut être à l'origine de maladies psychosomatiques et d'atteintes du système

¹ Il est toutefois important de noter qu'il reste difficile de conclure sur les relations entre cardiopathies ischémiques et bruit du fait des limites inhérentes à la caractérisation de l'exposition au bruit, aux facteurs de confusions et aux biais des études épidémiologiques menées sur le sujet. C'est notamment ce que conclue la méta-analyse menée par Van Kempen et al. en 2002 portant sur 43 études épidémiologiques effectuées entre 1970 et 1999 (VAN KEMPEN et al. 2002).

² Notamment après une exposition de longue durée aux trafics aérien et automobile avec des valeurs de LAeq 24h de 65-70db(A)

nerveux (*DRASS Essonne, 2002*). Au-delà de 80 dB(A) le bruit réduit également les comportements de solidarité et augmente l'agressivité chez les individus qui y sont prédisposés, il a donc un impact sur le comportement social.

-gêne et baisse du niveau de performance. La gêne liée au bruit est aussi associée à l'insatisfaction, à l'irritabilité, voire à l'agressivité (*LUSKS et al. 2004 ; BUROW et al. 2005*). Elle dépend non seulement des caractéristiques du bruit, y compris de sa source, mais également dans une grande mesure de nombreux facteurs non-acoustiques, à caractère social, psychologique, ou économique. La corrélation entre l'exposition au bruit et la gêne générale, est beaucoup plus haute au niveau d'un groupe qu'au niveau individuel. Pendant la journée, peu de gens sont fortement gênés à des niveaux de LAeq inférieurs à 55 dB(A) et peu sont modérément gênés en dessous de 50 dB(A). Concernant le bruit intermittent, il apparaît nécessaire de tenir compte du niveau de pression acoustique maximum et du nombre d'événements bruyants.

2.1.2 Vibrations

2.1.2.1 Présentation et unités de mesure

Une vibration est une oscillation mécanique autour d'une position d'équilibre. Une vibration se définit par sa fréquence, ses amplitudes (distance, vitesse et accélération) et sa directivité (X, Y, Z). L'exposition et la perception des vibrations sont souvent exprimées en m/s^2 (amplitude d'accélération). Le paramètre caractérisant la réaction des personnes aux vibrations est appelé « facteur KB » (*cf. Figure 2*) dans les normes allemandes et « accélération pondérée » dans les normes ISO.

La méthodologie de réalisation des mesures et études vibratoires est détaillée en 3.1 de ce rapport.

2.1.2.2 Origines des vibrations générées par les infrastructures de transport

Les sources dominantes de vibrations sont les transports terrestres (principalement le domaine ferroviaire) et les chantiers (construction, rénovation) (*ELIAS et al., 2007*).

Les vibrations générées par les trains ou les véhicules lourds sont principalement causées par des irrégularités d'état de surface. Ces vibrations se transmettent au sol et s'y propagent avec des longueurs d'onde et une atténuation fonction de la distance qui dépendent du sol et de la fréquence d'excitation. Les ondes vibratoires excitent ensuite les fondations des bâtiments situés à proximité, se transmettent à l'ensemble de la structure de ces bâtiments produisant ainsi soit des vibrations soit, par rayonnement, un bruit dit « solidien »³ (*FABUREL et al., 2007*). Plusieurs types d'ondes sont générés dans les structures, mais seules les ondes de flexion rayonnent du bruit. Les sollicitations vibratoires engendrées par

³ Certaines structures des habitations sont susceptibles d'entrer en vibration : planchers, cloisons, vitres, etc.

les trafics routiers sont perçues par approximativement 10% des populations urbaines (FABRE, 1984).

2.1.2.3 Ressenti de la population exposée aux vibrations

Le seuil de perception des vibrations est de 0.1 mm/s, dès qu'il est dépassé, il y a gêne pour les personnes (CSTC, 2001). Des valeurs de 0,2 à 0,4 mm/s le jour et de 0,14 mm/s la nuit sont cependant jugées acceptables pour les résidences (Norme ISO 2631-2 de 1989) (CETE de l'Est, 2011). Si les amplitudes des vibrations sont généralement trop faibles pour être perceptibles à l'œil nu, le corps humain les ressent très bien : on peut qualifier l'homme de «récepteur sensible » (CSTC, 2001).

La figure ci-dessous donne les courbes d'égale perception de l'être humain aux vibrations qui correspondent à des valeurs constantes du facteur KB.

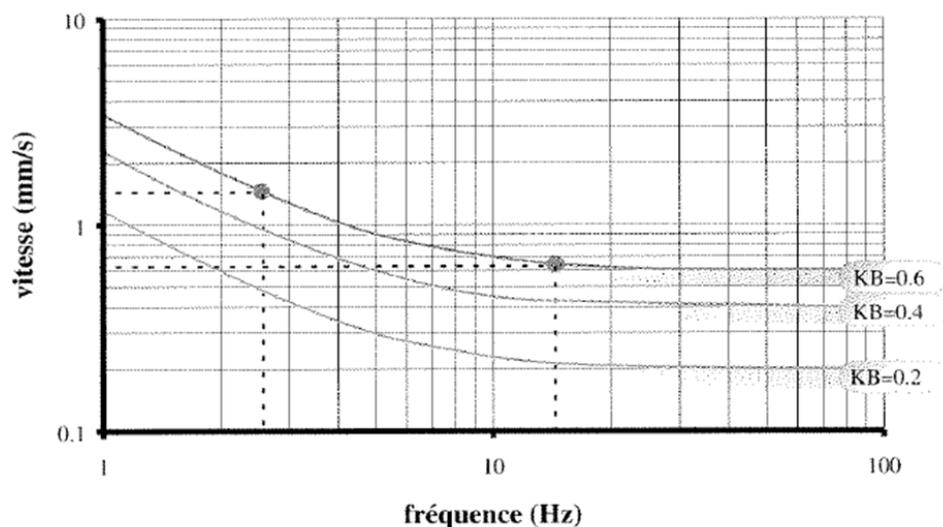


Figure 2: La perception subjective des vibrations. Norme DIN 4150 : les courbes d'égale sensation des vibrations: le facteur KB (CSTC, 2001)

On constate que si la fréquence de la vibration est basse (en dessous de 10 Hz), l'amplitude physique de la vibration doit être supérieure pour donner la même perception subjective par rapport à une source de fréquence supérieure à 10 Hz.

2.1.2.4 Effets sur la santé humaine

Les vibrations peuvent causer des dommages aux structures des bâtiments (fissure/fatigue), perturber le fonctionnement des matériels sensibles et avoir des effets sur les personnes qui y sont exposées (gêne, inconfort, troubles du sommeil, stress...). La gêne engendrée par ces vibrations peut aussi bien provenir de la perception corporelle des vibrations, que de la perception auditive du bruit solide (ELIAS *et al.*, 2007).

2.1.3 Nuisances olfactives

2.1.3.1 Présentation

Il existe plusieurs définitions du terme « odeur », pour n'en citer qu'une seule : « perception mettant en jeu un ensemble de processus complexes tels que les processus neurosensoriels, cognitifs et mnésiques qui permettent à l'homme ou à l'animal d'établir des relations avec son environnement olfactif » (BOUR *et al.*, 2006). Une odeur peut se définir par sa nature spécifique (qualité), la sensation agréable ou désagréable qu'elle provoque (caractère hédoniste), ainsi que par son intensité. La circulation routière fait partie des principales sources de nuisances olfactives, comme en témoigne une étude menée par AIRMARAIX en 2005 dans la région de Marseille (AIRMARAIX, 2005).

2.1.3.2 Origines des nuisances olfactives

Les composés chimiques à l'origine des odeurs appartiennent majoritairement à la famille des composés organiques volatils (COV), exception faite de l'ammoniac et de l'hydrogène sulfuré (fréquemment rencontrés dans les gaz malodorants).

Dans le cas des infrastructures de transport, les nuisances olfactives engendrées par les polluants atmosphériques concernent principalement les COV. Le trafic routier compte d'ailleurs parmi les principales sources de COV, comme l'illustre le graphique ci-dessous :

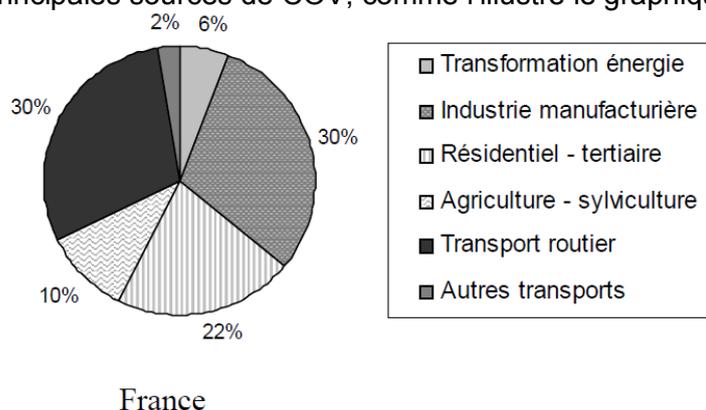


Figure 3: Répartition des émissions de COV en France métropolitaine en 2000 selon les secteurs d'activité (GRANGE *et al.*, 2007)

Pour le transport routier, les familles de composés les plus fortement contributrices aux émissions sont les alcanes (37 %), les composés aromatiques (25 %), les alcènes (16 %) et les aldéhydes (11 %). Ce secteur est celui qui contribue le plus aux émissions d'aldéhydes (GRANGE *et al.*, 2007).

2.1.3.3 Unités de mesure

L'unité d'odeur européenne, notée ouE, est la quantité de substances odorantes qui, évaporée dans 1m³ de gaz neutre (aux conditions normalisées), déclenche une réponse physiologique de la part d'un jury (seuil de détection) équivalente à celle suscitée par une masse d'odeur de référence (butanol) européenne (EROM) dans les mêmes conditions.

$$1 \text{ EROM} = 123 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ n-butanol} = 1 \text{ ouE}/\text{m}^3$$

2.1.3.4 Ressenti de l'exposition aux nuisances olfactives par la population

Les mauvaises odeurs génèrent presque systématiquement une inquiétude de la part de la population quant à la qualité de l'air qu'elle respire. Au niveau individuel, elles se traduisent par une limitation du bien-être et même de l'inconfort.

Les nuisances olfactives apparaissent comme le deuxième motif de plainte après le bruit.

La loi de Stevens permet d'approcher la variation de l'intensité odorante d'un composé pur en fonction de sa concentration dans l'air inspiré :

LOI DE STEVENS : $\text{Log (Intensité)} = n * \text{log (Concentration)} + \text{Cste}$

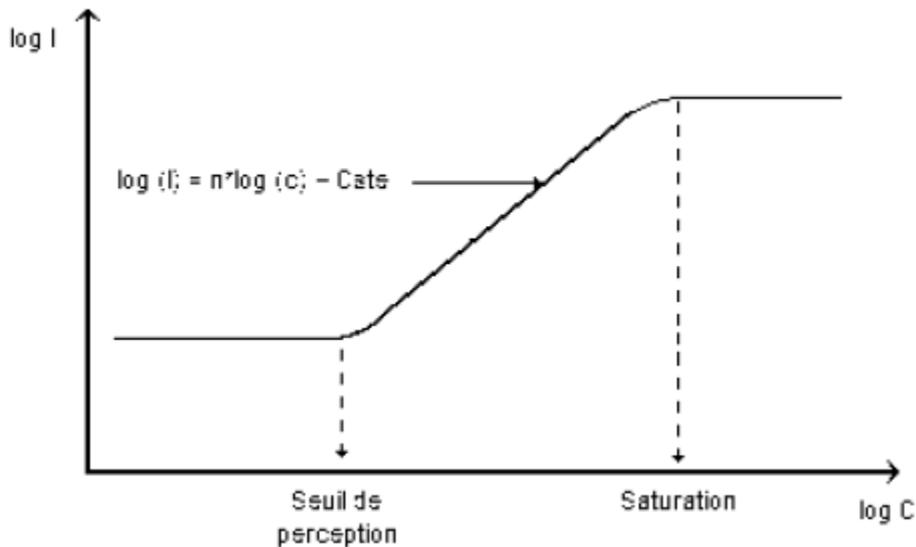


Figure 4: Courbe de Stevens. Variation de l'intensité odorante d'un composé pur en fonction de sa concentration dans l'air inspiré (BOUR et al., 2006)

Le paramètre n représente la pente de la droite et renseigne sur la sensibilité de l'odorat à une variation de concentration. Ce paramètre dépend du composé incriminé et varie généralement entre 0,1 et 1, entraînant ainsi une forte diversité des comportements individuels.

Le seuil olfactif est défini comme la concentration minimale produisant une odeur (valeur pour laquelle 50% des membres du panel de « nez » perçoivent l'odeur). La différence de sensibilité olfactive chez les personnes peut varier d'un facteur 10 à 100, ce qui explique la grande différence des valeurs obtenues dans la littérature.

La perception des odeurs dépend de l'état physiologique, de la culture, des habitudes de vie, de la vision, du moment de la perception, des propriétés physico-chimiques des odorants et des mécanismes de transport aérien. C'est pourquoi, les pollutions olfactives s'avèrent particulièrement difficiles à appréhender (FANLO et al., 2006). L'importance des fluctuations interindividuelles est telle que la recherche d'un « seuil d'effet universel » semble aujourd'hui illusoire (ASTEÉ, 2006).

2.1.3.5 Relation entre perception et toxicité des odeurs

La perception des différentes molécules odorantes se fait souvent bien avant d'atteindre le seuil de toxicité. La nature principalement non toxicologique des effets induits par de telles expositions ne permet donc pas d'arriver à un résultat significatif ou pertinent par la méthode actuelle d'évaluation quantitative des risques sanitaires. Lorsque le seuil olfactif est proche de la concentration maximale admissible pour une exposition de 8 heures (rapport concentration maximale/seuil olfactif inférieur à 10), la toxicité de la substance peut être mise en cause dans l'apparition des effets. Lorsque la concentration maximale admissible et le seuil olfactif sont distincts de plusieurs ordres de grandeur, les symptômes rapportés peuvent être considérés comme des effets non toxicologiques des contaminants.

2.1.3.6 Effets sur la santé humaine

La difficulté de caractérisation des symptômes (psychologiques et physiologiques) s'explique notamment par leur expression, très variable et parfois très limitée dans le temps, ce qui leur confère une forte nature subjective. Les pollutions olfactives ne semblent pas provoquer d'excès de cancers ni de troubles de la reproduction ou du développement. Enfin, aucun excès de mortalité au sein de population exposées à des pollutions olfactives résultant des émissions des transports n'a pu être mis en évidence. Le tableau ci-dessous illustre les effets et modes d'action des pollutions olfactives sur la santé :

Tableau 1 : Effets et modes d'action des pollutions olfactives sur la santé (BOUR et al., 2006)

Types d'effets	Modes d'action	Effets sur la santé
Irritation des yeux, du nez et de la gorge	Stimulation des muqueuses oculaires, nasales et respiratoires et activation des récepteurs par les substances irritantes. Pour les substances irritantes solubles dans l'eau, dissolution des irritants dans les muqueuses et lésion des cellules épithéliales.	Congestion nasale et sinusale. Inflammation respiratoire et symptômes associés : -Augmentation de la résistance à la pénétration de l'air -Bronchoconstriction et constriction laryngienne -Diminution du volume et du flux d'air inspiré -Augmentation du rythme respiratoire et cardiaque -Rhinites, Sinusites, Apnée transitoire réflexe -Dysfonctionnement des cordes vocales (gorge serrée, ronflement laryngien, voix cassée...) -Eternuements, Toux
Stimulation des nerfs sensoriels et crâniens	Activation des nerfs crâniens liés au système sensoriel	-Maux de tête, Nausées -Exacerbation des désordres allergiques et de l'asthme -Fatigue olfactive (notamment suite à l'exposition au H ₂ S et aux mercaptans) -Dysfonctionnement olfactif (perception distordue, diminuée ou amplifiée) -Changements neurochimiques (modification de l'électro-encéphalogramme) dont l'effet sur la santé est encore inconnu
Perturbations émotionnelles et cognitives	Système limbique (émotionnel) et mémoire fortement liés au système olfactif	-Perturbations de l'humeur et des performances, Fatigue, -Stress et symptômes liés au stress : -Perturbations du système immunitaire et endocrinienne -Symptômes somatiques (augmentation de la tension artérielle par exemple) -Panique et hyperventilation (conditionnement Pavlovien)

A ces effets s'ajoutent d'éventuels effets toxicologiques, dont les modes d'action sur la santé sont fonction de la substance considérée.

Il est également possible d'observer des différences entre l'exposition intermittente (susceptible d'entraîner une amplification progressive de la réponse) et l'exposition chronique (perte de sensibilité souvent observée) aux odeurs.

2.1.4 Emissions lumineuses dommageables ou indésirables ou « pollution lumineuse »

2.1.4.1 Présentation

Le terme « pollution lumineuse » désigne à la fois la présence nocturne anormale ou gênante de lumière et les conséquences de l'éclairage artificiel nocturne sur la faune, la flore, la fonge, les écosystèmes (*DEEM et al., 2007*) ainsi que les effets suspectés ou avérés sur la santé humaine (*OFEFP, 2005 ; FALCHI et al. 2011*).

Selon l'Ademe, les neuf millions de points lumineux qui constituent le parc d'éclairage public appellent, lorsqu'ils fonctionnent en même temps une puissance d'environ 1 300 MW soit la puissance délivrée par une tranche nucléaire récente à pleine charge. L'éclairage public représente en effet 47% de la consommation en électricité des communes et rejette 670 000 tonnes de CO₂ chaque année. Les sources mobiles de pollution lumineuse (phares des voitures, canons à lumière, éclairages lasers) peuvent quant à elles également avoir des impacts sur certaines espèces.

2.1.4.2 Métrologie

Le halo lumineux urbain est un indice de pollution lumineuse. Ce halo est produit par la lumière utile ou inutile perdue, dispersée ou réfléchi. Plusieurs facteurs, définis en Annexe 3 permettent de caractériser la lumière émise par les installations humaines et susceptible de générer des nuisances lumineuses (*CITEOS GUADELOUPE, 2011*).

Figure 5: Exemple de présentation de l'échelle de Bortle (http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89chelle_de_Bortle)

7.6 - 8.0	1
7.1 - 7.5	2
6.6 - 7.0	3
6.3 - 6.5	4
6.1 - 6.3	4.5
5.6 - 6.0	5
5.0 - 5.5	6,7
<4.5	8,9

La pollution lumineuse est évaluée par l'échelle de Bortle (cf. Figure 5), qui permet de décrire la « noirceur » du ciel et est un indice de pureté du ciel. Elle est basée sur l'observation de différents objets astronomique et des perturbations lumineuses.

2.1.4.3 Effets sur la santé humaine

La pollution lumineuse est suspectée avoir des effets néfastes sur la santé humaine. La lumière intrusive, perturbe le sommeil des occupants des bâtiments et peut altérer les facultés réparatrices du sommeil ainsi que la régulation du rythme biologique. Ces atteintes répétées peuvent avoir des effets sur la santé. En effet, dans l'obscurité, la glande pinéale sécrète, pendant le sommeil, la mélatonine (également connue sous le nom d'« hormone du sommeil »), puissant antioxydant dont la production est inhibée par la lumière. Ce phénomène engendrerait un développement plus rapide de certains cancers, des troubles du métabolisme, une altération des fonctions immunitaires, un stress oxydatif, le diabète, l'état dépressif, l'échec scolaire, la difficulté de concentration, *etc.* (NAVARA *et al.*, 2007).

Dans le cas du trafic routier, les lumières générées par les phares des voitures sont accompagnées de bruit.

L'action des pouvoirs publics, en particulier avec la procédure étude d'impact, a conduit progressivement à intégrer les contraintes d'environnement à tous les stades d'étude et de réalisation des grands aménagements (FABUREL *et al.* 2007). Ceci amène notamment à mieux prendre en compte les nuisances dans les projets d'infrastructures de transport, dans les projets d'urbanisme et à faire évoluer la réglementation. Le contexte législatif de cette procédure et la réglementation sur les nuisances sont présentés dans le chapitre suivant «2.2 Contexte législatif et réglementaire ».

2.2 Contexte législatif et réglementaire

2.2.1 La procédure étude d'impact et les modifications engendrées par le décret n°2011-2019 du 29 Décembre 2011

2.2.1.1 Préambule

En application de l'article 2 de la loi n°76-629 du 10 juillet 1976 repris à l'article L 122-1 du Code de l'Environnement, la demande d'autorisation d'un projet susceptible de porter atteinte à l'environnement doit être précédée d'une évaluation de ses conséquences sur l'environnement.

La procédure d'étude d'impact a été revue lors de la transposition de la directive 85/337/CE du 27 juin 1985 modifiée et complétée par celle du 3 mars 1997. En application de cette directive, les effets directs et indirects du projet doivent être identifiés par le pétitionnaire, décrits et évalués au regard des facteurs que sont l'homme, la faune, la flore, le sol, l'air, le climat et le paysage, les biens matériels et le patrimoine culturel. L'interaction entre ces facteurs doit de plus être analysée. La dernière modification de la procédure étude d'impact en date est illustrée par le décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des

études d'impact⁴. Ce texte modifie le champ d'application, la procédure et le contenu de l'étude d'impact et affirme le rôle de l'Autorité Environnementale (créée par décret le 30 avril 2009).

2.2.1.2 Objectifs et modifications engendrées par le décret n°2011-2019 du 29 Décembre 2011

Les objectifs de ce décret sont de permettre de mieux prendre en compte les critères de sensibilité des milieux, les effets cumulés des projets, et de garantir l'efficacité des mesures envisagées dans l'étude d'impact. Le renforcement de l'information du public et la mise en place d'une police administrative contrôlant la mise en œuvre des prescriptions de l'étude d'impact font également parti des principes gouvernant la réforme (*DREAL Rhône- Alpes, Fiches n°4 et n°6, Juin 2010*).

Les principales modifications apportées par cette réforme sont les suivantes :

- Le passage d'un principe général de soumission automatique des projets à étude d'impact au-delà de 1,9 millions d'euros à une liste exhaustive de projets.
- La procédure dite « au cas par cas » prenant notamment en compte la nature du projet, sa localisation ou encore la sensibilité du milieu
- La prise en compte de l'addition et de l'interaction des effets

2.2.1.3 Le contenu de l'étude d'impact et le cas particulier des infrastructures de transport

Le contenu de l'étude d'impact est également renforcé (*site internet DREAL Lorraine, Le contenu de l'étude d'impact*). Il doit être proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.

La liste des éléments déjà existants et nouveaux devant figurer dans l'étude d'impact est la suivante :

- Description du projet,
- Analyse de l'état initial du site (population, continuités écologiques, interrelations),
- Analyse des effets négatifs et positifs, temporaires et permanents sur l'environnement (facteurs climatiques, consommation énergétique, interactions),
- Analyse des effets cumulés avec les projets connus⁵,

⁴ Les dispositions de ce décret s'appliquent aux projets dont le dossier de demande d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est déposé auprès de l'autorité compétente à compter du 1er juin 2012 . Elles s'appliquent donc au projet de THNS étudié dans le cadre de ce mémoire. Ce décret s'applique également aux projets pour lesquels le maître d'ouvrage est l'autorité compétente pour tout projet dont l'enquête publique est ouverte à compter du 1er juin 2012

⁵ Les projets connus sont :

- les projets qui ont fait l'objet d'un document d'incidences (R. 214-6) et enquête publique
- les projets qui ont fait l'objet d'une étude d'impact avec avis de l'autorité environnementale rendu public

- Esquisse des solutions de substitution envisagées et justification du choix,
- Compatibilité avec le PLU et les plans, schémas, programmes et prise en compte du schéma régional de cohérence écologique,
- Mesures pour éviter, réduire ou compenser les impacts du projet et exposé des effets attendus de ces mesures,
- Modalités de suivi des mesures et de leurs effets,
- Analyse des méthodes/difficultés éventuelles,
- Les noms et qualités précises et complètes du ou des auteurs de l'étude,
- Appréciation des impacts du programme de travaux échelonné.

Le dossier doit également comprendre un résumé non technique afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude.

Pour les infrastructures de transport s'ajoutent au contenu précité :

- Une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation,
- Une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers,
- Une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité,
- Une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter,
- Une description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences.

L'étude d'impact des infrastructures de transport « indique également les principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mises en œuvre en application des dispositions des articles L. 511-44 à R.571-52 » du Code de l'Environnement.

Des informations complémentaires sur les objectifs et modifications engendrées par le décret n°2011-2019 du 29 Décembre 2011 sont disponibles en Annexe 4.

A l'exclusion des projets devenus caducs, de ceux dont l'enquête publique n'est plus valable et de ceux officiellement abandonnés par le Maître d'ouvrage

2.2.2 Réglementation et recommandations sur les nuisances

2.2.2.1 Le bruit

a) La réglementation française sur le bruit des transports terrestres

Le principe de la loi n°92-1444 du 31/12/1992 concerne un droit effectif à la protection de tous contre le bruit des transports entièrement fondé sur la prévention. Ce dispositif préventif est développé sous trois angles d'approche : la stratégie infrastructures (règles dès conception pour protéger les riverains (article L571-9 du Code de l'Environnement)), la stratégie urbanisme et construction (éloignement des façades par rapport aux voies (article L. 111-1-4 du Code de l'Urbanisme)) et le renforcement des performances des constructions dans les secteurs affectés par le bruit (article L571-10 du Code de l'Environnement).

La réglementation française traite également de la nécessité de rattrapage des points noirs du bruit⁶ passant par des actions à la source, au plus près de la source ou sinon en façade (circulaires du 12 juin 2001 et du 25 mai 2004). La problématique liée au bruit apparaît également dans la section 3 du Code de la santé publique intitulée « Lutte contre le bruit ».

Le bruit fait partie des thématiques abordées par le Grenelle de l'Environnement avec la mise en place de programmes de modernisation des infrastructures (PdMI 2009), des engagements des sociétés d'autoroute (contrats de plans et avenants verts) et le plan bruit de l'ADEME (circulaire 04/05/2010).

b) La réglementation européenne sur le bruit

La Directive européenne n°2002/49/CE du 25 juin 2002 définit certaines modalités d'évaluation et de gestion (développées plus loin en 1.5.1.2). Cette Directive a été transposée en droit français et implique de nouvelles obligations pour l'Etat et les collectivités, notamment concernant l'élaboration de Cartes de Bruit et de Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (articles L 572-1 à R572-11 du Code de l'Environnement).

Elle préconise également l'évaluation des effets néfastes sur la santé à l'aide des relations dose-effet. Cependant, il est clairement écrit à l'Annexe 3 de cette Directive, qu'à l'heure actuelle, ces relations ne sont pas encore définies ; elles seront introduites lors de futures révisions de ce texte européen.

c) Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sur le bruit

La définition de la santé donnée par l'OMS est la suivante : « La santé est un état de complet bien-être à la fois physique, mental et social et pas seulement l'absence de maladie ou d'infirmité. Pouvoir bénéficier du niveau de santé le plus élevé possible est l'un des droits

⁶ Peuvent être qualifiés de points noirs du bruit (PNB) un ou plusieurs bâtiments situés dans une zone devant supporter une exposition sonore en façade supérieure à 70 dB(A) le jour et/ou à 65 dB(A) la nuit pour les bruits routiers, à 73 dB(A) le jour et/ou à 68 dB(A) la nuit pour les bruits ferroviaires.

fondamentaux de tout être humain, sans distinction de race, de religion, de conviction politique ou de conditions économiques et sociales. » (*Charte de l’OMS, 1946*).

i) Valeurs guides au regard des effets sur la santé (OMS, 1995)

Le tableau ci-dessous présente les directives de l’Organisation Mondiale de la Santé qui constituent des valeurs guide au regard des effets sur la santé.

Tableau 2 : Valeurs guide de l’OMS au regard des effets du bruit sur la santé (OMS, 1995)

Environnement spécifique	Effet critique sur la santé	LAeq dB(A)	Base de temps (heures)	LAmix
Zone résidentielle extérieure	Gêne sérieuse pendant la journée et la soirée.	55	16	-
	Gêne modérée pendant la journée et la soirée	50	16	-
-Intérieur des logements -Intérieur des chambres à coucher	-Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant la journée et la soirée	35	16	-
	-Perturbation du sommeil la nuit	30	8	45
Extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtres ouvertes	45	8	60
Salles de classe et jardins d’enfants, à l’intérieur	Intelligibilité de la parole, perturbation de l’extraction de l’information, communication des messages.	35	Pendant la classe	-
Salle de repos des jardins d’enfants, à l’intérieur	Perturbation du sommeil	30	Temps de repos	45
Cour de récréation, extérieur	Gêne (source extérieure)	55	Temps de réaction	-
Hôpitaux, salles/chambres, à l’intérieur	Perturbation du sommeil, la nuit.	30	8	40
	Perturbation du sommeil, pendant la journée et la soirée.	30	16	-
Hôpitaux, salles de traitement, à l’intérieur	Interférence avec le repos et la convalescence.	(1)		
Zones industrielles, commerciales, marchandes, de circulations, extérieures et intérieures	Perte de l’audition	70	24	110
Cérémonies, festivals,	Perte de l’audition (clients :	100	4	110

divertissements	<5 fois par an).			
Discours, manifestations extérieur et intérieur	Perte de l'audition	85	1	110
Musiques et autres sons diffusés dans des écouteurs	Perte de l'audition	85 (4)	1	110
Impulsions sonores générées par des jouets, des feux d'artifices et des armes à feu	Perte de l'audition (adultes).	-	-	140 (2)
	Perte de l'audition (enfants)	-	-	120 (2)
Parcs naturels et zones protégées	Interruption de la tranquillité	(3)		

(1) : aussi bas que possible

(2) : la pression acoustique maximale (pas de LAF, maximum) mesurée à 100 millimètres de l'oreille

(3) : des zones extérieures silencieuses doivent être préservées et le rapport du bruit de fond naturel doit être gardé le plus bas possible.

(4) : sous des écouteurs, adaptés aux valeurs de plein-air.

ii) Le cas particulier de la période nocturne

Le sommeil est un élément essentiel pour une vie en bonne santé. Il est également reconnu comme un droit fondamental par la Convention Européenne des Droits de l'Homme (Cour Européenne des Droits de l'Homme, 2000).

Les recommandations de l'OMS concernant la protection de la santé publique contre la nuisance que représente le bruit en période nocturne sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3: Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé sur le bruit en période nocturne (OMS, 2009)

Niveau de bruit moyen en façade sur une année (L _{night})	Effets sur la santé constatés dans la population
Jusqu'à 30 dB	La vulnérabilité individuelle mise à part, jusqu'à ce seuil d'exposition au bruit, aucun effet biologique notoire n'est connu. Le seuil en façade de 30 dB L _{night} correspond au seuil d'efficacité pour le bruit nocturne.
De 30 à 40 dB	Dans ce registre d'exposition au bruit la nuit, des effets sur le sommeil ont été observés : mouvements du corps, réveils, perturbation du sommeil déclarée, réactions d'éveil. L'intensité des effets est fonction du type de source et du nombre d'événements sonores. Les populations les plus vulnérables (par exemple, les enfants, les personnes souffrant de maladies chroniques et les personnes âgées) sont plus sensibles. Les effets semblent néanmoins modérés. Le seuil en façade de 40 dB L _{night} correspond à la dose minimale de bruit nocturne entraînant un effet néfaste.
De 40 à 55 dB	Effets néfastes notoires chez les populations exposées. Dans ce registre d'exposition, la majorité de la population doit aménager ses habitudes de vie pour faire face à cette situation d'exposition au bruit. Les populations les plus vulnérables sont sévèrement affectées.
Au-delà de 55 dB	Ce degré d'exposition au bruit est considéré comme nocif. Des effets néfastes sont fréquemment rencontrés, une proportion notable de la population est fortement gênée et son sommeil est perturbé. Le risque accru de contracter une maladie cardiovasculaire est avéré.

Le LOAEL⁷ (Lowest Observed Adverse Effect Level) pour le bruit en période nocturne, 40 dB L_{night, outside} peut être considéré comme une valeur limite basée sur la santé nécessaire pour protéger le public en incluant les groupes les plus vulnérables comme les enfants, les personnes atteintes de maladies chroniques ou les personnes âgées.

Une valeur cible intermédiaire de 55dB L_{night, outside} est recommandée dans les situations où il n'est pas possible d'atteindre la valeur guide NNG (Night Noise Guideline : 40 dB L_{night, outside}).

⁷ Niveau d'exposition le plus bas présentant un effet néfaste observé

Cette valeur n'est cependant pas une limite basée sur la santé et les groupes les plus vulnérables ne sont pas protégés à un tel niveau de bruit. L'OMS préconise donc de réserver cette valeur guide à des situations locales exceptionnelles (*European Environment Agency, 2010*).

2.2.2.2 Les vibrations

La réglementation relative aux vibrations mécaniques est parcellaire et principalement orientée sur la santé au travail.

a) La réglementation française sur les vibrations

La réglementation sur les activités émettant des vibrations concerne principalement les effets sur le bâti (circulaire de 1986 relative aux ICPE et arrêté de 1994 relatif à l'exploitation des carrières (*ELIAS et al., 2007*). Il n'existe pas de réglementation formalisée pour les vibrations produites par les infrastructures de transport, que ce soit en phase chantier ou en phase d'exploitation (*WAKS, 2009*). Les normes ISO traitent quant à elles des 3 effets : bâtiments⁸, personnes⁹ et matériels sensibles¹⁰ sous les aspects mesurage (côté bâtiment) et grandeurs pertinentes. Ces normes sont donc fonction du récepteur à préserver. A l'inverse, la norme NF ISO 14837-1 (2006) « Vibrations et bruits initiés au sol dus à des lignes ferroviaires » aborde les mêmes thèmes en se plaçant au niveau de la source vibratoire et non plus du récepteur.

La loi de 1992 relative à la lutte contre le bruit considère les bruits et vibrations comme des nuisances et définit un premier cadre législatif. Les dispositions de cette dernière ont pour objet de « prévenir, supprimer ou limiter l'émission la propagation sans nécessité ou par manque de précautions des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers, à causer un trouble excessif aux personnes, à nuire à leur santé ou à porter atteinte à l'environnement»(Art.1).

b) La réglementation européenne sur les vibrations

La réglementation française s'appuie sur la Directive 2002/44/CE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibrations).

Les normes européennes sur les vibrations sont extrêmement pauvres si on les compare à celles relatives à l'acoustique.

⁸ fascicules de documentation AFNOR FD 94-447 1 et 2 : mesurage et évaluation de la réponse du récepteur aux vibrations dans les travaux géotechniques (1 -tirs à l'explosif, 2 - engins mécaniques).

⁹ norme ISO 2631-2 (2003) : estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps : vibrations dans les bâtiments (1-80 Hz)

¹⁰ norme NFISO 8569 (1996) : vibrations et chocs mécaniques – mesurage et évaluation des effets des chocs et des vibrations sur les équipements sensibles dans les bâtiments

2.2.2.3 Les nuisances olfactives

La notion de nuisance liée à l'odeur est apparue dès l'Antiquité, où elle est souvent associée aux problèmes de voisinage. Une réflexion de fond sur les nuisances industrielles s'instaure progressivement au 18^{ème} siècle (MALAN et al., 2008). Deux lois concernant les arts et la salubrité sont édictées en 1790 et 1791. Le décret impérial de 1810 introduit la notion d'odeurs et d'inconfort. L'administration va alors progressivement mettre en place des procédures d'autorisation préalable et de contrôle des installations industrielles visant à limiter les nuisances occasionnées.

La loi du 19 juillet 1976 relative aux ICPE prévoit un classement de tout type d'installation selon le degré de nuisances, de dangers ou d'inconvénients qu'elles présentent. Cette loi est le fondement des prescriptions sur les pollutions olfactives. Les installations échappant à la réglementation sur les ICPE, comme les infrastructures de transport, sont tout de même soumises au règlement sanitaire départemental, relevant de la compétence des maires (AIRFOBEP, 2009).

Les dispositions de la loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) ont été rendues effectives par plusieurs décrets, dont le décret n°98-362 du 6 mai 1998 relatif aux Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air (PRQA) et prévoit un inventaire des principales émissions de substances polluantes (au sens de la loi donc susceptibles de provoquer des nuisances olfactives) distinguant les différentes catégories de sources et individualisant les sources les plus importantes, ainsi qu'une évolution de ces émissions.

2.2.2.4 Les émissions lumineuses

a) La réglementation française

En France, la prise en compte de la problématique des nuisances lumineuses par les pouvoirs publics s'est concrétisée à l'occasion du Grenelle de l'Environnement en juillet 2007. La réduction des nuisances lumineuses constituait en effet une des mesures proposées afin de lutter contre l'érosion de la biodiversité.

Cette mesure a été reprise dans l'engagement n°75 du Grenelle de l'Environnement. D'après l'article 41 de la loi Grenelle 1 : « Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation. »

L'article 173 de la loi Grenelle 2 (entré en vigueur par le décret n°2011-831 du 12 juillet 2011 relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses) détaille quant à lui la manière dont ces objectifs peuvent être atteints et inscrit les nuisances lumineuses dans le Code de l'Environnement.

Les installations lumineuses concernées par la réglementation sont :

- Les éclairages extérieurs destinés à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens, et le confort des usagers de l'espace public ou privé
- Les éclairages de mise en valeur du patrimoine, du cadre bâti, des parcs et des jardins
- Les éclairages des équipements sportifs de plein air ou découvrables
- Les éclairages des bâtiments (illumination des façades et éclairage intérieur émis vers l'extérieur de ces bâtiments)
- Les parkings non couverts ou semi couverts
- Les éclairages événementiels extérieurs

Les prescriptions réglementaires concernent en particulier :

- L'orientation de la lumière dans l'espace, en vue d'éviter d'éclairer inutilement le ciel ou d'éviter les lumières intrusives (suppression des boules lumineuses...)
- Les plafonds de niveaux d'éclairements
- L'efficacité lumineuse des lampes afin de favoriser la disparition des équipements énergivores (lumen/watt)
- Le degré de protection IP des luminaires afin de garantir la durabilité des performances
- La limitation des éblouissements
- Les horaires de fonctionnement de certains type d'installations (mise en valeur, enseignes, publicités lumineuses...)

b) La réglementation européenne

Une proposition de recommandation a été présentée par M. Jean Huss et plusieurs de ses collègues au Conseil de l'Europe en 2008 (Assemblée Parlementaire, 28 Mars 2008, *La pollution sonore et lumineuse : des risques sérieux pour l'environnement*). Cette proposition suggérait de :

- déterminer les niveaux de pollution sonore et lumineuse selon des méthodes d'évaluation communes,
- informer la population,
- prendre des mesures nécessaires pour réglementer l'usage de l'éclairage nocturne.

Il existe également des règlements et directives relatifs à l'éclairage:

- Directive 2005/32/CE « Exigences en matière d'écoconception applicables aux produits consommateurs d'énergie »,
- Règlement (CE) n° 245/2009 « Exigences en matière d'écoconception applicables aux lampes fluorescentes sans ballast intégré, aux lampes à décharge à haute intensité, ainsi qu'aux ballasts et aux luminaires ». Ce règlement met en œuvre la directive citée ci-dessus (2005/32/CE).

c) Les recommandations des instances nationales et internationales

Un éclairage inadapté va à l'encontre du protocole de Kyoto, du fait de la surconsommation d'énergie qu'il entraîne.

Des directives et des lois contre les émissions lumineuses existent déjà dans plusieurs pays (Allemagne, Italie, République Tchèque...). Une prise de conscience internationale s'organise peu à peu comme en témoigne la Déclaration de La Palma du 20 Avril 2007 (Déclaration sur la Défense du Ciel Nocturne et le Droit à la Lumière des étoiles) au cours de laquelle les Etats ont été invités à prendre des mesures appropriées afin de sauvegarder le patrimoine naturel et culturel de la lumière des étoiles et à proposer des plans d'action pour assurer la protection efficace du ciel nocturne (Source : OFEFP, 2005).

Ces exigences réglementaires et valeurs guide servent de cadre à la réalisation des études acoustiques, vibratoires et aux études sur la qualité de l'air, ainsi qu'à l'élaboration du volet sanitaire des études d'impact.

3. Analyse de la méthodologie et des pratiques actuelles d'élaboration du volet sanitaire des études d'impact

3.1 Présentation de la méthodologie et des pratiques actuelles

3.1.1 Textes de référence et recommandations pour l'élaboration des études et du volet sanitaire

Il existe plusieurs textes de référence pour les évaluations des risques sanitaires dans les études d'impact, dont les principaux sont :

- Code de la Santé Publique,
- Article L. 122-3 du code de l'environnement,
- Guide méthodologique pour l'évaluation des risques sanitaires de l'INERIS (2003),
- Guide du CETU, Octobre 2011, « Les études d'environnement dans les projets routiers volets « air » et « santé » -Le cas spécifique des tunnels »,
- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact de l'InVS-circulaire DGS 3/2/2000,
- Circulaire DGS/185 du 11/4/2001 fixant le minimum exigible pour l'analyse des effets sur la santé,
- Préconisations de l'Observatoire des Pratiques de l'Evaluation des Risques Sanitaires dans les Etudes d'Impact (OPERSEI),

- Des indications méthodologiques sur l'élaboration et le contenu attendu des études d'impact des infrastructures routières sont précisées dans la circulaire interministérielle Equipement/Santé/Écologie du 25 février 2005 et la note méthodologique qui lui est annexée,

-Circulaire DGS/234 du 30 mai 2006 relative aux modalités de sélection de substances chimiques et de choix de valeurs toxicologiques de référence.

-le rapport d'expertise collective de l'Anses « Sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières » (suite à la saisine n°2010-SA-0283 « Infrastructures routières ») (ANSES, 2012) visant à réviser la circulaire du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et de la note méthodologique annexée.

L'Institut de Veille Sanitaire (InVS) a publié en mai 2000 un guide pratique pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact. Si la démarche d'évaluation des risques, proposée comme référence pour le volet sanitaire, offre l'avantage d'être transposable, en théorie, à tous les types de dossiers et de fournir un cadre transparent pour la réalisation de la partie sanitaire relative à « l'évaluation des effets sur la santé », elle ne prend que très peu en compte la démarche à effectuer lorsqu'il est impossible de conclure l'évaluation des risques sanitaires (ce qui est souvent le cas pour les nuisances). Ce guide offre cependant une analyse détaillée explicitant clairement les enjeux et objectifs du volet sanitaire de l'étude d'impact.

Le guide CERTU 2009 «*Études d'impact d'infrastructures routières, Volet « air et santé »* » présente quant à lui l'ensemble des données à collecter et les méthodes nécessaires pour la rédaction d'un état initial (CERTU, 2009).

Ces différents guides ne sont pas nécessairement adaptés aux infrastructures de transport, contrairement au rapport d'expertise collective rendu, cette année, par l'Anses (ANSES, 2012).

3.1.2 Les études acoustiques

Ces études ont pour objectif de permettre de répondre aux obligations de protection contre le bruit et doivent conduire à un projet optimisé mettant en œuvre les mesures (réduction à la source ou isolation en façade) nécessaires au respect de la réglementation (objectifs réglementaires rappelés en Annexe 5). Les seuils réglementaires sont variables selon la nature du projet (projet neuf ou aménagement d'infrastructure existante), la sensibilité du bâti (en fonction de son usage), sa date d'autorisation de construction ou encore l'ambiance sonore préexistante du secteur. Le contenu de l'étude d'impact acoustique doit rassembler l'ensemble des informations permettant de situer le projet par rapport à la réglementation et

d'exposer les résultats des différentes phases techniques (Code de l'Environnement). Ces études sont composées d'études préliminaires, d'une analyse de l'état initial, d'une comparaison des variantes et d'un approfondissement de la solution retenue (*RFF, SETEC, SYSTRA, 2010*).

a) Etudes préliminaires

Les études préliminaires consistent à étudier et comparer des fuseaux de 1000 mètres de largeur sur plans au 1/50 000 ou 1/25 000. Cette première étape permet d'approcher l'ambiance sonore initiale de manière qualitative et d'évaluer la sensibilité au bruit des milieux concernés par le projet. A ce stade, plusieurs données sont nécessaires : topographie du secteur, typologie du bâti, localisation des établissements sensibles (établissements d'enseignement, établissements médicaux, hôtels, habitations...), sources de bruit existantes et trafics prévisibles.

b) Analyse de l'état initial / diagnostic

Cette étape a pour objectifs de :

-localiser et définir les zones urbanisées homogènes d'un point de vue acoustique (zone d'ambiance sonore préexistante modérée ou non)

-définir les objectifs acoustiques réglementaires que devra respecter la contribution sonore du projet en façade des bâtiments sensibles.

Les mesures de bruit sont réalisées selon les normes en vigueur. Chaque mesure fait l'objet d'une fiche détaillée permettant de renseigner : le plan de repérage, la position du microphone, les conditions météorologiques, l'orientation et la vitesse du vent, le trafic...)

Si les sources de bruit sont bien identifiées et connues, ces mesures peuvent être complétées d'une modélisation acoustique du site.

c) Objectifs acoustiques réglementaires

Les objectifs réglementaires (présentés en Annexe 5) sont rappelés dans la note de cadrage méthodologique préalable à la réalisation des études.

La comparaison des variantes et l'approfondissement de la solution retenue passent par des calculs effectués par modélisation sous logiciel de calcul (prenant en compte : la topographie, le bâti, les obstacles naturels ou non, les conditions météorologiques). Les études doivent être menées en période diurne (6h-22h) et nocturne (22h-6h) ou a minima sur la période dite « dimensionnante » : période diurne lorsque l'écart entre les contributions sonores diurne et nocturne est supérieure à 5 dB(A), période nocturne si l'écart est inférieur.

En effet, les mesures permettant de caler le modèle de calcul sont effectuées à l'aide de microphones placés, en général, à 4 mètres du sol (*i.e.* 1^{er} étage) et à 2 mètres en avant des façades des bâtiments identifiés comme exposés au bruit (mesures de 24 heures). Des mesures en champ libre sont également réalisées (prélèvements de 30 minutes) pour compléter les mesures de longue durée.

Des simulations des niveaux sonores générées par les infrastructures sont effectuées à l'aide de logiciels comme le logiciel Cadna-Mithra version 4.0.

Le respect des seuils réglementaires de bruit peut alors mener à une réduction à la source, pouvant être complétée des isolations de façades (si les protections à la source sont insuffisantes ou si le coût des travaux ne semble pas raisonnable).

Il n'existe pas de limite temporelle pour le respect des seuils mais une obligation de résultats sur toute la durée de vie de l'infrastructure, ce qui implique que ces derniers continuent à être respectés même trente ans plus tard. Cela explique que les modélisations soient réalisées, et les principes de protection dimensionnés, pour un horizon d'au moins +20 ans après la mise en service.

d) Comparaison des variantes

Les niveaux de bruit engendrés par chaque solution envisagée sont évalués avec pour hypothèse les prévisions de trafic à 20 ou 30 ans après la mise en service de l'infrastructure projetée.

Pour chaque variante, sont réalisées : une identification des bâtiments sensibles soumis (après projet) à des niveaux de bruit supérieurs aux seuils réglementaires, une définition des mesures de protection envisageables ainsi qu'une évaluation de l'efficacité de ces mesures.

Un tableau récapitulatif de toutes les solutions, permettant de les comparer est ensuite réalisé.

e) Solution retenue

Une fois l'analyse de l'état acoustique initial établie, le tracé à approfondir est intégré géométriquement dans le modèle Cadna-Mithra. Les données de trafic à long terme sont également prises en compte en vue de la définition de l'émission sonore de la voie nouvelle.

L'impact acoustique de la voie nouvelle est alors établi et permet de connaître précisément les bâtiments sensibles ayant droit à une protection acoustique ou non. Les protections, prioritairement à la source ou aux abords immédiats de la source, sont ensuite dimensionnées et des traitements complémentaires en façade peuvent également être proposés.

Pour définir les bâtiments protégés par une protection à la source de ceux protégés en façade uniquement, une analyse de la typologie du bâti est souvent proposée :

-protections à la source privilégiées sauf quand elles ne sont pas techniquement ou économiquement réalisables. Ces solutions concernent généralement l'habitat diffus et dense ainsi que l'habitat isolé inter-distant de moins de 400 mètres.

-isolations de façades privilégiées dans le cas d'un habitat inter-distant de plus de 400 mètres.

Un bilan des coûts estimatifs associé aux protections est ensuite dressé en précisant les caractéristiques de ces dernières.

3.1.3 Les études vibratoires

Au contraire de la situation décrite juste avant, en pratique, on observe une absence de référentiel technique commun (produits, ouvrages, mesure, évaluation), et des pratiques individuelles variables. Enfin, tout est redéfini à chaque étude d'impact (rares référentiels internes). Les bruits solidiens sont souvent ignorés (RFF, EGIS RAIL, 2012). Les études vibratoires, souvent très coûteuses, ne sont pas systématiquement effectuées dans les projets d'infrastructures routières, mais il s'agit d'une problématique d'intérêt pour des projets.

La mesure des vibrations (*cf.* Figure 6) s'effectue au moyen d'un capteur d'accélération (accéléromètre) ou d'un capteur de vitesse. Selon les normes, la mesure doit avoir lieu à l'endroit de la gêne : le capteur est donc fixé au sol à l'endroit où les personnes éprouvent la gêne. Il s'agit généralement de mesures dans les habitations au centre des dalles de sol ou des planchers.

Il existe un filtre, dans la chaîne de mesure, qui prend en compte la réaction physiologique. A partir de la mesure physique et du filtre physiologique on obtient le paramètre (« facteur KB » dans les normes allemandes et « accélération pondérées » dans les normes ISO) qui caractérise la réaction des personnes aux vibrations (CSTC, 2001).

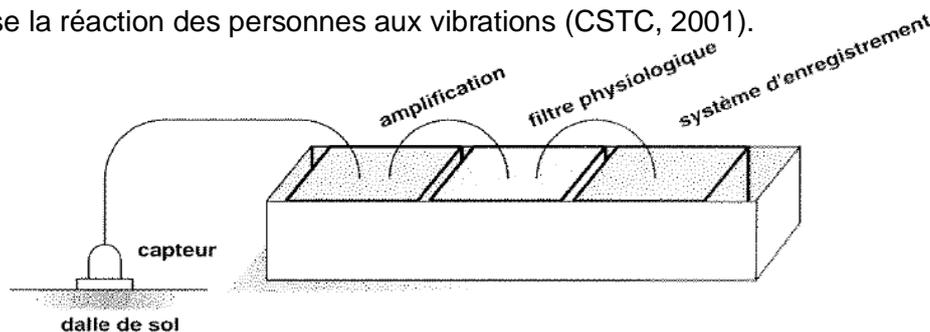


Figure 6: Chaîne de mesure de la gêne due aux vibrations (CSTC, 2001)

3.1.4 Nuisances olfactives et émissions lumineuses

3.1.4.1 Les nuisances olfactives

Deux normes sont actuellement utilisées en France pour mesurer les odeurs :

- la norme NF EN 13725, qui porte sur la détermination d'une odeur par olfactométrie dynamique,
- la norme NF X43-103 relative à la mesure de l'intensité d'une odeur.

Les mesures olfactométriques normalisées consistent à déterminer, à l'aide d'un jury de nez (sélectionné sur leur normalité olfactive) et d'un olfactomètre dynamique, le facteur de

dilution à appliquer au mélange odorant pour le ramener au seuil de détection. La concentration du mélange odorant est donc le produit du facteur de dilution par 1 ouE/m³¹¹. Les nuisances olfactives ne sont pas étudiées dans le cas des projets d'infrastructures de transport menés par SETEC International. La circulation routière compte pourtant parmi les principales sources de nuisances olfactives, comme en témoigne l'étude menée par AIRMARAIX en 2005 disponible en Annexe 6.

3.1.4.2 Les émissions lumineuses

Les nuisances lumineuses ne sont pas prises en compte dans les études d'impact menées par SETEC International, malgré le décret n°2011-831 du 12 juillet 2012 relatif à la prévention et à la limitation des nuisances lumineuses. Une réflexion sur le sujet apparaît cependant intéressante, notamment dans le cas des gares (nouvelles et existantes) des projets ferroviaires et des infrastructures de transport.

Afin de favoriser l'information du public et le contrôle de ces pratiques, les dossiers sont étudiés par les autorités compétentes qui émettent un avis sur la prise en compte de l'environnement et de la santé dans ces études. Une synthèse de ces avis est présentée au chapitre suivant.

3.2 Analyse des avis rendus sur les pratiques actuelles d'évaluation des risques sanitaires d'études d'impact

3.2.1 Préambule

Après élaboration, l'étude d'impact sur l'environnement est soumise pour avis à l'Autorité Environnementale (AE). Cette dernière dispose alors d'un délai de 2 mois (cas des projets autorisés localement : préfet de région) ou de 3 mois (cas des projets autorisés au niveau national: ministre ou Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD)) pour rendre cet avis.

Si l'avis de l'AE n'est pas rendu dans le délai imparti (2 ou 3 mois selon les cas), il est réputé sans observation. L'avis ou l'information relative à l'existence d'un avis tacite est ensuite mis en ligne sur le site de l'AE et sur le site internet de l'autorité chargée de le recueillir.

Durant ce délai (de 2 ou 3 mois) imparti à l'AE pour délivrer son avis, l'Agence Régionale de Santé (ARS) est consultée, conformément au décret n°2011-210 du 24/02/2011. L'ARS

¹¹ Pour le butanol qui sert de référence, 1 EROM= 123 µg/m³ (ouE/m³) correspond à la quantité d'odeurs qu'il faut introduire dans 1 m³ d'air aux conditions normalisées pour que celle-ci soit en limite de la détection par un jury d'odeur. La relation avec l'unité d'odeur se définit ainsi : 1EROM= 123 µg/m³ n-butanol = 1 ouE/m³

Ainsi, la concentration d'odeur d'un mélange odorant prélevé sur une source (ex : émission de cheminée) correspond au facteur de dilution du gaz odorant dans de l'air neutre qu'il faut appliquer pour atteindre le seuil de détection selon la relation suivante : [odeur](ouE/m³)=Facteur de dilution x 1 ouE/m³ (source : <http://www.bivi.metrologie.afnor.org/actualites/question-de-la-semaine/quelle-est-l-unite-d-odeur-europeenne>)

dispose alors d'un mois (pouvant être réduit en cas d'urgence mais ne pouvant être inférieur à 10 jours ouvrés) pour émettre son avis sur la prise en compte de l'aspect sanitaire dans le dossier. Au-delà de ce délai, la consultation est réputée sans réponse. L'examen du volet « air et santé » des projets routiers par les Agences Régionales de Santé (ARS) s'appuie sur la note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études routières (annexée à la circulaire du 25 février 2005) ainsi que sur le guide généraliste de l'InVS (2000) (cf. Circulaire n° 2001-185 du 11/04/01 relative à l'analyse des effets sur la santé dans les études d'impact). Les principaux commentaires relevés dans ces avis sont présentés en 3.2.2 de ce rapport.

La décision de l'autorité compétente pour autoriser le projet prend en considération l'étude d'impact, l'avis de l'autorité environnementale et le résultat de la consultation du public (Article L 122-1 IV du Code de l'Environnement). Cette décision fixe les mesures à la charge du pétitionnaire ou du maître d'ouvrage destinées à éviter, réduire et lorsque cela est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ainsi que les modalités de leur suivi.

3.2.2 Synthèse des points d'amélioration fréquemment relevés par les ARS

3.2.2.1 Méthode d'analyse poursuivie

Cette analyse s'appuie sur les avis disponibles au sein de la base de données SISE-ERSEI pour la France entière. De nombreuses délégations territoriales n'ayant pas entré leurs avis dans cette base de données, toutes les ARS ont été contactées (26 ARS et leurs délégations territoriales), dans un souci de représentativité de cette synthèse, afin d'obtenir les avis leur paraissant les plus intéressants à analyser dans le cadre de ce travail. La liste des délégations territoriales (DT) ayant fourni une réponse ou pour lesquelles des avis ont pu être récupérés sur la base de données SISE-ERSEI est consultable en Annexe 7. Cette liste mentionne uniquement le nombre d'avis consultés pour chaque DT, afin de préserver l'anonymat des dossiers. D'autres ARS, non répertoriées dans cette liste, ont également participé à cette réflexion, sans pour autant transmettre d'avis. C'est le cas de l'ARS Poitou-Charentes, de l'ARS Centre (DT Loire et Cher), de l'ARS Champagne-Ardenne (DT Haute-Marne) et de l'ARS Alsace.

Cette recherche a également été enrichie de discussions menées avec différents représentants de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de différentes ARS, dont l'ARS PACA au sein de laquelle une réunion de travail a été organisée avec Mme CRIADO, Ingénieure d'Etudes Sanitaires au sein du service Santé Environnement.

Dans la mesure où le thème de la qualité de l'air fait/fera l'objet de modifications et fait l'objet de nombreuses remarques des ARS, il a été introduit dans la suite de cette étude.

3.2.2.2 Remarques d'ordre général

a) Le manque de données sur les populations impactées

L'absence de données pertinentes sur les populations soumises aux impacts des projets étudiés pose souvent problème. Il est en effet possible de relever un manque important d'informations sur les populations impactées par les projets (localisation géographique, statuts sanitaires et socio-économiques, l'âge, modes de vie etc.). Une absence de données prévisionnelles, comme par exemple sur le développement urbain des secteurs concernés par les projets, est également souvent déplorée par les ARS dans leurs avis sur le volet sanitaire des études d'impact. L'étude ne doit pas uniquement prendre en compte les riverains actuels, mais également les futurs, *a fortiori* lorsque la création d'une Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) ou d'un projet susceptible de favoriser l'installation de nouvelles personnes est prévue à proximité du projet. Il convient de plus de vérifier que les futurs logements et établissements sensibles (hôpitaux, crèches, écoles, centres sportifs, résidences de personnes âgées) ne sont pas soumis à un risque sanitaire ou à des nuisances inacceptables.

Il apparaît cependant nécessaire de ne pas s'intéresser uniquement au nombre de personne mais à tout ce qui est susceptible de perturber leur quotidien et d'entraîner une dégradation de leur santé, de leur mode et de leur qualité de vie (liens sociaux, accès aux commodités, services...).

b) L'évaluation de l'exposition des populations

Les études faites sur certains établissements sensibles, par exemple les écoles, ne prennent pas en compte le fait qu'un enfant peut passer toute sa scolarité dans la bande d'étude et également y habiter.

c) Remarques sur la forme du volet « air et santé »

Les différents points concernant le volet « air et santé » de l'étude d'impact doivent être synthétisés dans un chapitre individualisé, comme préconisé par la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières (CERTU, CETE Est, 2009). Certains dossiers présentent ces éléments dispersés dans le dossier, ce qui rend difficile leur analyse et n'est pas conforme aux exigences réglementaires.

L'examen du volet sanitaire se fait selon la note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières (circulaire précitée du 25 février 2005). Cette dernière indique que les études doivent principalement porter sur la comparaison des variantes et les effets du projet définitif. Chaque variante doit en effet faire l'objet d'une étude dont le contenu est fonction du niveau d'étude déterminé préalablement et une comparaison de ces variantes doit être effectuée.

L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) doit être rédigée conformément aux dispositions des articles L 122-3 et R 122-3 du Code de l'Environnement et à l'annexe de la Circulaire interministérielle Equipement-Santé-Ecologie N° DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005.

Certains éléments sont fréquemment relevés dans l'analyse des dossiers :

- Les informations contenues dans les différentes pièces du dossier d'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique doivent être cohérentes entre elles et reprises correctement,
- Les résultats des campagnes de mesures doivent être présentés dans leur intégralité,
- Les références réglementaires doivent apparaître clairement dans le texte,
- Les points de mesures doivent être localisés (cartographie),
- Les roses des vents utilisées dans les modèles doivent être actualisées et être pertinentes au regard de la localisation géographique (le plus proche possible) et de la topographie de la zone d'implantation du projet considéré,
- Le non-respect de la chronologie dans la mise en place de la démarche (ex : plan de gestion des sites pollués signalé après l'interprétation de l'état initial)
- Les choix effectués, sur la sélection des polluants à étudier dans la suite de la démarche d'évaluation des risques doivent être justifiés,
- Les hypothèses prises dans l'étude doivent être clairement justifiées et la conclusion doit en tenir compte,
- Les préconisations de l'Observatoire des Pratiques de l'Evaluation des Risques Sanitaires dans les Etudes d'Impact (OPERSEI) doivent être prises en compte (voir le site internet de l'organisme : http://www.sante.gouv.fr/html/dossiers/etud_impact/sommaire.htm),
- L'étude des effets sur la santé nécessite une conclusion,
- Les résultats de l'EQRS doivent faire apparaître clairement le nombre d'habitants et les établissements sensibles concernés par des Excès de Risques Individuels (ERI)¹² supérieurs à 10^{-6} et/ou un Quotient de danger (QD)¹³>1

Enfin, il est rappelé que l'étude doit contenir l'ensemble des éléments nécessaires à l'analyse des effets du projet sur la santé.

¹² Excès de risque individuel : Probabilité de survenue d'un danger, au cours de la vie entière d'un individu, liée à une exposition à un agent cancérigène (sans unité)

¹³ Quotient de danger : Rapport de la dose d'exposition d'un individu ou d'un groupe d'individus par la dose sans effet estimée. Si la valeur du QD dépasse la valeur de 1, des effets sont susceptibles de se produire. Le QD est employé pour les effets à seuil de dose.

3.2.2.3 Nuisances sonores

Contrairement à la qualité de l'air, le bruit ne dispose pas de note méthodologique relative à l'évaluation de ses effets sur la santé humaine dans les études d'impact. Certains éléments devant figurer dans les études manquent fréquemment :

-Etude de la période nocturne,
-Evaluation du nombre de personnes et d'établissements sensibles à l'horizon « mise en service + 20 ans » et « sans projet +20 ans » pour lesquels les nuisances sonores vont augmenter et éventuellement dépasser les niveaux de bruit réglementaires.

a) Etat initial

Les différents points de mesures ayant servi de référence doivent être clairement identifiés et les valeurs mesurées indiquées, et ce de manière à définir finement l'ambiance sonore initiale, notamment la nature des sources de bruit en présence. L'étude acoustique complète ayant été réalisée pour définir l'état initial doit être jointe au dossier, de même que la modélisation de la contribution sonore du projet.

Les données des cartes de bruit dans l'environnement peuvent également être utilisées pour décrire l'état initial du secteur (Lden).

Lorsque des résultats de mesures effectuées par d'autres organismes sont disponibles (exemple des mesures de Bruitparif en Ile de France), il peut être intéressant de les comparer avec ceux obtenus.

b) Définition du domaine d'étude

La bande d'étude est souvent mal définie, voire non mentionnée dans les dossiers. Les établissements sensibles doivent être répertoriés dans la bande d'étude et les distances des riverains/établissements sensibles avec le projet doivent être précisées.

c) Modélisation et calculs

Le modèle ayant permis d'évaluer l'impact du projet doit être précisé et une représentation cartographique des isophones doit être fournie.

Les données météorologiques prises en compte dans les calculs doivent être présentées et être les plus adaptées possibles au contexte. Elles doivent avoir été effectuées dans des zones proches de la zone d'étude en termes de localisation géographique mais aussi de topographie et leur sélection doit être justifiée.

Il est nécessaire de rappeler dans les tableaux annexés aux cartes :

- les niveaux de bruit mesurés lors des campagnes de mesures définissant l'état initial,
- les niveaux de bruit estimés pour la contribution sonore du projet,
- les niveaux attendus avec les protections à la source,

- les niveaux estimés avec les protections de façades envisagées en distinguant les périodes (diurne et nocturne) afin de veiller au respect des dispositions réglementaires.

Une attention particulière est apportée à la lisibilité des cartes, qui doivent être fournies à une échelle adaptée à leur lecture.

Les différents points de mesures ayant servi de référence doivent être notifiés ainsi que les valeurs mesurées.

Les effets des reports de trafic sur les nuisances sonores doivent également être pris en compte dans les études.

L'impact de l'ensemble des sources de nuisances sonores doit donc être évalué.

d) Mesures de protection proposées contre les nuisances sonores

En cas de proposition d'isolation de façade de bâtiments prévue, le pétitionnaire doit rappeler l'obligation de prendre en compte les exigences de pureté de l'air et de confort thermique en saison chaude à l'intérieur des bâtiments (art. 4 de l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières). Il convient également de rappeler que le traitement de façade est sans effet sur les espaces de vie extérieurs (cours, jardins, terrasses).

Il est nécessaire de localiser les habitations et les sites concernés par la mise en place de dispositifs de protection ainsi que les gains attendus. Ces dispositifs sont-ils suffisants pour que les valeurs réglementaires soient respectées vis-à-vis de l'impact cumulé des différentes infrastructures y compris celle projetée ? En effet, cette étude ne saurait se limiter aux nuisances engendrées par l'infrastructure nouvelle, alors que des infrastructures existantes sont également en place et génèrent des nuisances. Il semble donc judicieux de prendre en compte l'impact de l'ensemble et de le comparer aux valeurs réglementaires des niveaux sonores acceptables. Les meilleures techniques disponibles devraient être mises en place pour réduire l'impact sonore du projet. Des dispositifs complémentaires contribuant à réduire les nuisances à la source peuvent également être proposées, comme par exemple :

- l'utilisation de semelles spécifiques qui contribuent à réduire l'énergie acoustique rayonnée par le contact roue/rail,
- et/ou la mise en place d'absorbants de vibrations des rails, l'usage des wagons d'autoroute ferroviaire « modalohr » permettant un gain de 6 dB par rapport aux wagons traditionnels.

Les mesures proposées doivent être décrites le plus précisément possible et indiquer à partir de quel niveau sonore et dans quelles conditions de mesure elles seront mises en place.

Une nouvelle campagne de mesure peut parfois être nécessaire, après les travaux et une fois l'infrastructure en fonctionnement, au niveau des points de mesure ayant permis d'établir l'état sonore initial, de manière à s'assurer qu'il n'y a pas, effectivement, de dépassement des valeurs réglementaires en matière de nuisances sonores.

e) Analyse des effets sur la santé et transparence

Les dossiers doivent mentionner les valeurs sanitaires pour le bruit, notamment les valeurs guides de l'OMS, plus particulièrement celles concernant les zones résidentielles extérieures (50 dB(A) maxi pour éviter une gêne modérée en journée et en soirée), et l'extérieur des chambres à coucher (45 dB(A) maxi en façade pour éviter la perturbation du sommeil la nuit, fenêtres ouvertes). Dans la mesure où toute étude d'impact doit réglementairement comporter une analyse des effets sur la santé, en particulier pour le bruit, les seuils sanitaires de l'OMS doivent être cités dans le dossier et constituer des objectifs plus ambitieux de lutte contre les nuisances sonores que la simple application des valeurs maximales admissibles par la réglementation actuelle. Il est également nécessaire d'estimer les niveaux sonores auxquels sont exposés les riverains à l'intérieur des logements fenêtres ouvertes (notamment la nuit) et au niveau des espaces extérieurs pour ensuite pouvoir les comparer avec les valeurs guides de l'OMS.

Les bâtiments d'enseignement disposant d'hébergements doivent faire l'objet d'une étude approfondie pour la période nocturne. L'estimation des populations exposées doit elle aussi figurer dans l'étude.

Il convient par ailleurs de prendre en compte les études réalisées en application de la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation du bruit dans l'environnement dans le dossier qui sera soumis à enquête publique (cartes de bruit, plan de prévention du bruit dans l'environnement). Il est par conséquent nécessaire d'expliquer le lien entre les indicateurs L_{den}/L_n (indicateur de référence dans l'établissement des cartes de bruit qui prend davantage en compte les bruits intervenant au cours des périodes sensibles que sont la nuit et la soirée) et L_{Aeq} (fixant l'état initial de l'environnement) afin d'assurer la plus grande transparence vis-à-vis du public, et d'expliquer la compatibilité entre les deux dispositifs réglementaires dont ils relèvent.

3.2.2.4 Protection de la ressource en eau

a) Le problème des courants vagabonds

L'impact des courants vagabonds (infrastructures ferroviaires en particulier) sur les canalisations d'eau potable (corrosion) doit être analysé et une attention particulière doit être portée à ce sujet.

b) Entretien des infrastructures et protection de la ressource en eau

L'entretien des infrastructures ferroviaires est également à considérer et le problème de l'usage des produits phytosanitaires doit être abordé. Le recours aux procédés de désherbages mécaniques ou thermiques est préconisé dans les zones de fortes sensibilités et dans les zones en amont des captages. La réduction des risques liés aux pesticides a d'ailleurs fait l'objet d'un plan interministériel sur la période 2006-2009, de l'action n°11 du PNSE I (2004-2008) et des actions 6 (améliorer les connaissances sur les expositions aux

pesticides) et 29 (réduire les apports de substances dangereuses dans l'eau) du PNSE II (2009-2013). Le plan Ecophyto 2018 reprend quant à lui les principales actions sur les pesticides.

Dans ce cadre, des pratiques raisonnées devront être mises en œuvre afin de privilégier les techniques alternatives notamment à proximité des cours d'eau ou des forages, de réduire au maximum l'utilisation de ces produits et de prévoir une gestion des déchets tels que les produits non utilisables, les emballages et les fonds de cuve. Il conviendra de préciser toute utilisation d'autres produits, hors phytosanitaires, par exemple pour l'entretien des voies.

c) Mesures de protection et suivi

Les dossiers doivent préciser les moyens qui permettront de garantir la pérennité des mesures mises en place (étanchéité...), en phase chantier comme en phase exploitation. Les eaux de ruissellement collectées au droit d'un périmètre de protection éloigné d'un captage doivent être traitées avant d'être rejetées et l'utilisation de produits phytosanitaires proscrite à la faveur de procédés mécaniques. Il est de plus conseillé aux aménageurs d'installer un séparateur à hydrocarbures sur le réseau des eaux pluviales avant la récupération de ces eaux dans le bassin.

Les aires de ravitaillement et d'entretien des engins de chantier doivent, de préférence, être exclues des zones en amont de captages d'eau potable. L'utilité d'un programme de surveillance des eaux souterraines hors de la zone d'étude peut également être examinée.

Lorsque l'utilisation des eaux de pluie est prévue, notamment pour l'alimentation des toilettes de chantier, il est nécessaire de prendre en compte les risques relatifs à leur utilisation. Il est donc nécessaire d'ajouter que cette utilisation se fera dans le respect des prescriptions techniques définies par arrêté interministériel du 21 août 2008, afin de limiter le risque de contamination du réseau d'eau potable par le réseau d'eau de pluie non potable.

3.2.2.5 Qualité de l'air et étude des effets du projet sur la santé

a) Remarque sur la forme de ce chapitre

La note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières (CERTU, 2005) doit être citée.

Les possibles effets sur la santé des différents polluants ne doivent pas uniquement s'attacher aux effets à court terme de la pollution atmosphérique.

Pour mémoire, les effets néfastes de la pollution atmosphérique urbaine sont classés en deux groupes :

- Les effets à court terme se traduisant par des manifestations cliniques (augmentation de la mortalité, des hospitalisations ou des passages aux urgences pour causes respiratoires ou cardio-vasculaires) et survenant dans des délais très brefs suite à une variation des niveaux ambiants de pollution atmosphérique (lors des pics de pollution par exemple). Ces effets à court terme de la pollution atmosphérique sont

généralement plus marqués chez les sujets âgés, chez les enfants, ainsi que chez les personnes souffrant de maladies chroniques, en particulier respiratoires et cardiaques.

- Les effets à long termes pouvant survenir suite à une exposition chronique à la pollution atmosphérique (de plusieurs mois à plusieurs années) se traduisant notamment par une réduction de la qualité et de l'espérance de vie, une surmortalité, l'altération des fonctions respiratoires (réduction des fonctions pulmonaires chez l'enfant et les adultes), la diminution de la résistance aux infections (comme la légionellose par exemple), le développement d'asthme, de maladies respiratoires obstructives chroniques, l'augmentation de risque de développer un cancer...

Il faut préciser en préambule que les polluants mesurés ne sont que des indicateurs (des « traceurs ») de la pollution. Il n'est pas possible de prendre des mesures compensatoires par type de polluant. En revanche, il est possible de les classer en deux parties : ceux d'origine particulaire et ceux d'origine gazeuse et pour lesquels des mesures peuvent être mises en place.

b) La définition du domaine d'étude et des niveaux d'étude

La bande d'étude est souvent mal définie, voire non mentionnée dans les dossiers. Elle devrait cependant apparaître clairement, comme défini dans la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières (cf. Annexe 8).

Les établissements sensibles doivent être répertoriés dans la bande d'étude et les distances des riverains/établissements sensibles avec le projet doivent être précisées.

Les niveaux d'étude retenus ne correspondent pas toujours aux critères définis dans la circulaire (Annexe 9). Il est rappelé que le TMJA (trafic moyen journalier annuel) doit être indiqué lors de la justification du niveau d'étude retenu.

c) Calcul de l'Indice Pollution Population

Les dossiers doivent préciser la façon dont l'Indice Pollution Population¹⁴ (IPP) est calculé, si ce dernier ne prend en compte que les populations actuelles ou s'il tient également compte des projets d'urbanisation futurs.

A ce jour, l'IPP est calculé pour le benzène (C₆H₆). Il est reconnu, techniquement et scientifiquement que les améliorations relevées entre la situation initiale (avant le projet) et la situation « fil de l'eau » (« sans projet + 20 ans ») ou la situation projet (« mise en service du

¹⁴ L'IPP est un indicateur sanitaire simplifié qui permet de comparer les différentes variantes du projet entre elles avec la situation de référence. Il se calcule en multipliant en chaque point du domaine d'étude, les concentrations d'un polluant (en général le benzène) par la population, puis en sommant ces résultats pour l'ensemble des points d'étude. L'IPP est considéré comme un outil de comparaison de situations et non pas comme un indicateur d'exposition permettant de quantifier le risque encouru par la population.

projet + 20 ans ») sont souvent dues aux progrès réalisés sur les émissions de polluants des moteurs des véhicules, très à la baisse ces dernières années pour le C₆H₆. Cela constitue un biais important et donne peu de valeur à ce calcul. Cette mention doit clairement être indiquée dans le commentaire sur la valeur attribuable à ce calcul basé sur le C₆H₆ de façon réglementaire (texte non modifié à ce jour, mais actuellement en cours d'élaboration). Il est donc très difficile d'affirmer que la baisse de l'IPP pourrait être due à la réalisation du projet.

d) Eléments à prendre en compte fréquemment omis

Certains éléments, oubliés ou trop peu développés, sont fréquemment relevés dans les avis des ARS :

- Les plans de protection de l'atmosphère (PPA) disponibles dans les zones étudiées doivent être pris en compte,
- Les émissions en phase chantier ne sont bien souvent pas caractérisées,
- Les seuils indiqués dans les dossiers en matière de protection de la santé sont parfois incomplets et erronés. Il est nécessaire de vérifier que les valeurs indiquées ont été actualisées,
- Les effets des reports de trafic sur la pollution atmosphérique doivent être pris en compte dans les études,
- Les informations fournies sont parfois insuffisantes et ne permettent pas toujours de vérifier avec transparence le respect des dispositions de la circulaire du 25 février 2005,
- Une attention particulière doit être portée à l'état initial relatif à la qualité de l'air dans l'étude d'impact et la pollution être caractérisée,
- L'étude doit prendre en compte la pollution liée au trafic routier de la zone d'étude et intégrer la pollution de fond de manière à ne pas sous-estimer les niveaux de concentrations,
- Les rejets canalisés imputables aux extracteurs d'air positionnés sur les tunnels (bouches d'aération des tunnels et tranchées couvertes) doivent être estimés et pris en compte dans les évaluations,
- Les polluants, notamment ceux de la voie « ingestion », émis par le trafic doivent être pris en compte,
- Les interprétations fournies doivent présenter les niveaux de concentration attendus et comparer ces dernières aux normes et valeurs réglementaires de qualité de l'air (ce type de comparaison devant, pour être pertinente, intégrer la pollution de fond).

e) Le cas particulier de la pollution particulaire

La prise en compte du paramètre « particules » (particulièrement les PM-2.5) apparaît parfois insuffisante au regard du contexte de certains projets, surtout lorsque des

dépassements des valeurs réglementaires sont constatés chaque année dans le secteur impacté par le projet.

f) Les mesures proposées

Il est rappelé que la mise en place d'une surveillance atmosphérique peut être prévue dans l'étude des effets du projet sur la qualité de l'air.

Les mesures compensatoires proposées doivent être appropriées et distinguer celles qui seront liées à la limitation des pollutions atmosphériques gazeuse et particulaire, avec une attention particulière pour cette dernière.

La mise en place de merlons paysagers peut être proposée. Ces derniers peuvent être végétalisés, conformément aux recommandations de la circulaire du 25 février 2005 (paragraphe 3.5) de façon à piéger la pollution particulaire, particulièrement dans les secteurs où la qualité de l'air est déjà médiocre.

3.2.2.6 Vibrations (pour les projets d'infrastructures ferroviaires et de tramways)

Des études globales sont à mener sur l'impact des vibrations et les mesures envisagées, en tenant compte des différents projets ferroviaires en cours dans le secteur considéré et de la préexistence d'autres infrastructures.

Pour des infrastructures souterraines comme le métro, la prise de mesures est parfois souhaitable, notamment dans les logements des riverains les plus exposés, pendant la phase chantier mais également pendant la phase d'exploitation, afin de veiller au respect de la sécurité et de la tranquillité des riverains.

3.2.2.7 Phase travaux

Il est rappelé que les travaux de chantier doivent respecter les dispositions de l'article R. 1334-36 du Code de la Santé Publique relatif aux bruits de chantier.

Les conséquences du projet (phase travaux et phase exploitation) sur la sécurité aux abords des établissements d'enseignement sont à prendre en compte dans les dossiers.

Une cartographie du secteur localisant l'implantation des bases travaux ou chantier, et de la plate-forme doit être transmise. Il apparaît également nécessaire d'étudier l'impact de leurs activités respectives et d'estimer les mesures à prendre pour en limiter les conséquences d'un point de vue environnemental et sanitaire.

Les dérogations pour travail bruyant en dehors de la plage horaire 7h-20h doivent rester exceptionnelles et accordées sur la base d'un recensement des populations et activités exposées (dont les plus sensibles), des mesures compensatoires mises en œuvre et des niveaux de bruit générés aux droits de ces habitations ou activités.

Les chapitres relatifs à la limitation des nuisances liées au bruit, aux vibrations et à la pollution de l'air pendant les travaux sont souvent peu développés, alors que ces travaux

peuvent parfois s'étaler sur de longues périodes. Il semble cependant nécessaire d'adapter le contenu de ce chapitre à la durée des travaux.

Les éléments suivants doivent par ailleurs être précisés :

- les horaires de chantier,
- les modalités et dispositifs d'alimentation en eau du chantier (usages sanitaires et autres),
- la nature des différents produits susceptibles d'être stockés sur le site ainsi que leurs conditions de stockage, notamment ceux susceptibles d'être à l'origine d'une pollution des eaux ou du sol,
- les modalités d'entretien et d'approvisionnement des engins de chantier hors site et sur site (dans ce dernier cas des dispositions supplémentaires doivent être prises pour prévenir l'impact de ces opérations sur l'environnement).

Il est souvent conseillé de réaliser, si possible, les opérations d'entretien et de ravitaillement des engins hors des sites sensibles et ce même si toutes les précautions semblent être prises.

L'arrosage des terres afin de limiter l'envol de poussières ne doit pas être une source de contamination de l'air par un développement de légionnelles dans l'eau. Toutes les précautions doivent être prises pour écarter ce risque.

3.2.2.8 Champs électromagnétiques (infrastructures ferroviaires et tramways uniquement)

Les mesures éventuelles de protection prévues pour réduire le risque (au niveau des stations de redressement dans le métro par exemple) doivent être précisées.

La localisation des postes de transformateurs est également à indiquer. Les risques sanitaires liés à la compatibilité électromagnétique d'une LGV concernent essentiellement les personnes utilisatrices de dispositifs médicaux d'assistance vitale (ex : pacemakers, pompe d'injection de médicaments, respirateurs *etc.*) lorsqu'elles sont situées sous l'influence d'ouvrages. Il est cependant impossible de connaître les effectifs et probabilités d'exposition de cette population. Aussi pour minimiser ces risques, les dispositifs médicaux de construction récente sont conçus pour s'immuniser des rayonnements les plus courants (lignes haute tension, antennes de radiotéléphonie, fours domestiques à micro-onde, appareils ménagers *etc.*) et des signaux parasites qui peuvent les accompagner.

3.2.2.9 Lutte anti-vectorielle

Lors de la réalisation de bassins de rétention et de leurs dispositifs de traitement et de vidange dans des départements concernés par la lutte anti-vectorielle, il convient de vérifier que toutes les dispositions techniques possibles seront mises en œuvre tant au niveau de la conception des ouvrages que pour leur entretien.

3.2.2.10 Prévention de la dissémination des plantes invasives allergènes (ambroisie)

Le volet sanitaire doit faire mention des moyens de lutte contre l'ambroisie (lorsque le projet se déroule dans une zone concernée par ce risque) mis en place en phase exploitation et ne doit pas se limiter aux mesures prises pour la phase travaux (engazonnement, plantation d'arbustes afin de prévenir la colonisation des terrains par une végétation invasive). Une brochure relative aux mesures à mettre en place lors d'un chantier de travaux publics, fréquemment cité dans les avis des ARS pour des projets situés dans un secteur sensible vis-à-vis de la prolifération de l'ambroisie est disponible en Annexe 10 de ce rapport (source: http://www.ambroisie.info/docs/fiche_7.pdf). Il est rappelé que les mesures de prévention de l'infestation du chantier par l'ambroisie doivent être prises le plus en amont possible du chantier. Un responsable environnement doit être nommé sur cet aspect.

3.2.2.11 Risque allergique

Les allergies dues aux pollens ne sont bien souvent pas prises en compte dans le choix des essences. Il conviendrait cependant de veiller à diversifier les essences utilisées et à privilégier les moins allergisantes. Les ARS constatent cependant que cet aspect est bien souvent absent des justifications des choix effectués dans le cadre des aménagements paysagers. Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) a à cet effet publié un guide d'information sur la végétation en ville disponible sur son site internet (<http://www.vegetation-en-ville.org>).

3.2.2.12 Tendances d'évolution de la conception du volet « air et santé »

La qualité des dossiers fournis semble s'être améliorée, notamment depuis la publication du guide de l'InVS en 2000. Les dossiers « copié/collé » sont désormais relativement rares. L'étude de l'exposition des populations est cependant encore négligée par les bureaux d'études, qui ont encore tendance à rendre des pages purement descriptives au lieu de répondre à la question suivante : quels sont les problèmes et qu'est ce qui est fait pour les résoudre ?

A travers les avis qu'elles rendent, les ARS apportent un regard critique sur la prise en compte des enjeux sanitaires dans l'élaboration du projet concerné. Ces derniers n'ayant pas de portée réglementaire et ne figurant pas dans les dossiers consultables par le public (à l'inverse de l'avis de l'AE), ont cependant une portée limitée.

3.2.2.13 Suivi des avis rendus par les ARS et attentes de l'Autorité Environnementale

L'analyse des avis rendus par l'Autorité Environnementale s'appuie sur des avis rendus sur des projets menés par SETEC International, des avis récoltés auprès d'ARS ainsi que sur ceux relevés sur le site www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr. Afin de mieux

comprendre les attentes de l'Autorité Environnementale, plusieurs services de l'Etat ont également été interrogés (DREAL, ARS et MEDDE).

Le rôle de l'Autorité Environnementale (AE) est d'émettre (en lien avec les services régionaux et départementaux compétents) un avis argumenté, simple mais obligatoire, portant sur :

- le rapport environnemental (complétude, qualité, efficacité),
- la prise en compte de l'environnement dans le projet de plan ou de programme arrêté, avant que ces documents ne soient mis à disposition du public.

Les possibles raisons pouvant expliquer le manque de prise en compte de l'aspect sanitaire dans les avis rendus par l'autorité environnementale sont les suivants :

- les ARS favorisent parfois la consultation inter administrative au détriment de leur consultation dans le cadre de l'avis de l'AE,
- les ARS traversent actuellement une période de transition suite à la réorganisation de leurs services et ne répondent pas toujours lorsqu'elles sont consultées sur un dossier,
- les délais sont parfois trop courts pour les ARS et ne permettent pas une réponse dans le temps imparti,
- les réponses ne sont pas toujours structurées d'une manière satisfaisante par rapport aux attentes de l'AE.

La consultation des ARS ne se fait pas toujours de manière officielle (courrier administratif) mais peut également se faire de manière officieuse (appels).

Les avis de l'AE ont pour but d'apporter une vision critique de la prise en compte de l'environnement dans les dossiers qui lui sont soumis. Une circulaire vient définir la structuration de ces avis. Il existe deux types d'avis : les avis synthétiques (avis courts en raison des enjeux et caractéristiques du projet) et les avis plus complets avec une analyse thématique par thématique.

Les informations relatives aux risques sanitaires ne ressortent pas toujours car les compétences ne sont parfois pas encore là, tant du côté des DREAL (parfois chargée de rédiger les avis de l'AE) que du côté des ARS. La communication avec les autres structures (DREAL...) se trouve également plus ou moins facilitée selon la sensibilisation des interlocuteurs aux problèmes sanitaires (imputable à la restructuration des DRE¹⁵ et des DRIRE¹⁶ en DREAL et à la formation initiale des interlocuteurs).

La méthodologie de réponse mériterait dans certains cas d'être changée et des groupes de travail se sont d'ores et déjà mis en place afin de tenter ce problème dans certaines régions. C'est par exemple le cas pour la région Poitou-Charentes où des référents ont été désignés

¹⁵ Direction Régionale de l'Équipement

¹⁶ Direction régionale de l'industrie, de la Recherche et de l'Environnement

dans chaque département. Cette démarche a pour but d'expliciter les finalités de l'avis de l'AE et les différences existant entre cet avis et un avis administratif « classique ».

L'avis rendu par l'AE doit relever les éléments positifs et négatifs des dossiers étudiés mais ne comporte pas de mention « favorable » ou « défavorable ». En cela, il peut paraître déroutant pour des services instructeurs peu habitués à ce type de démarche, mais permet une grande liberté d'expression.

Les éléments mentionnés dans cette partie constituent la base de la réflexion menée sur les éléments pouvant faire l'objet d'un approfondissement. Ils constituent en eux-mêmes des points d'amélioration à prendre en compte lors de l'élaboration du volet sanitaire. Certains sont repris et analysés dans le chapitre suivant, enrichis de réflexions issues de nombreux entretiens avec des experts de ces thématiques et de recherches bibliographiques. Enfin, une revue des moyens d'action pouvant être mis en place et intégrant les dernières avancées technologiques est proposée.

4. Propositions de pistes de réflexion et d'approfondissement

4.1 Prise en compte des nuisances sonores

4.1.1 Intégration du bruit dans l'entretien et la conception des routes

L'entretien du revêtement est une des solutions à envisager lorsque les gens se plaignent de nuisances sonores. Le bruit n'apparaît cependant pas comme un critère important pour la sélection des routes requérant entretien ou nouveau revêtement (CEDR, 2010).

Lors de la modernisation des routes existantes, ou de la création de nouvelles infrastructures, le recours à des revêtements réducteurs devrait être examiné (CEDR, 2010). Il semblerait en effet que les revêtements peu bruyants soient appliqués seulement au cas par cas et que leur emploi soit assez rare. Ils constituent pourtant un moyen peu coûteux et relativement efficace de réduction du bruit.

4.1.2 De la nécessité de développer de nouveaux indicateurs du bruit

Dans son rapport, l'Afsset insiste sur l'importance de parvenir à mettre au point un nouvel indicateur, destiné à mieux évaluer les impacts sanitaires du bruit sur la population (AFSSET, 2007). Cet indicateur devra prendre en compte l'ensemble des éléments objectifs qui rendent un bruit plus nocif ou gênant qu'un autre, à savoir : son intensité sonore (dB (A)), sa fréquence, ses modalités d'apparition et le moment de la journée auquel il se produit. Des

avancées importantes seront ainsi possibles, pour la prévention des risques sanitaires liés au bruit auquel est confronté l'ensemble de la population.

La prise en compte des différentes sources reste difficile à appréhender, notamment sur le plan acoustique où elle est d'une grande complexité. La pertinence d'indices acoustiques, moyennés sur différentes périodes de la journée, tels que l'indice Lden imposé par la Directive Européenne 2002/49/CE pour les cartes de bruit des villes européennes, est remise en cause lorsqu'il s'agit de prévoir la gêne due au bruit en milieu urbain. Une thèse est actuellement en partenariat avec le Centre Lyonnais d'Acoustique (CeLyA), le DGCB-ENTPE¹⁷ et l'Ifsttar-Bron pour tenter de progresser sur la détermination d'indicateurs acoustiques représentatifs de la gêne observée dans des situations de multi-exposition au bruit du tramway et au bruit du trafic routier urbain. Ces travaux devraient également rendre possible, d'un point de vue méthodologique, l'évaluation de la complémentarité de différents protocoles mis en place pour étudier la gêne de court-terme (*KLEIN A.*).

Une enquête réalisée en partenariat entre l'Inrets¹⁸ et la SNCF¹⁹ intitulée « Gêne en situation de multi-exposition au bruit ferroviaire et routier » a par exemple permis d'obtenir un certain nombre de résultats qualitatifs sur la comparaison des sources sonores, et d'établir des relations dose-réponse entre la gêne exprimée et le niveau sonore, en différentes situations d'exposition (*CREMEZI et al.*). Elle est disponible en annexe 14 de ce rapport.

4.1.3 Effets combinés de différentes sources de bruit et facteurs d'amplification de la gêne au bruit

Il n'existe pas actuellement de consensus sur un modèle de la gêne totale due à une combinaison des sources de bruit dans l'environnement (Site internet de l'OMS https://apps.who.int/environmental_information/Noise/bruit.htm). Dans l'environnement, les personnes sont souvent exposées à une combinaison de bruits (non assimilables, car parfaitement identifiables).

Les réglementations française et européenne considèrent séparément les sources de bruit. Les autres sources de bruit ne sont prises en compte que par mesure du bruit existant avant intervention (Lden). La notion de terme correcteur y est cependant présente ; mais les interactions entre les différentes sources de bruits sont encore mal connues (*RAIMBAULT et al., 2004*).

En l'état actuel des connaissances il n'est en effet possible de calculer le bruit global que sur un plan purement énergétique, ce qui n'est pas représentatif d'une gêne globale. La prise en compte des bruits intermittents (bruits ferroviaires par exemple) reste, quant à elle,

¹⁷ Département Génie Civil Bâtiment de l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat

¹⁸ Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, désormais dénommé Ifsttar

¹⁹ Société Nationale de Chemins de Fer Français

difficile, *a fortiori* lorsque cette source de bruit est associée à d'autres sources. En fixant des limites pour des expositions particulières au bruit dans la nuit, le caractère du bruit intermittent devrait par exemple être considéré.

Les solutions au problème de l'évaluation du bruit global semblent devoir venir de la psychoacoustique et du domaine des sciences humaines et sociales, qui selon certains auteurs pourraient permettre d'avancer sur la problématique d'addition des gênes.

4.2 Prise en compte des nuisances olfactives

Des indices existent pour mieux prendre en compte les nuisances olfactives liées au trafic :

- Indice I_{PID20} => détermination de la fréquence des pics de $COV > 20$ ppb.
- Indice I_{POT} => estimation du potentiel odorant du trafic

Le potentiel odorant du trafic peut permettre d'estimer le potentiel odorant global (I_{POG}) en prenant en compte les autres odeurs (végétal ($I_{PO,V}$), commerces ($I_{PO,C}$), miasmes (fermentation ou pourriture) ($I_{PO,M}$), humaines ($I_{PO,H}$)) (*MARRY et al., 2010*).

4.3 Le problème de la prise en compte des effets cumulés des nuisances dans un contexte d'exposition à plusieurs types de nuisances

La prise en compte des effets cumulés des nuisances pose plusieurs questions majeures : comment manipuler des concepts, des méthodes qui n'ont rien à voir les uns avec les autres ? Comment faire le lien entre des dimensions purement quantitatives, résultant d'approches physiologiques, et des dimensions plus qualitatives, basées sur les sciences humaines ?

Les situations de multi-expositions résultent de phénomènes complexes qui se superposent. L'analyse de ces situations requiert une approche transdisciplinaire, or le clivage entre les études centrées sur le signal (sciences de l'ingénieur, psychoacoustique...) et celles menées sur les représentations (sciences humaines, axiologie...) est parfois bien réel (*PISCOT, 2002*). Plusieurs dimensions sont à prendre en compte dans l'étude de ces situations :

- Dimensions techniques (mesures acoustiques, analyses chimiques de l'air...),
- Dimensions sensorielles (prise en compte des phénomènes perceptifs et des interactions qu'ils peuvent engendrer),
- Dimensions sociales (prise en compte des représentations des habitants),
- Dimensions spatiales et urbaines (influence de l'espace construit et de la morphologie urbaine).

4.4 La prise en compte des sous-groupes populationnels vulnérables

Les sous-groupes vulnérables à prendre en compte dans les projets d'infrastructures de transport sont par exemple : les personnes atteintes de maladies particulières ou présentant des problèmes médicaux (hypertension par exemple), les patients des hôpitaux, les personnes en convalescence à leur domicile, les personnes exécutant des tâches cognitives complexes, les aveugles, les personnes présentant un déficit auditif, les bébés et enfants en bas âge, ou encore les personnes âgées.

Les personnes souffrant de troubles de l'audition, même légers, sont les plus sérieusement atteintes en ce qui concerne l'intelligibilité de la parole. Une exposition importante au bruit peut donc perturber considérablement leur cadre de vie. Il est important de souligner qu'une majorité de la population appartient au sous-groupe vulnérable à l'interférence avec la parole. Pour ces sous-groupes vulnérables, des niveaux de fond encore plus bas sont nécessaires, et un temps de réverbération en dessous de 0.6 secondes est souhaitable pour une compréhension adéquate de la parole, même dans un environnement silencieux.

Les personnes âgées sont quant à elles particulièrement sensibles à la qualité de l'air (*TESSIER et al. 2005*).

4.5 Prise en compte de la qualité de l'air

4.5.1 Explications données sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique

L'impact global de la pollution atmosphérique ne ressort généralement pas de l'analyse de la qualité de l'air faite dans le volet « air et santé » des études d'impact. Si des Evaluations d'Impacts Sanitaires (EIS) ont déjà été réalisées par l'InVS ou par la cellule interrégionale d'épidémiologie (CIRE) au niveau du secteur concerné, il peut alors être intéressant pour le dossier d'en faire un résumé (ces données sont généralement disponibles pour les grandes villes). Les données peuvent alors être présentées dans l'état initial sur la qualité de l'air et permettre une meilleure prise en compte du contexte local, qui manque parfois au volet « air et santé ». Les résultats de la modélisation pourront ainsi permettre de donner une tendance en terme d'impact attendu (nombre de vies perdues, augmentation/diminution des hospitalisations *etc.*).

4.5.2 Calcul de l'Indice Pollution Population (IPP)

La note méthodologique du CERTU publiée 2005 (*CERTU, 2005*) est actuellement en train d'être révisée et intègre les modifications engendrées par le rapport publié récemment par

l'ANSES (ANSES, 2012). La révision de ce document devrait engendrer plusieurs modifications, dont :

- l'obligation de prendre en compte le bruit de fond dans le calcul de l'IPP,
- l'obligation de calculer l'IPP pour le NO₂ (et non plus uniquement pour le benzène).

4.5.3 Impacts sanitaires liés aux émissions d'une infrastructure terrestre

La conception de l'impact sanitaire global d'une infrastructure de transport sur la qualité de l'air ne se réduit pas à celui des émissions liées au seul échappement. Il est en effet nécessaire de prendre en compte tous les types d'émission : échappement des véhicules mais aussi émissions liées à l'usure, au fonctionnement et à l'entretien des véhicules et de l'infrastructure d'une manière générale (CASSADOUS *et al.*, 2004), ce qui ne semble pas être toujours le cas.

4.5.4 Lignes directrices de l'OMS concernant la qualité de l'air

Les particules fines (PM), sont des polluants considérés comme dangereux pour la santé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), pris en compte dans le programme européen CAFÉ (BARTAIRE, 2004). Les lignes directrices de l'OMS concernant la qualité de l'air (OMS, 2005) sont conçues pour donner des orientations mondiales et réduire les conséquences de cette pollution sur la santé. En ce sens, les valeurs guide (disponibles en Annexe 11) pourraient être comparées aux résultats des modélisations effectuées pour certains polluants (comme par exemple : le NO₂, le SO₂ ou encore les particules). Cette comparaison n'est cependant pas possible pour les études de types III et IV qui requièrent une simple information des effets de la pollution atmosphérique sur la santé.

Elle s'avère cependant possible pour les études de type I et II. Le projet de THNS du Pays de Montbéliard relevant d'une étude de type III, l'application de cette proposition n'a pas pu être effectuée.

4.6 Ajout d'un chapitre « ondes électromagnétiques » dans les études d'impact d'infrastructures ferroviaires

Les projets étudiés dans ce rapport ne concernaient pas d'infrastructures ferroviaires ou des projets de tramways. Le thème des champs électromagnétiques n'a donc pas été développé. Il constitue cependant un sujet de préoccupation pour la population qui demande à être informée sur les risques potentiels que représente cette exposition. Afin de répondre à ce besoin d'information, il est nécessaire d'en exposer les effets potentiels sur la santé et de comparer les valeurs mesurées ou prévisibles aux recommandations des instances sanitaires.

4.6.1 Effets thermiques et non thermiques des ondes électromagnétiques et effets sur la santé

D'après l'OMS, les personnes qui résident à proximité des lignes de chemin de fer peuvent se trouver en présence de champs magnétiques générés par le câble aérien d'alimentation qui, selon les pays, sont susceptibles d'atteindre l'intensité de ceux que produisent les lignes à haute tension (*site Internet de l'OMS <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/fr/index3.html>*).

Le courant alternatif alimentant la traction électrique des trains, tramways et métro a une fréquence de 50 Hz, ce qui signifie que les électrons qui créent le courant changent de direction 100 fois par seconde. Ces champs électromagnétiques de fréquences extrêmement basses n'ont pas ou très peu d'effet thermique (SNCF, 2004).

Les champs électriques 50 Hz ne traversent pas le corps humain mais provoquent la migration de charges électriques vers la surface du corps. Ce déplacement de charge génère un courant qui circule de la surface du corps vers le sol. Les courants changent de direction car les charges qui migrent sont alternativement positives et négatives. Le courant parcourant le corps humain crée alors une chute de tension interne qui résulte des propriétés électriques de notre corps. Cela provoque un champ électrique de l'ordre du millivolt par mètre soit plusieurs millions de fois inférieur au champ électrique externe au corps. Notons qu'il ne faut pas confondre le champ électrique à l'extérieur du corps avec le champ électrique généré à l'intérieur du corps (SNCF, 2004).

Les champs magnétiques, quant à eux, traversent le corps humain et induisent des forces électromotrices qui génèrent des courants appelés « courants de Foucault ». Ces courants circulent sous forme de boucles fermées perpendiculairement à la direction du champ magnétique.

Les ondes électromagnétiques sont incriminées lors de l'apparition de plusieurs entités morbides, parmi lesquelles trois semblent se démarquer : l'électrosensibilité, les maladies neurodégénératives et les leucémies aiguës chez l'enfant.

Electrohypersensibilité

La grande diversité des syndromes et le caractère autodéclaré de l'affection en font un objet de recherche clinique discuté, voire disputé (OPECTS, 2010).

Maladies neurodégénératives

Une possible relation dose-effet entre exposition aux champs électromagnétiques et risque de déclencher la maladie d'Alzheimer a été mise en évidence par les données épidémiologiques (GARCIA *et al.* 2008 ; HUSS *et al.* 2009). Le nombre de malades serait potentiellement élevé et l'OPECTS préconise de mener une étude épidémiologique sur les conducteurs de train de la SNCF.

Leucémies aiguës chez l'enfant (0 à 6 ans)

Le lien statistiques régulièrement retrouvé avec les champs magnétiques extrêmement basses fréquences de 0,4 μT a conduit le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) à les classer en catégorie 2 B, c'est-à-dire de « cancérogène possible ». Ce classement établi en 2002 a été acquis sur la base de l'épidémiologie (*OPECTS, 2010*), dont les données n'ont pas été infirmées depuis. Cependant, les expériences menées en laboratoire n'ont pas permis de mettre en évidence de mécanisme d'action ni de retrouver ces effets chez l'animal. Le lien statistique établit donc un risque mais n'indique aucun lien de causalité.

4.6.2 Les valeurs limites recommandées

La question de l'impact des champs magnétiques sur la santé est posée depuis plus de 30 ans. La Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (organisation non-gouvernementale officiellement reconnue par l'OMS), recommande des limites d'exposition de 100 μT à 50 Hz (*OPECTS, 2010*).

En ce qui concerne les expositions chroniques à faibles doses, les champs électriques et magnétiques d'extrêmement basses fréquences sont considérés comme sans impact sur la santé par l'OPECTS, sauf peut-être pour les trois pathologies ciblées mentionnées plus haut (électrohypersensibilité, maladies neurodégénératives et leucémies aiguës chez l'enfant). Les expertises collectives indiquent que les éléments évoquant un lien entre ces champs et les autres maladies sont soit trop faibles, soit inexistantes (*OPECTS, 2010*).

4.7 Prise en compte du « bruit de fond »

Par « bruit de fond », on entend le niveau de pollution ou de nuisance avant le nouvel aménagement (ou dans un lieu similaire distant). La comparaison des effets du projet avec et sans bruit de fond, sans constituer un critère sanitaire, permet de donner des éléments de positionnement utiles. Cette comparaison peut se faire en utilisant des bases de données locales, ou en réalisant des analyses spécifiques locales dans des zones non impactées par l'ouvrage.

L'impact sanitaire du projet sera quantifié d'une part de manière isolée, sans prendre en compte le niveau des concentrations initiales (« bruit de fond ») et d'autre part en prenant en compte le bruit de fond. Le premier cas permet de déterminer le risque attribuable à l'installation seule. Le second cas permet d'estimer le risque cumulé, donc celui subi effectivement par les populations une fois le projet mis en œuvre, et ainsi d'en déduire la part du projet dans l'exposition globale. Dans le cas d'un projet d'extension, l'évaluation de l'exposition globale portera sur les effets cumulés de l'installation existante et de son extension (*ASTEE, 2006*).

4.8 Analyse des incertitudes et discussion

L'analyse des incertitudes et la discussion des résultats est souvent une partie négligée, probablement par crainte des conséquences de l'inquiétude qu'elle pourrait générer (chez le public en particulier).

Un effort de synthèse doit également être réalisé dans la présentation des résultats. Les points sur lesquels des connaissances supplémentaires (recherche scientifique approfondie, acquisition de données *etc.*) sont à mettre en évidence. Il apparaît également nécessaire de classer les hypothèses et paramètres utilisés au cours de l'évaluation des risques en trois classes :

- facteurs de sous-estimation des risques,
- facteurs de surestimation des risques,
- facteurs d'effet inconnu sur l'estimation du risque.

Les incertitudes et la quantification approximative des facteurs d'incertitude pourront être synthétisées dans un tableau final à l'image du tableau ci-dessous en classant si possible les incertitudes en fonction de leur importance décroissante.

4.9 Leviers d'action pour la réduction des nuisances

Les nuisances ne sont pas une fatalité et plusieurs moyens d'action sont disponibles pour réduire leur impact : soit en les réduisant en elles-mêmes soit en réduisant l'exposition des populations.

4.9.1 Bruit

Le bruit urbain n'est pas une fatalité et il existe plusieurs leviers d'actions pour tenter de le réduire. Ces solutions existent aussi bien du côté des émetteurs que de celui des victimes. Il est ainsi possible d'agir sur :

- **La vitesse.** Réduire la vitesse de circulation et restreindre les trafics les plus bruyants durant les périodes de soirée et de nuit qui sont les plus sensibles permet d'améliorer la qualité sonore et apparaît comme une des solutions les plus pérennes.
- **Les écrans acoustiques.** La protection contre les nuisances sonores passe également par la mise en place d'écrans acoustiques qui selon le contexte permettent de réduire le bruit de 8 à 12 dB.
- **L'isolation acoustique des bâtiments.** Cette solution peut être nécessaire lorsqu'aucune des mesures préventives ne peut être mise en œuvre. Cette solution implique généralement le remplacement des fenêtres par des modèles dotés de double vitrage, d'entrée d'air acoustique et de coffre de volet roulant insonorisé. Il est

important de noter que lors de travaux, la dissociation du thermique, de l'acoustique et de la ventilation apparaît impossible.

- **Le traitement du bruit à la source.** Cette solution semble la plus profitable, notamment du point de vue des instances de santé. Elle passe notamment par la recherche et le développement de solutions de motorisation, de transmission (ou encore de freinage) plus silencieuses pour les véhicules de transport de personnes et de marchandises.
- **La mise en place de revêtements moins bruyants.** La pose de revêtements de chaussées plus silencieux est un élément pouvant contribuer à la réduction des points noirs du bruit et apparaît comme une solution complémentaire permettant une réduction du niveau sonore. Pour le ferroviaire, l'amélioration des performances acoustiques passe par la mise en place d'absorbeurs acoustiques sur les rails et le meulage de ces derniers.

Les choix urbanistiques effectués peuvent également avoir un impact sur les nuisances sonores. En effet, l'orientation des bâtiments (diminution de la surface de façade orientée du côté de la source) permet de diminuer les impacts des nuisances sonores.

4.9.2 Vibrations

4.9.2.1 Infrastructures routières

Plusieurs facteurs influencent la production des vibrations, notamment :

- L'état de la chaussée
- Le type et le poids du véhicule
- La vitesse du véhicule
- Les caractéristiques de la structure de la chaussée
- La nature et la stratification du sol

4.9.2.2 Infrastructures ferroviaires

L'usure des rails et des roues, notamment sur les voies en courbe, entraîne une augmentation des vibrations générées par le roulement. Les vibrations sont principalement causées par les irrégularités d'état de surface dans le contact rail-roue.

Des protections peuvent être préconisées soit au niveau des voies ferrées (traverses sur chausson, tapis sous ballast...) ou des bâtiments (séparation du bâtiment de ses fondations au moyen de ressorts ou de plots élastomères). Il est également possible de mettre en place des absorbeurs de vibrations sur les rails. Ces dispositifs renforcent la capacité naturelle d'absorption d'énergie vibratoire de la voie et permettent de réduire sa contribution sonore (de 4 à 5 dB(A)), notamment pour les faibles vitesses. La réduction des vibrations engendrées par le trafic ferroviaire passe également par la maintenance de la voie et le

respect de l'intégrité mécanique de ses composants. Notons que la pose d'absorbeurs est une solution intéressante car compétitive et complémentaire des protections sonores plus classiques (AFSSE, 2004).

4.9.3 Nuisances olfactives

La résolution des problèmes liés aux nuisances olfactives réside plus en une réduction de la nuisance subie qu'en une réduction des émissions.

Il existe plusieurs approches possibles d'atténuation des odeurs environnementales. Les mesures mises en place devront prendre en compte plusieurs paramètres, notamment :

- les caractéristiques de l'odeur (nature du ou des composé(s) odorant(s) responsable(s), intensité, gêne olfactive provoquée...)

- caractéristiques de la source (débit, étendue, hauteur...)

- situation géographique (milieu urbain ou rural, topographie, météorologie...)

Il est préférable ici aussi de chercher en priorité à mener des **actions préventives**, ce qui dans le cas des infrastructures de transport passerait par la mise en place de politiques de réduction des émissions, notamment dans le domaine des transports routiers. Il est possible de noter que de telles politiques ont déjà été engagées, comme par exemple l'équipement des véhicules routiers en pots catalytiques depuis 1993 (GRANGE *et al.*, 2007).

Un aménagement du site et de son environnement est également possible :

- éviter l'installation de nouvelles personnes à proximité de la source de nuisances olfactives est une première solution permettant de limiter l'impact sanitaire. Cette première mesure nécessite une connaissance des paramètres influençant la pollution olfactive actuelle et future (météorologie, relief...)

- mise en place de haies brise-vent. Des études menées sur des sites tels que les porcheries ont montré que ce type de mesure peut s'avérer efficace. En effet, les haies brise-vent permettent de réduire les nuisances olfactives, par :

- dilution dans la basse atmosphère des concentrations de gaz responsables des odeurs

- dépôt des poussières et des aérosols

- interception des poussières et autres aérosols

- absorption des composés chimiques responsables des odeurs

- réduction de la longueur et de la superficie des panaches d'odeur

Notons que dans le cas des infrastructures de transport, la mise en place de mesures curatives, comme l'incinération chimique, catalytique ; l'adsorption, l'absorption ou encore le traitement biologique apparaît comme inadapté.

4.9.4 Emissions lumineuses

La prévention de la pollution lumineuse consiste à adapter la politique d'éclairage aux nécessités réelles. La réduction de la pollution lumineuse passe par plusieurs solutions :

- Réduire la lumière émise en direction du ciel (choix des optiques, angle d'incidence, utilisation de lampes à vapeur de sodium ou de verres plats *etc.*). Réduire la sur-illumination. La pose de minuteries et de systèmes de détection de personnes apparaît comme une première solution. L'illumination des édifices publics et l'illumination publicitaire pourraient également être réduits (en pleine nuit et en dehors de la période touristique par exemple). L'éclairage peut également être modulé en fonction des conditions météorologiques (forte puissance en cas de mauvaise visibilité et faible puissance par nuit claire par exemple).
- Réduire les effets sur la faune (choix des couleurs d'éclairage, films spéciaux, éclairage stroboscopique *etc.*).
- Réduire les éclairages (mise en place de dispositifs réfléchissants ou d'éclairages modulables).

La meilleure des mesures préconisables pour réduire les nuisances lumineuses est l'extinction du point lumineux (*SORDELLO, 2011*). Une stratégie d'éclairage « juste » est à privilégier : au bon endroit, au bon moment, pendant le bon temps, à la bonne intensité et dans la bonne direction. Le service du patrimoine naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle a proposé six axes d'action en vue de réduire les impacts de la photopollution dans les espaces naturels, parmi lesquels « Une vigilance accrue en amont des projets et programmes en intégrant les enjeux de photopollution dans les études d'impacts et les études d'incidences » (*SORDELLO, 2011*).

Le maintien de « trouées noires » le long des infrastructures éclairées pourrait permettre de conserver des corridors écologiques nocturnes fonctionnels. La pose de panneaux anti-phares sur les infrastructures linéaires de transport pourrait également permettre de limiter la pollution lumineuse de part et d'autre de cette dernière, et d'inciter la faune volante à passer suffisamment haut au-dessus de l'infrastructure éclairée par une végétalisation adaptée (*GUINARD et al., 2006*). Ces mesures peuvent également être préconisées au niveau des passages à faune qui permettent le rétablissement d'une continuité écologique sur ou sous les infrastructures de transports et dont l'éclairage les rend inopératoires pour les espèces nocturnes.

La mise en place de mesures d'action pourrait permettre d'économiser de l'énergie (30 à 50% de la lumière est totalement perdue car dirigée en partie vers le ciel) tout en gagnant en confort et en sécurité (éclairage en accord avec les propriétés physiologiques de l'œil humain).

4.9.5 Champs électromagnétiques

Des mesures de protection devraient être publiées par l'OMS dans les années à venir. En attendant que les recherches nécessaires parviennent à leur terme et que les résultats soient évalués et publiés, l'OMS a formulé une série de recommandations (*site Internet de l'OMS* <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/fr/index5.html>):

- Respect des normes de sécurité nationales et internationales
- Mise en place de barrières autour des sources de champs électromagnétiques intenses
- Consultation des autorités et de la population locales sur les projets susceptibles de générer des champs électromagnétiques
- Mettre en place un système efficace d'information sanitaire et de communication entre les scientifiques, l'industrie, les pouvoirs publics et la population pour mieux faire connaître les programmes consacrés à l'étude de l'exposition aux champs électromagnétiques et contribuer à réduire la défiance du public et à calmer ses craintes.

Nuisances et évaluation des risques sanitaires

La démarche de l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) ne permet pas de quantifier les effets sanitaires de toutes les nuisances en l'état actuel des connaissances. Les troubles de nature psychique tels que la gêne, l'agressivité ou la dépression, couramment générés par l'exposition aux nuisances sont des effets difficiles à évaluer collectivement car ce sont des symptômes à causes multiples dans lesquelles rentrent pour une part variable des facteurs individuels. L'importance des fluctuations interindividuelles est telle que la recherche d'un " seuil d'effet universel " semble aujourd'hui illusoire (ASTEE, 2006).

En tout état de cause, le pétitionnaire devrait malgré tout être en mesure de présenter au sein de l'ERS les actions envisagées permettant de justifier que les risques liés aux nuisances auxquels sont soumises les populations sont maîtrisés. Une présentation des moyens de lutte contre les nuisances a d'ailleurs été réalisée à cet effet (*cf. Leviers d'action pour la réduction des nuisances 4.9*).

5. Application et mise en œuvre des réflexions amorcées

5.1 Préambule

Les réflexions et propositions formulées dans ce rapport ont été appliquées :

- au Grand Projet Ferroviaire du Sud-Ouest (GPSO) à travers la rédaction d'une note de cadrage méthodologique dans le cadre de l'assistance à maîtrise d'ouvrage confiée à SETEC (disponible en Annexe 13),
- à un projet de transports : le projet de Transport à Haut Niveau de Service (THNS) du Pays de Montbéliard.

Une grande variabilité a été observée sur la manière de traiter le volet sanitaire au sein des projets traités par SETEC International. Un des enjeux de ce rapport est donc de permettre de compléter le volet sanitaire et de créer une base commune pour son élaboration. Il est à noter que chaque projet possédant des caractéristiques différentes, il est nécessaire de prendre en compte le contexte local et de respecter le principe de proportionnalité pour les différents enjeux propres au territoire et au projet.

La note de cadrage méthodologique réalisée pour le GPSO (Annexe 13) a permis de définir des axes méthodologiques communs, qui ont ensuite pu être réinvestis pour partie dans l'élaboration du volet sanitaire de l'étude d'impact du projet de THNS du Pays de Montbéliard (Annexe 15).

5.2 Présentation du projet de THNS du Pays de Montbéliard

Le projet de Transport à Haut Niveau de Service (THNS) du Pays de Montbéliard est un projet de transport en commun (bus) intervenant dans un contexte de rénovation urbaine globale (une carte de présentation de ce projet est disponible en Annexe 12). Le projet de THNS comprend deux lignes de bus à haut niveau de service (BHNS) et plusieurs aménagements connexes indissociables (ouvrages d'art, modification de plans de la circulation *etc.*).

Les objectifs de ce projet sont de permettre d'attirer une nouvelle part de la clientèle et d'améliorer l'image de la ville qui souffre d'une baisse démographique importante. Ce projet doit également servir de levier pour ressouder le tissu urbain et densifier le cœur de l'agglomération, en renforçant le maillage des centres urbains et en rompant l'isolement de certains quartiers.

Le travail réalisé dans le cadre du projet de THNS du Pays de Montbéliard a concerné :

- l'analyse des effets du projet sur la santé et les mesures envisagées (volet sanitaire de l'étude d'impact),
- l'analyse des coûts collectifs, de la consommation énergétique liés au projet et des avantages induits pour la collectivité,
- la méthodologie de traitement des impacts sur la santé humaine.

Les différentes parties du rendu sur le projet de THNS du Pays de Montbéliard sont disponibles en Annexe 15.

5.3 Méthodologie employée

5.3.1 Synthèse bibliographique et analyse des pratiques actuelles

L'élaboration du volet « air et santé » de ce projet s'est appuyée sur des études réalisées par SETEC International sur d'autres projets (*SETEC 2004, SETEC 2009, SETEC 2010*). Ce travail a été enrichi de l'analyse des avis rendus par les ARS (*cf. 3.2*) sur des projets similaires et de la recherche bibliographique réalisée (dont une partie est consultable en « 2 Contexte d'étude » de ce rapport).

5.3.2 Organismes et experts consultés

Plusieurs organismes ont été consultés afin de prendre en compte les enjeux particuliers de chaque projet :

- Un entretien téléphonique a été réalisé avec M. THIBAUDON, directeur du Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) afin de discuter des enjeux relatifs à la lutte contre la prolifération de l'ambroisie et au choix des essences d'arbres implantées dans les projets paysagers urbains. Le projet de THNS du Pays de Montbéliard est en effet particulièrement concerné par cette thématique, car frontalier de zones déjà infestées par l'ambroisie. Le projet étant réalisé dans une zone urbaine, il est également important de s'assurer que les espèces plantées sont adaptées, variées et à faible potentiel allergène,
- Plusieurs entretiens téléphoniques ont été organisés avec M. WAKS, chargé de mission nuisances lumineuses, bruit et bâtiment, vibrations environnementales au Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE). Ils ont permis de faire un état des lieux sur la réglementation (en place et à venir) sur les nuisances et de mieux appréhender les enjeux écologiques et sanitaires qui leurs sont propres,
- Le CERTU et la DGS ont également été consultés afin de faire le point sur les évolutions réglementaires à venir,
- Une réunion de travail a été organisée à l'ARS PACA avec Mme CRIADO afin de mieux définir les attentes des ARS relatives au volet « air et santé » des études d'impact.

5.4 Elaboration du volet sanitaire de l'étude d'impact du projet de THNS du Pays de Montbéliard

5.4.1 Thèmes étudiés

Le travail réalisé sur ce projet a concerné les thématiques suivantes : nuisances sonores, nuisances olfactives, vibrations, émissions lumineuses, pollution accidentelle des eaux et des sols, risques allergiques liés à la prolifération de l'ambrosie ou à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées et insécurité routière en phase travaux induite par le trafic des engins de chantier. La pollution de l'air a également été étudiée à travers la simulation des impacts du projet sur la qualité de l'air par le logiciel IMPACT-ADEME version 2.0 et l'analyse de ses impacts potentiels sur la santé humaine.

5.4.2 Développement et articulation des différentes thématiques

5.4.2.1 Organisation générale de la démarche

Après avoir présenté les enjeux et objectifs du volet « air et santé », la population susceptible d'être impactée a été caractérisée (dans la limite des informations disponibles). Le développement du volet sanitaire a ensuite suivi les étapes présentées dans le *guide InVS 2000* et caractéristiques de l'ERS : identification des dangers, définition des relations dose-réponse, évaluation de l'exposition des populations et caractérisation des risques. Lorsque la démarche était interrompue à une de ces quatre étapes, les raisons en étaient explicitées. C'est par exemple le cas des risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambrosie et à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées, pour lesquels on ne dispose pas de relation dose-réponse. Les impacts potentiels et effectifs du projet sur les risques allergiques ont ainsi été explicités, avant de proposer des mesures permettant de les limiter (interdiction des apports de terres provenant de zones infestées par l'ambrosie, diversification des essences utilisées *etc.*).

5.4.2.2 Développement de nouvelles thématiques et analyse des nuisances

Le développement du thème des risques allergiques constituait une innovation par rapport aux volets précédemment réalisés par SETEC International. Il en va de même pour les émissions lumineuses et nuisances olfactives qui n'étaient pas abordées jusqu'à présent.

L'analyse menée sur les nuisances a été orientée sur la perception de ces dernières par la population exposée. En effet, on observe souvent un décalage entre mesures physiques et ressenti. Il est par exemple souvent constaté que « le bruit que mesurent les acousticiens n'est pas celui dont se plaignent les gens ». Une attention particulière a donc été portée à la définition des seuils de perception des nuisances (bruit, vibrations, nuisances olfactives) ainsi qu'à la comparaison des résultats obtenus lors des modélisations (acoustique et qualité

de l'air) avec les recommandations de l'OMS. Concernant les nuisances sonores, une analyse des sous-groupes vulnérables et des paramètres influençant la gêne a par exemple été réalisée.

5.4.2.3 Analyse et présentation des résultats

La méthodologie mise en place pour la rédaction du volet sanitaire a été présentée dans l'étude d'impact dans un souci de transparence et de cohérence. Il en va de même pour la présentation des limites et difficultés rencontrées, notamment concernant la modélisation sur la qualité de l'air réalisée dans le cadre de cette étude.

Une grande attention a été portée à la clarté du dossier. Une synthèse de l'analyse des effets du projet sur la santé et des mesures envisagées a ainsi été proposée afin d'apporter de la lisibilité au dossier, dont la densité peut parfois être déroutante pour le public amené à le consulter.

Certains points du volet sanitaire de cette étude d'impact demeurent cependant perfectibles en raison du manque de données disponibles au moment de la rédaction de l'étude. C'est par exemple le cas pour l'impact global de la pollution atmosphérique qui n'a pas pu être développé dans le cadre de ce projet. En effet, l'étude sur la faisabilité d'une EIS au niveau de l'agglomération de Montbéliard publiée en Novembre 2006 par l'InVS (*InVS, 2006*) a conclu que cette dernière ne répondait pas entièrement aux conditions de réalisation d'une telle étude (critères d'exposition homogène de la population *etc.*).

5.5 Limites du travail réalisé dans le cadre de ce mémoire

Si l'absence de données sur certaines thématiques (absence de relation dose-réponse notamment) ne permet pas toujours de pousser la démarche jusqu'à la caractérisation des risques, d'autres problèmes se posent également :

- l'accessibilité des données des autres chapitres,
- les délais de réponse ou l'absence de réponse des services interrogés sur la caractérisation de la population (ARS),
- le manque de connaissances en évaluation des risques sanitaires, qui nuit à l'approche transversale du problème,
- les difficultés et la lenteur de la communication entre maître d'œuvre, maître d'ouvrage et plus généralement entre les rédacteurs de l'étude d'impact.

A cela s'ajoute parfois le manque de temps pour réaliser, organiser ce travail et actualiser les données (réglementaires notamment). Cela nuit également à la prise de recul nécessaire à la réalisation de cet exercice, qui demande une certaine transversalité et homogénéité (certains chapitres se trouvant parfois en contradiction dans les études réalisées).

Ce travail ayant été concomitant à l'avancée des réflexions sur les pistes d'approfondissement, toutes les propositions formulées n'ont pas pu être appliquées dans le temps imparti. Il eût par exemple été souhaitable de mieux prendre en compte le contexte local et de pousser plus loin la réflexion sur les établissements sensibles (pour lesquels les données sont arrivées trop tardivement). La caractérisation de la population aurait également pu être améliorée, notamment par l'acquisition de données locales et non pas régionales. Enfin, il aurait pu être intéressant de traiter plus en profondeur des problématiques propres au domaine ferroviaire, notamment à travers la réalisation du volet sanitaire d'un projet de ce type. Cela aurait pu permettre d'effectuer une comparaison entre plusieurs types d'infrastructures, qui ne génèrent pas exactement les mêmes nuisances.

5.6 Aides méthodologiques disponibles et adaptabilité

Si les éléments méthodologiques permettant l'élaboration des études d'impact d'ICPE sont nombreux, il n'en est pas de même de ceux traitant des infrastructures de transport (CASSADOU *et al.*, 2004). La documentation sur le sujet reste assez pauvre et les bureaux d'études se trouvent parfois démunis face à la démarche complexe du volet sanitaire des études d'impact. La principale limite de l'évaluation des risques sanitaires réside dans l'état des connaissances scientifiques et leur accessibilité. En effet, l'information est bien souvent dispersée dans des publications spécialisées et les bureaux d'études ne disposent pas toujours des compétences et moyens nécessaires à la réalisation d'une recherche bibliographique dont la durée est souvent incompatible avec les délais impartis pour la réalisation des études d'impact.

Les guides disponibles pour la réalisation du volet sanitaire des études d'impact n'ont pas été réactualisés et leur contenu n'est pas toujours adapté à la prise en compte de certaines nuisances, pour lesquelles les connaissances actuelles ne permettent pas de réaliser l'intégralité de la démarche proposée. L'impossibilité de conclure sur l'évaluation des risques sanitaires vient le plus souvent de l'absence de relation dose-réponse établie. La caractérisation des populations exposées, est quant à elle un problème pouvant être résolu, sous réserve de mettre en œuvre les moyens nécessaires (ce qui n'est pas toujours le cas).

5.7 Réaction du public face à un risque subit mais non quantifiable en l'état actuel des connaissances

La question de la communication des résultats mérite d'être soulevée dans ce contexte où l'absence de relation dose/réponse établie pour les nuisances (sonores, émissions lumineuses...) empêche de conclure l'évaluation des risques sanitaires. Il apparaît par conséquent nécessaire que le public soit parfaitement intégré au processus décisionnel et que les documents proposés en enquête publique soient lisibles et compréhensibles par le

plus grand nombre. Les avis des ARS sur le volet sanitaire n'étant pas toujours repris dans l'avis de l'AE, il peut cependant être difficile à un public non averti de juger de la bonne réalisation de l'évaluation des risques sanitaires, d'où l'importance de veiller au respect des principes de transparence et de cohérence dans ce volet.

A cela s'ajoute la question de l'intérêt des résultats présentés. En effet, que conclure d'une étude sur la qualité de l'air qui se contente de bilans d'émissions (conformément à la circulaire du 25 février 2005) et dont les résultats ne peuvent être comparés à aucun seuil?

L'approche actuelle du volet sanitaire des études d'impact reste encore largement perfectible. Ce travail a permis d'effectuer un état des lieux des connaissances sur les différentes nuisances et de la manière dont elles sont prises en compte dans le volet sanitaire des études d'impact. Les aspects logistiques (temps, communication entre les différents acteurs *etc.*) et le manque de données sont les principaux obstacles à l'amélioration du rendu. Cette monographie représente donc une première étape à l'homogénéisation du contenu du volet sanitaire des études d'impact effectuées par SETEC International. Elle a permis de mieux intégrer les attentes des instances réalisant l'évaluation des dossiers ainsi que les recommandations de l'InVS (InVS, 2000) et de l'OMS.

6. Evolutions récentes et à venir sur la qualité de l'air

6.1 Le rapport de l'Anses du 12 juillet 2012

L'Anses a été saisie le 26 octobre 2010 par les ministères en charge de l'écologie et de la santé, dans le cadre de la révision de la circulaire du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et de la note méthodologique annexée (ANSES, 2012). Le rapport d'expertise collective relatif à cette saisine a été publié en Juillet dernier. Le travail réalisé a permis de recenser 67 nouveaux polluants en lien avec de nouvelles technologies ou de nouvelles connaissances concernant les infrastructures routières (par rapport aux 280 déjà recensés dans les travaux menés sous l'égide de l'InVS et publiés en 2004 (CASSADOU *et al.*, 2004)). Les substances actives présentes dans les produits phytosanitaires, identifiées dans les travaux publiés en 2004 et qui ne sont plus autorisées par la réglementation européenne au titre des polluants organiques persistants (directive 79/117/CEE) ont été exclues du rapport d'expertise.

Les polluants recommandés pour les études d'impact des infrastructures routières sont les suivants :

aiguë	Voie respiratoire	particules (PM ₁₀ et PM _{2,5}) dioxyde d'azote
chronique	Voie respiratoire	particules (PM ₁₀ et PM _{2,5}) dioxyde d'azote acétaldéhyde acroléine ammoniac arsenic benzène 1,3-butadiène chrome éthylbenzène formaldéhyde naphtalène nickel propionaldéhyde 16 HAP*
	Voie orale	16 HAP* famille des dioxines et furanes**

*16 HAP recommandés : acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

** Dioxines et furanes : EPA (2010) famille des tétrachlorodibenzodioxines (TCDD ou TeCDD), pentachlorodibenzodioxines (PeCDD), hexachlorodibenzodioxines (HxCDD), heptachlorodibenzodioxines (HpCDD), octachlorodibenzodioxines (OCDD), tétrachlorodibenzofuranes (TCDF ou TeCDF), pentachlorodibenzofuranes (PeCDF), hexachlorodibenzofuranes (HxCDF) et heptachlorodibenzofuranes (HpCDF).

Tableau 4: Liste des polluants retenus pour les études d'impacts des infrastructures routières

Dans ce rapport, le comité d'experts spécialisés (CES) rappelle l'intérêt des études quantitatives des risques sanitaires (EQRS) dans une approche prospective pour estimer les impacts résultant de projets d'infrastructures routières.

Pour réaliser une telle évaluation des risques, il conviendrait cependant de réaliser les actions suivantes :

- construire des valeurs toxicologiques de référence²⁰ pour des expositions aiguë et chronique aux particules (PM-10 et PM-2,5) et au dioxyde d'azote (NO₂) pour la réalisation à terme d'EQRS ;
- prendre en compte l'exposition par voie orale en considérant l'exposition aux poussières et au sol suite au contact main-bouche pour les enfants ainsi que l'ingestion d'aliments issus de l'autoconsommation ;

²⁰ Dans l'attente de VTR pour les particules (PM10, PM2.5) et le dioxyde d'azote (NO2) :

- Comparer les niveaux observés et les niveaux prévus après mise en place du projet d'infrastructure routière aux valeurs guides de l'OMS. Une comparaison avec les valeurs réglementaires pourrait être faite en accompagnement ;

- Limiter la contribution de l'infrastructure routière en termes de concentrations estimées dans l'air à un pourcentage des valeurs guides ou valeurs réglementaires, à l'instar d'autres pays européens comme l'Autriche qui applique un pourcentage de 1 ou 3% de la valeur limite (Directive 2008/50/CE) selon les situations

- évaluer l'utilisation des produits phytosanitaires pour l'entretien des voiries et l'usage de fondants routiers à partir des informations locales représentant l'usage réel de ces produits (ANSES, 2012).

6.2 Révision de la note méthodologique annexée à la circulaire interministérielle du 25 février 2005

En 2009, plusieurs groupes de travail se sont constitués afin de réviser la note méthodologique annexée à la circulaire du 25 février 2005. La nouvelle note actualisée est actuellement en relecture interne et devrait sortir dans les prochains mois. Elle intégrera notamment la note publiée par l'Anses (ANSES, 12 juillet 2012) et les retours d'expérience sur sa mise en œuvre. Les modifications prendront en compte les dernières avancées scientifiques disponibles et concerneront notamment les modes de calcul de l'Indice Pollution

Population.

7. Conclusion

Les attentes sociales relatives à la prise en compte des risques sanitaires et à l'information obligent aujourd'hui à mieux intégrer l'aspect sanitaire dans les dossiers d'étude d'impact.

Le travail réalisé a permis de faire un état des lieux des connaissances actuelles sur les nuisances et de passer en revue les dernières évolutions réglementaires en lien avec le sujet. Il a été enrichi d'échanges menés avec les acteurs des projets d'aménagement, notamment les autorités chargées d'évaluer les dossiers afin de mieux prendre en compte leurs attentes et leurs remarques (notamment sur la qualité de ces derniers).

Certains points susceptibles d'impacter la santé des riverains d'infrastructures de transport n'ont pas été développés dans ce rapport. C'est par exemple le cas des risques éventuels liés à l'entretien des infrastructures, à leur désherbage et à la gestion des sous-produits de bassins de gestion des eaux pluviales (*SETRA, 2010*).

Les propositions formulées ont été mises en œuvre sur le projet de THNS du Pays de Montbéliard. La réflexion amorcée pourra être transposée à d'autres types d'aménagements, comme par exemple les installations relatives aux activités de loisirs, ces dernières étant particulièrement problématiques en termes d'exposition aux nuisances.

Des efforts doivent être faits pour mieux prendre en compte les nuisances générées par les infrastructures de transport, tout en prenant en compte la relation dissymétrique entre confort et inconfort. En effet, ce n'est pas uniquement en éliminant les sources d'inconfort que l'on confère un sentiment de confort. La perception des nuisances par la population est un sujet extrêmement complexe, intégrant des facteurs culturels, individuels et psychosociaux, qu'il est nécessaire d'intégrer à toute réflexion sur le sujet.

Si des recommandations méthodologiques devaient être formulées pour améliorer la qualité et faciliter l'élaboration du volet sanitaire des études d'impact d'infrastructures de transport menées par SETEC International, plusieurs points seraient importants à retenir :

- S'assurer de l'engagement de tous les acteurs (ce volet étant bien souvent considéré comme « annexe »),
- Mettre régulièrement à jour la bibliographie et se tenir informé des évolutions réglementaires et technologiques,
- Demander conseil aux autorités compétentes (ARS, DREAL) avant le rendu afin de valider ou permettre de recadrer le travail effectué,
- Réfléchir à la « communicabilité » des résultats et veiller à leur lisibilité,
- Se détacher de la méthodologie pure proposée dans les guides (*InVS, 2000*) pour l'adapter à chaque projet (*TOLLEC, 2011*) et respecter le principe de proportionnalité.

8. Bibliographie

Nuisances sonores

AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE (ADEME), 2007, *PREDIT 2000-2007 le temps du bilan : Le bruit des transports terrestres*, 60 p.

AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE ENVIRONNEMENTALE (AFSSE), Novembre 2004, *Impacts sanitaires du bruit - Etat des lieux- Indicateurs bruit-santé*, 346 p.

AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (AFSSET), Octobre 2007, *Bruit & santé - Effets biologiques et sanitaires du bruit- Comment lutter contre le bruit ?*

ASSEMBLEE PARLEMENTAIRE, 28 Mars 2008, *La pollution sonore et lumineuse : des risques sérieux pour l'environnement*

BUROW A., DAY H.E., CAMPEAU S., 2005, A detailed characterization of loud noise stress: Intensity analysis of hypothalamopituitary- adrenocortical axis and brain activation, *Brain Research*, 1062(1-2):63-73

CLARK C., MARTIN R., VAN KEMPEN E., ALFRED T., HEAD J., DAVIES H. W., HAINES M.M., LOPEZ BARRIO I., MATHESON M., STANSFELD S.A., 2006, Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project, *American Journal of Epidemiology*, 163(1):27-37

CONFERENCE EUROPEENNE DES DIRECTEURS DES ROUTES (CEDR), *Gestion et réduction du bruit*, Avril 2010

CREMEZI C., LAMBERT J., CHAMELOVIER P., GAUTIER P-E., *Gêne en situation de multi-exposition eu bruit ferroviaire et routier*, disponible sur internet : <http://www.inrets.fr/ur/lte/publications/publications-pdf/Lambert-publi/CFA-2002.pdf>

DIRECTION DEPARTEMENTALE DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES (DRASS) ESSONNE, janvier 2002, *BRUITS DE VOISINAGE-Guide de traitement des plaintes*

EUROPEAN COMMISSION, 20 février 2002, *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance*, 40 p.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2010, *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*, EEA Technical Report N°11, 36 p.

FABUREL G., POLACK J-D., BEAUMONT J., 2007, *Bruit des transports Etat et perspectives scientifiques*, Paris : La documentation Française, 115 p.

FODIMAN P., 2004, *Le bruit des infrastructures de transports ferroviaires : nouvelles données et perspectives*, 23 p.

GRANGE D., CHATIGNOUX E., 2009, *Les perceptions du bruit en Ile de France*, 158 p.

KLEIN A., *Indicateurs acoustiques de la gêne en situation de multi-exposition au bruit : cas de l'exposition combinée au bruit du tramway et au bruit du trafic routier en zone urbaine*, Doctorat MEGA : Labex Centre Lyonnais d'Acoustique (CeLyA), co-tutelle DGCB- ENTPE et Ifsttar-Bron

LUSK S. L., GILLESPIE B., HAGERTY B.M., ZIEMBA R. A., 2004, "Acute effects of noise on blood pressure and heart rate", *Archives of Environmental Health*, 59(8):392-9

MAFFIOLO V., 1999, *De la caractérisation sémantique et acoustique de la qualité sonore de l'environnement urbain*, Thèse de Doctorat : Université du Maine Le Mans

MARGIOCCHI F., TASSI P. *et al.*, « Bruit des transports, influence de la structure temporelle sur la gêne, les performances cognitives et le sommeil », *10^{ème} Congrès Français d'Acoustique*, Avril 2010

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS), 1995, *Guidelines for Community noise*

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS), 2009, *Night Noise Guidelines for Europe*

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS), 2011, *Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe*, 180 p.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS). Résumé d'orientation des directives bruit de l'OMS. [visité le 9 Mai 2012], disponible sur internet : https://apps.who.int/environmental_information/Noise/bruit.htm

RAIMBAULT M., LAVANDIER C., CREMEZI-CHARLET C., WALKER E., 2004, « Situations de multi-expositions aux bruits routier et ferroviaire : quelles pistes de recherche pour de nouveaux indicateurs? », *Acoustique & Techniques*, n°37, pp. 22-27

RESEAU FERRE DE France (RFF), ISA, EGIS, 2012, *Grand projet ferroviaire du Sud-Ouest : Méthodologie d'études acoustiques pour les lignes existantes et les lignes nouvelles en étape 2*

RESEAU FERRE DE France (RFF), SETEC, SYSTRA, 2010, *Réouverture aux voyageurs de la ligne Avignon-Sorgues-Carpentras- Note de cadrage des études acoustiques*

SCHAPKIN S. A., FALKENSTEIN M., MARKS A., GRIEFAHN B., 2006, Executive brain functions after exposure to nocturnal traffic noise: effects of task difficulty and sleep quality, *European Journal of Applied Physiology*, 96(6):693-702

SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES (SETRA), CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (CERTU), Octobre 2001, *Bruit et études routières Manuel du chef de projet*

VAN KEMPEN EE., KRUIZE H., BOSHUIZEN H.C., AMELING C.B., STAATSEN B. A., DE HOLLANDER A. E., 2002, "The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis", *Environmental Health Perspectives*, 110(3):307-17

Vibrations

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION (CSTC), 2001, Vibrations dans les bâtiments dues au trafic routier : mesures de prévention, *Bulletin CCR*, 8 p.

ELIAS P., TAILLEFER N., VILLOT M., WEISS N., "Vibrations et bruits solidiens d'origine ferroviaire-situation en France et à l'étranger », in ASSISES DE L'ENVIRONNEMENT SONORE, 11 décembre 2007, Reims, 6 p.

FAVRE B., 1984, *L'impact des vibrations à proximité des voies routières*, Institut de recherche des transports Revue, n°2, pp.15-22

RESEAU FERRE DE France (RFF), Egis Rail, 2012, *Etudes vibratoires-Note de cadrage méthodologique*

WAKS L., 2009, "Vibrations environnementales", *Mission Bruit et Agents Physiques DGPR*, 9 p., disponible sur Internet: http://media.lcpc.fr/ext/pdf/sem/2010_rst_vibrations_nuisances/1_Waks_journee_technique_LCPC_vibrations_14janv2010.pdf

Nuisances olfactives

AIRFOBEP, 2009, *Odeurs et nuisances olfactives – Réglementation*

AIRMARAIX, Avril 2005, « 4 années d'observations olfactives par des nez bénévoles : 2001-2004 », disponible sur Internet : http://www.airmaraix.com/files/Pt/AR01_plaquette%20050406_press.pdf

ASSEMBLEE PARLEMENTAIRE, 28 Mars 2008, *La pollution sonore et lumineuse : des risques sérieux pour l'environnement*

BOUR C., ROMAIN E., THOUET A., 2006, *Evaluation et gestion des risques liés aux situations de nuisances olfactives*, Ecole Nationale de Santé Publique, Rennes, 72 p.

FANLO J-L, CARRE J., 2006, *Pollution olfactive, sources d'odeurs, cadre réglementaire, techniques de mesure et procédés de traitement-Etat de l'art*, Record Etude n° 03-0808/0809/1A, 18 p.

GRANGE D., HOST S., GREMY I., 2007, *Les composés organiques volatils (COV)*, Observatoire régional de santé d'Ile de France, 127 p.

MALAN S., POURTIER L., 2008 , « Réglementation en matière d'odeurs », *Techniques de l'Ingénieur*, disponible sur Internet : http://guidedesodeurs.reseau-environnement.com/Ndf_Malan.pdf

Emissions lumineuses

CHEPESIUK R., 2009, Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution, *Environmental Health Perspectives*, 117(1): A20-A27

CITEOS GUADELOUPE, Mars 2011, *Nuisances lumineuses Port Autonome de la Guadeloupe Grand Projet de Port- Etude de l'impact de la lumière émise par les infrastructures du PAG sur son environnement*, 17 p.

DEEM S. L., BOUSSAMBA F., ZOGO NGUEME A., SOUNGUET G-P, BOURGEOIS S., CIANCIOLO J., FORMIA A., 2007, "Artificial Lights as a Significant Cause of Morbidity of Leatherback Sea Turtles in Pongara National Park, Gabon", *Marine Turtle Newsletter*, N° 119, pp. 15-17

FALCHI F., CINZANO P., ELVIDGE C.D., KEITH D.M., HAIM A., 2011, "Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility", *Journal of Environmental Management*, 92:10, pp. 2714-2722

GUINARD E., PINEAU C., 2006, *Mesures de limitation de la mortalité de la chouette effraie sur le réseau routier*, Services d'études techniques des routes et autoroutes, 11 p.

NAVARA K. J., NELSON R. J., 2007, « The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences, *Journal of Pineal Research*, 4 3: 215-224

OFFICE FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES FORETS ET DU PAYSAGE (OFEFP), 2005, *Recommandations pour la prévention des émissions lumineuses*

SORDELLO R., 2011, *Six propositions pour réduire les nuisances lumineuses sur la biodiversité dans les espaces naturels*. Rapport MNHN-SPN n° 22. Paris, France. 9 p.

Qualité de l'air

AGENCE NATIONALE DE SECURITE SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (ANSES), 12 juillet 2012, *AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières*, 195 p.

BARTAIRE J.-G. / ed., 2004, *Pollution atmosphérique*, N°181- Janvier-Mars 2004, 118 p.

CASSADOU S., NICOLET I., NOPPE J., CHIRON M., ROUHAN A., BARNEAUD A., BASSI C., CALOVI L., VINOT J.-P., DESQUEYROUX H., NEDELLEC V., 2004, *Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières*

CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (CERTU), CENTRE D'ETUDES TECHNIQUES DE L'EQUIPEMENT (CETE) de Lyon, Juin 2009, L'air la santé et les GES dans les débats publics des projets routiers, *Les études de la pollution atmosphérique*, Fiche n°3

DIRECTION GENERALE DE LA SANTE (DGS). Circulaire interministérielle DGS/SD 7B n°2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, N°7 du JO, 15 Août 2005

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE (DGAC), Janvier 2003, *Pollution atmosphérique & aviation*, Rapport Réseau Environnement

Institut de Veille Sanitaire (InVS), Novembre 2006, *Faisabilité d'une évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine - Agglomération de Montbéliard*, 25 p.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS), 2005, *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre-Mise à jour mondiale- Synthèse de l'évaluation des risques*, 25 p.

TESSIER J.-F., BARTAIRE J.-G., Octobre 2005, « Les seniors, une cible privilégiée pour la pollution atmosphérique », *Pollution atmosphérique n°187*

Autres

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE POUR L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT (ASTEE), Juin 2006, *Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation*, 60 p.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE POUR L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT (ASTEE), Février 2005, *Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers assimilés*, 124 p.

BUREAU REGIONAL DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE POUR L'EUROPE, 1999, *Charte sur les transports, l'environnement et la santé*, 43 p.

CENTRE D'ETUDES DES TUNNELS (CETU), Octobre 2011, *Les études d'environnement dans les projets routiers-volets « air » et « santé »-Le cas spécifique des tunnels*, 76 p.

CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (CERTU), 2009, *Etudes d'impact d'infrastructures routières Volet « air et santé »*, Février 2009

CENTRE D'ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L'URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES (CERTU), février 2005, *Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières*

CENTRE DES ETUDES TECHNIQUES DE L'EQUIPEMENT (CETE) DE L'EST, « Caractérisation des nuisances liées à la circulation routière-Cas des voiries urbaines » in LCPC, 14 janvier 2011, *Journées Vibrations*

DIRECTION GENERALE DE LA SANTE (DGS). Circulaire n° 2001-185 du 11/04/01 relative à l'analyse des effets sur la santé dans les études d'impact. 62-80

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT (DREAL) Lorraine, Le contenu de l'étude d'impact [visité le 16.05.2012], disponible sur internet : <http://www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr/le-contenu-de-l-etude-d-impact-a3981.html>

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT (DREAL) Rhône-Alpes, Juin 2010, *Quand est-il nécessaire de réaliser une étude d'impact ?*, Fiche n°4

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT Rhône-Alpes, Juin 2010, *Les projets de réforme des études d'impact : quelques points d'actualité*, Fiche n°6

GARCIA A.M., SISTERNAS A., PERES HOYOS S., 2008, "Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis", *International Journal of Epidemiology* 37 (2): 329-340

HUSS. A., SPOERRI A., EGGER M., RÖÖSLI, 2009, "Residence Near Power Lines and Mortality From Neurodegenerative Diseases: Longitudinal Study of the Swiss Population", *American Journal of Epidemiology* 169(2):167-175

INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES (INERIS), 2003, Evaluation des risques sanitaires dans les études d'impact ICPE

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE, 2000, Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact

INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE (IRSN), 2012, *Baromètre IRSN-La perception des risques et de la sécurité par les français-Résultats d'ensemble*, 192 p.

MANTHE N., « La réforme des études d'impact », in BUREAU DE L'INTEGRATION ENVIRONNEMENTALE COMMISSARIAT GENERAL AU DEVELOPPEMENT DURABLE, *Les mardis de la DGPR*, 6 décembre 2011, 28 p.

MARRY S., BAULAC M., MARCHAND D., DEFRANCE J., RAMALHO O., GARCIA M., FLORI J-P., DE OLIVEIRA F., ROUSSEL J., SAVINA Y., « Evaluation multicritères des nuisances et de la perception en milieu urbain », 10^{ème} Congrès Français d'Acoustique, Lyon, 12-16 Avril 2010, 6 p.

OFFICE PARLEMENTAIRE D'EVALUATION DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES (OPECST), 27 mai 2010, *Les effets sur la santé et l'environnement des champs électromagnétiques produits par les lignes à haute et très haute tension*, Rapport n° 506 (2009-2010) de M. Daniel RAOUL

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS), 2012, *Environmental health inequalities in Europe*, 192 p.

POITEVIN F., « La réforme des études d'impact », in MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT, *Journée CICF-TEN*, 6 Décembre 2011, 31 p.

PISCOT R., 2002, *Multi-exposition et multi-nuisances. Application en environnement industriel et urbain*, Thèse pour le Doctorat en Sciences pour l'Ingénieur spécialité Architecture : Université de Nantes, 509 p.

SETEC, 2004, Ligne à grande vitesse Bretagne-Pays de la Loire - *Etudes d'environnement Tome 2*, 261 p.

SETEC, Octobre 2009, *Dossier d'étude d'impact : contournement ferroviaire de l'agglomération lyonnaise*

SETEC, 2010, *Dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique-Pièce F : Etude d'impact*, 498 p.

SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES (SETRA), Octobre 2010, *Eléments d'évaluation des risques écotoxicologiques des infrastructures routières*

SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS (SNCF)- Direction de l'Ingénierie, 2004, *Etude d'impact tangentielle Nord, Chapitre 3 : Etat initial, Volet 8 : Santé Publique*, 25 p., disponible sur Internet : http://tangentiellenord.fr/DUP/pieceE_chap3_8.pdf

TOLLEC L., 2011, *Construction et mise en œuvre d'une démarche d'Evaluation des Impacts sur la Santé pour un projet d'aménagement urbain : application à la halte ferroviaire de Pontchaillou et ses abords*, Mémoire Ingénieur du génie sanitaire : Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 218 p.

WHITEHEAD M., DAHLGREN G., 1991, « What can be done about inequalities in health ? », *The Lancet*, 338: 1059-1063

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Présentation des indicateurs de bruit

ANNEXE 2 : Facteurs de modulation de la gêne au bruit

ANNEXE 3 : Caractérisation de la lumière émise par les installations humaines et susceptible de générer des nuisances lumineuses

ANNEXE 4 : Le décret n°2011-2019 du 29 Décembre 2011 portant réforme des études d'impact

ANNEXE 5 : Bruit et objectifs réglementaires

ANNEXE 6 : AIRMARAIX : 4 années d'observations olfactives par des nez bénévoles

ANNEXE 7 : Liste des délégations territoriales pour lesquelles des avis ont été fournis ou récupérés sur la base de données SISE-ERSEI

ANNEXE 8 : Zone géographique d'étude (extrait de la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B no 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières)

ANNEXE 9: Détermination des niveaux d'études à effectuer (extrait de la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B no 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières)

ANNEXE 10: Mesures de lutte contre l'ambrosie à mettre en place lors d'un chantier de travaux publics

ANNEXE 11 : Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air

ANNEXE 12: Carte de présentation du projet de THNS du Pays de Montbéliard

ANNEXE 13: Note de cadrage pour la réalisation du volet sanitaire de l'étude d'impact

ANNEXE 14: Gêne en situation de multi-exposition au bruit ferroviaire et routier (*CREMEZI et al.*)

ANNEXE 15 : Travail réalisé dans le cadre de l'étude d'impact du projet de THNS du Pays de Montbéliard :

A) Analyse des effets du projet sur la santé et mesures envisagées

B) Analyse des coûts collectifs, de la consommation énergétique liés au projet et des avantages induits pour la collectivité

C) Méthodologie de traitement des impacts sur la santé

ANNEXE 1 : Présentation des indicateurs de bruit

-L_{Amax} : valeur maximum de niveau de pression acoustique pondéré A, exprimé en décibels, déterminé sur l'intervalle de temps T en utilisant la pondération temporelle « rapide » (fast). Notons que l'approche événementielle fondée sur des indicateurs comme le L_{Amax} est associée à des occurrences d'un événement dont la corrélation avec la gêne engendrée par le trafic ferroviaire est peu pertinente. En effet, cette approche est peu adaptée à la caractérisation d'événements sonores de trafic, comme le passage de trains, d'une durée variable. Ce type d'indicateur s'avère de plus en plus peu reproductible dans des conditions de trafic comparables et est de ce fait difficilement exploitable pour des études prédictives.

-E : émergence définie comme une modification temporelle du niveau de bruit particulier. E est obtenue en comparant le niveau de pression acoustique continu équivalent du bruit ambiant, en présence du bruit particulier à caractériser [L_{Aeq}, T, part] au niveau de pression acoustique continu équivalent du bruit résiduel [L_{Aeq}, res] tel que déterminé dans l'intervalle d'observation.

-L_{Aeq} ou Leq: niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé L_{Aeq}, T ou Leq par un intervalle de temps T. Autrement dit, le Leq est le niveau de pression acoustique qui, s'il était constant, développerait la même énergie durant la période d'observation T.

-LDEN ou Lden : niveau sonore continu équivalent pondéré A, pondéré par la moyenne énergétique des niveaux sonores continus équivalents mesurés sur trois intervalles de référence de jour, de soirée et de nuit auxquels sont appliqués des termes correctifs majorants, prenant en compte un critère de gêne en fonction de la période de la journée. Cet indicateur introduit par la directive européenne pour la gestion du bruit ambiant introduit donc une pondération dépendante de la période considérée et pénalisant le bruit en soirée et de nuit respectivement de 5 et 10 dB(A).

Le Lden (day, evening, night) est imposé par la directive européenne n° 2002/49/EC du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.

Le regroupement des événements sur une longue durée permet d'introduire la période du nycthémère au cours de laquelle se produisent ces événements. Ce qui permet de prendre en compte le fait que le bruit représente une nuisance croissante selon qu'il se produit respectivement le jour, la soirée et la nuit, on divise la journée selon ces trois intervalles. On calcule les L_{Aeq} pour chacune de ces périodes : **L_{day}** pour le jour, **L_{evening}** pour la soirée, et **L_{night}** pour la nuit. La grandeur **Lden**, rassemble ces grandeurs intermédiaires en affectant un coefficient multiplicatif à l'énergie perçue en soirée et la nuit. Exprimé en dB(A) cela revient à ajouter au niveau partiel correspondant une valeur de cinq unités en soirée et dix unités pour la période de nuit (directive 2002/49/CE du 25 juin 2002, annexe 1).

ANNEXE 2: Facteurs de modulation de la gêne au bruit

Il existe des facteurs non-acoustiques de modulation intervenant dans la réaction individuelle. Il est possible de regrouper ces facteurs en 3 catégories : les facteurs individuels, les facteurs contextuels et les facteurs socio-culturels.

-Les facteurs individuels. Les facteurs individuels intervenant dans le ressenti des nuisances sonores sont nombreux et peuvent être classés en deux groupes : les facteurs sociodémographiques et les facteurs d'attitude.

Sous l'appellation de facteurs sociodémographiques sont regroupées les caractéristiques suivantes : sexe, âge, usage de la source, statut d'occupation du logement, niveau de formation..., alors que les facteurs d'attitude concernent plutôt la sensibilité au bruit, la capacité à y faire face ou encore la notion de confiance envers les pouvoirs publics.

L'histoire personnelle (parcours résidentiels des personnes...), la satisfaction par rapport au cadre de vie (degré d'appréciation du quartier, du logement, présence ou non d'autres nuisances, etc.), l'activité en cours (travail, loisirs, etc.), l'investissement affectif (propriétaire, locataire, bruit généré par l'outil de travail...) sont également des données interagissant avec la perception de la gêne.

Il en est de même pour la représentation de la source. Dans le cas des infrastructures de transport par exemple, l'utilité que l'on a de ces moyens de transport (routier, ferroviaire, aérien), de la perception de leur intérêt pour l'économie de la région, la peur des accidents, la croyance à des effets nocifs pour la santé viennent souvent moduler la gêne ressentie.

Le sentiment de gêne a également tendance à s'accroître lorsqu'il est estimé que les auteurs des nuisances sonores se préoccupent peu du sort des riverains.

-Les facteurs contextuels. Le fait de détenir un contrôle sur le bruit ou au contraire de le subir influe sur le ressenti des personnes exposées. En effet, les bruits que l'on choisit activement d'écouter (musique amplifiée par exemple), même excessivement forts ne sont pas source de gêne pour celui qui en détient le contrôle. Ces mêmes bruits peuvent cependant être ressentis comme une gêne et incommoder les autres, dont les goûts et les attentes ne correspondent pas à la musique diffusée.

Les bruits imprévisibles et inattendus sont quant à eux plus mal perçus que les bruits réguliers et répétitifs. La perception du bruit peut également être liée à l'affect, comme les bruits de voisinage par exemple, qui sont d'autant plus mal perçus que les relations entre voisins sont mauvaises.

-Les facteurs socio-culturels. Les facteurs culturels (rythmes de vie, habitudes sonores, etc.) influent directement sur la manière dont l'homme appréhende son environnement et par conséquent sur sa perception du bruit.

ANNEXE 3 : Caractérisation de la lumière émise par les installations humaines et susceptible de générer des nuisances lumineuses

- ULR : Upward Light Ratio. Représente la proportion de flux sortant de tous les luminaires considérés qui est émise dans l'hémisphère supérieur des luminaires dans leur position d'installation sur le site étudié,
- ULOR: Upward Light Output Ratio. Proportion de flux des lampes de tous les luminaires considérés qui est émise au-dessus du plan horizontal passant par les luminaires dans leur position d'installation sur le site étudié,
- Facteur de maintenance : exprime le rapport entre l'éclairement moyen à maintenir (jusqu'au prochain changement de lampe) et l'éclairement moyen initial (le jour de la mise en service),
- Facteur de réflexion : exprime le rapport de flux lumineux réfléchi par un revêtement et le flux lumineux qui arrive sur ce revêtement,
- TI : Indice d'éblouissement d'incapacité exprimé en % et mesuré sur le terrain : excellent pour des valeurs de l'indice inférieures à 10%, acceptable pour des valeurs inférieures à 15% et estimé intolérable pour des valeurs supérieures à 40%,
- Luminance : rapport entre le flux transmis par un faisceau élémentaire passant par le point donné et se propageant dans l'angle solide contenant la direction donnée. Unité : cd/m^2 (cd= candela : unité de mesure d'intensité lumineuse),
- Efficacité lumineuse : Rapport entre le flux émis et la puissance consommée par la source. Unité : lumen/Watt (lumen : unité de mesure de flux lumineux),
- Eclairement lumineux : flux lumineux reçu par unité de surface. Unité : Lux (1 lux= 1 lumen/ m^2).

ANNEXE 4: Le décret n°2011-2019 du 29 Décembre 2011 portant réforme des études d'impact

Les insuffisances dans les transpositions des directives européennes en droit français²¹, ont notamment conduit à deux mises en demeure de la France (10 octobre 2005 et 12 Décembre 2006) par la Commission Européenne, ainsi qu'à un avis motivé (20 novembre 2009), dernier stade avant la saisine de la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE). Ces décisions sont en partie liées aux seuils techniques ou financiers permettant jusqu'alors de décider des projets soumis à étude d'impact, ces derniers étaient en effet jugés trop automatiques (techniques ou financiers) par la Commission Européenne. Les reproches faits par la Commission Européenne sur la procédure étude d'impact telle qu'elle était menée en France portent principalement sur les points suivants :

- Des seuils à partir desquels les projets sont soumis à étude d'impact trop automatiques, techniques ou financiers,
- Pas de prise en compte de la sensibilité particulière du milieu (non conforme avec l'annexe III de la directive 85/337²² sur les critères de sélection des projets soumis à étude d'impact),

L'exclusion du champ de l'évaluation environnementale de projets par application du seuil financier de 1,9 millions d'euros (non conforme à l'annexe I de la directive 85/337 relatif aux projets d'une certaine ampleur faisant systématiquement l'objet d'une étude d'impact).

La dernière modification de la procédure étude d'impact en date est illustrée par le décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact. Elle s'inscrit dans le cadre d'une transposition du droit communautaire en droit français (notamment de la directive européenne n°85/337/CE du 27 juin 1985).

Le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 a été pris en application de l'article 230 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 (loi dite « Grenelle II ») portant Engagement national pour l'environnement.

Objectifs du décret n°2011-2019 du 29 Décembre 2011

Ce décret a notamment pour but :

- Une mise en conformité avec le droit communautaire, suite notamment à deux mises en demeure et à l'avis motivé de la Commission Européenne cités plus haut,

²¹ Le droit européen a la primauté sur les droits nationaux des Etats membres

²² La Directive du Conseil du 27 juin 1985 85/337 comprend 4 annexes :

I.Projets d'une certaine ampleur qui font systématiquement l'objet d'une étude d'impact ; II.Les Etats membres décident d'une évaluation si les caractéristiques des projets l'exigent : soit seuils, soit examen au cas par cas, soit système combinant les deux approches ; III.Critères de sélection pour savoir si une étude d'impact est nécessaire ; IV.Contenu de l'étude d'impact

- Une simplification du système actuel, jugé complexe et manquant de lisibilité,
- De donner une effectivité à l'étude d'impact dans l'autorisation (Engagement n°191 du Grenelle de l'environnement).

Modifications apportées par cette réforme de l'étude d'impact

En fonction de seuils qu'il définit, le décret impose soit une étude d'impact obligatoire en toutes circonstances, soit une étude d'impact au cas par cas, après examen du projet par l'autorité de l'État compétente en matière d'environnement. Il définit également le contenu du « cadrage préalable » de l'étude d'impact, qui peut être demandé par le maître d'ouvrage à l'autorité administrative compétente pour autoriser les projets. La notice d'impact précédemment imposée pour certaines catégories de projets disparaît.

L'examen au cas par cas se fait via un formulaire de demande d'examen au cas par cas présentant le projet. Ce formulaire est adressé à l'Autorité Environnementale, qui dispose ensuite de 15 jours pour vérifier que le dossier est complet, puis de 35 jours à compter de la complétude du dossier pour informer le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage si une étude d'impact est demandée ou non (décision motivée) (*DREAL Rhône-Alpes, Fiches n°4 et n°6, Juin 2010*).

La décision d'autorisation doit mentionner les mesures d'évitement, de réduction et de compensation envisagées, mais également préciser les modalités de suivi leur étant relatives.

Les projets soumis ou non à étude d'impact

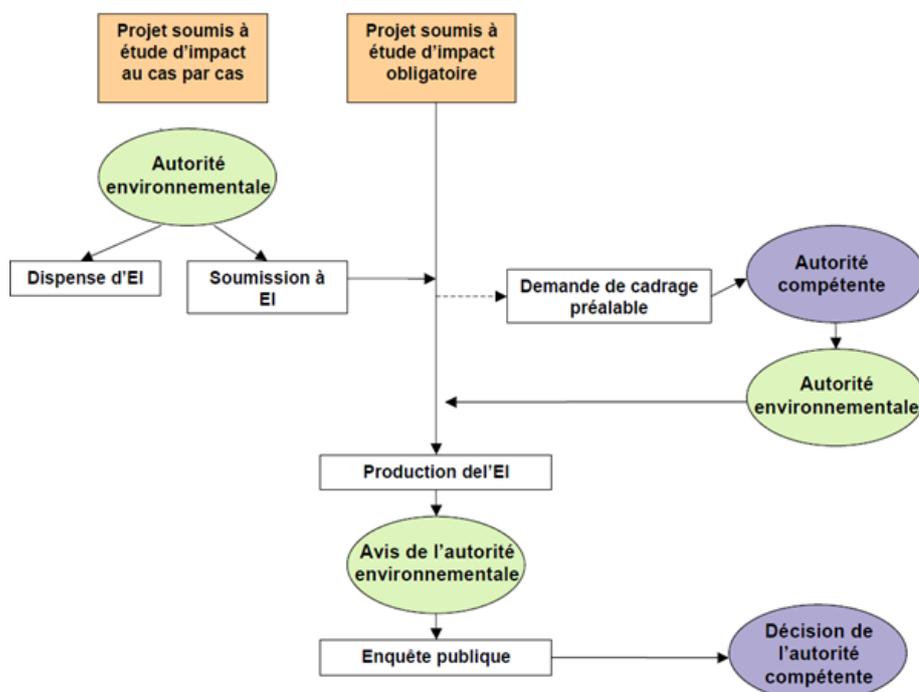


Figure 7 : Les projets soumis ou non à étude d'impact (MANTHE, 2011)

CATEGORIES D'AMENAGEMENTS d'ouvrages et de travaux	PROJETS soumis à étude d'impact	PROJETS soumis à la procédure de « cas par cas » en application de l'annexe III de la directive 85/337/CE
5° Infrastructures ferroviaires	a) Voies pour le trafic ferroviaire à grande distance, à l'exclusion des voies de garage.	a) Autres voies ferroviaires de plus de 500 mètres
	b) Création de gares de voyageurs et de marchandises, de plates-formes ferroviaires et intermodales et de terminaux intermodaux	b) Haltes ferroviaires ou points d'arrêt non gérés ; travaux entraînant une modification substantielle de l'emprise des ouvrages
6° Infrastructures routières	a) Travaux de création, d'élargissement, ou d'allongement d'autoroutes, voies rapides, y compris échangeurs.	
	b) Modification ou extension substantielle d'autoroutes et voies rapides, y compris échangeurs.	b) Modification ou extension non substantielle d'autoroutes et voies rapides, y compris échangeurs.
	c) Travaux de création d'une route à 4 voies ou plus, d'allongement et/ou d'élargissement d'une route existante à 2 voies ou moins pour en faire une route à 4 voies ou plus.	
	d) Toutes autres routes d'une longueur égale ou supérieure à 3 kilomètres.	d) Toutes routes d'une longueur inférieure à 3 kilomètres
		e) Tout giratoire dont l'emprise est supérieure ou égale à 0,4 hectare.

Tableau 5 : Extrait du tableau annexé à l'article R 122-2 du Code de l'Environnement: Infrastructures ferroviaires et infrastructures routières (source: http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=AB24ACE9AF0DB6D171ED053E2568E32A.tpdjo10v_2?cidTexte=JORFTEXT000025054134&categorieLien=id)

Qui autorise ou approuve les projets soumis à étude d'impact ?

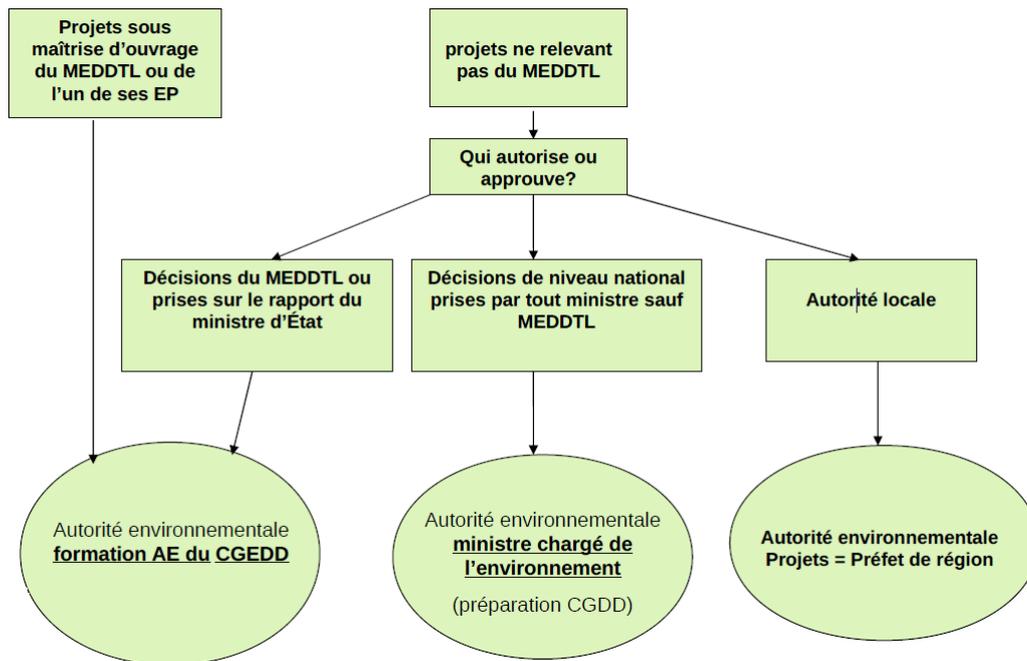


Figure 8 : Autorisation / Approbation des projets soumis à étude d'impact par l'Autorité Environnementale (POITEVIN, 2011)

Le renforcement de l'information du public et le suivi/contrôle au sein de la procédure

Le renforcement de l'information du public

Une phase de concertation peut éventuellement avoir lieu avant le rendu de la décision de l'AE. Après la décision, la teneur et les motifs de cette dernière sont explicités. Il en va de même pour les conditions dont la décision est éventuellement assortie, les mesures destinées à éviter, réduire et compenser les impacts du projet. Les informations relatives au processus de participation du public sont elles aussi communiquées ainsi que les lieux où peut être consultée l'étude d'impact.

Le renforcement du suivi et du contrôle

Ce renforcement du suivi et du contrôle passe notamment par la création d'une police administrative (Articles L. 122-3-1 à L. 122-3-5 du Code de l'Environnement) constituée d'agents assermentés ou habilités à la mise en œuvre des prescriptions fixées en application du IV de l'article 122-1 du Code de l'Environnement. Ce suivi/contrôle s'exerce également en phase chantier. Les dépenses réalisées pour procéder aux contrôles, expertises ou analyses prescrits par l'autorité administrative sont à la charge du pétitionnaire ou maître d'ouvrage. En cas d'inobservation des mesures destinées à éviter, réduire ou compenser les impacts du projet, l'autorité administrative met en demeure le pétitionnaire ou le MOA de satisfaire aux prescriptions dans un délai déterminé. Si ce dernier n'obtempère pas une somme peut être consignée par la police administrative. Cette dernière peut également faire procéder à l'exécution d'office des mesures prescrites.

ANNEXE 5 : Réglementation/Types de bruit

Bruit routier

- Loi sur le bruit du 31 Décembre 1992
- Arrêté du 5 Mai 1995
- Circulaire Ministérielle du 12 Décembre 1997

Les chiffres-clés :

Il convient de distinguer les notions de bruit de jour (LAeq 6h-22h) et de bruit de nuit (LAeq 22h-6h). Les valeurs présentées ci-après sont des valeurs en DB(A) mesurées à l'extérieur des maisons.

- Cas d'une voie nouvelle :
60 dB(A) le jour et 55 dB(A) la nuit
- Cas de la modification d'une voie existante :
60 à 65 dB(A) le jour et 50 à 60 dB(A) la nuit
- Cas du point noir du bruit :
70 dB(A) le jour et 65 dB(A) la nuit

Bruit ferroviaire

- Loi sur le bruit du 31 Décembre 1992
- Décret 95-22 du 9 Janvier 1995
- Arrêté ferroviaire du 8 Novembre 1999

Les chiffres-clés :

Il convient de distinguer les notions de bruit de jour (LAeq 6h-22h) et de bruit de nuit (LAeq 22h-6h). Les valeurs présentées ci-après sont des valeurs en DB(A) mesurées à l'extérieur des maisons. Pour des voies où circulent des TGV à 300 km/h, il convient de retrancher 3 dB(A) à ces valeurs.

- Cas d'une voie nouvelle :
63 dB(A) le jour et 58 dB(A) la nuit
- Cas de la modification d'une voie existante :
63 à 68 dB(A) le jour et 58 à 63 dB(A) la nuit
- Cas du point noir du bruit :
73 dB(A) le jour et 68 dB(A) la nuit

ANNEXE 6 : AIRMARAIX : 4 années d'observations olfactives par des nez bénévoles

Le dispositif de surveillance mis en place se décline selon deux axes :

- la mise en place d'un **jury de nez bénévoles**,
- une **centralisation des observations et plaintes** relatives aux odeurs.

En six ans près de 600 personnes ont participé à cette surveillance sur le département des Bouches du Rhône. Le jury de nez a permis d'effectuer des observations régulières (une semaine par mois) sur les communes identifiées comme subissant une forte nuisance olfactive.

Le plus grand nombre de nuisances olfactives a été observé dans la ville de Marseille, **notamment le long des grands axes routiers**, à savoir les autoroutes A7, A50 et A8 où la présence chronique d'odeurs a été enregistrée.

Les origines des nuisances olfactives les plus citées sont : **la circulation automobile**, l'activité de nature industrielle, les déchets, les égouts et les stations d'épuration. La première nuisance olfactive relevée, à hauteur de 40% est donc la circulation automobile, comme en témoigne le graphique ci-dessous :

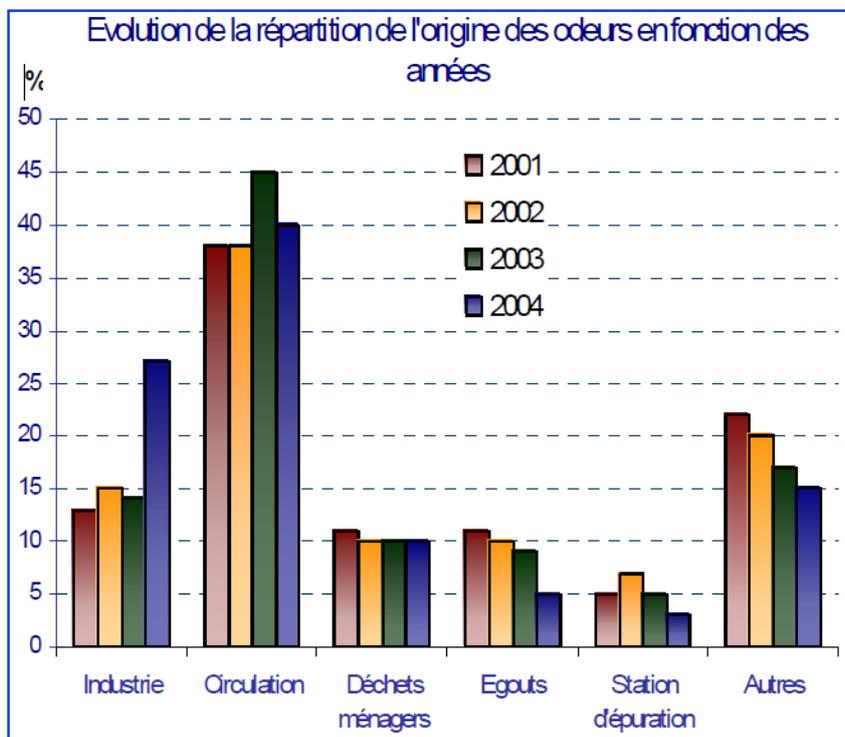


Figure 9: Evolution de la répartition de l'origine des odeurs en fonction des années (2001-2004) (AIRMARAIX, 2005)

ANNEXE 7 : Zone géographique d'étude (extrait de la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B no 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières)

2.1. Zone géographique d'étude

On définit traditionnellement quatre échelles spatiales en matière de pollution atmosphérique :

- l'échelle locale (10 m à 1 km) adaptée à l'étude des effets sur la santé de sources de pollution proches et identifiées (routières ou industrielles principalement) ;
- l'échelle urbaine (1 à 50 km), où les effets sur la santé sont étudiés sur l'ensemble d'une zone urbaine, en prenant en compte plusieurs sources de pollution de l'air ainsi que des paramètres climatiques et topographiques ;
- l'échelle régionale (50 à 5 000 km), où l'on s'intéresse aux effets au niveau d'une région ou d'un continent (concentration d'ozone troposphérique en Europe par exemple) ;
- l'échelle globale (au-delà de 5 000 km).

Compte tenu de l'état des connaissances et des méthodes, et sauf exception (opérations exceptionnellement importantes affectant le fonctionnement global du trafic à l'intérieur d'une ou plusieurs grandes agglomérations ou entre plusieurs grandes agglomérations type métropoles), les échelles régionale et globale sont hors du champ de cette note.

2.2.1. Domaine d'étude

Le domaine d'étude est composé du projet et de l'ensemble du réseau routier subissant une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10 % du fait de la réalisation du projet.

Cette modification de trafic doit être évaluée en comparant les situations avec et sans aménagement au même horizon, et en se référant à l'instruction cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation des grands projets d'infrastructures de transports.

Cette définition du domaine d'étude reste toutefois indicative. Notamment, pour les parties du réseau routier subissant une variation inférieure à 10 % des flux de trafic, il appartient au chef de projet et au responsable de l'étude d'apprécier si les conditions locales (niveau de pollution, configuration du bâti, nature du trafic, sensibilités particulières des populations...) justifient leur prise en compte.

En milieu urbain : la variation de trafic sera examinée à l'heure de pointe la plus chargée (du soir ou du matin). Elle sera également calculée à partir du trafic moyen journalier annuel (TMJA) dans le cas où l'on dispose des données correspondantes.

En milieu interurbain : la variation de trafic sera évaluée à partir du TMJA.

2.2.2. Bande d'étude

La bande d'étude est définie autour de chaque voie subissant, du fait de la réalisation du projet, une hausse ou une baisse significative de trafic (variation de 10 %, comme pour le domaine d'étude).

Elle est adaptée à l'étude de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique à l'échelle

locale résultant des polluants primaires. Dans le domaine d'étude, il peut donc y avoir plusieurs bandes d'études.

Pour la pollution particulaire (métaux lourds...), la largeur de la bande d'étude est prise égale à 100 m, quel que soit le trafic, en attendant les résultats de recherches complémentaires.

Pour la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe médian du tracé le plus significatif du projet est définie dans le tableau n° 1 par le plus contraignant des deux critères suivants :

- le trafic moyen journalier annuel (TMJA) prévu à terme ; ou en milieu urbain, le trafic à l'heure de pointe la plus chargée.
- en limite de bande, le non-dépassement de la concentration maximale en NO₂.

Tableau n° 1
Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude

TMJA À L'HORIZON D'ÉTUDE (véh/jour)	TRAFIC À L'HEURE DE POINTE (uvp/h)	LARGEUR MINIMALE DE LA BANDE d'étude (en mètres) de part et d'autre de l'axe	VALEUR MAXIMALE EN NO₂ en limite de bande μ g/m³ (2020)
> 100 000	> 10 000	300	0,9
50 000 > ≤ 100 000	5 000 > ≤ 10 000	300	0,7
25 000 > ≤ 50 000	2 500 > ≤ 5 000	200	0,3
10 000 > ≤ 25 000	1 000 > ≤ 2 500	150	0,3
≤ 10 000	≤ 1 000	100	0,3

Ainsi, pour un projet prévoyant un trafic de plus de 100 000 véhicules par jour à l'horizon de sa mise en service, la largeur de la bande sera de 300 mètres si, à la limite de la bande, la valeur maximale en NO₂ de 0,9 μ g/m³ n'est pas dépassée. Si la valeur en NO₂ est dépassée, la bande d'étude est élargie jusqu'à ce que la concentration en NO₂ en limite de bande ne dépasse pas la valeur de 0,9 μ g/m³.

Les valeurs de largeur précisées ci-dessus sont issues des rapports CERTU-CETE Méditerranée : Dispersion de la pollution aux environs d'une route Volet « santé » Calculs ADMS de juin 2002 et février 2003 (disponibles auprès du CERTU sur simple demande).

ANNEXE 8 : Détermination des niveaux d'études à effectuer (extrait de la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières)

Quatre niveaux d'études sont distingués, en fonction de deux paramètres principaux :

- la charge prévisionnelle de trafic ;
- le nombre de personnes concernées par le projet.

Le tableau n° 2 suivant précise le type d'étude qu'il convient d'effectuer.

Tableau n° 2

Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et la longueur du projet

TRAFFIC À L'HORIZON d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km) densité hbts/km² dans la bande d'étude	> 50 000 véh/j ou 5 000 uvp/h	25 000 véh/j à 50 000 véh/j ou 2 500 uvp/h à 5 000 uvp/h	≤ 25 000 véh/j ou 2 500 uvp/h	≤ 10 000 véh/j ou 1 000 uvp/h
G I Bâti avec densité ≥ 10 000 hbts/km ²	I	I	II	II si L projet ou III si L projet < ou = 5 kms
G II Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hbts/km ²	I	II	II	II si L projet ou > 25 kms ou III si L projet < ou = 25 kms
G III Bâti avec densité ≤ 2 000 hbts/km ²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet < 50kms
G IV Pas de bâti	III	III	IV	IV

2.2.2. Cas particuliers nécessitant une révision de niveau d'étude

Plusieurs facteurs peuvent conduire à corriger le niveau d'étude résultant du tableau ci-dessus :

Dans le cas de présence de lieux dits sensibles (hôpitaux, crèches, écoles, stades, centres sportifs, résidences de personnes âgées) situés dans la bande d'étude du projet proprement dite, une étude de niveau II sera impérativement remontée au niveau I au droit des lieux sensibles et non pas sur la totalité de la bande d'étude. Il n'y aura, par contre, pas lieu de remonter les études de niveau III et IV au droit des lieux dits sensibles.

Dans le cas d'un projet avec des différences marquées de milieu (contexte urbain et interurbain), l'absence totale de population sur certains tronçons (supérieur à 1 km) du projet autorisera l'application d'un niveau d'étude de moindre complexité sur ces sections du projet. Les justifications correspondantes devront clairement apparaître dans l'étude

d'environnement et être reprises dans l'étude d'impact.

Dans le cas où la population dans la bande d'étude est supérieure à 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I, l'excès de risque collectif pouvant être alors non acceptable ; une étude de niveau III est remontée au niveau II. Pour les études de niveau IV, il n'y aura pas lieu d'effectuer d'études de niveau supérieur.

Dans les cas où un plan de protection de l'atmosphère (PPA) est approuvé ou doit être réalisé dans le domaine d'étude (il s'agit des agglomérations de plus de 250 000 habitants ainsi que des zones dans lesquelles les concentrations dans l'air ambiant des polluants dépassent ou risquent de dépasser les valeurs limites fixées par la réglementation), le niveau d'étude au droit de la zone faisant ou devant faire l'objet d'un PPA peut être remonté ; les informations nécessaires peuvent être obtenues après des DRIRE.

A titre indicatif, on trouvera ci-après quelques valeurs sur la densité de population en fonction du type de bâti :

Tableau n° 3
Type de bâti et densité de population

	TYPE de bâti	DENSITÉ de population
G I	Centre-ville classique	30 à 40 000 hbts/km ²
	Grand collectif	26 000 hbts/km ²
	Petit collectif	14 000 hbts/km ²
	Centre ancien des petites villes	10 000 hbts/km ²
G II	Centre ancien hétéroclite	8 000 hbts/km ²
	Semi-collectif	7 000 hbts/km ²
	Centre récent des petites villes	5 000 hbts/km ²
	Pavillonnaire dense	4 000 hbts/km ²
	Pavillonnaire	2 500 hbts/km ²)
G III	Hameau lâche	1 000 hbts/km ²
	Maisons groupées	100 hbts/km ²
	Maisons isolées	20 hbts/km ²

Source : rapport d'études des CETE de Lyon et de Rouen pour le compte du CERTU (densité de population et morphologie du bâti) disponible sur le site internet du CERTU (www.certu.fr).

La relation type de bâti/population est donnée à titre indicatif. Elle ne dispense pas de l'étude ultérieure sur la population exposée, à partir de la base îlots de l'INSEE issue du recensement 1999 ou par toute autre méthode, photos aériennes, visite sur site...

ANNEXE 9 : Mesures de lutte contre l'ambroisie à mettre en place lors d'un chantier de travaux publics (source : http://www.ambroisie.info/docs/fiche_7.pdf)

La Lutte contre l'Ambroisie

LES CHANTIERS DE TRAVAUX PUBLICS



Les techniques de lutte curatives sont citées par ordre décroissant de fréquence d'utilisation et de facilité d'adaptation. Cette présentation n'exclut pas un classement différent selon la situation (étendue et niveau de l'infestation) et les moyens de chaque commune.

◆ LES TECHNIQUES CURATIVES : destruction des plants d'ambroisie existants

TECHNIQUES	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	MODALITÉS D'APPLICATION
Fauchage Broyage	Techniques rapides, écologiques applicables pour diminuer la production de pollen et de graines. Alternative intéressante à l'utilisation des herbicides. Possibilité de travailler de vastes surfaces.	Contraintes d'accessibilité de certaines surfaces à travailler. Une coupe à 5 cm environ au stade croissance végétative n'empêche pas l'émission de nouveaux rameaux producteurs de fleurs. Les faucheuses doivent baisser la hauteur de la coupe effective ce qui nécessite des modifications ou l'achat de nouveaux équipements.	Intervenir fin juillet-début août, le plus proche possible de l'ouverture des fleurs mâles (fin de la saison de croissance). Idéalement, une première coupe est à effectuer en juillet et une seconde fin août. La hauteur de coupe est à adapter. Si infestation majoritaire en ambroisie, couper ras (2 à 6 cm). Si présence importante d'un couvert de graminées, couper assez haut (environ 10 cm) pour éviter le décapage du sol et le redémarrage d'ambroisie en plaques. Matériels : épareuse, faucheuse, gyrobroyeur.
Désherbage chimique	Malgré le danger pour l'environnement, certaines substances actives sont sélectives. Adaptation à la lutte dans les cultures et les espaces non végétalisés. Traitement de grandes surfaces.	Risques d'impacts écologiques et de santé. Application délicate, en particulier pour les herbicides totaux. Entraîne une répétition et un problème d'utilisation dans les surfaces végétalisées.	Employer des herbicides sélectifs conservant les graminées (à base de Fluroxypyr + Triclopyr, ex. Evade ou Spicanet). En cas de désherbage total type contact (Glufosinate ammonium, ex. Final Way à 8,3 l PC/ha) sous d'hygrométrie élevée. Si désherbant systémique (véhiculée par la sève) : Glyphosate seul (6 l PC/ha d'une des nombreuses spécialités contenant 360 g de Glyphosate /l), traiter sur végétation sèche (pas de rosée). Pour une efficacité maximum appliquer au stade 3 à 4 feuilles. Le traitement doit être réalisé un jour sans vent. Matériels : Pulvérisateur porté ou tracté muni de cache, pression faible (2 bars), buses à fente ou à miroir.
Arrachage	Suppression de toute la plante : maximum d'efficacité pour réduire la quantité de pollen et de graines. Peut se faire manuellement ou par un travail mécanique du sol.	Technique la plus exigeante en temps et en personnel. Limitée aux petites surfaces et aux densités moyennes d'infestation. Sensibilité éventuelle des arracheurs (si intervention en début de floraison).	Pour diminuer l'émission de pollen, protéger le personnel intervenant et optimiser l'efficacité, il est nécessaire d'arracher avant floraison en fin de stade de croissance végétative. L'arrachage doit être réalisé au bon stade de croissance (taille) de la plante pour être aisé et efficace (sans "rasser" la plante). Le port de gants est recommandé. Matériels nécessaires : gants, sacs et éventuellement conteneurs.

Pour toutes les interventions en période de floraison (à limiter) : • s'assurer de la non-sensibilité des intervenants • exiger le port de masques à pores adaptés

ANNEXE 10 : Liste des délégations territoriales pour lesquelles des avis ont été fournis ou récupérés sur la base de données SISE-ERSEI

- Bas Rhin : 3 avis
- Bouches du Rhône : 18 avis
- Doubs : 2 avis
- Essonne : 14 avis
- Hauts-de-Seine : 1 avis
- Hautes-Pyrénées : 1 avis
- Haut-Rhin : 1 avis
- Isère : 6 avis
- Mayenne : 3 avis
- Meurthe et Moselle : 2 avis
- Moselle : 2 avis
- Paris : 1 avis
- Pyrénées orientales : 4 avis
- Rhône : 12 avis
- Var : 1 avis

Au total 71 avis ont été analysés et ces derniers provenaient de 15 délégations territoriales différentes

ANNEXE 11: Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air

Tableau 6 : Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour les particules : concentrations moyennes annuelles (OMS, 2005)

	MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Base de la concentration choisie
Cible intermédiaire 1	70	35	Ces concentrations sont associées à un risque de mortalité à long terme supérieur d'environ 15 % par rapport à la concentration des lignes directrices.
Cible intermédiaire 2	50	25	En plus des autres avantages qu'elles présentent pour la santé, ces concentrations abaissent le risque de mortalité prématurée d'environ 6 % [2-11 %] par rapport à la première cible intermédiaire.
Cible intermédiaire 3	30	15	En plus des autres avantages qu'elles présentent pour la santé, ces concentrations abaissent le risque de mortalité d'environ 6 % [2-11 %] par rapport à la deuxième cible intermédiaire.
Lignes directrices relatives à la qualité de l'air	20	10	Ce sont là les concentrations les plus faibles auxquelles on a montré que la mortalité totale par maladies cardio-pulmonaires et par cancer du poumon augmente avec un degré de confiance supérieur à 95 % en réponse à une exposition à long terme aux MP _{2,5} .

Tableau 7: Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour les particules : concentrations sur 24 heures (OMS, 2005)

	MP ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Base de la concentration choisie
Première cible intermédiaire	150	75	Basée sur les coefficients de risque publiés d'études multicentriques et de méta-analyses (augmentation d'environ 5 % de la mortalité à court terme au-dessus de la valeur de la ligne directrice).
Deuxième cible intermédiaire	100	50	Basée sur les coefficients de risque publiés d'études multicentriques et de méta-analyses (augmentation d'environ 2,5 % de la mortalité à court terme au-dessus de la valeur de la ligne directrice).
Troisième cible intermédiaire*	75	37,5	Basée sur les coefficients de risque publiés d'études multicentriques et de méta-analyses (augmentation d'environ 1,2 % de la mortalité à court terme au-dessus de la valeur de la ligne directrice).
Ligne directrice relative à la qualité de l'air	50	25	Basée sur le rapport entre les concentrations de MP sur 24 heures et sur un an.

* 99^e percentile (3 jours/an).

* A des fins de gestion. Basée sur les valeurs indicatives moyennes annuelles ; nombre précis à déterminer sur la base de la distribution statistique locale des moyennes journalières. La distribution statistique des valeurs journalières des MP_{2,5} ou MP₁₀ est habituellement proche d'une distribution log-normale.

Tableau 8 : Ligne directrice OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour l'ozone: concentrations sur 8 heures (OMS, 2005)

	Moyenne journalière maximum sur 8 heures ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Base de la concentration choisie
Fortes concentrations	240	Effets importants sur la santé ; proportion importante des populations vulnérables touchées.
Première cible intermédiaire	160	Effets importants sur la santé ; ne fournit pas une protection suffisante sur le plan de la santé publique. L'exposition à cette concentration d'ozone est associée à : <ul style="list-style-type: none"> • des effets physiologiques et inflammatoires au niveau pulmonaire chez de jeunes adultes en bonne santé faisant de l'exercice exposés pendant des périodes de 6,6 heures ; • des effets sur la santé des enfants (d'après diverses études sur des camps de vacances dans lesquels des enfants ont été exposés aux concentrations d'ozone ambiantes) ; • une augmentation estimée de 3 % à 5 % de la mortalité journalière^a (d'après les résultats d'études journalières de séries chronologiques).
Ligne directrice relative à la qualité de l'air	100	Confère une protection suffisante en santé publique, bien que certains effets puissent apparaître au-dessous de cette concentration. L'exposition à cette concentration d'ozone est associée à : <ul style="list-style-type: none"> • une augmentation estimée de 1 % à 2 % de la mortalité journalière^a (d'après les résultats d'études journalières sur des séries chronologiques) ; • une extrapolation des études au laboratoire et sur le terrain basée sur la probabilité que l'exposition réelle au cours de la vie ait tendance à être répétitive et que les études au laboratoire excluent les sujets très sensibles ou cliniquement très atteints, ou les enfants ; • la probabilité que l'ozone ambiant soit un marqueur des oxydants connexes.

^a Décès attribuables à l'ozone. Les études sur des séries chronologiques indiquent une augmentation de la mortalité journalière de l'ordre de 0,3 % à 0,5 % à chaque fois que les concentrations d'ozone sur 8 heures augmentent de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au-dessus d'une concentration de base estimée de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tableau 9: Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air pour le dioxyde d'azote (OMS, 2005)

Lignes directrices	
NO₂:	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne horaire

Tableau 10: Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air et cibles intermédiaires pour le SO₂ : concentrations sur 24 heures et 10 minutes (OMS, 2005)

	Moyenne sur 24 heures (µg/m ³)	Moyenne sur 10 minutes (µg/m ³)	Base de la concentration choisie
Première cible intermédiaire ^a	125	-	
Deuxième cible intermédiaire	50	-	Objectif intermédiaire basé sur le contrôle des émissions des véhicules à moteur, des émissions industrielles et/ou des émissions des centrales énergétiques. Ce serait un objectif raisonnable et faisable dans certains pays en développement (qui pourrait être atteint en quelques années), qui conduirait à des améliorations importantes de la santé, qui à leur tour, justifieraient d'autres améliorations (par exemple viser la valeur des lignes directrices).
Lignes directrices relatives à la qualité de l'air	20	500	

^a Ancienne ligne directrice OMS relative à la qualité de l'air (OMS, 2000).

ANNEXE 12: Carte de présentation du projet de THNS du Pays de Montbéliard

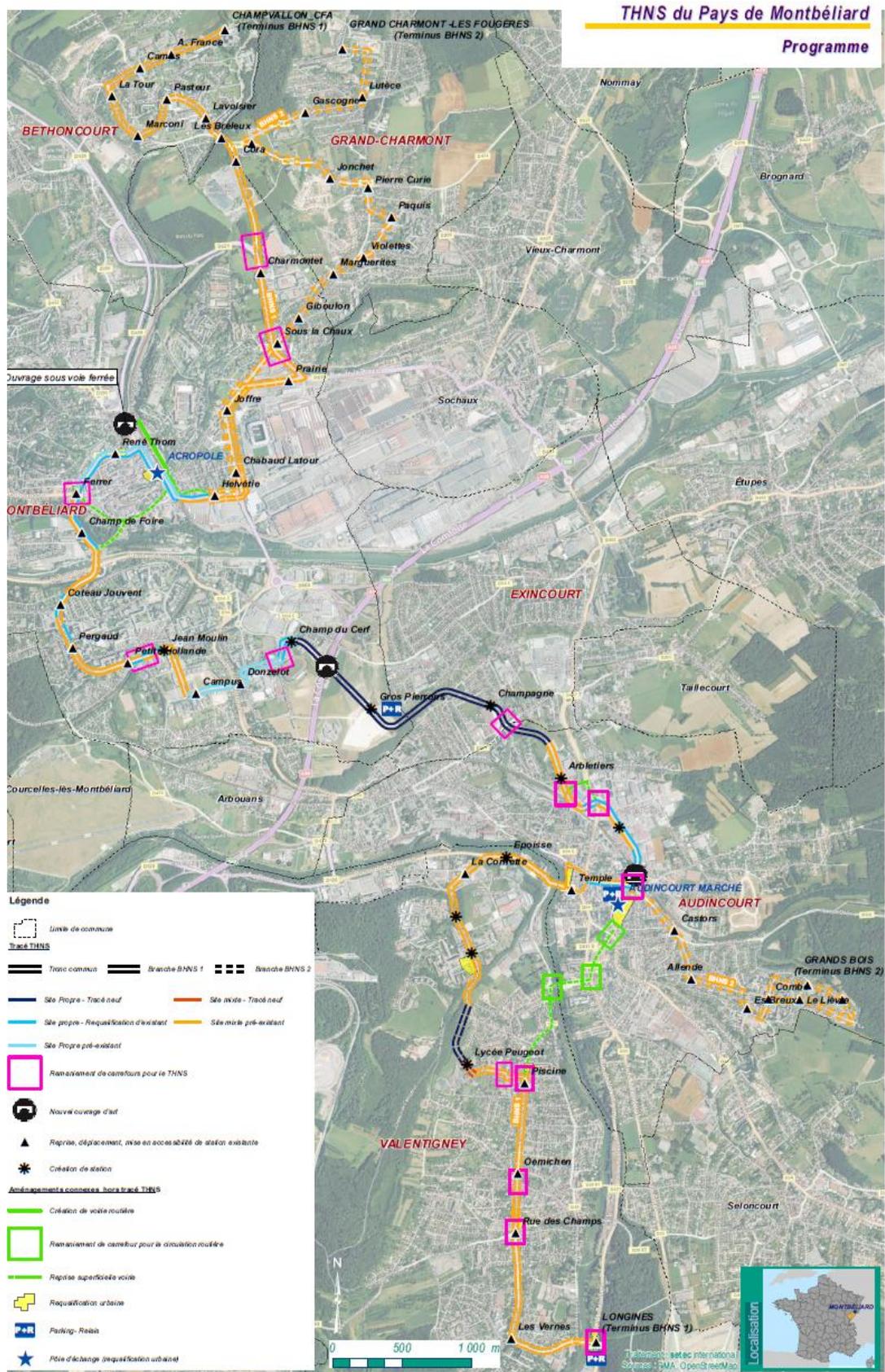


Figure 10: Carte de présentation du projet de THNS du Pays de Montbéliard

ANNEXE 13 : Note de cadrage pour la réalisation du volet sanitaire de l'étude d'impact

**NOTE DE CADRAGE POUR
LA RÉALISATION DU VOLET SANITAIRE DE
L'ETUDE D'IMPACT**

Type de document	NOTE
Date de la publication	
Référence du document	GPSO-12-SET-0-CPJ-2031-0c
Diffusion	
Nom du rédacteur	M. PAVAN
Date de la rédaction	14/06/2012

	SETEC Organisation / SETEC Ferroviaire / SETEC International Immeuble Central Seine 42-52 quai de la râpée 75583 PARIS Cedex 12				
Indice	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbation	Modification
0a	14/06/12	MPa			Création
0b	20/06/2012	MPa	SSo		Compléments
0c	21/06/2012				

MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

Indice d'évolution	Date de version	Modification / Commentaires	Faite par
0b	20/06/2012	Modifications	SSo
0c			

APPROBATION

NOM	Titre	Date	Signature

SOMMAIRE

1	PREAMBULE.....	XXII
2	REMARQUES ET PRESCRIPTIONS GENERALES.....	XXII
2.1	Rattachement au processus général.....	XXII
2.2	Prise en compte du développement durable.....	XXII
2.3	Evolutions réglementaires de l'étude d'impact.....	XXII
2.4	Réglementation sur les nuisances et recommandations de l'OMS.....	XXIII
2.4.1	Recommandations de l'OMS sur le bruit.....	XXIII
2.4.2	Réglementation sur les nuisances lumineuses.....	XXIV
2.4.3	Réglementation sur les vibrations.....	XXV
2.4.4	Réglementation sur les nuisances olfactives.....	XXVI
2.5	Prise en compte des demandes et attentes du CGDD et de l'AE-CGEDD.....	XXVII
2.6	Structuration du volet sanitaire de l'étude d'impact.....	XXVIII
2.6.1	Thématiques développées au sein du volet sanitaire de l'étude d'impact.....	XXVIII
2.6.2	Organisation de la démarche.....	XXIX
2.6.3	Présentation des résultats et conclusions.....	XXX
3	Eléments bibliographiques.....	XXX

1) PREAMBULE

L'analyse des effets sur la santé est une obligation réglementaire inscrite au 3° du II de l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement, au même titre que les autres composantes de l'environnement. Ce volet tient une place particulière au sein de l'étude d'impact (E.I) en raison de la démarche particulière de l'analyse des effets sur la santé.

Cette note de cadrage présente les principaux thèmes qui devront être développés dans la méthodologie à élaborer.

Ce document, complété, détaillé et illustré servira de support à la rédaction de la méthodologie d'élaboration du volet sanitaire de l'E.I en étape 3 (dossier de DUP).

2) REMARQUES ET PRESCRIPTIONS GENERALES

Le volet sanitaire de l'étude d'impact fait l'objet d'un chapitre spécifique. La démarche de réalisation de ce dernier repose sur deux principes :

- La transparence (identification des auteurs et de leurs compétences, descriptif des méthodes utilisées, sources bibliographiques mentionnées, présentation des données nécessaires à la réalisation des calculs, liste des incertitudes scientifiques à la fin de chaque étape...)
- La cohérence (critères de sélection des données...)

2.1) Rattachement au processus général

La méthodologie du volet sanitaire doit en premier lieu présenter le contexte, les objectifs et les enjeux de l'étude en les replaçant dans le processus général des études techniques, ferroviaires et environnementales du programme GPSO. Ce préambule permet ainsi de présenter les contraintes méthodologiques propres à la réalisation du volet sanitaire.

La méthodologie devra indiquer de quelle manière sont intégrées aux études les évolutions réglementaires et dernières avancées disponibles sur les thèmes considérés.

2.2) Prise en compte du développement durable

RFF a établi un plan d'action développement durable pour le GPSO. Plusieurs engagements de ce plan d'action concernent les impacts sanitaires et doivent de fait être rappelés à travers les différents points de la méthodologie. La méthodologie devrait par ailleurs proposer des indicateurs de suivi de ces engagements.

2.3) Evolutions réglementaires de l'étude d'impact

-décret n°2011-2018 du 29 décembre 2011 portant réforme de l'enquête publique relative aux opérations susceptibles d'affecter l'environnement

-décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements

Les principales nouveautés relatives au contenu de l'étude d'impact concernent le fait que le contenu doit être proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et à la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et aux incidences prévisibles des travaux projetés sur l'environnement ou la santé humaine.

L'étude d'impact doit comporter « une analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents [...] sur **la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la santé, la sécurité, la salubrité publique, ainsi que l'addition et l'interaction de ces effets entre eux** ».

Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus tels que définis au 6^{ème} alinéa de l'article R 122-4 (projets ayant fait l'objet d'un document d'incidences et enquête publique ou projets qui ont fait l'objet d'une étude d'impact avec avis de l'Autorité Environnementale rendu public (sur site) ; avec exclusion des projets devenus caducs, abandonnés officiellement ou dont l'enquête n'est plus valable) sera également réalisée.

Les mesures prévues pour éviter les effets négatifs du projet ou pour les compenser devront être décrites. Cette description sera accompagnée :

- de l'estimation des dépenses correspondantes et des budgets associés
- de l'exposé des effets attendus de ces mesures sur les impacts**
- d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures**
- du suivi de leurs effets (effectivité)**

Les méthodes utilisées seront clairement présentées, les difficultés présentées décrites et **les noms et qualités précises du ou des auteurs de l'étude mentionnés.**

Ces éléments devront donc être intégrés dans la rédaction de la méthodologie nécessaire à l'élaboration du volet sanitaire de l'E.I.

2.4) Réglementation sur les nuisances et recommandations de l'OMS

2.4.1) Recommandations de l'OMS sur le bruit

Les types des effets du bruit, les environnements et les styles de vie spécifiques doivent être pris en compte pour les sous-groupes vulnérables au sein de la population (personnes atteintes de maladies particulières ou présentant des problèmes médicaux, patients dans les hôpitaux ou en convalescence chez eux; personnes exécutant des tâches cognitives complexes, aveugles; personnes présentant un déficit auditif, bébés et enfants en bas âge; personnes...).

Valeurs guides recommandées pour la Région Européenne :

Ces recommandations sont basées sur la relation dose-réponse établie dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs guides sont recommandées dans le cadre de la protection de la santé publique contre la nuisance que représente le bruit en période nocturne.

Night noise guideline (NNG): $L_{\text{night, outside}} = 40 \text{ dB}$

Interim target: $L_{\text{night, outside}} = 55 \text{ dB}$

Le LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level) pour le bruit en période nocturne, 40 dB $L_{\text{night, outside}}$ peut être considéré comme une valeur limite basée sur la santé nécessaire pour protéger le public en incluant les groupes les plus vulnérables comme les enfants, les personnes atteintes de maladies chroniques ou les personnes âgées.

Une valeur cible intermédiaire de 55 dB $L_{\text{night, outside}}$ est recommandée dans les situations où il n'est pas possible d'atteindre la valeur guide NNG. Cette valeur n'est cependant pas une limite basée sur la santé et les groupes les plus vulnérables ne sont pas protégés à un tel niveau de bruit. Elle doit donc être réservée à des situations locales exceptionnelles.

Figure 11: Valeurs guides et recommandations de l'OMS (OMS-Night noise guidelines for Europe, 2009)

Niveau de bruit moyen en façade sur une année (L_{night})	Effets sur la santé constatés dans la population
Jusqu'à 30 dB	La vulnérabilité individuelle mise à part, jusqu'à ce seuil d'exposition au bruit, aucun effet biologique notoire n'est connu. Le seuil en façade de 30 dB L_{night} correspond au seuil d'efficacité pour le bruit nocturne.
De 30 à 40 dB	Dans ce registre d'exposition au bruit la nuit, des effets sur le sommeil ont été observés : mouvements du corps, réveils, perturbation du sommeil déclarée, réactions d'éveil. L'intensité des effets est fonction du type de source et du nombre d'événements sonores. Les populations les plus vulnérables (par exemple, les enfants, les personnes souffrant de maladies chroniques et les personnes âgées) sont plus sensibles. Les effets semblent néanmoins modérés. Le seuil en façade de 40 dB L_{night} correspond à la dose minimale de bruit nocturne entraînant un effet néfaste.
De 40 à 55 dB	Effets néfastes notoires chez les populations exposées. Dans ce registre d'exposition, la majorité de la population doit aménager ses habitudes de vie pour faire face à cette situation d'exposition au bruit. Les populations les plus vulnérables sont sévèrement affectées.
Au delà de 55 dB	Ce degré d'exposition au bruit est considéré comme nocif. Des effets néfastes sont fréquemment rencontrés, une proportion notable de la population est fortement gênée et son sommeil est perturbé. Le risque accru de contracter une maladie cardiovasculaire est avéré.

L'OMS considère également :

- qu'il y a troubles du sommeil si les niveaux sonores à l'intérieur d'une chambre à coucher sont supérieurs à **30dB(A) en LA_{eq}** et **45 dB(A) en L_{Amax}**
- que la réduction du bruit amenée en façade se situe à 15 dB(A)

L'OMS préconise que les effets du bruit sur la santé soient étudiés sur 24 heures, et que le principe de précaution pour un développement durable soit appliqué.

2.4.2) Réglementation sur les nuisances lumineuses

En France, la prise en compte de la problématique des nuisances lumineuses par les pouvoirs publics s'est concrétisée à l'occasion du lancement du Grenelle de l'environnement en juillet 2007. La réduction des nuisances lumineuses constituait en effet une des mesures

proposées afin de lutter contre l'érosion de la biodiversité. Cette mesure a été reprise dans l'engagement n°75 du Grenelle de l'environnement. D'après l'article 41 de la loi Grenelle 1 : « Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation. »

L'article 173 de la loi Grenelle 2 détaille quant à lui la manière dont ces objectifs peuvent être atteints et inscrit les nuisances lumineuses dans le Code de l'Environnement.

Les installations lumineuses concernées par la réglementation sont :

- Les éclairages extérieurs destinés à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens, et le confort des usagers de l'espace public ou privé
- Les éclairages de mise en valeur du patrimoine, du cadre bâti, des parcs et des jardins
- Les éclairages des équipements sportifs de plein air ou découvrables
- Les éclairages des bâtiments (illumination des façades et éclairage intérieur émis vers l'extérieur de ces bâtiments)
- Les parkings non couverts ou semi couverts
- Les éclairages événementiels extérieurs

Les prescriptions réglementaires concernent en particulier :

- L'orientation de la lumière dans l'espace, en vue d'éviter d'éclairer inutilement le ciel ou d'éviter les lumières intrusives (suppression des boules lumineuses...)
- Les plafonds de niveaux d'éclairements
- L'efficacité lumineuse des lampes afin de favoriser la disparition des équipements énergivores (lumen/watt)
- Le degré de protection IP des luminaires afin de garantir la durabilité des performances
- La limitation des éblouissements
- Les horaires de fonctionnement de certains types d'installations (mise en valeur, enseignes, publicités lumineuses...)

2.4.3) Réglementation sur les vibrations

Il n'existe pas de réglementation formalisée pour les vibrations produites par les infrastructures de transport, que ce soit en phase chantier ou en phase d'exploitation. Cette problématique est néanmoins prise en compte dans les projets récents afin de répondre à la demande grandissante du corps social.

Les normes ISO traitent des 3 effets (bâtiments, personnes et matériels sensibles) sous les aspects mesurage (côté bâtiment) et grandeurs pertinentes.

La loi de 1992 relative à la lutte contre le bruit considère les bruits et vibrations comme des nuisances et définit un premier cadre législatif.

Art. 1er. – « Les dispositions de la présente loi ont pour objet, dans les domaines où il n'y est pas pourvu, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation sans nécessité ou par manque de précautions des bruits ou des **vibrations** de nature à présenter des dangers, à causer un trouble excessif aux personnes, à nuire à leur santé ou à porter atteinte à l'environnement. »

La réglementation sur les activités émettant des vibrations concerne principalement les effets sur le bâti (circulaire de 1986 relative aux ICPE et arrêté de 1994 relatif à l'exploitation des carrières).

2.4.4) Réglementation sur les nuisances olfactives

Deux lois concernant les arts et la salubrité sont édictées en 1790 et 1791. Le décret impérial de 1810 introduit la notion d'odeurs et d'inconfort. Dans son article 1er, il est d'ailleurs précisé que « les manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode ne pourront être formés sans une permission de l'autorité administrative ». L'administration va alors progressivement mettre en place des procédures d'autorisation préalable et de contrôle des installations industrielles visant à limiter les nuisances occasionnées.

La loi 61-842 du 2 août 1961²³, abrogée depuis, définit et vise à limiter ces nuisances en explicitant les prescriptions et modalités de contrôle relatives à l'atténuation des nuisances olfactives.

Le décret d'application du 13 mai 1974 précise que par « émission polluante, il y a lieu d'entendre l'émission dans l'atmosphère de gaz ou de particules solides ou liquides, corrosifs, toxiques ou odorants, de nature à compromettre la santé publique ou la qualité de l'environnement [...] ».

²³ Extraits de la loi du 2 Août 1961 :

Art. 1^{er} : « établissements industriels, commerciaux, artisanaux ou agricoles, [...], devront être construits, exploités ou utilisés [...], afin d'éviter [...] les odeurs qui incommode la population [...] »

Art.2 : « Les prescriptions [...] feront l'objet de décrets [...] qui détermineront : les cas et conditions dans lesquels pourra être interdite ou réglementée l'émission [...] de gaz toxiques, corrosifs, odorants ou radioactifs, [...] »

Art. 5 : « en cas de condamnation aux peines [...] le tribunal de police fixera le délai [...] des travaux ou aménagements [...] en cas de non-exécution des travaux [...] le tribunal pourra [...] prononcer jusqu'à leur achèvement l'interdiction d'utiliser des installations qui sont à l'origine de la pollution atmosphérique ou des odeurs »

La loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) a abrogé et modifié la loi de 1961. Différents décrets sont parus pour rendre effectives les dispositions de cette loi, dont le décret n°98-362 du 6 mai 1998 relatif aux Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air :

Art. 1^{er} : « le PRQA, prévu à l'article 5 de la loi du 30 décembre 1996 [...], comprend :

-[...]

-un inventaire des principales émissions de substances polluantes (au sens de la loi donc susceptibles de provoquer des nuisances olfactives) distinguant [...] les différentes catégories de sources et individualisant les sources les plus importantes, ainsi qu'une évolution de ces émissions ».

Art. 3 : « Le PRQA fixe [...] des orientations visant à prévenir ou à réduire la pollution atmosphérique afin d'atteindre les objectifs de qualité de l'air. Ces orientations portent sur :

-la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé humaine et les conditions de vie [...];

-la maîtrise des pollutions atmosphériques dues aux sources fixes d'origine agricole, industrielle, tertiaire ou domestique [...];

-l'information du public sur la qualité de l'air et sur les moyens dont il peut disposer pour concourir à son amélioration ».

2.5) Prise en compte des demandes et attentes du CGDD et de l'AE-CGEDD

Plusieurs points sont à travailler, en particulier :

-les impacts cumulés avec d'autres projets connus

-les impacts des jumelages avec d'autres infrastructures

-l'évolution prévisible à moyen terme (*a minima*) de la population et de ses caractéristiques (modes de vie, utilisations du milieu...)

-les ondes électromagnétiques

-la pollution lumineuse (notamment aux abords des gares)

-les nuisances olfactives (avis de dispersion, présentation des vents dominants...)

-la synthèse des modalités d'information du public au titre du suivi des mesures de réduction des impacts sanitaires

-la démonstration de l'efficacité des mesures de réduction proposées

-l'étude de chacune des phases de l'opération

-la présentation de mesures d'ambiance de nuit, même si la période diurne est dimensionnante

-l'approfondissement de la comparaison des différents partis pris de l'aménagement, notamment du point de vue de la santé

Enfin, une attention particulière devra être portée à la formulation, qui se doit d'être claire et précise.

2.6) Structuration du volet sanitaire de l'étude d'impact

2.6.1) Thématiques développées au sein du volet sanitaire de l'étude d'impact

Le volet sanitaire de l'étude d'impact doit prendre en compte l'ensemble des risques du projet vis-à-vis de la santé :

- **Les nuisances sonores** (phase chantier et exploitation). Une attention particulière devant être portée aux caractéristiques de la population (âge, activités, vulnérabilité, consommation de produits ototoxiques...) pouvant directement influencer la perception et les effets du bruit. Une réflexion sur l'utilisation du L_{Amax} en vue de déterminer si les recommandations de l'OMS pour cet indicateur ne sont pas dépassées dans les contextes les plus sensibles devrait être menée.
- **Les vibrations** (phase chantier et exploitation)
- **Les nuisances lumineuses** (phase chantier et exploitation). Les propositions élaborées tiendront également compte des impacts de cette nuisance sur la faune nocturne. Une réflexion sur la qualité de l'éclairage sera effectuée, à l'abord des gares existantes, mais surtout des gares nouvelles, en vue de trouver un compromis entre sécurisation du site et des activités et réduction des nuisances.
- **Les nuisances olfactives** (phase chantier en particulier)
- **La pollution de l'air** (phase chantier et exploitation)
- **La pollution des eaux** (phase chantier et exploitation (circulation d'engins générant des COV, utilisation de substances volatiles odorantes...))
- **Les risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambroisie ou à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées.** Les risques d'allergies liés à la prolifération d'espèces à fort potentiel allergisant en phase chantier, mais également en phase exploitation (entretien de l'infrastructure) seront étudiés et des propositions seront effectuées en partenariat avec le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA). Une attention particulière doit être portée au potentiel allergisant des espèces choisies dans les aménagements paysagers.
- **Les ondes électromagnétiques**
- **La fin de vie des traverses de bois enduites de crésote**

La méthodologie proposera une description des thèmes à traiter et des paramètres à prendre en compte dans le cadre du programme GPSO. Elle indiquera également les développements spécifiques à mener, notamment concernant la prise en compte des **effets cumulés**.

La méthodologie devrait par ailleurs insister sur les interrelations entre les différents thèmes et intégrer les différents aspects de cette problématique à la proposition de mesures de réduction.

2.6.2) Organisation de la démarche

Organisation générale

Après avoir synthétisé la situation considérée et défini clairement les objectifs de l'étude, la deuxième partie du volet sanitaire de l'E.I doit être construite selon les quatre étapes de la démarche d'évaluation des risques, comme décrit ci-dessous :

- Identification des dangers
- Définition des relations dose-réponse
- Evaluation de l'exposition humaine
- Caractérisation des risques

Les hypothèses et les incertitudes relevées dans la démarche devraient être analysées et discutées à chaque étape. Les méthodes et codes de calcul doivent quant à eux être présentés, dans un souci de transparence.

Cas des mélanges de substances toxiques : stratégie d'évaluation des risques

La méthodologie devrait également proposer une stratégie d'évaluation des risques dans le cas de mélanges de substances toxiques suivant les lignes directrices de l'ERS²⁴ mélanges développées par l'US EPA.

Absence de VTR et évaluation des risques sanitaires

L'absence de VTR ne permettra pas de finaliser la démarche de l'ERS pour certains thèmes. La méthodologie devra cependant présenter une démarche permettant d'identifier et d'évaluer les éventuels impacts sanitaires, en suivant autant que possible les principes de construction d'une ERS. L'absence de seuils ou de valeurs réglementaires pour certains types de nuisances pourra cependant faire l'objet de propositions au regard d'éventuels repères européens ou extra-européens. L'analyse menée doit permettre d'élaborer des recommandations et de proposer des mesures permettant de réduire les éventuels impacts sanitaires. L'efficacité de ces mesures doit être démontrée.

Une attention particulière devra être portée à :

- la sélection et la justification des valeurs seuil (avec confrontation à d'autres valeurs seuil disponibles dans la littérature scientifique)
- la caractérisation de la population et son évolution (démographie, comportements...)

²⁴ Evaluation des Risques Sanitaires

- l'évaluation des niveaux d'exposition de la population et leurs éventuelles évolutions
- la discussion des hypothèses et des incertitudes

Présentation des résultats et conclusions

L'évaluation des risques sanitaires se terminera par une conclusion permettant de synthétiser les grandes étapes de la démarche et les résultats obtenus. Les éventuels effets synergiques ou antagonistes des différents agents et projets seront discutés, au même titre que les contextes de multi-expositions qui devront être analysés. Les résultats seront enfin discutés et mis en perspective.

3)ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

Le volet sanitaire doit être réalisé conformément aux recommandations mentionnées dans le *Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact* (InVS, février 2000).

La liste non exhaustive de références disponible ci-dessous pourra également servir à la rédaction de la méthodologie de rédaction du volet sanitaire de l'E.I:

- PISCOT R., 2002, Multi-exposition et multi-nuisances. Application en environnement industriel et urbain, Thèse pour le Doctorat en Sciences pour l'Ingénieur spécialité Architecture : Université de Nantes, 509 p.
- RAIMBAULT M., LAVANDIER C., CREMEZI-CHARLET C., WALKER E., 2004, « Situations de multi-expositions aux bruits routier et ferroviaire : quelles pistes de recherche pour de nouveaux indicateurs? », *Acoustique & Techniques*, n°37, pp. 22-27

Nuisances sonores

- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE, 2007, PREDIT 2000-2007 le temps du bilan : Le bruit des transports terrestres, 60 p.
- FABUREL G., POLACK J-D., BEAUMONT J., 2007, *Bruit des transports Etat et perspectives scientifiques*, Paris : La documentation Française, 115 p.
- AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE ENVIRONNEMENTALE, Novembre 2004, *Impacts sanitaires du bruit - Etat des lieux- Indicateurs bruit-santé*, 346 p.
- AGENCE FRANCAISE DE SECURITE SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL, Octobre 2007, *Bruit & santé - Effets biologiques et sanitaires du bruit- Comment lutter contre le bruit ?*
- BUREAU REGIONAL DE L'ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE POUR L'EUROPE, 1999, *Charte sur les transports, l'environnement et la santé*, 43 p.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2010, *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*, EEA Technical Report N°11, 36 p.
- FODIMAN P., 2004, *Le bruit des infrastructures de transports ferroviaires : nouvelles données et perspectives*, 23 p.
- MARGIOCCHI F., TASSI P. et al., « *Bruit des transports, influence de la structure temporelle sur la gêne, les performances cognitives et le sommeil* », 10ème Congrès Français d'Acoustique, Avril 2010
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, 1995, *Guidelines for Community noise*
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE, 2009, *Night Noise Guidelines for Europe*

Vibrations

- ELIAS P., TAILLEFER N., VILLOT M., WEISS N., “Vibrations et bruits solidiens d’origine ferroviaire-situation en France et à l’étranger », in ASSISES DE L’ENVIRONNEMENT SONORE, 11 décembre 2007, Reims, 6 p.

Nuisances lumineuses

- FALCHI F., CINZANO P., ELVIDGE C.D., KEITH D.M., HAIM A., 2011, “Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility”, Journal of Environmental Management, 92:10, pp. 2714-2722
- GUINARD E., PINEAU C., 2006, Mesures de limitation de la mortalité de la chouette effraie sur le réseau routier, Services d’études techniques des routes et autoroutes, 11 p.
- SORDELLO R., 2011, Six propositions pour réduire les nuisances lumineuses sur la biodiversité dans les espaces naturels. Rapport MNHN-SPN n° 22. Paris, France. 9 p.

Nuisances olfactives

- BOUR C., ROMAIN E., THOUET A., 2006, Evaluation et gestion des risques liés aux situations de nuisances olfactives, Ecole Nationale de Santé Publique, Rennes, 72 p.
- FANLO J-L, CARRE J., 2006, Pollution olfactive, sources d’odeurs, cadre réglementaire, techniques de mesure et procédés de traitement-Etat de l’art, Record Etude n° 03-0808/0809/1A, 18 p.
- GRANGE D., HOST S., GREMY I., 2007, Les composés organiques volatils (COV), Observatoire régional de santé d’Ile de France, 127 p.

Pollution de l’air

- CENTRE D’ETUDES SUR LES RESEAUX, LES TRANSPORTS, L’URBANISME ET LES CONSTRUCTIONS PUBLIQUES, février 2005, Note méthodologique sur l’évaluation des effets sur la santé de la pollution de l’air dans les études d’impact routières

Risques d’allergies

<http://www.pollens.fr/accueil.php>

ANNEXE 14 : Gêne en situation de multi-exposition au bruit ferroviaire et routier (CREMEZI et al.)

Gêne en situation de multi-exposition au bruit ferroviaire et routier

Cora Cremezi^a, Jacques Lambert^b, Patricia Champelovier^b, et Pierre-Etienne Gautier^a

^a SNCF, Direction de la recherche et de la technologie, SFC, 45, rue de Londres, 75379 Paris cedex 08, France

^b INRETS, LTE, 25 av. François Mitterrand, case n°24, 69675 Bron cedex, France

RESUME

Nombreux sont les sites habités bordés à la fois d'infrastructures routières et ferroviaires. C'est pourquoi, une enquête a été menée en 1997, afin de mieux connaître la gêne due au bruit des transports dans ces situations d'exposition combinée. 700 personnes ont été interrogées, réparties sur 63 sites en France, situés en zones rurales ou suburbaines, et comportant des lignes ferroviaires mixtes (fret et voyageurs) ou à grande vitesse, ainsi que des routes et autoroutes plus ou moins chargées en poids lourds.

Cette étude a permis d'obtenir un certain nombre de résultats qualitatifs sur la comparaison des sources sonores, et également d'établir des relations dose-réponse entre la gêne exprimée et le niveau sonore, en différentes situations d'exposition. Ces relations ont notamment permis de confirmer l'existence du bonus ferroviaire, et de mettre en évidence l'importance de la situation d'exposition, mais également de la période de la journée. La présence d'interactions entre les sources a également été relevée, mais des études complémentaires sont nécessaires pour les évaluer, ainsi que pour évaluer plus précisément l'expression de la gêne totale.

I. INTRODUCTION

L'exposition combinée à plusieurs sources de bruit est un problème soulevant différentes questions : comparaison des gênes respectives (on considère alors les sources de bruit indépendamment les unes des autres), mais aussi interactions possibles entre ces différentes sources. On peut également chercher à exprimer la gêne totale. Ces différents points ont été abordés dans cette étude, et après un exposé rapide des méthodes utilisées, les principaux résultats sont présentés.

II. METHODE

L'enquête a porté sur 700 personnes, choisies afin de conserver une bonne représentativité de la population française (sexe, âge, activités), et habitant dans des zones urbaines ou suburbaines. 79 % de ces personnes vivent en maison individuelle, et toutes sont exposées aux deux sources sonores, mais avec des expositions variées. Ainsi, on définit une source comme dominante, lorsqu'elle présente un niveau sonore supérieur de 5 dB(A) au niveau de l'autre source sonore. Par ailleurs, les habitations sont localisées entre les deux sources, ou du même côté.

Ces sources sont composées de routes et d'autoroutes présentant un trafic de 2500 à 100 000 véhicules par 24h, avec un pourcentage varié de poids lourds. Les voies ferrées peuvent être mixtes (fret et voyageur) ou à grandes vitesses, avec des trafics allant de 66 à 200 trains par 24h.

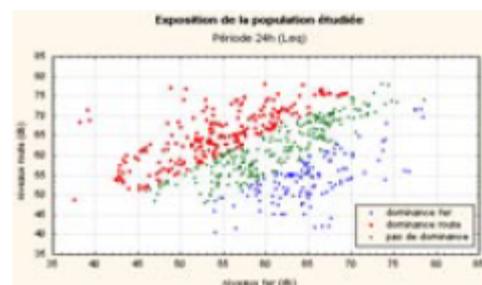


Figure 1. Exposition de la population étudiée sur la période 24h.

Chaque habitation est caractérisée par le niveau sonore de chaque source ainsi que le niveau sonore total à différentes périodes de la journée (jour (6h 19h), soirée (19h 22h), nuit (22h 6h), et 24h), et ces niveaux sont déterminés à partir de mesures en façade, complétées de simulations sous Mithra.

La gêne est quant à elle évaluée par les personnes enquêtées à l'aide d'une échelle de 11 points, de 0 à 10, avec 0 correspondant à pas gêné du tout, et 10 extrêmement gêné. De plus, lorsque la note est supérieure à 5, la personne est considérée comme gênée ou très gênée.

III. COMPARAISON TRAIN/ROUTE

III.1. Résultats qualitatifs

Au cours de cette étude, un certain nombre de comparaisons qualitatives des bruits routier et ferroviaire ont été menées.

Si le bruit ferroviaire est majoritairement défini comme intermittent, plutôt surprenant, et plus acceptable que le bruit routier, ce dernier est jugé permanent, plus grave que le bruit ferroviaire, et attendu.

De plus, lorsque l'on compare différents scénarios – par exemple, choisir entre deux fois plus de trains, et la circulation routière divisée par deux, ou deux fois moins de trains, et le nombre de trains divisé par deux – l'augmentation de trafic ferroviaire est préférée.

Enfin, la stabilité du pourcentage de réponses « plutôt et tout-à-fait d'accord » à la question « j'oublie le bruit des trains », en fonction du niveau sonore, montre une habitude importante au bruit ferroviaire, contrairement au bruit routier (figure 2).

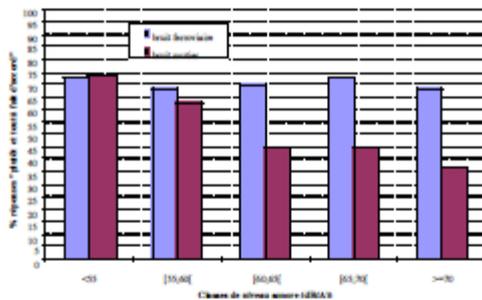


Figure 2. « j'oublie le bruit des ... », proportion de réponses « plutôt et tout-à-fait d'accord », en fonction des niveaux sonores 24h.

Si le bruit ferroviaire paraît globalement plus acceptable, il faut toutefois nuancer ces résultats. En effet, certaines activités particulières, particulièrement liées à la conversation et l'écoute, peuvent être gênées par le bruit ferroviaire. Les activités gênées par le bruit routier sont différentes (tableau 1).

Fer	Route
- Conversations à l'extérieur	- Ouverture des fenêtres
- Ecoute de la TV et de la radio	- Utilisation des espaces extérieurs
- Conversations téléphoniques	- Endormissement et réveil
	- Modification de l'usage des pièces

Tableau 1. Gêne lors d'activités particulières

III.2. Le bonus ferroviaire

Des relations dose/réponse ont également été établies, à partir de régressions logistiques, et la probabilité d'être « gêné ou très gêné » est établie.

Toutes situations d'exposition confondues, on obtient pour les bruit ferroviaire et routier, sur la période 24h, la figure 3. Un bonus ferroviaire (à même niveau sonore la gêne due au bruit ferroviaire est moins élevée que la gêne due au bruit routier) est mis en valeur au dessus de 60 dB(A). Ce bonus a souvent été cité [2], [3], et Miedema le retrouve également dans son étude [4].

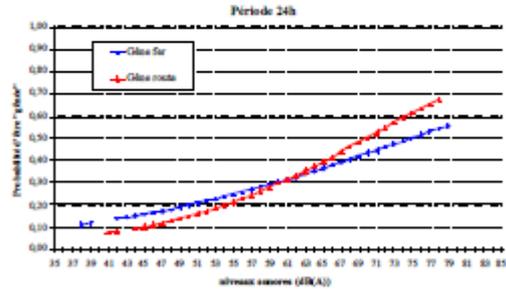


Figure 3. relations dose/réponse pour les sources ferroviaires et routières, pour la période 24h.

Si maintenant, on sépare les situations de dominance (df : dominance ferroviaire, dr : dominance routière), et de non dominance (pd), on obtient les courbes de la figure 4. Si en situation de non dominance, on retrouve des résultats rappelant ceux de la figure 3, les relations obtenues en situation de dominance sont notablement différentes, et le bonus ferroviaire est très marqué pour des niveaux sonores inférieurs à 78 dB(A), et peut atteindre plus de 10 dB(A).

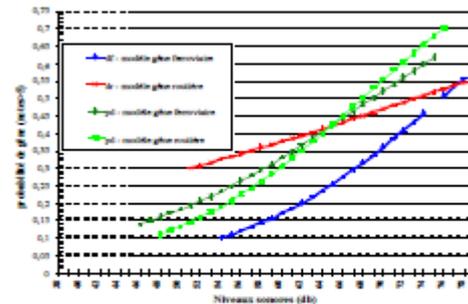


Figure 4. Gênes routière et ferroviaire, en fonction de la situation d'exposition, pour la période 24h.

IV. INFLUENCE DE LA PERIODE

Lorsqu'on compare les relations dose/réponse obtenues pour le bruit ferroviaire, pour les différentes périodes de la journée, on note deux tendances différentes : d'une part les relations pour le jour, la soirée, et la période 24h

sont assez proches, tandis que les relations pour la nuit -

5 et 10 dB(A) au-dessus du niveau sonore ferroviaire), et ce n'est qu'en forte dominance routière qu'il augmente brutalement.

VI. GENE TOTALE

Intéressons-nous maintenant à la gêne totale.

Une approche consiste à fixer le niveau sonore global (et ce pour différents niveaux), et considérer l'évolution de la gêne totale en fonction des contributions sonores routière et ferroviaire.

On constate alors deux comportements très différents. Pour les niveaux sonores globaux inférieurs à 60 dB(A) et supérieurs à 70 dB(A), aucune corrélation marquée n'est obtenue entre la gêne et les contributions ferroviaire et routière (figure 10).

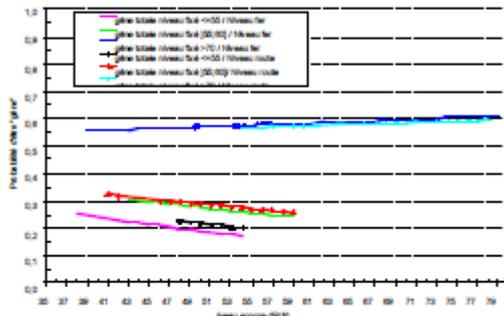


Figure 10. Gêne totale en fonction des niveaux sonores ferroviaire et routier, pour un niveau sonore global fixé inférieur à 60 dB(A) ou supérieur à 70 dB(A).

A l'inverse, pour les niveaux sonores globaux compris entre 60 dB(A) et 70 dB(A), une relation existe entre la gêne totale et les contributions ferroviaire et routière : plus la contribution ferroviaire est importante, et moins la gêne totale est importante (figure 11) !

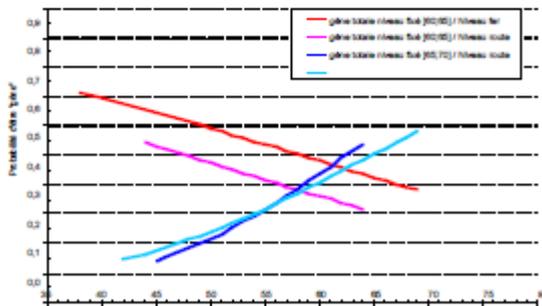


Figure 11. Gêne totale en fonction des niveaux sonores ferroviaire et routier, pour un niveau sonore global fixé compris entre 60 et 70 dB(A)

V. INTERACTIONS

Si maintenant, on s'intéresse à l'influence de la situation d'exposition pour la gêne totale, on trouve qu'en situation de dominance, les courbes de gêne totale en fonction du niveau sonore global, et de gêne totale en fonction du niveau sonore de la source correspondante sont très proches. Par conséquent, en situation de dominance, le niveau sonore de la source est donc aussi explicatif de la gêne totale que le niveau sonore total. De plus, on retrouve bien l'existence d'un bonus ferroviaire (figure 12).

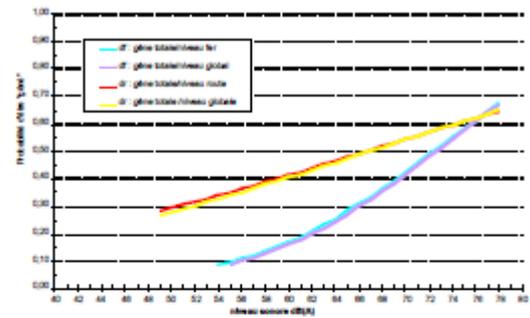


Figure 12. Courbe de gêne totale en fonction des niveaux sonores ferroviaire, routier et global. Situation de dominance

VII. CONCLUSION

Les résultats qualitatifs présentés dans cette étude montrent une meilleure acceptation du bruit ferroviaire. De plus, les relations dose/réponse présentées confirment l'existence d'un bonus ferroviaire, ainsi que l'influence des périodes de la journée. La nécessité de tenir compte de la situation d'exposition est également mise en valeur, ainsi que l'existence d'interactions entre les sources ferroviaire et routière, ce dernier point restant à approfondir.

Concernant la gêne totale, l'importance particulière des niveaux globaux moyens (à savoir entre 60 et 70 dB(A)) a été mise en évidence, mais là encore, des études complémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les phénomènes mis en jeu, et les inclure dans un critère général de gêne en situation de multiexposition.

REFERENCES

1. P. Champelovier, C. Cremezi, et J. Lambert, *Evaluation de la gêne due à l'exposition combinée aux bruits routier et ferroviaire*, Rapport INRETS-LTE / SNCF n°0124, (2001).
2. V. Knall and R. Schuemer, *the differing annoyance levels of rail and road traffic noise*, J. Sound Vib. (1983) 87 (2) 321-326
3. M. Vernet and D. Letisserand, *Gêne due au bruit ferroviaire*, Rapport Inrets-Lesco 9004, juin 1990
4. H. M. E. Miedema and C. G. M. Oudshoorn, *Elements for a position paper on relationships between transportation noise and annoyance*, TNO report PG/VGZ/00.052, July 2000

ANNEXE 15 : Travail réalisé dans le cadre de l'étude d'impact du projet de THNS du Pays de Montbéliard

A) Analyse des effets du projet sur la santé et mesures envisagées

X. Analyse des effets du projet sur la santé et mesures envisagées	XXXVI
X.1. Préambule.....	XXXVI
X.1.1 / Eléments de contexte	XXXVI
X.1.2 / Caractérisation de la population susceptible d'être impactée par le projet	XXXVII
X.2. Identification des dangers potentiels.....	XXXIX
X.2.1 / Nuisances sonores	XXXIX
X.2.2 / Pollution de l'air	XLI
X.2.3 / Nuisances olfactives	XLIV
X.2.4 / Vibrations	XLV
X.2.5 / Emissions lumineuses	XLVII
X.2.6 / Pollution accidentelle de l'eau et des sols.....	XLIX
X.2.7 / Risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambroisie et à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées.....	XLIX
X.2.8 / Insécurité routière en phase travaux induite par le trafic des engins de chantier	LI
X.3. Définition des relations dose-réponse ou dose-effet	LI
X.3.1 / Nuisances sonores	LI
X.3.2 / Pollution de l'air	LVI
X.4. Evaluation de l'exposition des populations	LVIII
X.4.1 / Nuisances sonores	LVIII
X.4.2 / Pollution de l'air	LIX
X.1. Caractérisation des risques et mesures envisagées.....	LXIX
X.1.1 / Nuisances sonores en phase exploitation.....	LXIX
X.1.2 / Pollution de l'air en phase exploitation.....	LXIX
X.2. Conclusion	LXIX
X.3. Synthèse de l'analyse des effets du projet sur la santé et des mesures envisagées	LXX

X. ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE ET MESURES ENVISAGEES

X.1. PREAMBULE

X.1.1 / Eléments de contexte

Le présent chapitre concerne l'évaluation des impacts sur la santé du projet de Transport à Haut Niveau de Service (THNS) du Pays de Montbéliard.

L'article L.122-3 du Code de l'Environnement, qui définit le contenu des études d'impact, précise : « *Le contenu de l'étude d'impact qui comprend au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait, l'étude de ses effets sur la santé et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement et la santé [...]* ».

La circulaire du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact précise le contenu de cette étude.

Ce volet *Analyse des effets du projet sur la santé et mesures envisagées* a été réalisé conformément aux recommandations mentionnées dans le Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact (Institut de Veille Sanitaire, Mai 2000).

Il s'organise en quatre étapes principales :

- l'identification des dangers potentiels,
- la définition des relations dose-réponse, c'est-à-dire, caractérisation de la ou des relations entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers étudiés,
- l'évaluation de l'exposition des populations,
- la caractérisation des risques et les mesures envisagées.
- L'analyse des effets sur la santé est une obligation réglementaire inscrite au 3° du II de l'article R. 122-5 du Code de l'environnement. L'évaluation des risques sanitaires menée dans cette partie permet de faire le lien entre les sciences de l'environnement et les impératifs de santé publique, dans un contexte de grande complexité et incertitude. Pour ce faire, elle s'appuie sur un cadre structuré et reconnu en accord avec les principes de cohérence et de transparence, et s'attache à respecter les prescriptions du « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact » (InVS 2000).

Les risques du projet vis-à-vis de la santé en phase chantier et en phase exploitation concernent :

- les nuisances sonores,
- la pollution de l'air,
- les nuisances olfactives,
- les vibrations,
- les émissions lumineuses,
- la pollution des eaux,
- la pollution des sols,
- les risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambroisie ou à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées.

X.1.2 / Caractérisation de la population susceptible d'être impactée par le projet

X.1.2.0 Localisation de la population impactée et identification des sous-groupes vulnérables

La population susceptible d'être impactée est principalement la population riveraine des infrastructures prévues au titre du projet de THNS pour l'agglomération du pays de Montbéliard.

Parmi les sous-groupes populationnels les plus vulnérables, certains sont facilement identifiables car séjournant dans des établissements sensibles (hôpitaux, maisons de retraite, écoles...), d'autres le sont beaucoup moins (convalescents à domicile, personnes atteintes d'un handicap les rendant particulièrement sensibles à certaines nuisances, etc...).

Les établissements pouvant être considérés comme les plus sensibles sont :

- les établissements de santé, de soin et d'action sociale,
- les logements riverains du projet,
- les établissements d'enseignements,
- les locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance préexistante modérée.

Ces établissements sont identifiés et localisés à l'état initial.

X.1.2.1 Statut socio-économique

Selon le Plan Régional de Santé Publique de Franche-Comté 2006-2008, la précarité dans la région se caractérise par :

- des salaires par ménage inférieurs à la moyenne nationale et par la taille des familles à revenus modestes expliquant souvent la précarité de la situation financière (données INSEE),
- une évolution annuelle régionale du nombre de demandeurs d'emploi supérieure à l'évolution nationale (+ 6,9 points pour 2003-2004),
- un taux de recours à l'intérim particulièrement élevé (1ère région de France avec près de 15 000 emplois d'intérimaires équivalents temps plein en 2004).

Cette précarité génère des iniquités en matière de santé (les chômeurs ont par exemple un risque de mourir environ 3 fois plus élevé que les personnes ayant un emploi). Réciproquement, des conditions de santé dégradées peuvent aggraver une situation sociale vulnérable.

La population du Pays de Montbéliard est vieillissante si on la compare à la population nationale pour l'année 2008. La tranche d'âge 60-74 ans y est surreprésentée.

X.1.2.2 Modes de vie

La mortalité générale dans la région est comparable à la moyenne française. La mortalité infantile a été considérablement réduite et la mortalité avant 65 ans est moindre qu'en France (- 4 % pour la période 1998-2000).

Le cancer est la première cause de mortalité chez les hommes et la deuxième chez les femmes après les maladies cardio-vasculaires. Avec 5 000 nouvelles personnes atteintes de cancer chaque année en Franche-Comté, on constate une augmentation de 61 % du nombre de cas déclarés en 20 ans. Cette évolution résulte de l'augmentation de l'incidence de certains cancers mais également de l'accroissement et du vieillissement de la population ainsi que de l'amélioration du dépistage et du diagnostic (Plan Régional de Santé Publique de Franche-Comté 2006-2008).

Comme au niveau national, tous sexes confondus, les maladies cardio-vasculaires sont la première cause de mortalité en Franche-Comté avec plus de 3 000 décès en 2000. Concernant les pathologies

ischémiques (essentiellement les infarctus), les Francs-Comtois présentent une sous-mortalité (- 6 %) par rapport à la France.

Les trois principales causes de morts violentes dans la région sont : les accidents de la vie courante (4,5 % des décès sur la période 1999-2001), les suicides (2,4 %) et les accidents de la circulation (1,8 %).

La Franche-Comté n'apparaît pas comme une région préservée sur le plan de la santé respiratoire et comporte des populations sensibles dont il faut tenir compte : 42% de la population franc-comtoise présente au moins un symptôme de fragilité respiratoire ou cardio-vasculaire, 9 % des enfants et 11 % des adultes souffrent d'un asthme diagnostiqué²⁵.

Environ 1 500 décès par an sont liés à la consommation de tabac dans la région, contre 400 décès liés à l'alcool. Selon la sécurité routière, l'alcoolémie est également en cause dans 31 % des accidents mortels et 13,5 % des accidents non mortels. La prévalence de l'usage quotidien du tabac est quant à elle dans la moyenne nationale. Il en est de même pour la consommation de cannabis et d'autres produits psychoactifs.

La Franche-Comté est la deuxième région de France pour la prévalence de l'ivresse. Le taux d'interpellation pour ivresse sur la voie publique est particulièrement élevé dans le département du Doubs (20,2 pour 100 000 habitants, alors qu'il est de 17,6 au niveau national).

X.1.2.3 Données prévisionnelles

Selon l'Insee, la part de Francs-Comtois de 65 ans ou plus devrait être de 27 % en 2030 (contre 25 % de Français de 65 ans ou plus).

Le contexte démographique de la région est proche de celui de la France. Le nombre d'enfants par femme a progressé et reste légèrement supérieur à la moyenne nationale : 1,90 enfants par femme dans la région (1,88 pour la France). L'espérance de vie régionale est identique à celle du territoire national : un garçon né en 2002 peut espérer vivre jusqu'à 76 ans et une femme jusqu'à 83 ans.

X.1.2.4 Impacts potentiels du projet sur les liens sociaux, la santé et l'accès aux services

L'analyse des effets du projet sur la santé ne prend pas uniquement en compte le nombre de personnes concernées mais s'intéresse aux caractéristiques de la population et à tout ce qui est susceptible de perturber le quotidien de cette dernière et d'entraîner une dégradation de sa santé, de son mode et de sa qualité de vie (liens sociaux, accès aux services et commodités...).

Le projet de THNS du Pays de Montbéliard s'inscrit dans un objectif global de restructuration, rénovation et développement urbain. En cela il participe à la redynamisation des centres urbains, à l'amélioration de l'accessibilité de l'agglomération et à une meilleure lisibilité du territoire. En facilitant les déplacements et en améliorant l'offre en transports en commun il favorise l'accès aux services, notamment pour les personnes ne disposant pas d'un véhicule particulier (13 % des ménages de l'agglomération n'ont pas accès à la voiture). Ce projet contribue également à ressouder le tissu urbain et à rompre l'isolement de certains quartiers et peut donc en ce sens avoir un impact positif sur la qualité de vie des habitants de ces quartiers.

Le projet de THNS du Pays de Montbéliard permettra également de diversifier l'offre en transports alternatifs à la voiture particulière. Le projet a de plus été pensé de manière à intégrer une complémentarité entre transports en commun, vélo et marche à pied. Les aménagements prévoient en effet des liaisons modes doux, ce qui contribue à faire basculer les volumes de transports en faveur des transports sains et écologiques. En favorisant le report modal, le projet permet de lutter contre une

²⁵ Source : ARS Franche-Comté, d'après une enquête téléphonique ORS menée en 1999 auprès d'un échantillon de 1500 personnes

circulation intense pouvant provoquer l'isolement social et limiter les réseaux d'entraide, facteurs qui sont liés à une mortalité et à une morbidité plus élevées chez les personnes âgées (Chartes sur les transports, l'environnement et la santé, 1999).

X.2. IDENTIFICATION DES DANGERS POTENTIELS

X.2.1 / Nuisances sonores

X.2.1.0 Effets auditifs du bruit

Les principaux effets auditifs comprennent le traumatisme (dommage auditif soudain causé par un bruit bref de très forte intensité), l'acouphène (tintement ou bourdonnement dans l'oreille), le déficit auditif temporaire ou permanent.

L'exposition à un bruit intense, si elle est prolongée ou répétée, provoque une baisse de l'acuité auditive. La perte de l'audition, sous l'effet du bruit, est le plus souvent temporaire. Après un certain temps de récupération dans le calme, une capacité auditive normale est retrouvée. Néanmoins, cette perte d'audition peut parfois être définitive, soit à la suite d'une exposition à un bruit unique particulièrement fort (140 dB(A) et plus), soit à la suite d'une exposition à des bruits élevés (85 dB(A) et plus) sur des durées de plusieurs années. Le déficit auditif dû au bruit se produit principalement dans l'intervalle de fréquence le plus élevé (3 000-6 000 hertz), avec le plus grand effet à 4 000 hertz. Cependant, un déficit auditif ne se produit pas aux niveaux LAeq 8h de 75 dB(A) ou moins, même en cas d'exposition prolongée. Si le traumatisme sonore est important, les cellules ciliées de l'oreille interne finissent par éclater ou dégénérer de façon irréversible.

Le bruit est également susceptible d'avoir un impact sur la compréhension de la parole. Le niveau de pression acoustique du discours normal est d'environ 50 dB(A), un bruit avec des niveaux sonores de 35 dB(A) ou plus gêne la compréhension de la parole dans les plus petites pièces.

Pour les sous-groupes vulnérables, des niveaux de fond encore plus bas sont nécessaires, et un temps de réverbération en dessous de 0,6 secondes est souhaitable pour une compréhension adéquate de la parole, même dans un environnement silencieux.

X.2.1.1 Effets non auditifs du bruit

Le bruit met en jeu l'ensemble de l'organisme sous forme d'une réaction générale de stress traduisant la mobilisation de toutes les fonctions de défense.

Une étude réalisée en 1998 par le ministère de la santé (« Les effets du bruit sur la santé ») a montré que le bruit peut être à l'origine de maladies psychosomatiques et d'atteinte du système nerveux.

Les principaux effets du bruit routier sur l'homme sont les suivants :

La perturbation du sommeil

Il s'agit d'une conséquence importante du bruit dans l'environnement. Plus de 50% des troubles du sommeil seraient imputables au bruit ; troubles qui persistent même quand le patient déclare s'être adapté au bruit. Les effets primaires de cette perturbation sont: la difficulté de l'endormissement; les réveils et les changements de phase ou de profondeur de sommeil; la tension artérielle, la fréquence cardiaque et l'augmentation de l'impulsion dans les doigts; la vasoconstriction; les changements de respiration; l'arythmie cardiaque; et les mouvements accrus de corps. Les effets secondaires, ou répercussions, le jour suivant sont: une fatigue accrue, sentiment de dépression et performances réduites. Pour un sommeil de bonne qualité, le niveau sonore équivalent ne devrait pas excéder 30 dB(A) pour le bruit de fond continu, et des niveaux de bruit excédant 45 dB(A) devraient être évités. En fixant des limites pour des expositions particulières au bruit dans la nuit, le caractère du bruit intermittent doit être considéré. Ceci peut être réalisé, par exemple, en mesurant les différents bruits, aussi bien que la différence entre le niveau sonore maximum et le niveau sonore de fond. Une attention particulière

devrait également être accordée, aux sources de bruit dans un environnement sonore bas, à l'association des bruits et des vibrations, et aux sources de bruit avec des composants de basse fréquence.

Les impacts sur les fonctions physiologiques

Ces impacts peuvent être temporaires aussi bien que permanents. Après une exposition prolongée, les individus sensibles peuvent développer des troubles permanents, tels que de l'hypertension et une maladie cardiaque ischémique à des niveaux sonores élevés. L'importance et la durée des troubles sont déterminées en partie par différentes caractéristiques (style de vie et conditions environnementales). Les bruits peuvent également provoquer des réponses réflexes, principalement lorsqu'ils sont peu familiers et soudains. Des effets cardio-vasculaires peuvent également être observés, notamment après une exposition de longue durée aux trafics aérien et automobile avec des valeurs de L_{Aeq} 24h de 65-70 dB(A). L'exposition au bruit peut également provoquer une réduction du champ visuel, des céphalées, des troubles musculaires et une élévation des taux d'adrénaline et de cortisol (hormones du stress). Il semblerait donc que le bruit contribue à la prévalence des maladies cardiovasculaires. Le trafic routier augmenterait quant à lui les risques d'infarctus du myocarde et de cardiopathies ischémiques. Il est toutefois important de noter qu'il reste difficile de conclure sur les relations entre cardiopathies ischémiques et bruit du fait des limites inhérentes à la caractérisation de l'exposition au bruit, aux facteurs de confusions et aux biais des études épidémiologiques menées sur le sujet.

L'accélération et l'intensification des troubles mentaux latents

Des études sur l'utilisation de drogues telles que tranquillisants et somnifères, sur les symptômes psychiatriques et le nombre d'admission de patients dans les hôpitaux pour troubles mentaux, ont en effet montré que le bruit dans l'environnement peut avoir des effets défavorables sur la santé mentale.

La baisse du niveau de performance

Il a été montré, principalement pour les travailleurs et les enfants, que le bruit peut compromettre l'exécution de tâches cognitives, particulièrement celles sollicitant la mémoire à court terme. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande 55 dB(A) maximum pour une tâche nécessitant une attention soutenue.

La gêne

La gêne liée au bruit est aussi associée à l'insatisfaction, à l'irritabilité, voire à l'agressivité. Elle dépend non seulement des caractéristiques du bruit, y compris sa source, mais également dans une grande mesure de nombreux facteurs non-acoustiques, à caractère social, psychologique, ou économique. La corrélation entre l'exposition au bruit et la gêne générale, est beaucoup plus haute au niveau d'un groupe qu'au niveau individuel. Pendant la journée, peu de gens sont fortement gênés à des niveaux de L_{Aeq} inférieurs à 55 dB(A) et peu sont modérément gênés en dessous de 50 dB(A). Concernant le bruit intermittent, il apparaît cependant nécessaire de tenir compte du niveau de pression acoustique maximum et du nombre d'événements bruyants.

Le comportement social

Le bruit peut produire un certain nombre d'effets sociaux et comportementaux aussi bien que des gênes. Ces effets sont souvent complexes, subtils et indirects et beaucoup sont supposés provenir de l'interaction d'un certain nombre de variables auditives. Pour beaucoup de bruits environnementaux, l'interférence avec le repos/les loisirs/la télévision semble être l'effet le plus important. Il apparaît également qu'au-dessus de 80 dB(A) le bruit réduit les comportements de solidarité et augmente l'agressivité chez les individus qui y sont prédisposés.

X.2.1.2 Les sous-groupes populationnels vulnérables

L'Organisation Mondiale de la Santé recommande de prendre en compte les sous-groupes populationnels vulnérables lors de l'analyse des effets du bruit sur la santé.

Les sous-groupes vulnérables identifiables dans le cas d'une exposition au bruit sont: les personnes atteintes de maladies particulières ou présentant des problèmes médicaux (hypertension par exemple), les patients des hôpitaux, les personnes en convalescence à leur domicile, les personnes exécutant des tâches cognitives complexes, les aveugles, les personnes présentant un déficit auditif, les bébés et enfants en bas âge, ou encore les personnes âgées.

Les personnes souffrant de troubles de l'audition, même légers, sont les plus sérieusement atteintes en ce qui concerne l'intelligibilité de la parole. Une exposition importante au bruit peut donc perturber considérablement leur cadre de vie. Il est important de souligner qu'une majorité de la population appartient au sous-groupe vulnérable à l'interférence avec la parole.

X.2.1.3 Bruit et agents ototoxiques

S'il est clair que le bruit demeure le facteur le plus agressif pour l'audition, certaines substances chimiques (solvants aromatiques, antibiotiques, diurétiques, anti-tumoraux...) peuvent également provoquer des diminutions d'audition, voire des surdités. Ces agents chimiques peuvent de plus exercer une potentialisation des effets du bruit. Cela vient poser la question de la pertinence des limites d'exposition au bruit ou celles des valeurs limites moyennes d'exposition pour des personnes exposées à la fois au bruit et à des agents ototoxiques qui fragilisent l'oreille interne. En effet, les limites d'exposition au bruit ont été établies pour des individus ne présentant pas de fragilité cochléaire particulière.

X.2.1.4 Nuisances, gênes et effets sanitaires

Comme l'indique le rapport du comité opérationnel 18 « Bruit » du Grenelle de l'environnement, le bruit est considéré comme la première nuisance au domicile, dont les transports seraient la source principale (80%). Le bruit constitue de plus, un facteur d'inégalité environnementale dont la réduction fait partie des axes d'action du 2ème Plan National Santé Environnement (2009-2013) (la diminution de l'impact du bruit fait également l'objet de la fiche d'action n°11 de ce plan). Pourtant, le bruit ne semble pas considéré comme un problème environnemental saillant, en témoigne le baromètre de l'IRSN 2012 sur l'opinion sur les risques et la sécurité par les français pour lequel seuls 4,3% des français le classe comme 1er ou 2nd problème environnemental le plus préoccupant (contre 37,4% pour la pollution de l'eau et 33,1% pour la pollution de l'air). L'opinion à l'égard du bruit est donc paradoxale puisque les individus accordent une grande importance à la tranquillité sonore mais ne classent pas le bruit en tant que problème environnemental très préoccupant.

Si les médecins peuvent décrire un son ou un bruit, les paramètres qu'ils utilisent semblent tout à fait insuffisants pour exprimer la très grande variabilité des réactions individuelles (rapport de l'Agence Française de sécurité sanitaire environnementale de Novembre 2004 « Impacts sanitaires du bruit »). Il est ainsi possible d'observer une variation notable des personnes face à une nuisance sonore d'égale intensité. Aussi il n'est pas forcément possible de corrélérer un niveau sonore avec une gêne occasionnée.

L'étude acoustique réalisée dans le cadre du projet a montré que certains secteurs connaîtront une variation du niveau sonore sans toutefois dépasser les seuils réglementaires. Le risque lié aux nuisances sonores générées par la circulation est donc retenu dans le cadre de l'évaluation des effets du projet sur la santé.

X.2.2 / Pollution de l'air

Les transports sont à l'origine d'émission de matières polluantes dans l'atmosphère, qui, en fortes concentrations peuvent s'avérer nocives pour la santé humaine, soit directement, par inhalation, soit indirectement (substances fixées par les cultures végétales, présentes dans le lait...).

X.2.2.0 Principaux polluants

La qualité de l'air aux abords d'une infrastructure routière est essentiellement affectée par les rejets gazeux. Les teneurs en polluants diminuent cependant rapidement avec l'éloignement des voies de circulation du fait du phénomène de dilution. Les polluants déposés sur la plate-forme puis transportés par les vents se déposent et affectent alors les sols, les végétaux ou les eaux.

La pollution est un mélange complexe de polluants associés sous des formes diverses. Chacun d'entre eux est susceptible d'avoir des répercussions particulières sur la santé des populations exposées, comme détaillé ci-dessous.

Les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus. Les sujets les plus sensibles sont les enfants, les personnes âgées, les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires et les sujets en activité physique intense.

Monoxyde de carbone (CO)

Il se forme lorsque la combustion de matières organiques (carburants, par exemple) est incomplète, par suite d'une insuffisance d'oxygène. Le secteur des transports routiers est le principal responsable des émissions de CO : il est le polluant le plus abondant dans les gaz d'échappement des véhicules.

Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygène qui peut entraîner des maladies cardio-vasculaires, des problèmes nerveux ou ophtalmologiques. A fortes concentrations (supérieures à 55 mg/m^3), le CO est responsable d'intoxications domestiques et professionnelles. Ce manque d'oxygène peut entraîner des céphalées, troubles digestifs, troubles de conscience et, en cas d'exposition très élevée et prolongée, la mort par asphyxie.

Benzène

Cette substance entre dans la composition d'origine des produits pétroliers. Elle peut aussi se former lors des processus de combustion. Le benzène est présent dans les essences jusqu'à une concentration réglementaire de 5%. Depuis 1990, les émissions sont en baisse du fait de la diminution de la concentration de benzène dans les carburants mais aussi de la montée en puissance de la motorisation diesel moindre émettrice de benzène.

Les effets sur la santé, en cas d'intoxication par inhalation, s'échelonnent depuis les céphalées à partir de 160 mg/m^3 jusqu'à la mort. Des effets chroniques sont aussi observés. Le benzène est classé comme substance ayant un pouvoir cancérigène, entraînant plus particulièrement des risques de leucémie.

Oxydes d'azote (NO_x)

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote NO₂ sont émis lors des phénomènes de combustion. Le dioxyde d'azote est un polluant secondaire issu de l'oxydation du NO. Près de 60 % des émissions sont dues aux moteurs des véhicules. Parmi eux, les véhicules à essence non catalysés en émettent le plus. Viennent ensuite les véhicules diesel et enfin, les véhicules à essence catalysés.

Le NO₂ est un gaz irritant qui pénètre les plus fines ramifications des voies respiratoires. A forte concentration, il est toxique et irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Les effets chroniques spécifiques de ce polluant sont difficiles à mettre en évidence. Il est suspecté d'entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et chez les enfants, et d'augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Poussières et particules fines

Cette famille regroupe des substances non gazeuses, organiques ou minérales d'origine naturelle ou anthropique représentées par les polluants particulaires, les aérosols, les fumées noires et les cendres solides. Elles sont issues majoritairement de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Leur taille est très variable, de quelques microns à quelques dixièmes de millimètres.

Le degré de pénétration des particules dans les voies respiratoires basses est fonction de la taille des particules et du rythme respiratoire. L'essentiel des effets sur la santé de ce polluant est le fait des particules fines, de diamètre inférieur à $10 \mu\text{m}$, voire très fines, de diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$.

De nombreuses études épidémiologiques confirment une relation entre l'augmentation des concentrations en particules et l'accroissement de la mortalité cardio-vasculaire et respiratoire à court terme, des atteintes fonctionnelles respiratoires et de l'incidence des épisodes de pollution sur les asthmatiques. L'exposition à long terme accroît le risque de survenance de bronchites chroniques, de

décès par maladies cardio-respiratoires et par cancer du poumon. Pour la fraction la plus fine émise par les véhicules diesel, il y a des présomptions d'effet cancérigène. La particule, par elle-même, mais aussi la nature chimique des composés adsorbés sur le noyau carboné pourraient être impliquées dans la survenance de tels effets.

Dioxyde de carbone (CO₂)

Les transports routiers sont un des secteurs responsables de l'émission de la plus grande quantité de dioxyde de carbone.

Dans l'air ambiant, ce polluant n'a pas d'effet direct néfaste pour la santé mais c'est un composé majeur dans les phénomènes d'effet de serre.

Plomb (Pb)

Le secteur des transports est le principal responsable (90 %) de la présence de plomb dans l'air ambiant.

Cependant, la réduction progressive des teneurs en plomb dans le carburant et la suppression de l'essence plombée depuis le 1er janvier 2000 ont considérablement fait diminuer les concentrations de plomb.

Le saturnisme qui peut survenir par absorption (eau, peinture) ou inhalation, est une pathologie ancienne et bien documentée. Le plomb est un toxique à effet cumulatif : il s'accumule dans le corps jusqu'à une quantité à partir de laquelle les symptômes apparaissent (fatigue, maux de tête, possibilités de dommages cérébraux). A fortes doses, le plomb provoque des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire.

Dioxyde de soufre (SO₂)

Il provient essentiellement de la combustion du soufre contenu dans les combustibles fossiles (fuel, charbon). Les moteurs diesel sont responsables, pour partie, de l'émission de ces polluants.

Ce gaz irritant peut conduire, lors d'exposition de courte durée à des niveaux élevés associés avec des particules, à des symptômes respiratoires (toux, sifflements) ou à des altérations de la fonction respiratoire. L'asthmatique y est particulièrement sensible (effets bronchospastiques). Ce paramètre ne peut être dissocié de la pollution particulaire.

Composés organiques volatils (COV)

Les COV regroupent un ensemble d'hydrocarbures et autres espèces (alcools, aldéhydes, solvants halogénés, etc.) d'origine humaine, autre que le méthane, capables, en présence d'oxydes d'azote et de lumière, de produire des polluants photochimiques. Tous ces composés contiennent du carbone et de l'hydrogène, ce dernier pouvant être, partiellement ou totalement substitué par d'autres atomes (halogènes, oxygène, soufre, phosphore ou azote) à l'exception des oxydes de carbone et des carbonates.

Le transport routier est l'un des principaux émetteurs de COV.

Les effets sur la santé humaine sont très divers selon les polluants : ils vont de la gêne olfactive à une irritation (aldéhydes), à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérigènes (benzène, certains aldéhydes, formaldéhydes, etc.).

Les COV au même titre que les NO_x et les CO interviennent en tant que précurseurs dans le processus de formation de la pollution photochimique, notamment de l'ozone troposphérique.

Ozone

L'ozone troposphérique résultant de la transformation photochimique de certains polluants primaires (NO_x, CO, COV) sous l'effet des rayonnements ultraviolets. Il n'y a donc pas d'émetteurs anthropiques d'ozone mais des émetteurs de précurseurs à la formation d'ozone. Ce sont les émetteurs de NO_x, CO, COV (polluants industriels et urbains).

La pollution de l'ozone augmente régulièrement depuis le début du siècle et les pointes de pollution sont de plus en plus fréquentes en été, notamment en zone urbaine et périurbaine.

L'ozone provoque, à dose suffisante, une inflammation de la muqueuse bronchique, une augmentation de l'hyperréactivité bronchique aux allergènes et une diminution de la fonction respiratoire.

Les manifestations sont les suivantes : irritations oculaires, toux, altération pulmonaire. Les effets sont majorés par l'exercice physique et sont variables selon les individus.

L'ozone peut également provoquer des symptômes respiratoires irritatifs voire des crises d'asthme.

X.2.2.1 Contamination des sols et des eaux

La plupart des polluants atmosphériques finissent par se déposer sur les sols. Leur dépôt se traduit par une acidification ou une contamination (métaux lourds, hydrocarbures,...) des sols. Il en résulte ainsi un risque de transfert de la pollution des sols vers les nappes ou les eaux superficielles. De même, ces retombées affectent également la végétation (nécrose, baisse de rendement,...) et sont susceptibles de contaminer la chaîne alimentaire. Ce phénomène est particulièrement sensible pour les produits des jardins potagers consommés régulièrement par les mêmes individus.

X.2.2.2 Nuisances olfactives liées à la pollution de l'air

Les divers rejets effectués dans l'atmosphère peuvent être perceptibles par les populations lorsque ceux-ci contiennent des composés odorants qui se mélangent avec l'air. La perception olfactive est très variable d'un individu à un autre, mais la grande majorité des composés odorants ne présente que peu d'effets sur la santé car ils sont détectés à des concentrations très faibles par rapport aux niveaux toxiques. Notons par ailleurs, que la perception d'une odeur n'est pas nécessairement liée avec la toxicité d'un élément, l'exemple type est le monoxyde de carbone (CO), qui est un gaz inodore très toxique.

La circulation des bus, bien que hybrides générera des émissions polluantes. Ce risque est donc retenu dans la suite de cette étude.

X.2.3 / Nuisances olfactives

L'odeur est une perception qui provient de l'interaction entre des molécules chimiques et la muqueuse olfactive située dans les fosses nasales. Cette interaction génère un message nerveux, transmis au bulbe olfactif puis à d'autres zones cérébrales régulant, modulant et interprétant ce message olfactif. La réponse à un stimulus olfactif dépend du nombre de molécules odorantes et du rythme des stimuli auxquels la muqueuse neurosensorielle est soumise.

Une odeur peut se définir par sa nature spécifique (qualité), la sensation agréable ou désagréable qu'elle provoque (caractère hédoniste), ainsi que par son intensité.

X.2.3.0 Impacts potentiels

Dans le cas des infrastructures routières, les nuisances olfactives engendrées par les polluants atmosphériques concernent principalement les Composés Organiques Volatils (COV). Le trafic routier compte en effet parmi les principales sources de COV.

Les mauvaises odeurs génèrent presque systématiquement une inquiétude de la part de la population quant à la qualité de l'air qu'elle respire. Au niveau individuel, elles se traduisent par une limitation du bien-être et même de l'inconfort. Le système olfactif est fortement lié au système limbique (système émotionnel), ce qui explique que la perception des odeurs puisse être associée à des symptômes de type psychosomatiques, comme : des perturbations de l'humeur, de l'anxiété, du stress, des altérations des performances cognitives ou encore des troubles du sommeil.

Toute odeur devient une pollution dès lors qu'elle est perçue comme une nuisance excessive par la population, on parle alors de « pollution olfactive ». La perception des différentes molécules odorantes se fait souvent bien avant d'atteindre le seuil de toxicité. La nature principalement non toxicologique des

effets induits par de telles expositions ne permet donc pas d'arriver à un résultat significatif ou pertinent par les méthodes actuelles d'évaluation quantitative des risques sanitaires.

Les pollutions olfactives représentent une source d'impact significatif sur la santé des personnes exposées, par des effets tant physiologiques que psychologiques, même dans le cas de substances odorantes aux concentrations inférieures aux seuils de toxicité. La difficulté de caractérisation des symptômes s'explique notamment par leur nature aiguë, très variable et parfois très limitée dans le temps, ce qui leur confère une forte nature subjective.

Les symptômes les plus fréquemment rencontrés sont l'irritation des yeux et des muqueuses respiratoires supérieures, mais ils peuvent également concerner les fonctions cardio-vasculaires, digestives, nerveuses ou encore pulmonaires. Certains facteurs (âge, appréhension vis-à-vis des odeurs...) sont susceptibles d'influer sur le développement de ces symptômes.

Or, des effets comme le stress sont susceptibles d'avoir un impact sur la santé, en provoquant par exemple des perturbations du système immunitaire, susceptibles de rendre les personnes exposées plus vulnérables aux maladies infectieuses par exemple. Ces effets ne sont donc pas à sous-estimer et peut avoir un impact significatif sur la santé et plus généralement sur la qualité de vie des personnes exposées aux pollutions olfactives.

Il est également possible d'observer des différences entre l'exposition intermittente aux odeurs et l'exposition chronique. En effet, une exposition intermittente serait susceptible d'entraîner une amplification progressive de la réponse au stimulus et donc une augmentation de la sensibilité à l'odeur, tandis qu'une perte de sensibilité olfactive vis-à-vis de l'odeur est souvent observée lors d'une exposition chronique.

Les pollutions olfactives ne semblent pas provoquer d'excès de cancers ni de troubles de la reproduction ou du développement. Enfin, aucun excès de mortalité au sein de population exposées à des pollutions olfactives n'a pu être mis en évidence.

X.2.3.1 Impacts du projet et mesures envisagées

Le seuil de perception des composés organiques volatils (COV) générés par le trafic routier est relativement bas. Une nette amélioration (- 32 %) est observée entre la situation initiale (2009) et la situation fil de l'eau (2035) en ce qui concerne l'émission de COV.

Le projet de THNS du Pays de Montbéliard a quant à lui peu d'impact sur les émissions de COV (+ 0,05 % par rapport à la situation fil de l'eau) et ne devrait pas générer de nuisances olfactives supplémentaires par rapport à une situation fil de l'eau. En effet, l'amélioration en termes d'émissions de COV reste significative avec une diminution de plus de 31,5 % entre la situation initiale (2009) et la situation projet (2035).

Ce risque apparaît donc comme négligeable et n'est pas retenu dans la suite de l'étude.

X.2.4 / Vibrations

X.2.4.0 Rappels réglementaires

Il n'existe pas de réglementation formalisée pour les vibrations produites par les infrastructures de transport, que ce soit en phase chantier ou en phase d'exploitation. Cette problématique est néanmoins prise en compte dans les projets récents afin de répondre à la demande grandissante du corps social.

Les normes ISO traitent des 3 effets (bâtiments, personnes et matériels sensibles) sous les aspects mesure (côté bâtiment) et grandeurs pertinentes.

La loi de 1992 relative à la lutte contre le bruit considère les bruits et vibrations comme des nuisances et définit un premier cadre législatif.

Art. 1er. – « Les dispositions de la présente loi ont pour objet, dans les domaines où il n’y est pas pourvu, de prévenir, supprimer ou limiter l’émission ou la propagation sans nécessité ou par manque de précautions des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers, à causer un trouble excessif aux personnes, à nuire à leur santé ou à porter atteinte à l’environnement. »

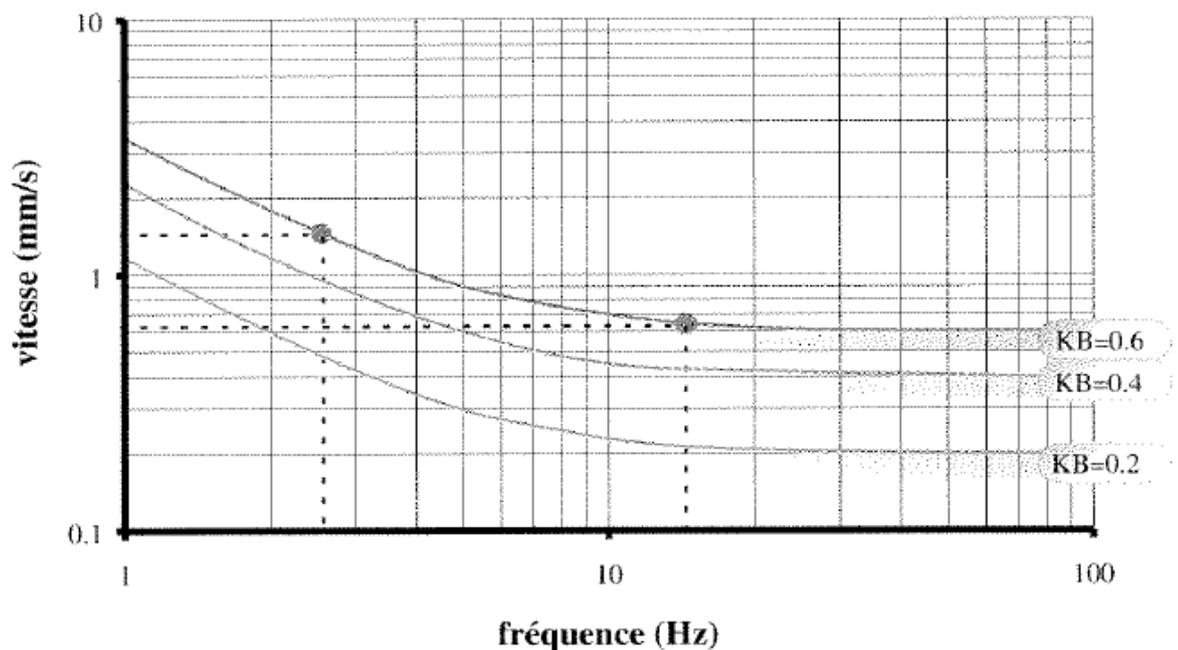
La réglementation sur les activités émettant des vibrations concerne principalement les effets sur le bâti (circulaire de 1986 relative aux ICPE et arrêté de 1994 relatif à l’exploitation des carrières).

X.2.4.1 Impacts potentiels

Les travaux de construction peuvent émettre des vibrations. Ce sera notamment le cas lors de la réalisation des terrassements et lors de l’utilisation de matériels spécifiques (BRH, etc.).

Les vibrations se propagent dans le sol et peuvent posséder suffisamment d’énergie pour générer des efforts dynamiques mettant en vibration les bâtiments voisins. Si les amplitudes des vibrations sont généralement trop faibles pour être perceptibles à l’œil nu, le corps humain les ressent très bien et peut être qualifié de « récepteur sensible ». Le seuil de perception des vibrations est de 0,1 mm/s, dès qu’il est dépassé, il y a gêne pour les personnes, au même titre que la gêne acoustique. Des valeurs de 0,2 à 0,4 mm/s le jour et de 0,14 mm/s la nuit sont jugées acceptables pour les résidences (Norme ISO 2631-2 de 1989).

La figure ci-dessous donne les courbes d’égale perception de l’être humain aux vibrations qui correspondent à des valeurs constantes du facteur KB²⁶. On constate en effet que si la fréquence de la vibration est basse (en dessous de 10 Hz), l’amplitude physique de la vibration doit être supérieure pour donner la même perception subjective par rapport à une source de fréquence supérieure à 10 Hz.



Perception subjective des vibrations (Norme DIN 450)

Les vibrations peuvent causer des dommages aux structures des bâtiments (fissure/fatigue), perturber le fonctionnement des matériels sensibles et avoir des effets sur les personnes qui y sont exposées (gêne,

²⁶Le paramètre caractérisant la réaction des personnes aux vibrations est appelé « facteur KB » dans les normes allemandes et « accélération pondérée » dans les normes ISO.

inconfort, troubles du sommeil, stress...). Ces effets sont quelque peu différents de ceux pouvant être observés lors d'expositions professionnelles (troubles vertébraux, digestifs, visuels...), ce qui s'explique notamment par une différence d'intensité au niveau de l'exposition aux vibrations (moindre dans le cas des riverains d'infrastructures de transport).

Cette gêne peut aussi bien provenir de la perception corporelle des vibrations, que de la perception auditive du bruit solidien. Les plaintes relatives aux vibrations concernent quasi exclusivement ces trois effets : dommage au bâti, gêne et perturbation du fonctionnement des matériels sensibles.

X.2.4.2 Impacts du projet et mesures envisagées

Plusieurs facteurs influencent la production des vibrations, notamment :

- l'état de la chaussée,
- le type et le poids du véhicule,
- la vitesse du véhicule,
- les caractéristiques de la structure de la chaussée,
- la nature et la stratification du sol.

La révision de 2009 du Plan de Déplacements Urbains prévoit la mise en œuvre d'un schéma d'itinéraires poids lourds, qui vise à réduire ces nuisances liées au transit dans l'agglomération et à faire basculer ce trafic sur les voies les plus adaptées. Cette mesure devrait permettre de diminuer les nuisances générées par ce trafic dans le centre de l'agglomération.

Le bon entretien de la chaussée et les vitesses limitées dans le centre de l'agglomération devraient permettre de limiter la gêne liée aux vibrations générées par le trafic. Dans le cas présent du projet il n'y aura pas d'utilisation d'explosif et l'éloignement des habitations permettra de ne pas dépasser le seuil de perception au regard de la nature de la source. Ce risque est donc négligeable. Il n'est pas retenu pour la suite de l'étude.

X.2.5 / Emissions lumineuses

X.2.5.0 Rappels réglementaires

En France, la prise en compte de la problématique des nuisances lumineuses par les pouvoirs publics s'est concrétisée à l'occasion du lancement du Grenelle de l'environnement en juillet 2007. La réduction des nuisances lumineuses constituait en effet une des mesures proposées afin de lutter contre l'érosion de la biodiversité. Cette mesure a été reprise dans l'engagement n°75 du Grenelle de l'environnement. D'après l'article 41 de la loi Grenelle 1 : « *Les émissions de lumière artificielle de nature à présenter des dangers ou à causer un trouble excessif aux personnes, à la faune, à la flore ou aux écosystèmes, entraînant un gaspillage énergétique ou empêchant l'observation du ciel nocturne feront l'objet de mesures de prévention, de suppression ou de limitation.* »

L'article 173 de la loi Grenelle 2 détaille quant à lui la manière dont ces objectifs peuvent être atteints et inscrit les nuisances lumineuses dans le Code de l'Environnement.

Les installations lumineuses concernées par le décret n° 2011-831 du 12 juillet 2011 relatif à la limitation des nuisances lumineuses sont :

- les éclairages extérieurs destinés à favoriser la sécurité des déplacements, des personnes et des biens, et le confort des usagers de l'espace public ou privé,
- les éclairages de mise en valeur du patrimoine, du cadre bâti, des parcs et des jardins,
- les éclairages des équipements sportifs de plein air ou découvrables,
- les éclairages des bâtiments (illumination des façades et éclairage intérieur émis vers l'extérieur de ces bâtiments),

- les parkings non couverts ou semi couverts,
- les éclairages événementiels extérieurs.

Les prescriptions réglementaires concernent en particulier :

- l'orientation de la lumière dans l'espace, en vue d'éviter d'éclairer inutilement le ciel ou d'éviter les lumières intrusives (suppression des boules lumineuses...),
- les plafonds de niveaux d'éclairements,
- l'efficacité lumineuse des lampes afin de favoriser la disparition des équipements énergivores (lumen/watt),
- le degré de protection IP des luminaires afin de garantir la durabilité des performances,
- la limitation des éblouissements,
- les horaires de fonctionnement de certains types d'installations (mise en valeur, enseignes, publicités lumineuses...).

X.2.5.1 Impacts potentiels

Les nuisances lumineuses ont un impact sur la biodiversité, participent à la dégradation du ciel nocturne et peuvent causer des troubles aux personnes (éblouissements, lumière intrusive, risques pour la santé).

La pollution lumineuse est suspectée avoir des effets néfastes sur la santé humaine. La lumière intrusive, perturbe le sommeil des occupants et peut altérer les facultés réparatrices du sommeil ainsi que la régulation du rythme biologique. Ces atteintes répétées peuvent avoir des effets sur la santé. En effet, dans l'obscurité, la glande pinéale sécrète, pendant le sommeil, la mélatonine (également connue sous le nom d'« hormone du sommeil »), puissant antioxydant dont la production est inhibée par la lumière. Ce phénomène engendrerait un développement plus rapide de certains cancers, des troubles du métabolisme, une altération des fonctions immunitaires, un stress oxydatif, le diabète, l'état dépressif, l'échec scolaire, la difficulté de concentration...

Un éclairage inadapté va à l'encontre du protocole de Kyoto, du fait de la surconsommation d'énergie qu'il entraîne. En effet, la production d'un kW d'électricité engendre une émission moyenne de 110 g de CO₂.

X.2.5.2 Impacts du projet

Les zones concernées par le projet sont pour la plupart pourvues d'éclairage public, à l'exception de quelques secteurs comme le secteur de Gros Pierrons et le secteur Nord-Valentigney. Ces zones sont actuellement protégées de toute émission lumineuse. De nouvelles sources d'éclairage seront créées à proximités des nouvelles voiries dans ces secteurs.

Les secteurs concernés par la problématique des nuisances lumineuses relatives au projet sont les suivants :

- Les Gros Pierrons,
- le coteau de Champagne,
- le site Champagne,
- la friche du Mégarama,
- le coteau des Buis à Exincourt.

Plusieurs de ces secteurs sont situés à proximités de zones d'habitation, l'éclairage peut ainsi être source de gêne auprès des riverains.

X.2.5.3 Effets cumulés avec d'autres projets

La création du nouvel éco-quartier dans le secteur Paquis-Crépon correspond à une zone déjà urbanisée et éclairée. Les aménagements liés aux projets ne seront pas de nature à amplifier les nuisances lumineuses dans ce secteur.

La future zone commerciale des Jonchets sera quant à elle susceptible de générer des émissions lumineuses, dont l'intensité dépendra de la politique de réduction mise en place lors de sa conception.

Le projet de raccordement Axone A36 dans le secteur Gros Pierrons sera également susceptible de générer des émissions lumineuses nécessitant la prise de mesures en vue d'en limiter les effets sur la santé humaine, la biodiversité et la qualité du ciel nocturne.

X.2.5.4 Mesures prévues pour limiter les effets du projet sur la santé

Si des travaux devaient être réalisés de nuit, l'éclairage serait disposé de façon très localisé sur la zone de chantier de sorte à ne pas éclairer les alentours et à réduire ainsi les nuisances lumineuses générées.

Les optiques des luminaires seront choisis de manière à réduire la diffusion de la lumière vers le ciel, avec un angle d'incidence de la lumière proche de la perpendiculaire. Les lampes à vapeur de sodium seront privilégiées. Elles sont quasiment monochromatiques et n'engendrent des signaux parasites pour les spectres astronomiques que sur deux fréquences bien définies. Il apparaît également nécessaire d'éviter l'usage de lampes à vapeur de sodium haute pression ou vapeur de mercure haute pression qui polluent toutes les fréquences du spectre visible d'une façon complexe et impossible à corriger (émissions monochromatiques superposées à un fond continu). L'éclairage mis en place sera raisonnable en intensité et uniforme en répartition, en accord avec les propriétés physiologiques de l'œil humain, évitant ainsi les effets néfastes de l'éblouissement.

La mise en place de ces mesures devrait permettre d'économiser de l'énergie et de participer à la préservation de la qualité du ciel nocturne. Ce risque n'est donc pas retenu dans la suite de l'étude.

X.2.6 / Pollution accidentelle de l'eau et des sols

Les pollutions des eaux souterraines ou superficielles et des sols peuvent avoir des répercussions sur la santé humaine par l'intermédiaire de plusieurs facteurs :

- la consommation d'eau potable,
- la consommation de végétaux arrosés avec de l'eau contaminée.

La pollution accidentelle est la principale pollution susceptible de présenter un effet direct sur la santé humaine, notamment en cas d'ingestion d'eau contaminée par un produit soluble très fortement toxique.

Une pollution accidentelle des eaux et des sols peut être due à la fuite d'hydrocarbures dans l'environnement (suite à la rupture du réservoir d'un engin de chantier ou d'un conteneur), à un accident de camions, au déversement accidentel lors des transports ou des opérations de ravitaillement, à la vidange d'engins, etc.

Le projet ne se trouve au droit ou à proximité d'aucune zone de protection de captage d'eau potable et les aquifères superficiels situés au droit de la zone d'étude sont peu exploités.

Le risque apparaît donc comme négligeable et n'est pas retenu dans la suite de l'étude.

X.2.7 / Risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambrosie et à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées

Les maladies allergiques respiratoires (rhinite, rhinoconjonctivite, asthme) constituent une priorité de santé publique du fait de leur prévalence élevée (plus de 20 % de la population générale pour la rhinite, 5-

10 % pour l'asthme) en augmentation depuis plusieurs décennies, de la gravité potentielle de l'asthme et de leur coût socio-économique.

Le Projet Régional de Santé 2012-2016 prévoit des objectifs d'action en termes d'expositions aux polluants de l'air extérieur. Ces actions visent à réduire les expositions aux pollens et aux polluants chimiques selon deux axes de travail :

- améliorer l'information du public et des populations sensibles sur les pollens et les pics de pollution atmosphérique, en particulier chez les asthmatiques,
- renforcer les actions de lutte contre la prolifération de l'ambroisie sur toute la région.

X.2.7.0 Impacts potentiels

Les manifestations allergiques dues aux plantes sont multiples : rhinite saisonnière, conjonctivite, asthme, irritation des bronches, eczéma, urticaire, dermatites de contact (inflammation de la peau au point de contact). L'allergie est une réaction anormale de l'organisme face à des substances extérieures appelées allergènes. Pour l'allergie au pollen, le contact avec l'agent allergisant se fait par voies respiratoires. Les causes de l'allergie sont un croisement de plusieurs facteurs : hérédité et exposition aux allergènes. L'allergie est une maladie chronique affectant la qualité de vie des personnes allergiques. Les principales conséquences de cette maladie ont un impact sur la vie quotidienne (restriction des activités courantes, troubles du sommeil, altération de la vigilance, développement de phénomènes infectieux...) et un coût pour la société (absentéisme scolaire et professionnel, coût des consultations médicales, des traitements...).

En Franche-Comté, une enquête menée en 1999 par l'Observatoire Régional de la Santé auprès d'un échantillon de 1 500 personnes a montré que 42 % de la population franc-comtoise présentait au moins un symptôme de fragilité respiratoire ou cardio-vasculaire. La prévalence de l'asthme déclaré est chez l'enfant de 9 % et de 11 % chez les adultes (Plan Régional Santé Environnement de Franche-Comté 2006-2008).

X.2.7.1 Impacts du projet

La phase chantier : une opportunité pour la prolifération de l'ambroisie

Le pollen d'ambroisie provoque chaque année des allergies qui touchent jusqu'à 12% de la population, du mois d'août au mois d'octobre. Cette plante apprécie particulièrement les terrains remaniés et dénués de végétation. La phase chantier peut donc représenter une opportunité pour la prolifération de l'ambroisie du fait de la présence de terres dénudées durant cette période et de la possibilité d'apports de terres exogènes provenant de zones infestées.

L'ambroisie est une plante très allergisante de plus en plus présente dans la région. En 2007, le département du Jura a pris un arrêté relatif à la prévention des allergies dues au développement de l'ambroisie (arrêté n°2007/458). Outre les problèmes de santé publique, la prolifération de l'ambroisie pose également des problèmes agronomiques liés à son extension dans les cultures.

Conception paysagère et choix des espèces : un enjeu pour la prévention de l'allergie aux pollens

La conception des plantations urbaines est un élément central de la problématique de l'allergie pollinique en ville. Même si la ville compte une végétation moins importante que les zones rurales, l'organisme des personnes vivant en ville est plus sensible et donc plus réactif aux allergies. On parle de synergie pollution/pollen. La pollution rend plus sensible aux allergies, elle a également un effet sur les plantes qui, stressées, pollinisent plus. Certaines substances de l'air peuvent également se fixer sur les grains de pollen et modifier le potentiel allergisant.

Le choix des espèces lors de la conception des plantations urbaines peut avoir un impact sanitaire non négligeable. En effet, certaines espèces indigènes pouvant être choisies dans le cadre d'un aménagement paysager possèdent un potentiel allergisant élevé.

X.2.7.2 Mesures prévues pour limiter les effets du projet sur la santé

Les apports de terre venant de zones infestées seront interdits et l'ensemencement des terres dénudées sera rapide afin de limiter au maximum les opportunités de prolifération de l'ambrosie. Un coordinateur « Sécurité-Protection-Santé » responsable ambrosie sera également nommé afin d'assurer une surveillance régulière du chantier et de ses abords. La plante peut en effet facilement être détruite par arrachage ou fauchage. Une surveillance devra également être organisée jusqu'à 2 ans après la fin des travaux afin de s'assurer qu'aucun plan d'ambrosie ne se développe.

Les plantations paysagères liées à la voirie n'intégreront pas d'essence non indigène. Elles devront également instaurer de la diversité dans les aménagements paysagers afin de diminuer la concentration de pollens d'une même espèce dans l'air. Le potentiel allergisant des espèces utilisées dans les aménagements paysagers sera également pris en compte afin de limiter au maximum le risque allergique pour les usagers de l'espace public.

Les mesures proposées permettront de réduire considérablement le risque de prolifération de l'ambrosie et de limiter les risques d'allergies liées aux plantations urbaines prévues dans le cadre du projet de THNS du Pays de Montbéliard. Ce risque est donc négligeable. Il n'est pas retenu pour la suite de l'étude.

X.2.8 / Insécurité routière en phase travaux induite par le trafic des engins de chantier

Le trafic des engins de chantier est susceptible de générer de l'insécurité sur les axes routiers situés à proximité des travaux et utilisés par les véhicules.

Cependant, afin de limiter ce risque les circulations des engins de chantier et des camions seront réglementées tant au point de vue des itinéraires à emprunter et des vitesses de circulation que des horaires et des tonnages à respecter.

Ces mesures permettront de réduire le risque d'insécurité routière induite par le trafic des engins de chantier. Ce risque n'est donc pas retenu dans le cadre de la présente étude.

X.3. DEFINITION DES RELATIONS DOSE-REPONSE OU DOSE-EFFET

X.3.1 / Nuisances sonores

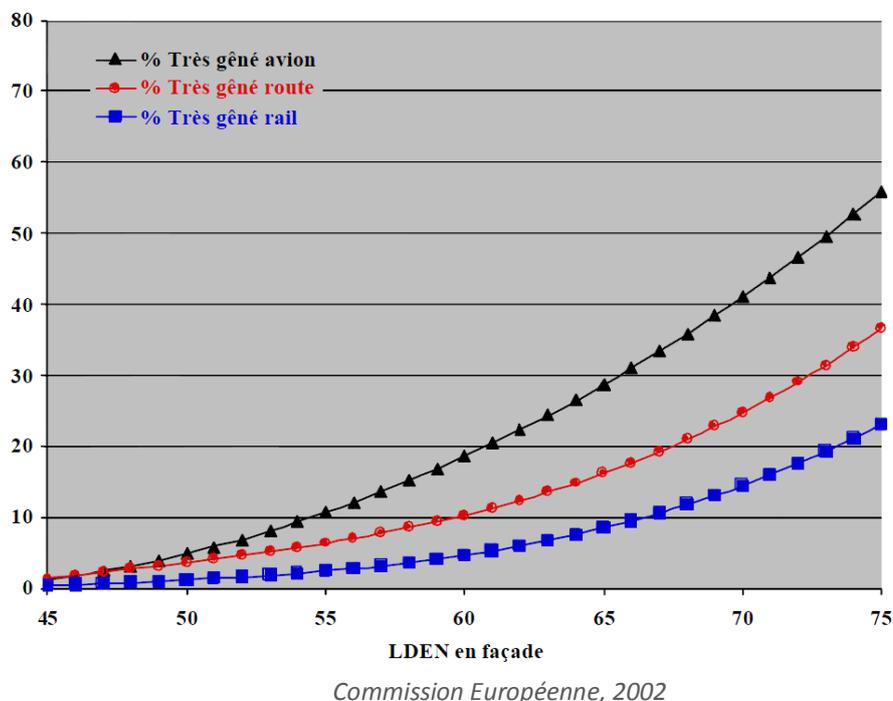
Cette étape fait appel aux données scientifiques disponibles sur la ou les relations entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers étudiés. Etant donné les impacts que l'exposition au bruit peut générer sur la santé humaine, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a élaboré, pour différents types de lieux de vie, des valeurs guide. Ces seuils, non réglementaires, représentent les niveaux de bruit acceptables pour se prémunir des risques du bruit sur la santé.

Les seuils réglementaires définis par le Code de l'Environnement français ne correspondent pas encore à ces valeurs guide.

L'OMS, consciente des difficultés d'appliquer ces seuils dans l'immédiat, préconise l'adaptation des seuils réglementaires à travers un programme progressif.

X.3.1.0 Relations entre niveau d'exposition au bruit et perception de la gêne par les riverains

La figure ci-dessous illustre les relations « dose-réponse » établies par la Commission Européenne en 2002 entre niveaux d'exposition au bruit et gêne individuelle (European Commission, 20 février 2002, « Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance ») :



Relation entre niveaux d'exposition au bruit et gêne individuelle

Il existe donc bien une différence entre mesure physique et gêne occasionnée. A niveau sonore équivalent, le bruit routier apparaît moins gênant que le bruit aéronautique mais plus gênant que le bruit ferroviaire.

En effet, les corrélations entre niveaux d'exposition et gêne individuelle, bien que significatives, sont relativement faibles. Le bruit ne permettrait ainsi d'expliquer que 30 à 40% de la gêne exprimée. Il est par ailleurs particulièrement difficile de fixer le niveau précis de bruit auquel commence l'inconfort, notamment en raison de facteurs non acoustiques de modulation de la réaction individuelle au bruit.

La bruit a beaucoup été abordé selon des démarches techniques fondées sur la métrologie, réputée objective et réduisant la gêne à une valeur située sur une échelle ordonnée. Les approches développées par les sciences humaines et sociales sont quant à elles davantage basées sur la reconnaissance des objets du monde et leur qualification, ce qui permet d'expliquer une partie complémentaire de la gêne sonore qui échappe à la compréhension par les approches acoustiques.

X.3.1.1 Valeurs guides au regard des effets sur la santé

Le tableau ci-dessous présente les directives de l'Organisation Mondiale de la Santé qui constituent des valeurs guide au regard des effets sur la santé.

Environnement spécifique	Effet critique sur la santé	L _{Aeq} dB(A)	Base de temps (heures)	L _{Amax}
Zone résidentielle extérieure	-Gêne sérieuse pendant la journée et la soirée.	55	16	-
	-Gêne modérée pendant la journée et la soirée	50	16	-
-Intérieur des logements	-Intelligibilité de la parole et gêne modérée pendant la journée et la soirée	35	16	-
-Intérieur des chambres à coucher	-Perturbation du sommeil la nuit	30	8	45
Extérieur des chambres à coucher	Perturbation du sommeil, fenêtres ouvertes	45	8	60
Salles de classe et jardins d'enfants, à l'intérieur	Intelligibilité de la parole, perturbation de l'extraction de l'information, communication des messages.	35	Pendant la classe	-
Salle de repos des jardins d'enfants, à l'intérieur	Perturbation du sommeil	30	Temps de repos	45
Cour de récréation, extérieur	Gêne (source extérieure)	55	Temps de réaction	-
Hôpitaux, salles/chambres, à l'intérieur	-Perturbation du sommeil, la nuit.	30	8	40
	-Perturbation du sommeil, pendant la journée et la soirée.	30	16	-
Hôpitaux, salles de traitement, à l'intérieur	Interférence avec le repos et la convalescence.	(1)		
Zones industrielles, commerciales, marchandes, de circulation, extérieur et intérieur	Perte de l'audition	70	24	110
Cérémonies, festivals, divertissements	Perte de l'audition (clients : <5 fois par an).	100	4	110
Discours, manifestations extérieur et intérieur	Perte de l'audition	85	1	110
Musiques et autres sons diffusés dans des écouteurs	Perte de l'audition	85 ⁽⁴⁾	1	110

Impulsions sonores générées par des jouets, des feux d'artifices et des armes à feu	-Perte de l'audition (adultes)	-	-	140 ⁽²⁾
	-Perte de l'audition (enfants)	-	-	120 ⁽²⁾
Parcs naturels et zones protégées	Interruption de la tranquillité	(3)		

Valeurs guide OMS au regard des effets sur la santé

(1) aussi bas que possible

(2) la pression acoustique maximale (pas de LAF, maximum) mesurée à 100 millimètres de l'oreille

(3) des zones extérieures silencieuses doivent être préservées et le rapport du bruit de fond naturel doit être gardé le plus bas possible.

(4) sous des écouteurs, adaptés aux valeurs de plein-air.

Les directives considèrent tous les effets défavorables sur la santé identifiés pour un environnement spécifique. Un effet défavorable dû au bruit se rapporte à tout déficit temporaire ou permanent du fonctionnement physique, psychologique ou social associé à l'exposition au bruit.

Au niveau européen, la directive 2002/49/CE du 25 juin 2002, préconise l'évaluation des effets néfastes sur la santé à l'aide des relations dose-effet.

Cependant, il est clairement écrit à l'annexe 3 de cette Directive, qu'à l'heure actuelle, ces relations ne sont pas encore définies ; elles seront introduites lors de futures révisions de ce texte européen.

X.3.1.2 Le cas particulier de la période nocturne

Le sommeil est un élément essentiel pour une vie en bonne santé. Il est également reconnu comme un droit fondamental par la Convention Européenne des Droits de l'Homme (Cour Européenne des Droits de l'Homme, 2000).

Les recommandations de l'OMS concernant la protection de la santé publique contre la nuisance que représente le bruit en période nocturne sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Niveau de bruit moyen en façade sur une année (L_{night})	Effets sur la santé constatés dans la population
Jusqu'à 30 dB	La vulnérabilité individuelle mise à part, jusqu'à ce seuil d'exposition au bruit, aucun effet biologique notoire n'est connu. Le seuil en façade de 30 dB L _{night} correspond au seuil d'efficacité pour le bruit nocturne.
De 30 à 40 dB	Dans ce registre d'exposition au bruit la nuit, des effets sur le sommeil ont été observés : mouvements du corps, réveils, perturbation du sommeil déclarée, réactions d'éveil. L'intensité des effets est fonction du type de source et du nombre d'événements sonores. Les populations les plus vulnérables (par exemple, les enfants, les personnes souffrant de maladies chroniques et les personnes âgées) sont plus sensibles. Les effets semblent néanmoins modérés. Le seuil en façade de 40 dB L _{night} correspond à la dose minimale de bruit nocturne entraînant un effet néfaste.
De 40 à 55 dB	Effets néfastes notoires chez les populations exposées. Dans ce registre d'exposition, la majorité de la population doit aménager ses habitudes de vie pour faire face à cette situation d'exposition au bruit. Les populations les plus vulnérables sont sévèrement affectées.
Au-delà de 55 dB	Ce degré d'exposition au bruit est considéré comme nocif. Des effets néfastes sont fréquemment rencontrés, une proportion notable de la population est fortement gênée et son sommeil est perturbé. Le risque accru de contracter une maladie cardiovasculaire est avéré.

Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé sur le bruit en période nocturne

Le LOAEL²⁷ (Lowest Observed Adverse Effect Level) pour le bruit en période nocturne, 40 dB L_{night, outside} peut être considéré comme une valeur limite basée sur la santé nécessaire pour protéger le public en incluant les groupes les plus vulnérables comme les enfants, les personnes atteintes de maladies chroniques ou les personnes âgées.

²⁷ Niveau d'exposition le plus bas présentant un effet néfaste observé

Une valeur cible intermédiaire de 55dB Lnight,outside est recommandée dans les situations où il n'est pas possible d'atteindre la valeur guide NNG (Night Noise Guideline : 40 dB Lnight, outside). Cette valeur n'est cependant pas une limite basée sur la santé et les groupes les plus vulnérables ne sont pas protégés à un tel niveau de bruit. L'OMS préconise donc de réserver cette valeur guide à des situations locales exceptionnelles.

X.3.2 / Pollution de l'air

La qualité de l'air est réglementée au niveau communautaire depuis le début des années 80.

Quatre directives successives de l'Union Européenne ont fixé des valeurs guide et des valeurs limites pour les niveaux de pollution des principaux polluants (NO2, SO2, Particules en Suspension, Plomb, Ozone, CO). Ces normes ont été établies en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS).

Suite à l'adoption de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie le 30 décembre 1996, ces quatre directives ont été reprises dans le décret n°98-360 du 6 mai 1998, modifié par le décret du 15 février 2002 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et l'environnement. Ce décret instaure :

- des objectifs de qualité correspondant à la valeur guide. L'objectif de qualité est le niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée,
- un seuil d'alerte : seuil au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine et à partir duquel des mesures d'urgences doivent être prises,
- des valeurs limites correspondant aux valeurs qui ne peuvent être dépassées que pendant une durée limitée.

La Valeur Toxicologique de Référence pour la pollution de l'air se base sur les réglementations française et européenne, qui ont été établies en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les objectifs de qualité sont donc ceux fixés par le décret du 6 mai 1998 modifié par le décret du 15 février 2002, comme présenté dans le tableau ci-dessous :

Polluant réglementé	Valeurs guide (objectif de qualité)	Valeurs limites	Seuils d'alerte
Dioxyde d'azote NO2	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	200 µg/m ³ en centile 99,8, calculé à partir de valeurs moyennes par heure ou par périodes inférieures à l'heure, prises sur toute l'année. 40 µg/m ³ en moyenne annuelle.	400 µg/m ³ en moyenne horaire
Particules fines et particules en suspension	30 µg/m ³ en moyenne annuelle des concentrations en particules fines en suspension aérodynamique inférieure ou égale à 10 micromètres	Valeurs limites pour la protection de la santé utilisées pour des concentrations de particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 µm. Elles ne s'appliquent qu'à la part des concentrations non liées à des événements naturels. 50 µg/m ³ en centile 90.4 des concentrations moyennes journalières sur l'année civile. 40 µg/m ³ en moyenne annuelle.	/
Dioxyde de soufre SO2	50 µg/m ³ en moyenne annuelle	350 µg/m ³ en centile 99,7 (soit 24h de dépassement autorisées par année civile de 365 jours). 125 µg/m ³ en centile 99,2 (soit 3 jours de dépassements autorisés par année civile de 365 jours).	500 µg/m ³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives
Plomb	0,25 µg/m ³ en moyenne annuelle	0,5 µg/m ³ en moyenne annuelle	/
Ozone O3	110µg/m ³ en moyenne sur une plage de 8 heures pour la protection de la santé 200 µg/m ³ en moyenne horaire 65 µg/m ³ en moyenne sur 24H pour la protection de végétation		360 µg/m ³ en moyenne horaire
Monoxyde de carbone CO		10 µg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	/
Benzène C6H6	2 µg/m ³ en moyenne annuelle	5 µg/m ³ en moyenne annuelle	/

Décret 98-360 du 6 mai 1998 modifié par le décret du 15 février 2002

X.4. EVALUATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS

X.4.1 / Nuisances sonores

Les transports, en particulier la circulation routière, sont la principale cause de l'exposition humaine au bruit ambiant. On estime qu'environ 65 % de la population européenne est exposée à des niveaux de bruit engendrant une grave irritation, une gêne de la parole et une perturbation du sommeil (55–65 dB LAeq sur 24 heures)²⁸. Différentes études montrent que le bruit en général pourrait contribuer à des effets très négatifs sur la santé. On estime qu'en France 100 000 logements seraient exposés à des niveaux de bruit préoccupants autour des 10 principaux grands aéroports, 20 000 sur les réseaux routiers et 60 000 à 70 000 sur le réseau national (source : Plan National Santé Environnement 2).

La population potentiellement exposée aux nuisances acoustiques engendrées par le projet se compose des habitants résidant à proximité du tracé.

X.4.1.0 Bruit en phase chantier

Les engins de chantier seront une source de nuisances acoustiques pour les riverains. Sans entraîner une modification significative de l'ambiance sonore, le chantier générera une gêne acoustique provisoire des riverains.

La déviation de certains itinéraires routiers entraînera l'augmentation temporaire du bruit routier sur les axes de report, entraînant une augmentation provisoire des nuisances sonores routières sur ces axes.

Les travaux sont toutefois limités dans le temps et dans l'espace. Afin de garantir un niveau sonore admissible, les entreprises retenues pour la construction de l'infrastructure devront respecter les limitations prévues par l'arrêté du 13 avril 1972, modifié par l'arrêté du 10 octobre 1996, relatif au bruit des véhicules automobiles.

Les nuisances sonores générées par l'exécution des travaux du projet de THNS du Pays de Montbéliard sont également susceptibles de se cumuler à d'autres nuisances, ce qui sera notamment le cas dans les secteurs Gros Pierrons (projet de raccordement direct entre le site des Gros Pierrons et l'échangeur Montbéliard-centre de l'A36) et Les Jonchets (remaniement de carrefour).

Les niveaux de bruit admissibles des engins de chantier seront respectés conformément au décret n°95-79 du 23 janvier 1995, relatif aux objets bruyants et aux dispositifs d'insonorisation.

De plus, plusieurs mesures seront prises pour réduire les impacts du chantier :

- les engins et le matériel seront conformes aux normes en vigueur (possession des certificats de contrôle),
- le travail de nuit et jours fériés limité, sauf situation exceptionnelle, notamment pour limiter les contraintes du chantier pendant la journée.

Les riverains seront également informés à l'avance des déviations routières entraînées par les travaux ainsi que de la durée du chantier.

Le risque que les nuisances sonores des engins de chantier génèrent des effets sur la santé sera donc limité. Il n'est donc pas retenu pour la suite de l'étude.

²⁸ source : OMS

X.4.1.1 Bruit en phase exploitation

Nuisances générées par le projet seul

Le projet s'inscrit dans une dynamique d'amélioration du maillage des transports collectifs visant à réduire l'utilisation de la voiture particulière et donc les trafics routiers et les nuisances associées. 21 327 habitants se trouvent à proximité des lignes BHNS 1 et BHNS 2 et 137 habitations vont subir une modification significative de leur ambiance sonore. Plus de 33% des riverains bénéficieront d'une diminution de leur niveau d'exposition de jour et 30 % de nuit (diminution allant de 0 à plus de 2dB(A)).

Les effets du bruit sur la santé sont de différents types. Outre les effets négatifs sur l'audition liés à une exposition à des intensités sonores importantes qui ne concernent pas le présent projet, le bruit, même modéré peut avoir des effets négatifs sur la santé (troubles du sommeil, stress...) décrits précédemment. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini des recommandations en matière d'exposition acoustique, qui constituent des valeurs guides de gêne au regard des effets sur la santé.

39 habitations dépassent le seuil réglementaire de 60 dB(A) pour une exposition au bruit diurne. Cette valeur seuil correspond selon l'OMS à un degré d'exposition au bruit pouvant être considéré comme une source de gêne sérieuse. 8 % de la population bénéficiera d'une baisse significative (<-2dB(A)) de son niveau d'exposition au bruit diurne, alors que 16 % de cette dernière sera touchée par une augmentation significative (> + 2dB(A)) de son niveau sonore d'exposition de jour.

41% de la population dépasse la valeur cible intermédiaire recommandée par l'OMS (55dB(A)) pour une exposition nocturne au bruit en situation avant-projet contre 51 % dans la situation projet. Le projet amènera une diminution significative du niveau de bruit (< - 2dB(A)) pour 12 % de la population, mais engendrera une augmentation significative de niveau sonore (> + 2 dB(A)) pour 21 % de la population. Les mesures de protection proposées, de type isolations de façades, (cf. paragraphe Impacts mesures / Nuisances sonores en phase exploitation) devraient cependant permettre de réduire considérablement le nombre de personnes exposées et les niveaux sonores d'exposition en période nocturne.

Impacts cumulés avec d'autres projets

Les impacts du projet de THNS en termes de nuisances sonores sont également susceptibles de se cumuler à celles d'autres projets, ce qui sera notamment le cas au niveau des secteurs suivants : Paquis-Crépon (création d'un nouvel écoquartier), Les Jonchets (ZAC) et Gros Pierrons (Raccordement axone A36). Ces effets cumulés sont analysés dans un chapitre spécifique (XIV) de cette étude. L'analyse des effets cumulés avec d'autres projets ne révèle aucun impact résiduel notable sur les nuisances sonores dans ces secteurs.

X.4.2 / Pollution de l'air

X.4.2.0 Rappels réglementaires

L'analyse réalisée est conforme à la circulaire interministérielle DGS/SD 7B n°2005-273 du 25 Février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières (Bulletin Officiel du Ministère de la Santé n°2008-7 du 15 août 2005). Son annexe présente la méthodologie de l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières (Guide méthodologique CERTU-Février 2005).

X.4.2.1 Phase chantier

L'envol de poussières généré par les travaux ainsi que l'activité des engins de chantier peuvent générer des modifications provisoires et locales de la qualité de l'air ambiant.

Plusieurs mesures permettront de limiter la dégradation de la qualité de l'air pendant les travaux :

- les opérations de brûlage seront interdites,
- l'envol de poussières depuis la zone de travaux sera limité par le compactage rapide des terres. Les chaussées souillées seront nettoyées par des balayeuses, afin

d'éviter l'accumulation des poussières. Le cas échéant, les zones compactées seront arrosées,

- les entreprises œuvrant sur le chantier devront justifier du contrôle technique des véhicules utilisés, afin de garantir le respect des normes d'émissions gazeuses en vigueur.

L'ensemble des mesures envisagées permettra de limiter les impacts dus aux émissions de poussières sur les habitations avoisinantes en phase chantier. De plus, étant donné la courte durée des travaux, le risque lié aux émissions de polluants atmosphériques des engins de chantier est négligeable. Ce risque n'est donc pas retenu dans la suite de cette étude.

X.4.2.2 Présentation du type d'étude

La zone de projet est caractérisée par un tissu urbain mité et diffus et présente une densité moyenne de peuplement de 673 habitants/km². En situation projet, le trafic moyen attendu est inférieur à 8000 véhicules par jour sur la plupart des axes concernés.

La nature de l'étude permettant d'évaluer les effets d'un projet sur la qualité de l'air dépend généralement de la charge prévisionnelle de trafic attendu et de la densité de la population rencontrée dans la zone d'étude. Les trafics attendus dans le cadre de ce projet sont inférieurs à 10.000 véhicules/jour. La densité de population au droit du domaine d'étude est inférieure à < 2.000 habitants/km² et la longueur du projet demeure inférieure à 50 kms. A ce stade, il est donc approprié d'étudier la sensibilité du secteur concerné par la mise en place d'une étude de niveau III (conformément au guide méthodologique du Certu de février 2005 sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières).

Les émissions de polluants sont estimées à l'aide du logiciel IMPACT-ADEME, d'après les trafics routiers modélisés pour les trois scénarios suivants :

- en situation initiale,
- en situation fil de l'eau à l'horizon 2025,
- en situation projet à l'horizon 2025.

Le report modal a été pris en compte. Toutes les données d'entrée utilisées pour les simulations sous le logiciel IMPACT-ADEME, sont indiquées dans la partie « Méthodologies ».

X.4.2.3 Facteurs d'émission

Les « facteurs d'émission » correspondent aux quantités de polluants en g/km rejetées par véhicule. Ils proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles. Ces facteurs d'émission varient selon le polluant considéré et selon l'origine des émissions. Ils dépendent :

- de la nature des polluants,
- du type de véhicule (essence/diesel, VL/PL...),
- du « cycle » (trajet urbain, autoroute, moteur froid/chaud),
- de la vitesse du véhicule,
- de la température ambiante (pour les émissions à froid).

Les facteurs d'émission que nous utiliserons pour la présente étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne, c'est-à-dire ceux du programme COPERT III.

En ce qui concerne le type de véhicule, la répartition du parc aux horizons 2009, 2015 et 2025 prise en compte dans les calculs est issue d'une recherche ADEME-INRETS. Quel que soit le type de véhicules légers (VP ou VUL), les moteurs non catalysés diesel diminuent dans le parc automobile au profit des moteurs catalysés. De plus, pour ces catégories de véhicules, la part des véhicules diesel continue de croître au détriment des moteurs à essence.

X.4.2.4 Résultats

Résultats obtenus avec les simulations à l'échelle de l'agglomération

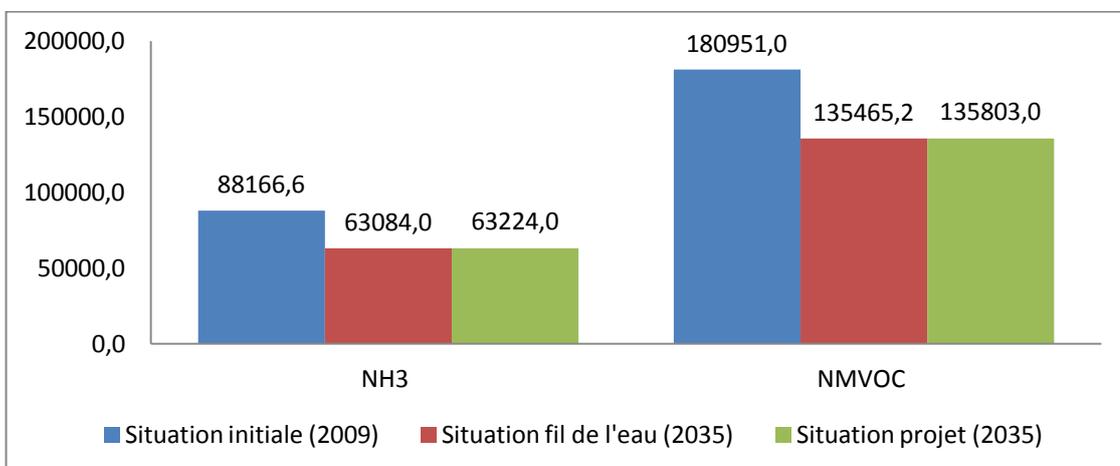
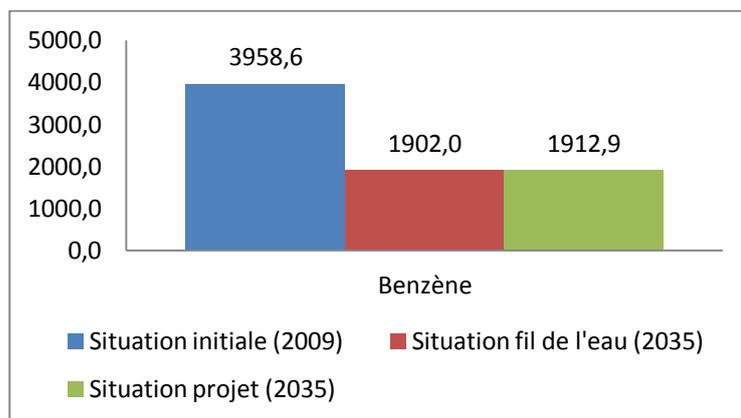
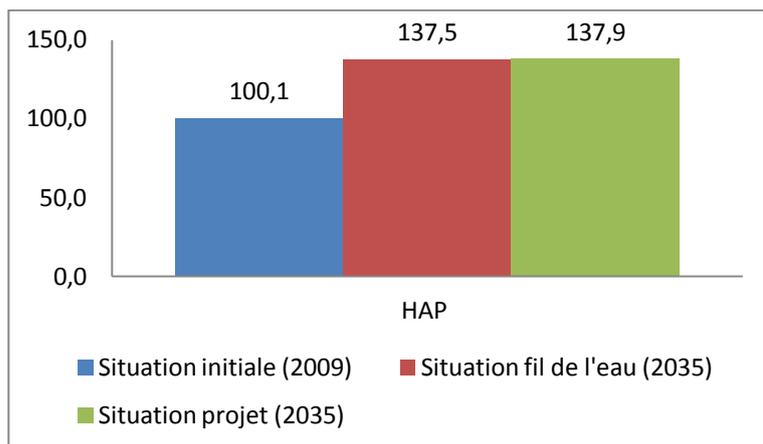
Les résultats des calculs des émissions de polluants sont synthétisés dans les graphiques suivants en quantité (g ; kg ; t) par jour.

Les résultats des simulations mettent en évidence la réduction des émissions polluantes à l'horizon 2025, avec ou sans projet, par rapport à la situation initiale, et ce malgré l'augmentation global des trafics (+ 0.5% par an). Ce phénomène est dû à l'évolution du parc automobile.

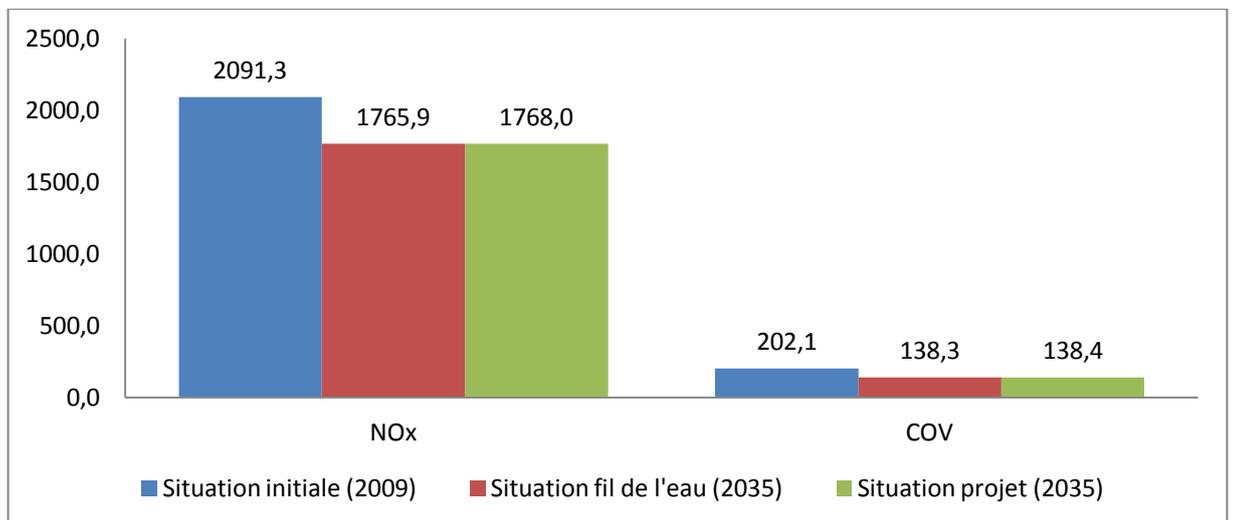
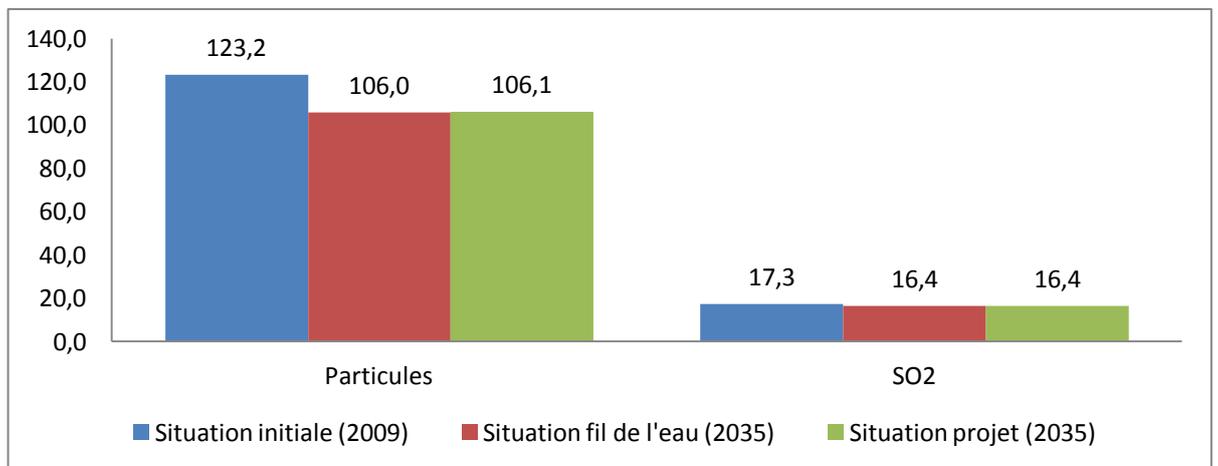
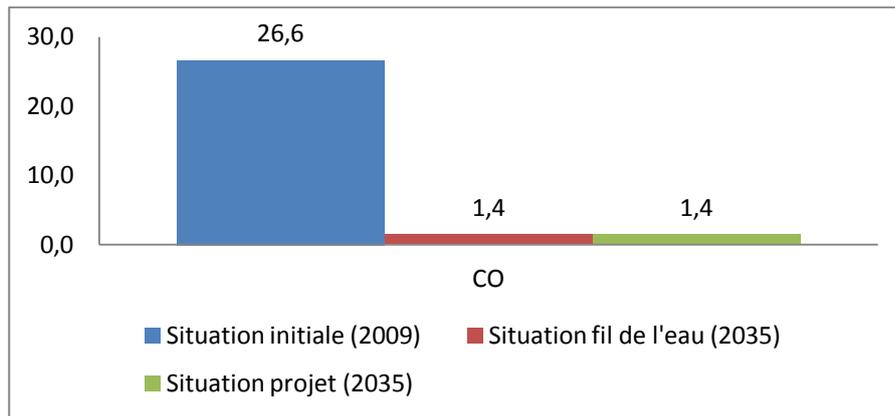
En revanche, les résultats montrent que les émissions de polluants en situation projet sont légèrement supérieures à celles au fil de l'eau, cela pouvant s'expliquer par le fait que les véhicules bien que moins nombreux empruntent des itinéraires plus longs.

Le projet de THNS du Pays de Montbéliard ne générera pas de polluants atmosphériques qui pourraient avoir un impact sur la santé des populations riveraines du projet. Le type d'étude retenu dans le cadre de ce projet est de niveau III. Le contenu exhaustif de cette étude est cité dans la note méthodologique annexée à la circulaire du 25 février 2005.

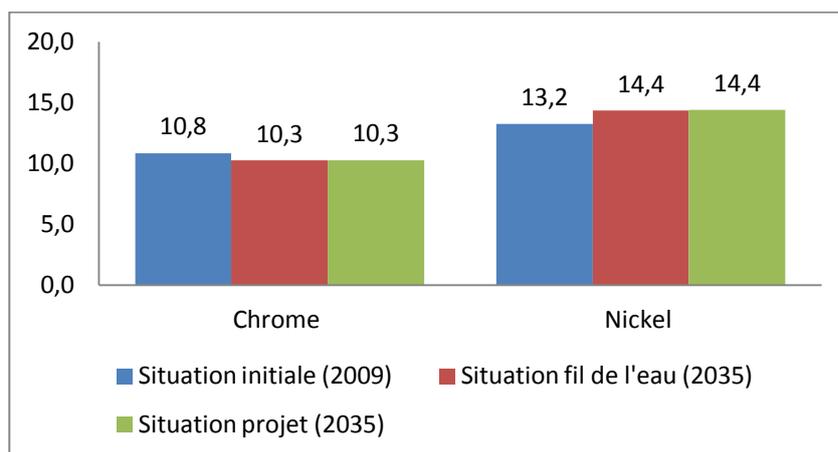
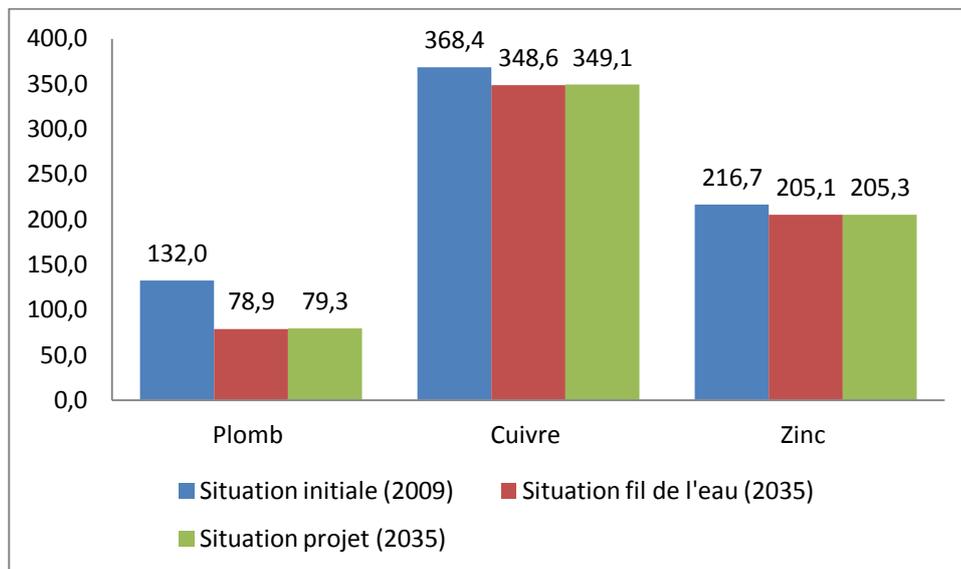
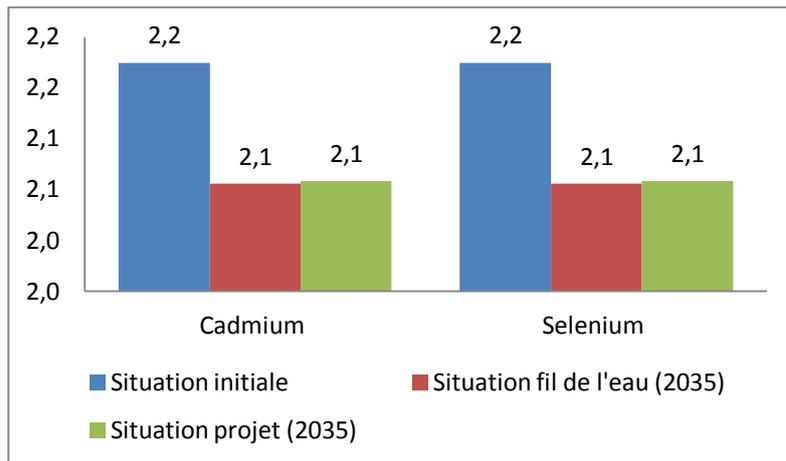
La prise en compte de la pollution atmosphérique, et des populations exposées, consiste donc en une simple analyse des bilans d'émissions liés aux transports routiers, conformément à la réglementation en vigueur pour les études de type III (circulaire DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air des études d'impact routières).



Emissions de HAP, Benzène, NH₃ et NMVOC (en grammes) dans les 3 scénarios sur l'agglomération



Emissions de particules, SO2, CO, NOx et COV (en grammes) dans les 3 scénarios sur l'agglomération



Emissions de métaux lourds (en grammes) dans les 3 scénarios sur l'agglomération

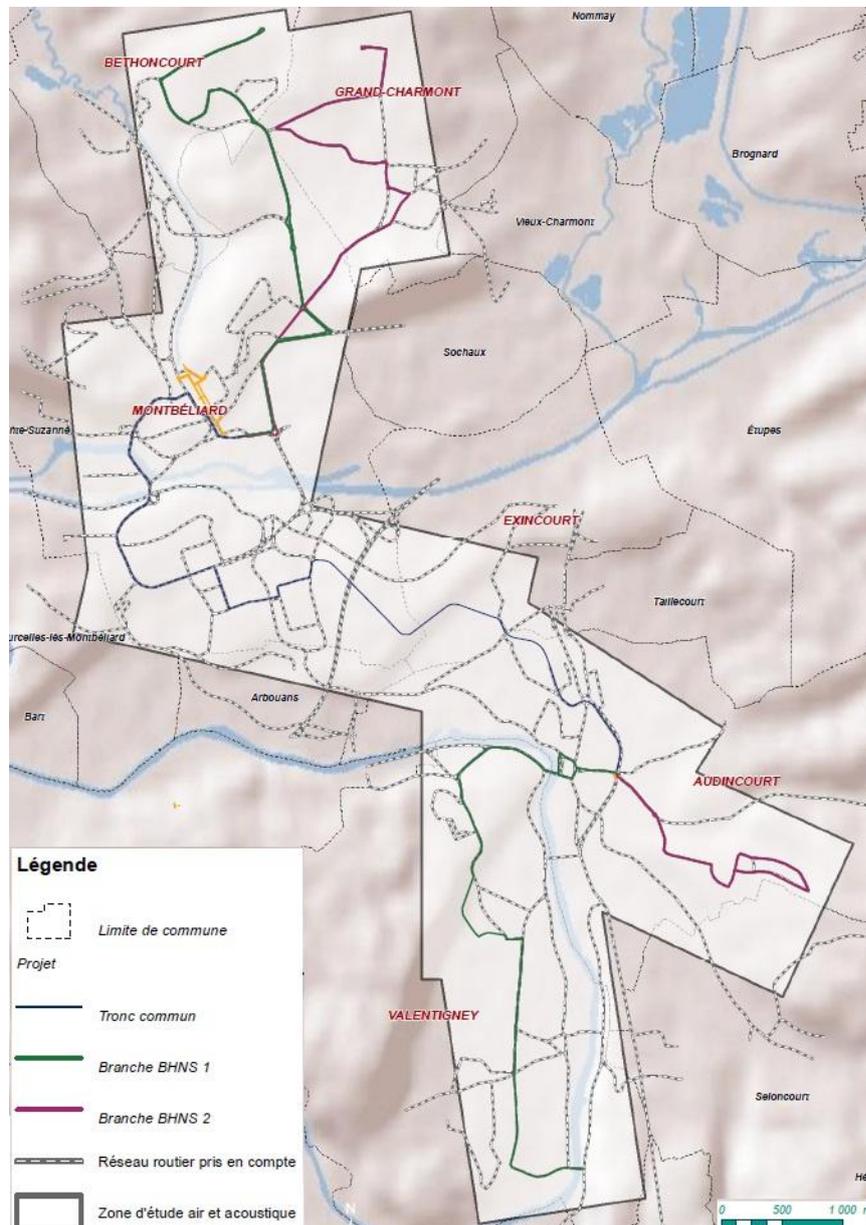
Résultats obtenus à l'échelle de la zone du projet

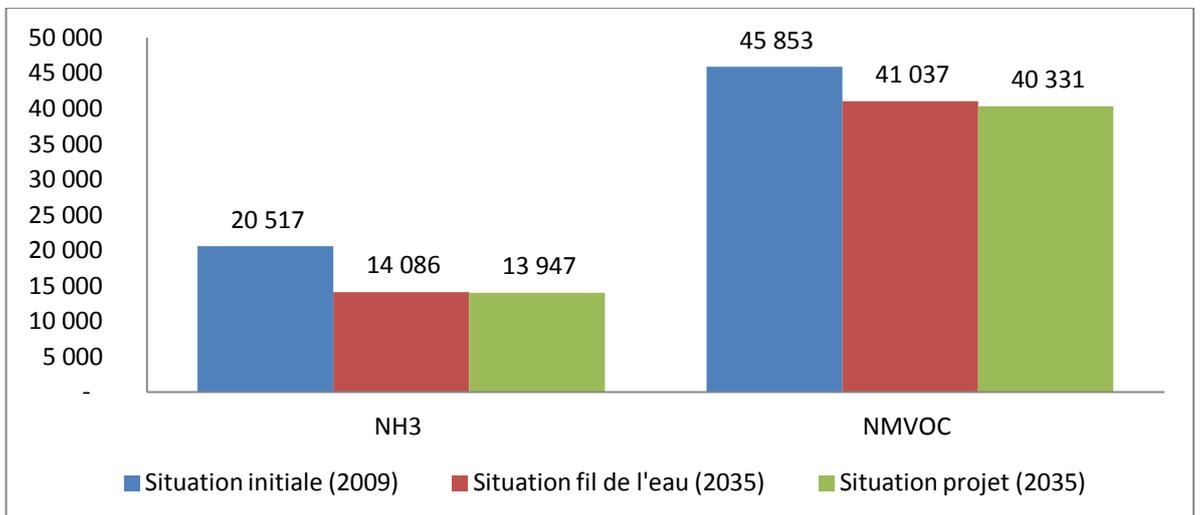
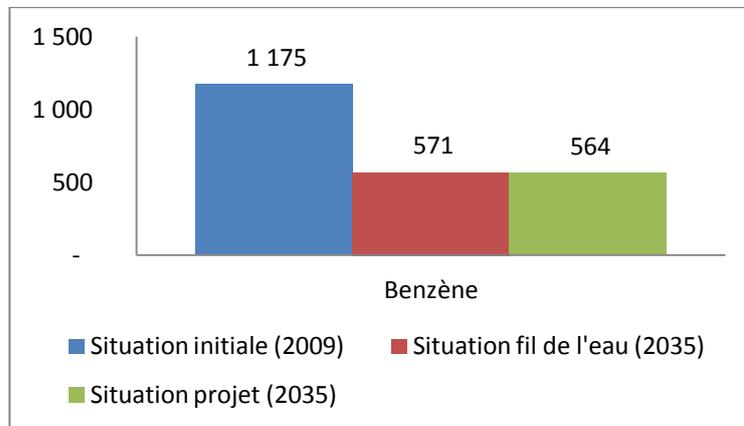
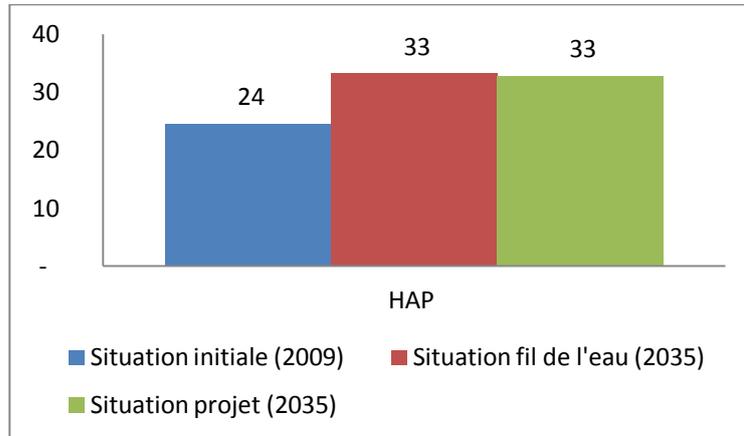
Les simulations réalisées à l'échelle du projet montrent que, sur une zone plus restreinte autour du projet, le THNS permet de réduire légèrement les émissions de polluants par rapport à la situation fil de l'eau.

Ainsi, si, à l'échelle de l'agglomération, l'allongement des trajets effectués par les véhicules particuliers compensent le report modal en termes d'émissions polluantes, il en va différemment à une échelle plus

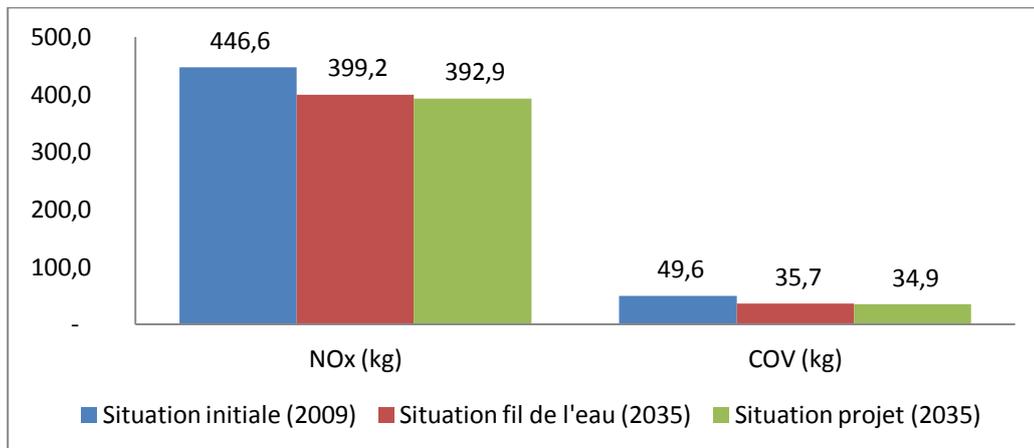
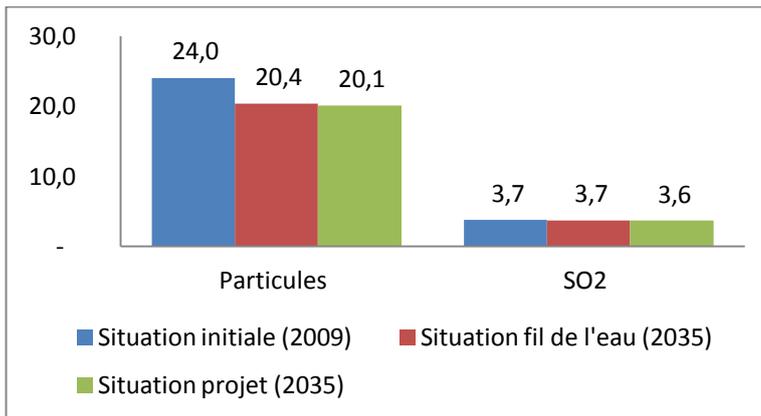
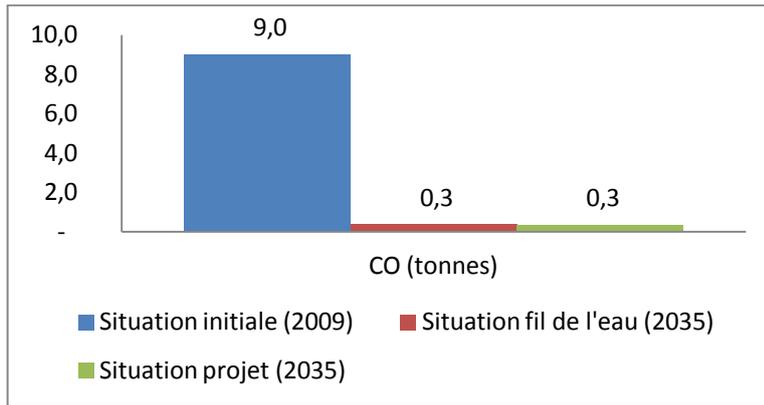
restreinte autour du projet. Notamment, au niveau des centres urbains, le projet permet une réduction du trafic routier et la réduction des émissions de polluants sur ces secteurs très densément peuplés.

L'impact positif du projet se ressent plutôt à l'échelle locale qu'à l'échelle de l'agglomération. Il doit également être noté que les modélisations sur la qualité de l'air sont réalisées à l'horizon 2035 mais sont basées sur les chiffres de report modal envisagé à 2025. Le développement des transports collectifs des agglomérations, ainsi que le développement d'un réseau à l'échelle de l'Aire urbaine, pourraient permettre d'accroître le phénomène de report modal et d'améliorer l'impact des transports collectifs sur la qualité de l'air.

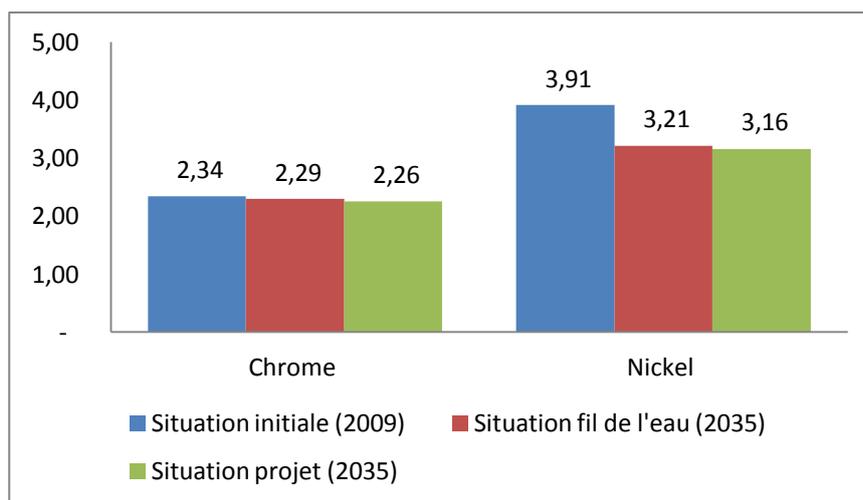
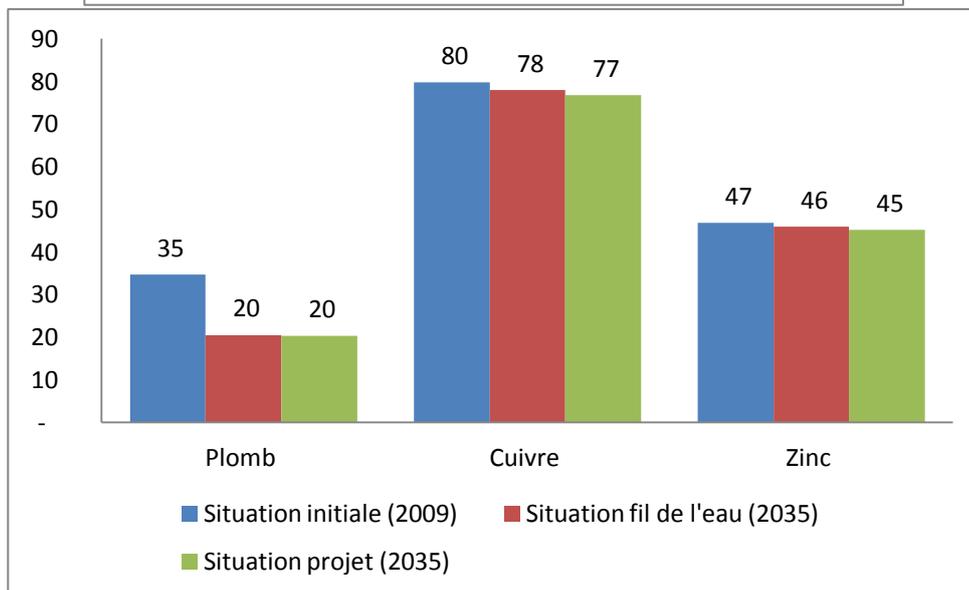
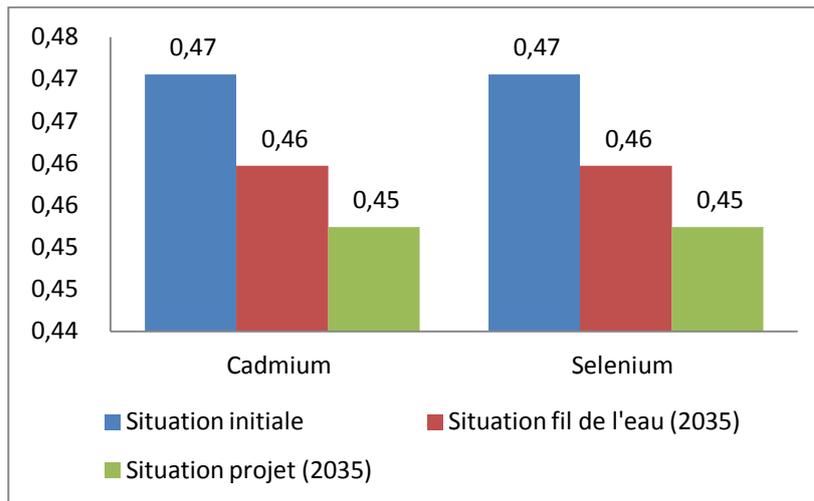




Emissions de HAP, Benzène, NH₃ et NMVOC (en grammes) dans les 3 scénarios sur la zone du projet



Emissions de particules, SO2, CO, NOx et COV (en grammes) dans les 3 scénarios sur la zone du projet



Emissions de métaux lourds (en grammes) dans les 3 scénarios sur la zone du projet

X.1. CARACTERISATION DES RISQUES ET MESURES ENVISAGEES

X.1.1 / Nuisances sonores en phase exploitation

Les mesures de protection mises en place seront de type isolation de façade, en raison de la nature du projet et du caractère diffus des habitations impactées par le projet rendent difficile la réalisation d'une isolation à la source. 41 habitations sont concernées par ces mesures de protection, car dépassant les seuils de 60 dB(A) pour la période diurne et/ou de 55 dB(A) pour la période nocturne. Le pétitionnaire veillera par ailleurs à respecter les exigences de pureté de l'air et de confort thermique en saison chaude à l'intérieur des bâtiments, conformément à la réglementation en vigueur (art. 4 de l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières). Il convient de rappeler que le traitement en façade est sans effet sur les espaces de vie extérieurs (cours, jardins, terrasses).

Les seuils retenus pour l'exposition au bruit sont les seuils réglementaires. Ils sont supérieurs aux valeurs guide proposées par l'OMS, mais l'estimation des niveaux sonores auxquels sont exposés les riverains sont surestimés du fait de l'absence de prise en compte de la motorisation hybride des bus. A ces niveaux d'exposition moins de 10 % de la population s'estime très gênée par le trafic routier (cf. chapitre Nuisances sonores).

Les nuisances sonores engendrées par la circulation des bus devraient en effet être largement inférieures à celles considérées dans les calculs. Les nuisances sonores d'un bus circulant en mode électrique sont en effet largement inférieures à celles générées par un véhicule équipé uniquement d'un moteur thermique.

X.1.2 / Pollution de l'air en phase exploitation

Compte tenu de l'absence d'impact négatif de pollution de l'air lié à la réalisation du projet de THNS du Pays de Montbéliard, aucune mesure spécifique n'est à mettre en œuvre.

Les travaux sont toutefois susceptibles d'être à l'origine d'émissions de poussières, pouvant porter atteinte à la santé. Les secteurs dits « sensibles » par rapport à la production de poussière sont ceux situés à moins de 50 mètres d'une zone d'habitation, d'une voie publique à trafic important, d'une zone de culture sensible.

Des mesures particulières seront mises en œuvre durant le chantier, afin d'éviter de telles émissions potentiellement polluantes.

CONCLUSION

Les incidences potentielles sur la santé humaine liées au projet sont les suivantes :

- le bruit généré par le passage des bus sur l'infrastructure et les reports de trafic généré par la création de cette dernière, avec des effets auditifs et/ou non auditifs pour les riverains,
- les émissions de polluants atmosphériques générées par la circulation des bus et par les véhicules contraints d'effectuer des trajets plus longs, avec des effets nocifs pour la santé (irritations, gêne respiratoire...),
- les nuisances olfactives liées aux COV émis par le trafic routier,
- les vibrations générées par la circulation des véhicules lourds et par les engins en phase travaux,
- les émissions lumineuses générées par l'éclairage devant être mis en place en phase chantier lors d'éventuels travaux de nuit et par l'éclairage prévu pour la phase exploitation,
- la pollution accidentelle des eaux ou des sols,
- les risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambroisie ou à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées.

L'analyse de ces dangers a fait ressortir que les plus significatifs sont ceux liés à l'acoustique et à la pollution de l'air, plus particulièrement en phase exploitation.

X.2. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DES EFFETS DU PROJET SUR LA SANTÉ ET DES MESURES ENVISAGÉES

Ce qu'il faut retenir de l'analyse des effets du projet sur la santé et des mesures envisagées

Les dangers les plus significatifs du projet de THNS du Pays de Montbéliard pour la santé humaine sont liés à l'acoustique et à la pollution de l'air.

Les mesures de protections acoustiques proposées permettront de protéger les riverains impactés par les nuisances sonores relatives à la réalisation du projet, conformément aux recommandations de l'OMS (Guidelines for Community Noise, 1999). Ces dernières sont très majorantes car elles ne tiennent pas compte du fait que les bus sont équipés d'une motorisation hybride, qui permettra de diminuer considérablement les nuisances sonores lorsque les bus fonctionneront en mode électrique. Enfin, plus de 30 % de la population subira des baisses des niveaux sonores (30% pour la période nocturne et 33% pour la période diurne) du fait de la réalisation du projet et ce sans tenir des bénéfices liés à la motorisation hybride des bus en termes de nuisances sonores.

Le projet de THNS sera susceptible de dégrader la qualité de l'air sur certains axes de l'agglomération (reports de trafic *etc.*), mais de l'améliorer sur d'autres (diminution significative du trafic sur certains axes). L'amélioration de la qualité de l'air en situation projet à l'échelle du projet et notamment des centres urbains sera renforcée par les améliorations en termes de qualité de vie (facilitation de l'accès aux services, développement des liens sociaux et des modes doux...) induits par le projet.

Le Pays de Montbéliard présentant un enjeu relativement fort du point de vue de la lutte contre l'ambrosie, plante à fort potentiel allergisant, des mesures particulières ont été prises afin d'éviter toute prolifération de cette dernière à l'occasion de la réalisation du projet.

Les impacts négatifs du projet de THNS du Pays de Montbéliard sur la santé resteront très limités et les mesures mises en place permettront de les réduire efficacement. Ce projet engendrera par ailleurs des bénéfices en termes de qualité de vie, d'accessibilité de l'agglomération et de lisibilité du territoire.

B) ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS, DE LA CONSOMMATION ÉNERGETIQUE LIÉS AU PROJET ET DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITÉ

XVI. Analyse des coûts collectifs, de la consommation énergétique liés au projet et des avantages induits pour la collectivité	LXXII
XVI.1. Rappels réglementaires	LXXII
XVI.2. Analyse des coûts collectifs liés au projet	LXXII
XVI.3. Consommation énergétique résultant de la consommation du projet	LXXIII
XVI.4. Effet de serre	LXXIV
XVI.5. Avantages induits pour la collectivité.....	LXXV
XVI.5.1 / Principes de l'évaluation socio-économique	LXXV
XVI.5.2 / Hypothèses retenues pour l'évaluation socio-économique	LXXVI
XVI.5.3 / Bilan socio-économique	LXXVIII

XI. ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS, DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE LIES AU PROJET ET DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

XI.1. RAPPELS REGLEMENTAIRES

Le présent chapitre "analyse des coûts collectifs, de la consommation énergétique liés au projet et des avantages induits pour la collectivité" est introduit par l'article L.122-3 du Code de l'Environnement qui spécifie l'obligation d'une évaluation des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité, ainsi que d'une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter.

XI.2. ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS LIES AU PROJET

Concernant les coûts collectifs, les valeurs appliquées correspondent à une fourchette d'estimation recommandée dans le rapport « Transport : pour un meilleur choix des investissements – Commissariat général du plan – Marcel Boiteux » - novembre 1994 mis à jour en juin 2001. L'ensemble des valeurs est intégré à l'instruction cadre de mars 2004 relative à l'harmonisation des méthodes d'évaluation des grands projets d'infrastructures de transport (révision de l'instruction cadre du 3 octobre 1995).

Pour la pollution atmosphérique, les coûts de pollution à retenir pour chacune des catégories de véhicules et pour chaque type d'urbanisation sont les suivants (en euros/100 véh.km) :

€/100 véh.km	Urbain dense	Urbain diffus	Rase campagne	Moyenne
VP	2,9	1	0,1	0,9
PL	28,2	9,9	0,6	6,2

Coûts de pollution par catégorie de véhicule

Les valeurs que nous retiendrons dans le cadre du projet présenté à l'enquête correspondent à l'urbain diffus. Les coefficients utilisés pour la valeur unitaire de la pollution atmosphérique locale sont donc de :

- 0,01 euros par véhicule.kilomètre pour la voiture particulière,
- 0,099 euros par véhicule.kilomètre pour les poids lourds.

L'analyse est réalisée à l'échelle du projet, sur la même zone que les impacts sur la pollution de l'air. Les résultats des calculs des coûts des nuisances liées à la pollution de l'air sur la zone d'étude restreinte du fait de la réalisation du projet sont présentés dans le tableau suivant :

€	Coût VP	Coût PL	Coût total	Impact		
Actuel	8 223	2 452	10 675	-		
Fil de l'eau (2035)	9 806	3 527	13 333	2 658	25 %	par rapport à la situation initiale
Projet (2035)	9 705	3 307	13 013	- 320	- 3 %	par rapport à la situation fil de l'eau

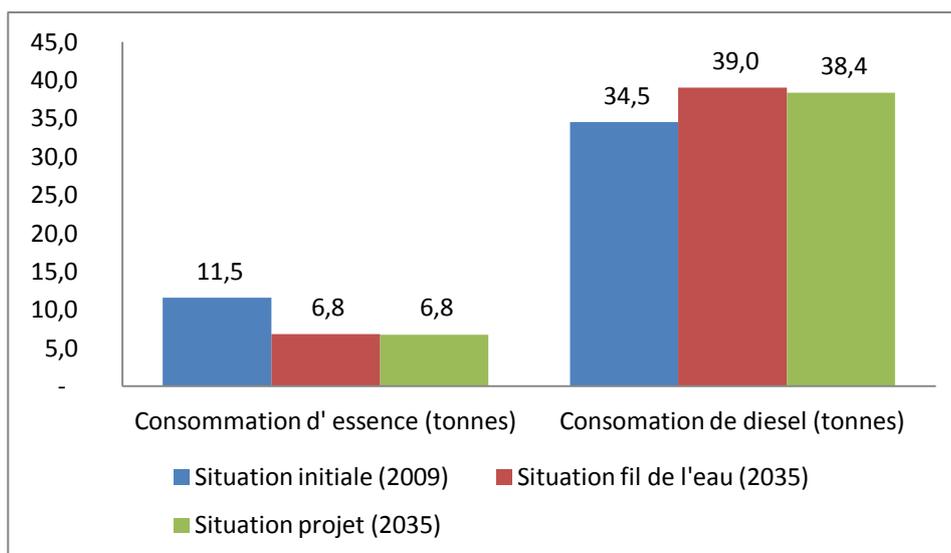
Coûts des nuisances liées à la pollution de l'air dans les trois scénarios

Les coûts journaliers liés à la pollution de l'air augmenteraient de 2 658 € par jour à l'horizon 2035 si le projet n'était pas réalisé.

L'insertion du projet diminue les coûts collectifs de 3 % par rapport à la situation sans projet.

L'amélioration de la situation avec réalisation du projet s'explique par la diminution du nombre de voitures induite par la réalisation du projet. Cette amélioration reste cependant relativement faible, car cette diminution du nombre de véhicules se trouve en partie compensée par le fait qu'ils empruntent un itinéraire plus long, notamment du fait de l'incitation au contournement des centres au lieu de leur traversée.

XI.3. CONSOMMATION ENERGETIQUE RESULTANT DE LA CONSOMMATION DU PROJET



Consommation d'essence et de diesel dans les trois scénarios à l'échelle du projet

Les calculs de consommation de carburant réalisés avec le logiciel IMPACT-ADEME à partir des données de trafic aboutissent aux résultats suivants à l'échelle de la zone d'étude :

	Consommation d'essence en (kg/j)	Consommation d'essence en (L/j)	Ecart (%)	Consommation de diesel en (kg/j)	Consommation de diesel en (L/j)	Ecart (%)
Situation initiale	11 546	15 395	-	34 483	40 568	-
Situation fil de l'eau (2035)	6 827	9 102	-41%	39 007	45 891	13%
Situation projet (2035)	6 752	9 003	-1,09%	38 351	45 119	-1,68%

Consommation d'essence et de diesel dans les trois scénarios

L'augmentation du trafic d'ici 2035 sans réalisation du projet se traduirait par :

- une diminution de la consommation de 41 % du fait de l'amélioration technologique des moteurs et de la diésélisation croissante du parc automobile,
- une augmentation de la consommation de 13 % du fait de la diésélisation croissante du parc automobile.

Le projet a peu d'effet sur la consommation d'essence (- 1,09 %) et de diesel (- 1,68 %). La faiblesse de l'amélioration de la situation avec la réalisation du projet s'explique par le fait que la diminution du nombre de véhicules est en partie compensé par l'allongement des itinéraires qu'ils parcourent, notamment avec l'impact des itinéraires de contournement des centres.

XI.4. EFFET DE SERRE

L'analyse est réalisée à l'échelle du projet, sur la même zone que les impacts sur la pollution de l'air.

Les gaz à effet de serre, principalement le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O), ont une influence croissante sur le réchauffement de notre planète. Les émissions des gaz à effet de serre peuvent être exprimées en « équivalent CO₂ » sur la base de leur potentiel global d'effet de serre (PGE) qui est un coefficient de réchauffement terrestre à long terme par rapport au CO₂.

En multipliant la masse de gaz émise par le PGE on obtient son équivalent en masse CO₂.

Le dioxyde de carbone a par définition un PGE égal à 1. Le PGE du méthane et celui du protoxyde d'azote sont respectivement de 21 et 310.

Les coûts liés à l'effet de serre additionnel ont également été calculés sur la base de l'instruction du 25 mars 2004. Les valeurs de référence sont présentées dans le tableau suivant :

	2000-2010	Après 2010
Essence	0,066	+ 3 %/an
Diesel	0,073	+ 3 %/an

Valeurs de référence pour les coûts liés à l'effet de serre

En 2009 (situation initiale), les valeurs unitaires pour le calcul des coûts liés à l'effet de serre sont de 0,066 €/L d'essence et de 0,073 €/L de diesel.

A l'horizon 2035, elles sont de 0,138 €/L d'essence et de 0,152 €/L de diesel.

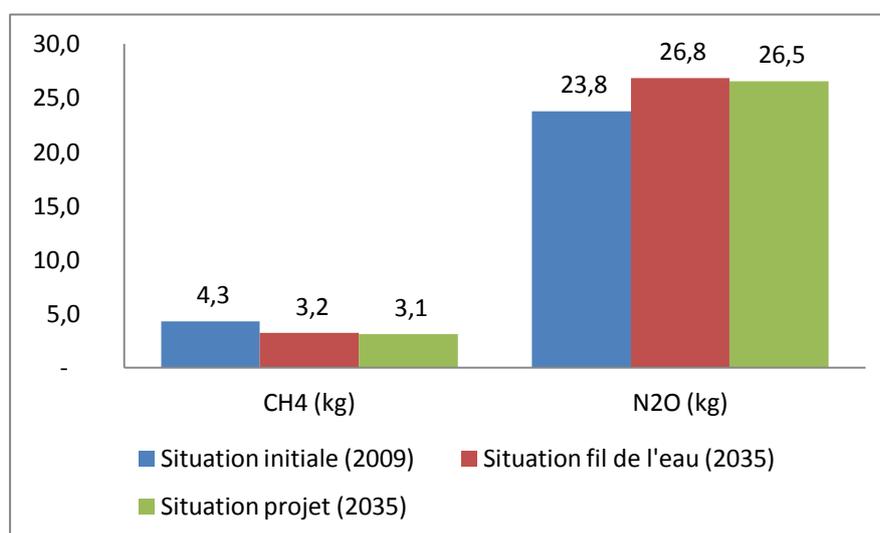
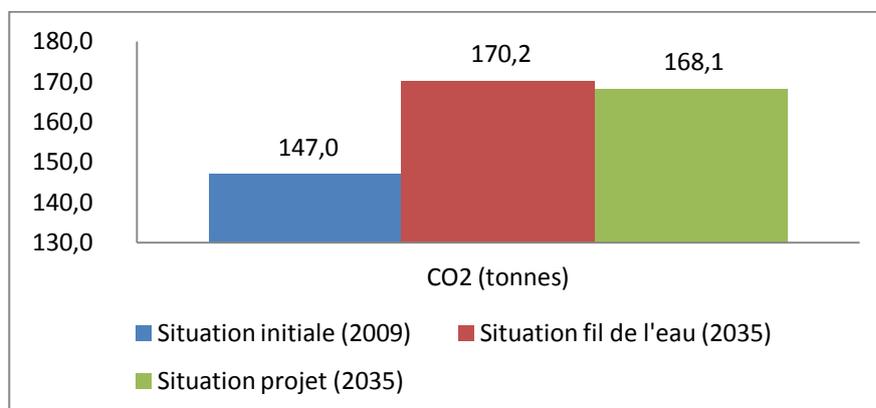
Le calcul du coût des nuisances liées à l'effet de serre additionnel est présenté dans le tableau suivant :

€	Coût	Coût	Coût	Impact		
	Essence	Diesel	total			
Situation initiale	1 016	2 961	3 978	-	-	
Situation fil de l'eau (2035)	1 258	7 014	8 272	4 294	108%	par rapport à la situation initiale
Situation projet (2035)	1 244	6 896	8 140	-132	-2%	par rapport à la situation fil de l'eau

Coûts liés à l'effet de serre dans les trois scénarios

Les coûts journaliers liés à la pollution de l'air augmenteraient de 4 294 € par jour à l'horizon 2035 si le projet n'était pas réalisé.

L'insertion du projet réduit les coûts collectifs de 2 % par rapport à une situation sans projet. La faiblesse de l'amélioration de la situation avec la réalisation du projet s'explique par le fait que la diminution du nombre de véhicules est en partie compensé par l'allongement des itinéraires qu'ils parcourent, notamment avec l'impact des itinéraires de contournement des centres.



Emissions de gaz à effet de serre dans les trois scénarios à l'échelle du projet

XI.5. AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

XI.5.1 / Principes de l'évaluation socio-économique

L'évaluation socio-économique d'un projet a pour objectif de mesurer son utilité pour la collectivité en établissant le bilan monétarisé des impacts quantifiables du projet, et en rapportant les coûts et gains à l'investissement global du projet. Sa réalisation repose sur les principes méthodologiques généraux de l'instruction cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, mise à jour le 27 mai 2005.

Le bilan socio-économique porte sur l'implantation des deux lignes de BHNS 1 et 2 ainsi que sur la restructuration du réseau de bus existant.

Il permet de déterminer les gains engendrés par le projet en comparaison à une situation de référence, définie comme la situation future anticipée en l'absence du projet étudié. De ce fait, elle couvre:

- Les coûts d'investissement imputables à la réalisation du projet dans son ensemble ;
- La variation nette des coûts d'exploitation du réseau de transport en commun dérivant de l'exploitation des deux lignes de BHNS 1 et 2 ainsi que de la restructuration globale du réseau de bus ;

- Les gains de temps engendrés par le projet, soit pour les usagers des transports en commun qui bénéficient d'une amélioration du service, soit pour les usagers de véhicules particuliers grâce à la décongestion de la voirie ;
- La variation des dépenses relative à l'utilisation des véhicules particuliers (gains de sécurité, gains d'utilisation, économies de carburant,...);
- La diminution des dépenses publiques résultant de la réduction des dépenses pour le stationnement et l'entretien de la voirie ;
- Les avantages externes relatifs aux impacts environnementaux (bruit, pollution atmosphérique, émissions de gaz à effet de serre).

L'évaluation est réalisée sur une période de 50 ans à partir de la mise en service du projet (2016), correspondant à la durée de vie des infrastructures, et tient compte également de la période de travaux de 2011 à 2015.

Conformément aux dernières instructions du Commissariat Général au Plan de mai 2005, l'année d'actualisation des montants évalués est définie comme étant l'année précédant la date de mise en service du projet, soit l'année 2015 et les taux d'actualisation retenus sont les suivants :

- 4% jusqu'en 2034
- 3,5% sur la période de 2035 à 2054
- 3% au-delà de 2055

Cette notion d'actualisation permet de comparer et de faire le bilan de coûts et d'avantages se produisant à des dates différentes.

Enfin, l'ensemble des coûts et avantages du projet sont calculés en euros constants, c'est-à-dire sans tenir compte de l'inflation, et exprimé en euro à sa valeur de 2012 (€₂₀₁₂).

XI.5.2 / Hypothèses retenues pour l'évaluation socio-économique

XI.5.2.0 Coût d'investissement

Le coût d'investissement imputable au projet, s'élevant à 97,4 millions d'euros HT (valeur €₂₀₁₂), comprend les postes :

- Etudes et assistance (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, avant-projet, données d'entrée,...),
- Expropriations,
- Communication,
- Travaux d'infrastructures,
- Déviations de réseaux,
- Matériel roulant.

XI.5.2.1 Coût et recettes d'exploitation

Le coût d'exploitation se décompose en :

- un coût kilométrique en €/km correspondant aux coûts du roulage (entretien, maintenance, carburant,...),

- un coût horaire en €/h correspondant au coût salarial des personnels de conduite.

Le surplus de coût d'exploitation engendré par la mise en service du BHNS et la restructuration du réseau de bus a été estimé par l'exploitant à 1,99 M€₂₀₁₂ en 2016, soit un total sur les 50 ans d'exploitation de 48,5 M€.

Concernant le montant de la recette unitaire moyenne, aucune modification en situation de projet n'est envisagée par rapport à la situation de référence. La recette commerciale moyenne d'un titre de transport sur le réseau de bus de la CTPM est donc maintenue à 0,63 €₂₀₁₂/voyage, soit 0,75 €₂₀₁₂/déplacement en appliquant le taux de correspondance du réseau de bus en situation de projet.

XI.5.2.2 Fréquentation et offre kilométrique

La fréquentation annuelle du réseau de transport en commun de la CTPM a été déterminée à partir du modèle de trafic en situation de référence et en projet :

	Situation de référence 2016	Situation de projet 2016
Fréquentation annuelle sur l'ensemble du réseau TC (en millions de déplacements)	5,9	8,1
dont fréquentation annuelle BHNS 1 et BHNS 2	-	3,04

Fréquentation du réseau de bus en 2016

L'offre kilométrique annuelle a été évaluée :

- En situation de référence sur la base des kilomètres réalisés en 2012
- En situation de projet, par l'exploitant, grâce à un « graphichage » du réseau (détermination des horaires des lignes et du planning des véhicules).

	Réseau TC de référence	Réseau TC de projet
Offre kilométrique annuelle (en Mkm/an)	3,6	4,5

Offre kilométrique sur le réseau de bus de la CTPM

XI.5.2.3 Valeurs tutélaires

Pour monétariser les différents gains engendrés par le projet de BHNS, une série de valeurs tutélaires est établie aux conditions économiques de 2012, d'après l'instruction cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, mise à jour le 27 mai 2005.

	Valeurs tutélaires pour l'année 2015 en €₂₀₁₂
Valeur du temps (€/h)	11,22
Entretien de la voirie (€/véh.km)	0,004

Coût d'une place de stationnement (création + entretien,...) (€/place)		1 500	
Coût d'utilisation de la voiture particulière (€/véh.km)		0,121	
Sécurité routière (€/individu)	Tués	1 476 210	
	Blessés graves	221 431	
	Blessés légers	32 477	
Nuisances sonores		0,025	
		Urbain dense	Urbain diffus
Pollution atmosphérique (€/véh.km)	VP	0,043	0,015
	Bus	0,368	0,128
	BHNS	0,294	0,103
Effet de serre (€/véh.km)	VP	0,0071	
	Bus	0,048	
	BHNS	0,038	

Valeurs tutélares en €₂₀₁₂

XI.5.3 / Bilan socio-économique

XI.5.3.0 Coûts et gains

Les avantages induits par le projet se décomposent en trois groupes :

-Les gains de temps :

- Des usagers TC en situation de projet qui utilisent le nouveau réseau de bus ainsi que leur gain de confort et de régularité supplémentaire qu'implique l'arrivée du BHNS sur le réseau (égal à 10% des gains de temps des usagers TC) ;
- Des usagers VP restants en situation de projet subissant de légères pertes de temps dues aux changements de plan de circulation dans les centres-villes de Montbéliard et d'Audincourt, qui tendent à contraindre la circulation automobile ;

-Les gains relatifs au report de la route avec :

- Des économies pour les collectivités locales sur l'entretien de la voirie et le stationnement
- Des économies relatives à l'abandon de l'usage de l'automobile pour les nouveaux usagers TC anciennement usagers VP

-Les gains relatifs à la réduction des externalités, à mettre en relation avec la réduction de l'usage des véhicules particuliers :

- La réduction de l'insécurité routière
- La baisse des nuisances sonores
- La réduction de la pollution atmosphérique
- La réduction de l'effet de serre

	Bilan par poste en € ₂₀₁₂ actualisé
COÛTS	
Investissement HT	-140,8 M€
Pertes de taxes pour l'Etat*	-13,6 M€
Exploitation	-48,5 M€
Coût des transports en commun pour les nouveaux usagers reportés des véhicules particuliers	-10,2 M€
RECETTES	
Recettes des titres de transport pour l'exploitant	42,7 M€
AVANTAGES	
Gain de temps des usagers TC	151,7 M€
Gain de confort et de régularité	15,2 M€
Gain de temps des usagers VP	-69,9 M€
Economies sur l'utilisation de la voiture	34,1 M€
Economies d'entretien de la voirie et de stationnement	13,5 M€
Gain sécurité	6,2 M€
Gain nuisances sonores	3,7 M€
Gain pollution atmosphérique	3,5 M€
Gain effet de serre	0,94 M€
Bénéfice actualisé avec investissement	20,8 M€

Bilan monétarisé par poste en €₂₀₁₂ actualisé

* Les gains et pertes de taxes pour l'Etat concernent la TVA et la TICPE (anciennement TIPP) relatives à l'usage d'un véhicule particulier (carburant, entretien, dépréciation,...) et la TVA appliquée au prix d'un titre de transport en commun (taux réduit à 7%).

XI.5.3.1 Indicateurs socio-économiques

	Indicateurs socio-économiques en €₂₀₁₂	
	Sans COFP*	Avec COFP
Investissement actualisé	108,5 M€	141,0 M€
VAN	20,8 M€	-13,5 M€
VAN/€ investi	0,192€	-0,095 €
TRI	4,71%	3,28%
TRIM	0,94%	0,48%

Indicateurs socio-économiques du bilan

*COFP : Coût d'Opportunité des Fonds Publics

La Valeur Actualisée Nette (VAN), correspondant à la différence entre les coûts et les avantages générés par le projet, s'élève à -5,44 M€.

Le Taux de Rentabilité Immédiat (TRI), correspondant au taux d'actualisation pour laquelle la somme des coûts et des avantages sur les 50 ans d'études est nulle, est égal à 3,61%.

C) METHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES IMPACTS SUR LA SANTE HUMAINE

XI.5.4 / Effets sur la santé

XI.5.4.0 Méthodologie de traitement des impacts sur la santé humaine

Cadre législatif et réglementaire

L'analyse des effets sur la santé est une obligation réglementaire inscrite au 3° du II de l'article R.122-3 du Code de l'Environnement, au même titre que les autres composants de l'environnement.

L'analyse des impacts du projet sur la santé a été réalisée conformément aux recommandations du *Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact*²⁹. La première partie du volet *Analyse des effets du projet sur la santé et mesures envisagées* est ainsi consacrée à la synthèse de la situation et à la définition des objectifs de l'étude. La deuxième partie de l'étude est quant à elle construite selon les quatre étapes de la démarche d'évaluation des risques sanitaires :

- *identification des dangers (réflexion sur les différentes nuisances et pollutions engendrées par le projet),*
- *définition des relations dose-réponse pour chacun des dangers identifiés. Cette étape s'appuie sur la réglementation en vigueur, sur les recherches en cours et sur les recommandations des organismes nationaux et internationaux (Organisation Mondiale de la Santé,...),*
- *évaluation de l'exposition humaine,*
- *caractérisation des risques.*

Dans son guide paru en Mai 2000, l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) prévoit la possibilité d'arrêter la démarche à une étape intermédiaire, sous réserve d'en expliciter les raisons. Afin d'adapter cette démarche au contexte et à l'état des connaissances actuelles, tous les dangers identifiés n'ont pas fait l'objet d'un développement complet. Ce choix s'expliquant soit par l'absence de données scientifiques reconnues, soit par la prise de mesures de réduction suffisantes au regard des risques spécifiques du projet.

Le volet sanitaire de cette étude fait l'objet d'un chapitre spécifique, conformément aux exigences réglementaires. Sa réalisation repose sur deux principes que sont :

- *la transparence (identification des auteurs et de leurs compétences, descriptif des méthodes utilisées, sources bibliographiques mentionnées, présentation des données nécessaires à la réalisation des calculs etc.),*
- *la cohérence (critères de sélection des données...).*
- *Les limites et incertitudes générées par les modèles utilisés ont été discutées au cours de la démarche, comme recommandé par le guide de l'InVS.*

Demande sociale

Ce volet sanitaire a été réalisé de manière à répondre au mieux à la demande sociale relative à la prise en compte des risques sanitaires, qui est de plus en plus forte et qui fait notamment suite aux grandes crises sanitaires ayant eu lieu depuis les années 80.

²⁹ Institut de Veille Sanitaire, Mai 2000

Un décalage est parfois observé entre seuil réglementaire et ressenti de la population. Une grande attention a donc été portée à cette problématique, afin de définir au mieux (lorsque les connaissances scientifiques le permettaient) la relation entre mesure physique et niveau de gêne.

Données utilisées

L'analyse des effets sur la santé a porté sur les thèmes suivants :

- *les nuisances sonores,*
- *la qualité de l'air,*
- *les nuisances olfactives,*
- *les vibrations,*
- *les émissions lumineuses,*
- *la pollution des eaux,*
- *la pollution des sols,*
- *les risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambroisie ou à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées.*

➤ **Caractérisation de la population**

Les modes de vie, faciès de vulnérabilité et les statuts socio-économique et sanitaire de la population ont été étudiés afin de caractériser au mieux la population exposée. Les données ayant servi à cette étude proviennent du *Plan Régional de Santé Publique de Franche-Comté 2006-2008*, du *Projet Régional de Santé 2012-2016* ainsi que des chapitres *IV.4 Environnement humain* et *IV.5 Conditions de déplacement* de cette étude.

➤ **Nuisances sonores**

Les données utilisées pour analyser les impacts des nuisances sonores sur la santé humaine proviennent des études acoustiques présentées au chapitre *Impacts et mesures* de cette étude. Elles ont été confrontées aux seuils réglementaires disponibles ainsi qu'aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) afin de permettre une prise de décision quant à la mise en place de mesures de protection.

➤ **Qualité de l'air**

Ce thème fait l'objet d'un développement particulier (paragraphe suivant).

➤ **Nuisances olfactives**

Le trafic routier est une source importante de Composés Organiques Volatils (COV) et est donc susceptible de générer des nuisances olfactives. Les données sur les émissions en COV en situation initiale, situation fil de l'eau (2035) et situation projet (2035) sont celles issues du logiciel IMPACT-ADEME version 2.0, comme décrit au paragraphe suivant.

➤ **Vibrations**

En raison de la nature du projet, aucune étude vibratoire n'a été réalisée. La prise en compte des effets potentiels des vibrations générées par le projet sur la santé humaine est donc purement qualitative. Elle s'appuie néanmoins sur les normes en vigueur et sur les données scientifiques disponibles concernant la perception subjective de cette nuisance.

➤ **Emissions lumineuses**

Les éclairages existant et à venir ont été localisés et les risques sanitaires pouvant en découler ont été analysés de manière qualitative. Les mesures envisagées tiennent compte de la réglementation récemment mise en place et des dernières publications scientifiques disponibles sur le sujet (décret n° 2011-831 du 12 juillet 2011 relatif à la limitation des nuisances lumineuses).

➤ **Pollution des eaux et des sols**

Les données utilisées pour la rédaction de ce chapitre proviennent de l'analyse de l'état initial sur la qualité des eaux et des sols et de l'analyse des impacts du projet sur les eaux et les sols menée dans cette étude (chapitre Impacts et mesures).

➤ **Risques d'allergies liés à la prolifération de l'ambroisie ou à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées**

Les recommandations et l'expertise du Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) ont permis d'analyser les risques sanitaires liés à la prolifération de l'ambroisie et/ou à l'utilisation d'essences d'arbres inadaptées, et de mettre en place des mesures de réduction pertinentes.

XI.5.4.1 Qualité de l'air

Périmètre d'étude

La modélisation a été effectuée sur l'ensemble des voies routières comprises dans le périmètre d'étude des études de trafic et subissant une variation de trafic de plus ou moins 10% entre la situation fil de l'eau (horizon de mise en service + 20 ans sans aménagement) et la situation avec projet (horizon mise en service + 20 ans avec projet).

Des raisons techniques liées à la modélisation ont conduit à des modèles état initial et états projetés différents ; bien qu'ils couvrent les mêmes zones et axes, ces modèles ne sont pas construits de manière complètement similaire, ce qui rend impossible une analyse tronçon par tronçon. En effet, le découpage par tronçon diffère selon l'horizon considéré (situation initiale, fil de l'eau ou projet). Une comparaison des états globaux a donc été réalisée et le raisonnement mené à l'échelle de l'agglomération du Pays de Montbéliard.

Données d'entrée

Les hypothèses formulées pour le calcul des trafics à l'horizon 2035 sont identiques à celles adoptées pour les modélisations acoustiques. Les données d'entrée du logiciel IMPACT- ADEME sont tirées du logiciel de modélisation de trafic, qui a conduit à analyser 5140 tronçons. Pour une question de lisibilité, les données d'entrée tabulées par tronçon ne sont pas rappelées dans la présente étude.

Méthodologie

Les impacts du projet sur la qualité de l'air ont été simulés à l'aide du logiciel IMPACT- ADEME version 2.0, développé par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) et s'appuyant sur la méthodologie COPERT III.

Le logiciel IMPACT-ADEME version 2, développé par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) et s'appuyant sur la méthodologie COPERT III (Computer programme to calculate emissions from road transport III).

L'utilisation du logiciel IMPACT-ADEME a nécessité la modification de certaines données d'entrée :

-le logiciel IMPACT-ADEME ne pouvant traiter des vitesses poids lourds supérieures à 100 km/h, les données d'entrées ont été modifiées : les vitesses poids lourds égales à 110km/h ont été remplacées par 100 km/h.

-les données d'entrée comportant une vitesse théorique inférieure à 30 km/h ont été remplacées par la vitesse la plus faible admissible par le logiciel (30km/h) afin de permettre le traitement des données des tronçons concernés.

Les calculs ont été effectués pour une vitesse et un véhicule donné (véhicule léger ou poids lourd) et les émissions unitaires ont été calculées (émission d'un véhicule à une vitesse donnée pour 1 km). Les émissions (g/j) par polluants ont ensuite été calculées selon la formule suivante :

$$E_{\text{polluant}} = E_{\text{unitaire VL}} * \text{flux VL} * \text{longueur} + E_{\text{unitaire PL}} * \text{flux PL} * \text{longueur}$$

Avec :

Epolluant : Emission en g/j d'un polluant donné

Eunitaire VL : Emission g/j d'un véhicule léger sur 1 km parcouru et une vitesse donnée

Eunitaire PL : Emission g/j d'un poids lourd sur 1 km parcouru à une vitesse donnée

flux VL : flux de véhicules légers (nb/j) sur le tronçon considéré

flux PL : flux de poids lourds (nb/j) sur le tronçon considéré

longueur : longueur du tronçon considéré

Limites et incertitudes liées au modèle utilisé

La quantification des émissions se base sur de nombreuses hypothèses dont il est difficile d'évaluer l'incertitude. Ces hypothèses sont :

- les caractéristiques de circulation (nombre de véhicules total, pourcentage de poids lourds, vitesse de circulation, nombre de véhicules roulant à froid...),
- les caractéristiques des routes prises en compte (longueur, pente,...),
- les facteurs d'émissions utilisés par IMPACT-ADEME.

Il est également rappelé qu'à défaut de facteurs d'émissions disponibles pour 2035, les facteurs d'émission 2025 ont été pris en compte. Cette hypothèse est majorante pour la quantification de la plupart des polluants. Seuls les HAP ont des émissions qui augmentent d'année en année.

Par ailleurs, IMPACT-ADEME ne calcule que les polluants émis à l'échappement. Ne rentrent pas dans le champ de l'étude les polluants émis par les équipements automobiles, par l'entretien des voiries ou par évaporation directe.

Parmi les polluants tirant le risque et qui disposent de facteurs d'émission pour l'usure des équipements automobiles ou entretien des voiries, on retrouve les HAP. Ces émissions ne représentent que 2 % des émissions totales de HAP lié au trafic routier. Elles ne sont donc pas prépondérantes et ne modifient pas les conclusions de l'étude.

PAVAN	Marion	Octobre 2012
INGENIEUR DU GENIE SANITAIRE 2011-2012		
Health component of the environmental impact assessment of transport infrastructure projects		
<p>Abstract:</p> <p>Transport infrastructure (road, rail or public transit) are a major source of pollution (noise, odor, vibration, light pollution, air pollution, etc.). The health component of the environmental impact assessment includes a study of the health effects of projects subject to authorization. The purpose of this paper is to analyze and specify the content of the health aspects the of impact assessments conducted by SETEC International, a consulting firm specializing in transport infrastructure projects. He particularly aims to help residents to have a better understanding of the health risks potentially generated by these projects.</p> <p>This study was constructed combining field observations, interviews with experts and consultations with many different Regional Health Agencies on the health aspects (“SISE-ERSEI” database).</p> <p>A literature review of current knowledge on pollution and their health effects was carried out to allow a better understanding of their perceptions and the risks they cause to human health. The work done also offers an overview of current practices and main areas for upcoming reflection on the health component, including the methodologies that can be implemented to improve the consideration of nuisances.</p> <p>These proposals are illustrated by an application to a transport infrastructure project: the project of “Transport à Haut Niveau de Service” of Montbéliard and a note about the methodological framework for the development of the health component of the “Grand Projet Ferroviaire du Sud-Ouest”.</p>		
<p>Keywords : Environmental impact assessment, Health, Pollution, Noise, odor, vibration, light pollution, vibration, air, transport infrastructure, road, rail, public transit, Regional Health Agencies, SISE-ERSEI</p>		
<p><i>L'école des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.</i></p>		

PAVAN	Marion	Octobre 2012
INGENIEUR DU GENIE SANITAIRE		
2011-2012		
Approfondissement du volet sanitaire des études d'impact sur des projets d'infrastructures de transport		
<p>Résumé :</p> <p>Les infrastructures de transport (routières, ferroviaires ou de type transports en commun) sont une des principales sources de nuisances (bruit, nuisances olfactives, vibrations, émissions lumineuses, pollution de l'air etc.). Le volet sanitaire de l'étude d'impact sur l'environnement comprend une étude des effets sur la santé des projets soumis à autorisation.</p> <p>L'objet de ce mémoire est d'analyser et d'approfondir le contenu du volet sanitaire des études d'impact réalisées par SETEC International, bureau d'études spécialisé dans les projets d'infrastructures de transport. Il a notamment pour objectif de permettre de mieux répondre aux attentes des riverains sur la connaissance des risques sanitaires liés aux nuisances engendrées par ces projets.</p> <p>Cette étude a été construite en mêlant observations de terrain, entretiens auprès d'experts et consultations de nombreux avis d'Agences Régionales de Santé sur le volet sanitaire (base de données SISE-ERSEI).</p> <p>Une synthèse bibliographique des connaissances actuelles sur les nuisances et de leurs effets sur la santé a été réalisée afin de permettre de mieux appréhender leur perception et les risques qu'elles engendrent pour la santé humaine. Le travail réalisé propose également un état des lieux des pratiques actuelles, ainsi que des pistes de réflexion et d'approfondissement du volet sanitaire, notamment sur les méthodologies pouvant être mises en œuvre pour améliorer la prise en compte des nuisances.</p> <p>Ces propositions sont illustrées par une application à un projet d'infrastructure de transport : le projet de Transport à Haut Niveau de Service du Pays de Montbéliard et une note de cadrage méthodologique rédigée pour l'élaboration du volet sanitaire du Grand Projet Ferroviaire du Sud-Ouest.</p>		
<p>Mots clés : Etude d'impact, Volet sanitaire, Nuisances, Bruit, Odeurs, Emissions lumineuses, Vibrations, Infrastructure de transport, Air, Routier, Ferroviaire, Transports en commun, Agences Régionales de Santé, SISE-ERSEI.</p>		
<p><i>L'école des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.</i></p>		