

E7. Etude sanitaire

E.7.1. préambule

Le présent « volet sanitaire » s'attache à évaluer les impacts de la réalisation de l'autoroute A355 Grand Contournement Ouest de Strasbourg sur la santé humaine conformément à l'article L.122-3 du code de l'environnement, qui apporte des compléments aux études d'impact des projets d'aménagement.

L'article L.122-3 stipule notamment : « 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 DGS (direction générale de la santé) n°2001-185 du 11 avril 2001 relative à l'analyse des effets sur la santé dans les études d'impact, précise la liste des informations devant au minimum figurer dans le présent volet.

Cette évaluation nécessite :

- d'initier la réflexion par une identification des dangers pour la santé : nuisances acoustiques, risque de pollution des eaux ou de l'air... ;
- de définir les «relations doses-réponses» pour chacun des dangers évoqués. Cette partie s'appuiera sur la réglementation en vigueur, et sur les recherches en cours ou les recommandations des organismes nationaux ou internationaux (organisation mondiale de la santé...) ;
- de caractériser la population susceptible d'être exposée (en insistant sur les populations à risque), ainsi que les facteurs externes pouvant favoriser une éventuelle exposition (présence d'installations à risques, conditions météorologiques...), sur la base des éléments recensés dans l'état initial ;

- de conclure, par recoupement des informations, sur le risque potentiel du projet vis à vis de la santé humaine.

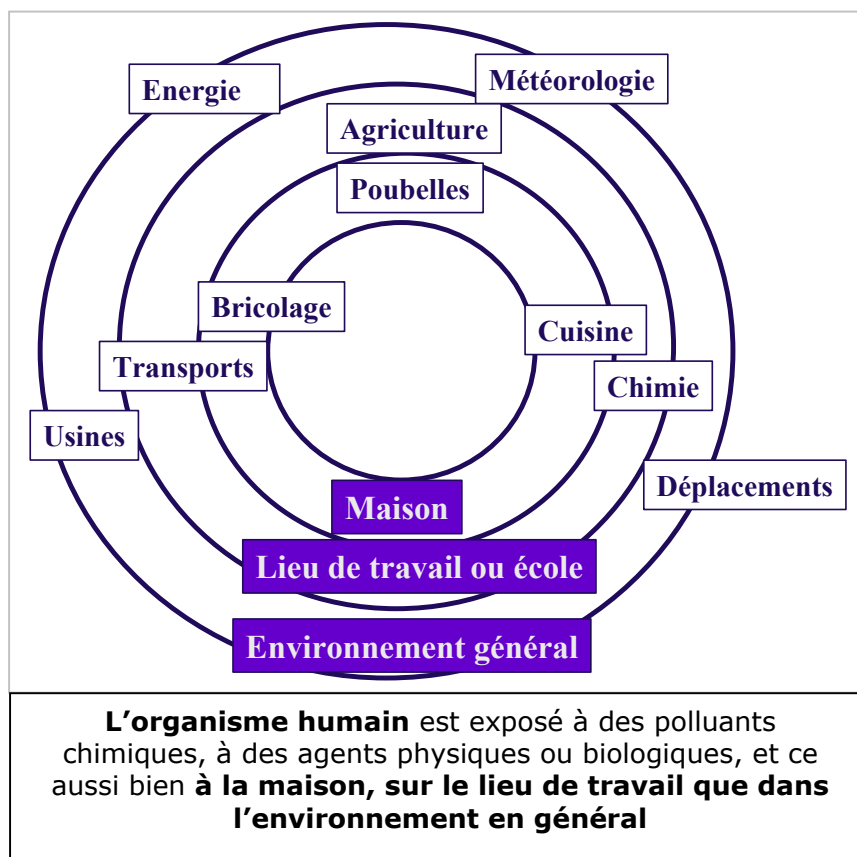
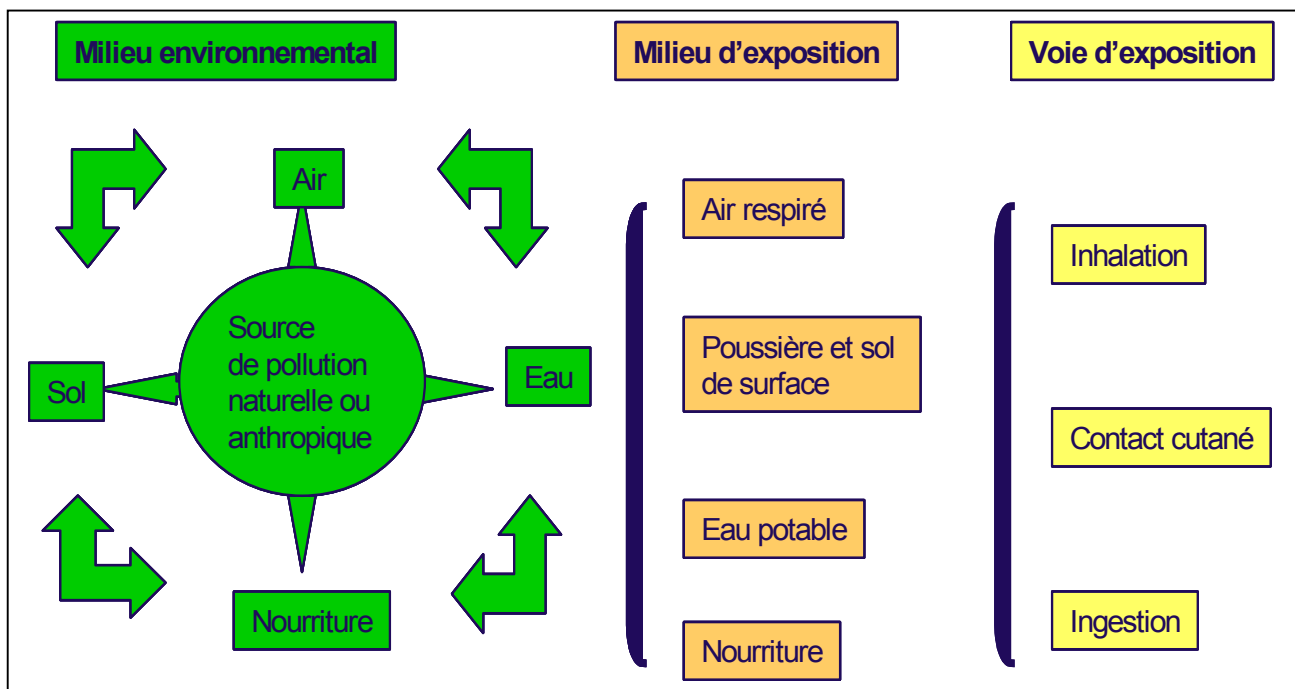
Le présent volet santé analyse l'ensemble des effets potentiels sur la santé humaine, liés au projet. Les dangers potentiels identifiés sont les suivants :

- les nuisances acoustiques ;
- la pollution atmosphérique (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'impacts des infrastructures routières a été prise en compte) ;
- la pollution des eaux ;
- la pollution des sols ;
- les pollutions accidentelles qui peuvent engendrer une pollution atmosphérique ou une pollution des eaux ;
- les opérations en phase travaux (bruit, vibration, émission de poussières et pollution des eaux) : les effets potentiels sur la santé humaine issus de la phase chantier sont traités séparément à la fin du document.

La bande d'étude pour l'analyse des effets sur la santé humaine est adaptée aux différentes thématiques et précisée au chapitre sur l'analyse de la population exposée.

Compte-tenu des trafics attendus et du contexte dans lequel le projet s'inscrit, les études relatives à la qualité de l'air correspondent au niveau le plus détaillé (type I) défini par la circulaire du 25 février 2005 (Cf tableau ci-contre).

Relation entre environnement, milieux et voies d'exposition



E.7.2. analyse des dangers potentiels pour la santé humaine

E7.2.1 Les nuisances acoustiques

Bien que les niveaux sonores auxquels sont soumis les riverains du tracé sont sans conséquences sur leur appareil auditif, les effets du bruit routier sur la santé peuvent ne pas être négligeables. Une gêne peut apparaître à partir d'un certain niveau de bruit et entraîner une situation de stress néfaste pour la santé. Cette réaction dépendant fortement de chaque individu, de son environnement ou de sa relation au bruit, il est difficile de déterminer précisément un niveau-seuil à partir duquel l'apparition d'un stress aurait des conséquences physiologiques ; cependant, de nombreuses enquêtes tendent à situer un seuil de gêne vers 60-62 dB(A).

Des études tendent à montrer qu'à partir d'un certain niveau sonore des troubles cardiovasculaires peuvent apparaître. Bien qu'il soit difficile actuellement d'établir avec certitude un lien de causalité entre le bruit et ces effets, ces derniers pourraient apparaître selon les dernières études pour des niveaux supérieurs à 70 dB(A) en façade.

Un des effets majeurs du bruit sur la santé concerne les troubles du sommeil dont les conséquences sont bien connues : sensation de fatigue au réveil, troubles de l'humeur, perte de vigilance, troubles de la concentration... De plus, des niveaux de crête dépassant un certain seuil peuvent entraîner des réactions physiologiques : déformation de la structure du sommeil, troubles du système neuroendocrinien, effets sur le système cardio-vasculaire. Alors qu'il semble exister un phénomène d'habituation pour les deux premiers effets, les perturbations du système cardiovasculaire semblent persister avec l'exposition au bruit.

Durant les périodes nocturnes, les individus sont plus sensibles aux niveaux de crête qu'à la dose de bruit reçue : le passage isolé d'un camion ou d'une moto par exemple peut perturber de façon importante le sommeil. La commission des

communautés européennes estime qu'un niveau nocturne de 30-35 dB(A) à l'intérieur d'une habitation (soit 55-60 dB(A) pour une isolation de façade standard) et des niveaux de crête n'excédant pas 45 dB(A) n'affectent pas la qualité du sommeil. La réglementation en vigueur ne prend pas actuellement en compte les effets dus à des niveaux de crête susceptibles de perturber le sommeil.

E7.2.2 La pollution atmosphérique

Les polluants atmosphériques émis par les véhicules automobiles peuvent être de nature gazeuse ou particulaire. Les principaux représentants sont:

Le dioxyde de carbone (CO₂)

Il est produit par l'oxydation du carbone présent dans les carburants.

A haute dose, il conduit à des troubles pouvant aller, dans les cas extrêmes, jusqu'à l'asphyxie.

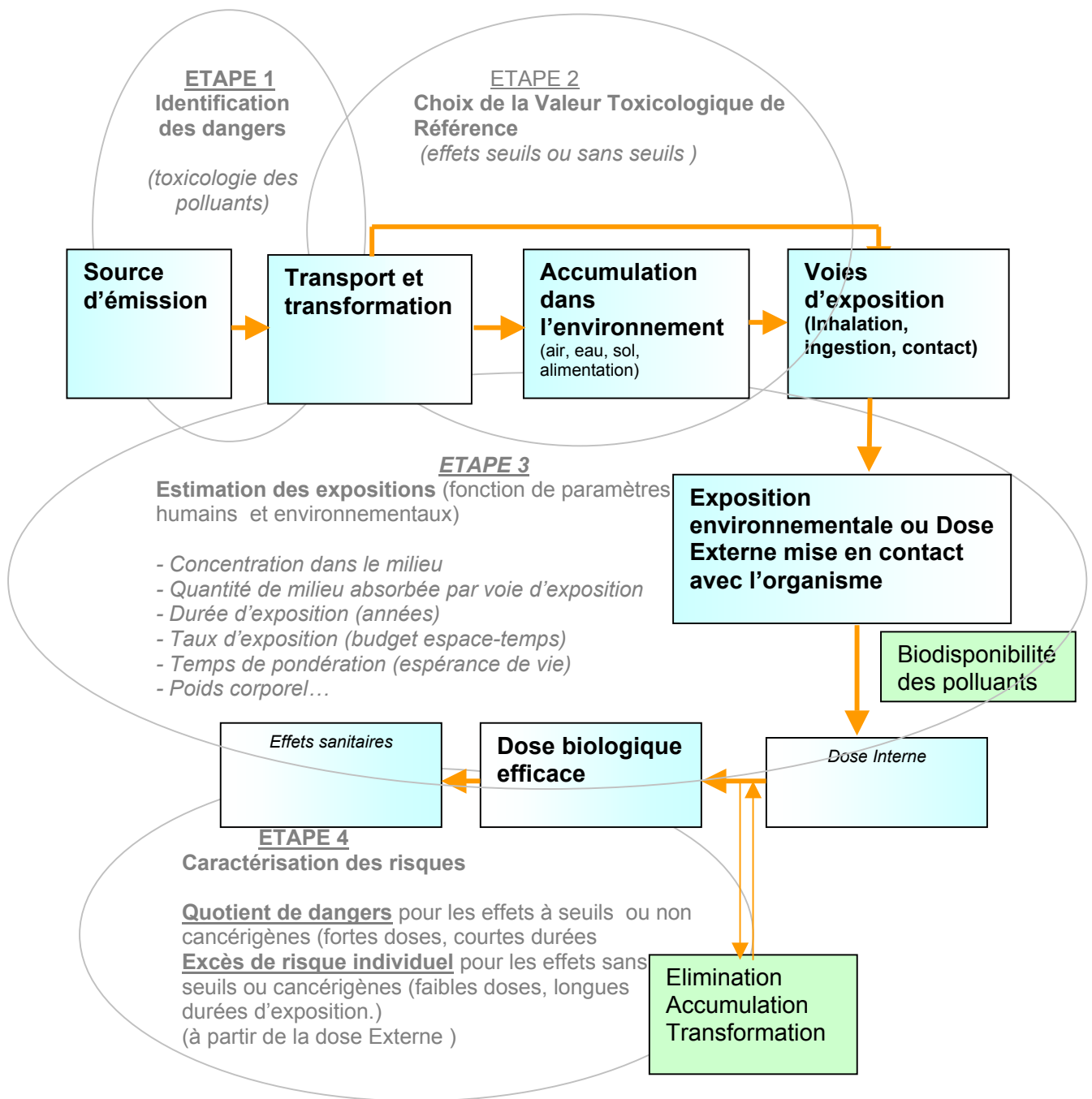
Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone (gaz inodore et incolore) est produit par la combustion incomplète du carburant. L'intoxication par le monoxyde de carbone se traduit dans un premier temps par des céphalées* et des nausées, puis par des vertiges, des troubles sensoriels (atteinte du champ visuel, de l'odorat, baisse de l'acuité auditive), enfin par une perturbation du rythme respiratoire et une impotence musculaire pouvant conduire à la mort par asphyxie.

Les oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote (principalement NO et NO₂) sont formés à haute température par oxydation de l'azote de l'air. Ils présentent une forte toxicité de type oxydant. A ce titre, ils sont classés par la Communauté Européenne comme toxiques et irritants pour les yeux et les voies respiratoires. La relation entre les oxydes d'azote et la mortalité a été établie par plusieurs études épidémiologiques, mais cette relation reste ambiguë.

L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES : LES ÉTAPES



Les poussières et les matières en suspension

Les particules ou poussières résultent d'une part d'une combustion incomplète du carburant – lubrifiant (notamment pour les véhicules diesels produisant des particules de petite taille), et d'autre part de phénomènes d'usure et de frottement. L'exposition à long terme aux MES (en particulier les particules les plus fines) se traduit par un accroissement du risque de bronchites chroniques, de décès par maladies respiratoires et cardio-vasculaires, et de cancer pulmonaire.

Les Composés Organiques Volatils (COV)

Cette famille de composés carbonés regroupe les hydrocarbures (aromatiques monocycliques, alcanes, etc.) et les composés oxygénés (aldéhydes, acides, éthers, etc.). L'évaporation du carburant depuis le réservoir est également une source d'émission de COV, notamment pour l'essence, plus volatile que le gazole. Les effets vont de la simple gêne olfactive à des irritations des yeux, de la gorge et des voies respiratoires. Certains composés ont des effets mutagènes et cancérigènes probables (formaldéhyde/benzène).

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP* sont des composés lourds qui se retrouvent pour certains à la surface des particules, pour d'autres, plus volatils et émis en moins grandes quantités, présents dans la phase gazeuse. Six d'entre eux sont communément reconnus pour leur potentiel cancérigène (ex : le benzo[a]pyrène (BaP)). Les autres HAP émis par les véhicules automobiles sont considérés comme des toxiques systémiques non cancérigènes (ex : le naphthalène).

Le dioxyde de soufre (SO₂)

C'est un gaz formé à partir du soufre contenu dans le gazole. Il s'agit d'un gaz irritant qui est responsable, à court terme et pour des expositions à des doses élevées, d'une altération de la fonction respiratoire. Ces troubles sont particulièrement ressentis par les enfants.

Son action est accentuée par la présence de particules, avec lesquelles il forme des mélanges complexes avec effet de synergie.

Les éléments traces métalliques (ETM)

Le plomb reste un bon traceur de la circulation même si, à partir de 2000, depuis l'interdiction de l'essence plombée, il ne représente qu'une part négligeable dans les émissions totales. La toxicité du plomb est très aiguë (saturnisme).

L'émission de cadmium en très faible quantité se poursuit en raison de l'utilisation de stéarate de cadmium comme stabilisant des caoutchoucs et d'additifs des lubrifiants.

D'autres métaux, essentiels à l'équilibre physiologique des êtres vivants, peuvent être toxiques dans le cas d'une absorption excessive : le zinc, utilisé comme additif dans les lubrifiants et dans les glissières de sécurité et les clôtures, reste un très bon indicateur des niveaux d'équipement de la route et de l'aire de l'influence routière ; le cuivre se retrouve comme constituant des pièces d'usure des véhicules.

Bilan des dangers liés à la pollution atmosphérique

Les effets élémentaires des polluants sur la santé humaine se manifestent de manière très différente suivant le degré d'exposition, les classes de population concernées ou la nature du polluant.

Les effets des polluants doivent être envisagés selon deux termes. A court terme, ces effets peuvent aller de la simple irritation à l'aggravation de faiblesses individuelles conduisant dans certains cas extrêmes au décès prématuré (de quelques jours à quelques semaines) de personnes fragiles. A long terme, la contribution des polluants pourrait intervenir dans l'apparition de pathologies chroniques ou de cancers. Tous les constituants de la pollution atmosphérique sont susceptibles de provoquer l'aggravation de l'état de santé des personnes sensibles et les études épidémiologiques menées jusqu'à ce jour n'ont pas permis de mettre en évidence un seuil d'innocuité.

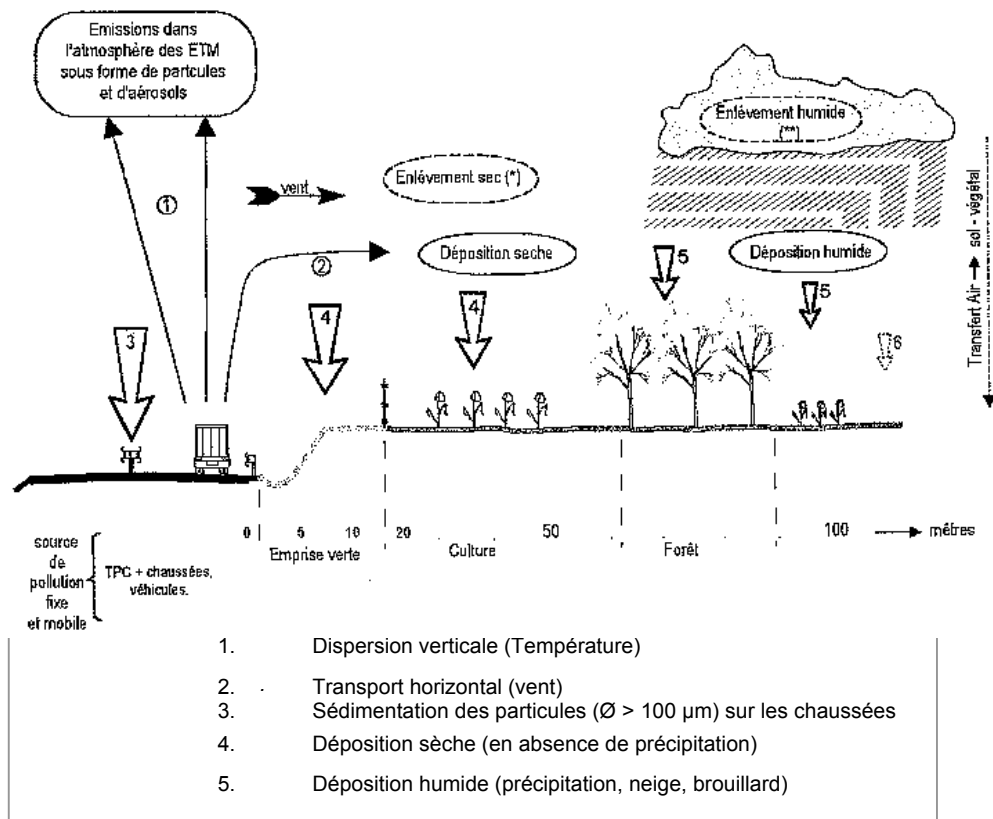


Figure 1 – Transport, dispersion et déposition des ETM (éléments traces métalliques) à proximité d'une voie de circulation

D'une façon générale, les risques portent plus sur la ressource en eau elle-même que sur les éventuelles pathologies pour l'homme. En effet, compte-tenu de la surveillance permanente de la qualité des eaux servant à l'alimentation en eau potable par les services de la DDASS, la traçabilité réduit considérablement les risques de toxicité chronique pour l'homme.

Le plus souvent les fortes teneurs observées au sol affectent les 20 à 40 premiers mètres correspondants aux emprises vertes (non cultivées). Au delà d'une distance de 40 à 80 mètres, cette pollution ne se distingue plus de la pollution de fond (sources : CETE de l'Est)

Enfin, il a été démontré que de nombreux polluants avaient des effets cancérigènes (benzène, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc). Leur contribution individuelle dans les manifestations pathologiques dues à la pollution automobile globale n'a cependant pas été clairement établie.

E7.2.3 La pollution des eaux

Un projet routier est générateur de pollution que l'on peut retrouver dans les milieux aquatiques. Ces pollutions sont susceptibles d'intervenir aussi bien en phase construction qu'en phase exploitation de la route.

La pollution particulaire

Elle a lieu principalement en phase de construction des infrastructures. Elle a pour origine le décapage des emprises, les terrassements, la circulation des engins de chantier, les apports de matériaux de chantier (minéraux, bétons, chaux,...). Cette pollution peut perdurer tant que les terres mises à nues ne sont pas végétalisées.

Cette pollution ne peut avoir qu'un impact limité sur la santé humaine, car elle n'est pas toxique et ne peut pas concerner directement des alimentations en eau potable du fait des traitements appliqués (éliminée par floculation, filtration). Elle intervient davantage dans la dégradation des milieux aquatiques et la perturbation des écosystèmes. Cette pollution ne peut avoir un impact sur la santé humaine que lorsque l'entraînement de particules est associé à un relargage de produits toxiques associés à celles-ci.

La pollution chronique

La pollution chronique est une conséquence directe de la circulation des véhicules sur la chaussée. Elle résulte de l'usure de la chaussée et des véhicules, ainsi que de l'émission de substances nocives par les véhicules eux-mêmes.

La majorité des polluants émis se retrouvent dans l'air avant de se déposer soit sur la chaussée, soit sur les abords de la voie routière, à des distances très variables. La pollution que l'on retrouve

dans les eaux de ruissellement routières ne représente qu'environ 30% de la pollution totale émise (varie entre 10 et 40%).

Les principaux polluants tels que les métaux et les hydrocarbures, s'absorbent majoritairement sur les particules avant d'être entraînées par les eaux de ruissellement. Ils se retrouvent ainsi dans les sédiments des milieux récepteurs et sont susceptibles de repasser dans la chaîne alimentaire ou de se libérer dans les eaux. Les risques de toxicité aigue sont faibles du fait des teneurs mises en jeu, par contre la toxicité par bioaccumulation entraîne des risques à plus long terme de par l'effet cumulatif, en particulier en ce qui concerne les métaux lourds.

Les hydrocarbures, et en particulier les hydrocarbures polycycliques sont également des composés toxiques indésirables véhiculés par les eaux routières. Leur dégradation par les UV limite les risques d'accumulation dans les eaux, par contre celle-ci peut survenir dans les sédiments et affecter fortement les écosystèmes aquatiques.

La pollution saisonnière

La pollution saisonnière est constituée principalement du sel répandu pour la viabilité hivernale. Ce sel présente l'avantage de ne pas avoir d'effet cumulatif du fait de sa solubilité. Aux regard du seuil admis pour la potabilité des eaux, qui est de 200mg/l, la pollution saisonnière ne représente pas un danger pour la santé humaine, excepté lorsqu'un dépôt de sel se trouve sur une zone de captage. L'impact du sel répandu sur les chaussées n'est réellement perceptible sur les milieux naturels que lorsqu'il atteint un plan fermé à très faible taux de renouvellement ou lorsque les eaux inchangées en sel atteignent des milieux naturels sensibles.

La pollution saisonnière peut également être générée par l'entretien des dépendances routières, en particulier par l'épandage de produits phytosanitaires.

Ces produits sont toutefois d'un emploi limité le long des routes, où ils font l'objet d'une attention particulière lors de leur mise en œuvre. La diminution de la rémanence des produits actuellement

utilisés limite les risques d'atteinte au milieu aquatique et à la santé humaine.

E7.2.4 La pollution des sols

Les origines de la pollution des sols sont identiques à celles développées pour la ressource en eau.

- Pollution liée au chantier de l'infrastructure
- Pollution accidentelle par défaut d'un ouvrage de gestion des eaux de ruissellement.
- Pollution liée à l'exploitation de l'infrastructure
- Retombées atmosphériques (particules, éléments traces métalliques et micro-polluants organiques émis par les pots d'échappement des véhicules)
- Lessivage des polluants déposés sur la chaussée et les glissières de sécurité. (même type de polluants, dont plomb, chrome, zinc, cuivre, cadmium...).

Le vent est le principal facteur de dispersion, les charges déposées sont plus importantes en remblais qu'en déblais. A situation équivalente (trafic, météo, profils de la voie, nature des sols), les flux de déposition sont moins élevés sous couvert forestier qu'en milieu ouvert.

Si les polluants de l'air et de l'eau qui se déposent sur la végétation ne présentent souvent pas de toxicité pour eux, ils sont pour certains dangereux pour l'homme. C'est le cas des éléments traces métalliques (plomb, cadmium, zinc) appelés ETM, des hydrocarbures et des hydrocarbures polycycliques aromatiques.

Les risques peuvent provenir :

- de la consommation de produits végétaux contaminés par des polluants, de l'utilisation de végétaux pour l'alimentation du bétail, avec risque de contamination des tissus animaux et des produits lactés,
- de la contamination des chaînes alimentaires par le biais de la bio-accumulation, l'homme étant situé en bout de chaîne alimentaire.

E7.2.5 Les pollutions accidentelles

Le risque de pollution accidentelle engendré par une infrastructure routière est lié au risque d'accident et la circulation mettant en cause des poids lourds transportant des matières polluantes et/ou dangereuses, ce qui constitue donc un risque pour la santé humaine lorsque ces matières se répandent dans l'environnement. Cela suppose une perte significative du confinement d'un camion citerne. Les conséquences de ce risque lié au transport des matières dangereuses varient notamment en fonction :

- du type d'accident ;
- des matières transportées ;
- de la zone géographique ;
- de la population concernée, localisation et topologie du site.

Ainsi, les pollutions accidentelles peuvent engendrer une pollution des eaux, une pollution atmosphérique ou une pollution des sols et des végétaux.

La diversité dans les caractéristiques des pollutions accidentelles d'origine routière (nature des polluants, typologie des accidents) rend l'analyse détaillée des dangers pour la santé humaine difficile à réaliser de manière exhaustive.

Les pollutions accidentelles peuvent avoir ainsi des effets directs par :

- dégagement d'un nuage toxique provoquant une intoxication par inhalation : action irritante sur les muqueuses de l'ammoniac par exemple, infection des voies respiratoires ;
- effet de souffle (matières explosives) ;
- brûlures (matières inflammables) ;
- déversement de matières liquides contaminant des eaux exploitées (pour la consommation en eau potable, irrigation...): azote, pesticides (principe de précaution pour les effets long terme des pesticides sur l'organisme, effet cancérigène potentiel mais non démontré) ;
- ou des effets indirects par contamination de sols cultivés et fixation sur les végétaux.

Les risques pour l'homme de ces effets indirects résultent de :

- la consommation de produits végétaux contaminés par des polluants ;
- l'utilisation de végétaux pour l'alimentation du bétail, avec risque de contamination des tissus animaux et des produits lactés ;

- la contamination des chaînes alimentaires par le biais de la bio-accumulation, l'homme étant situé en bout de chaîne alimentaire.

E.7.3. analyse des relations dose réponse

E7.3.1 Préambule

L'analyse des relations doses-réponses, consiste à évaluer les relations entre les niveaux d'exposition aux agents dangereux, qui ont été identifiés préalablement, et la survenue de dangers pour la santé humaine.

$$RISQUE = DANGER \times EXPOSITION$$

$$\begin{aligned} \text{Si } D \searrow \text{ et } E \nearrow &= R \nearrow \\ \text{Si } D \nearrow \text{ et } E \searrow &= R \searrow \end{aligned}$$

Le danger désigne ici tout effet toxique d'un polluant ou d'un ensemble de polluants sur l'organisme

L'exposition, quant à elle caractérise le contact entre le vecteur de danger et l'organisme (qui, où, comment et durée du contact).

Le risque est l'expression d'une probabilité à voir se développer un effet sanitaire en fonction des caractéristiques intrinsèques d'un polluant et de la quantité d'exposition des populations à cette pollution.

Les thèmes étudiés dans l'évaluation sanitaire concernent les trois principaux milieux d'exposition des populations à savoir l'air, l'eau et le sol.

Que ce soit pour des effets toxiques à seuil de dose ou sans seuil de dose, les relations entre la dose et la réponse peuvent s'exprimer par des indices toxicologiques regroupés sous le terme générique de valeur toxicologique de référence (VTR).

Les VTR dépendent :

de la voie d'exposition (orale ; respiratoire; cutanée) ;
du type de substance. Sont alors distinguées :

- les substances avec effet de seuil : l'effet néfaste apparaît au-delà d'un certain seuil d'exposition.

La VTR s'exprime alors sous forme d'une concentration admissible dans l'air (CAA), pour une exposition par inhalation et sous forme d'une dose journalière admissible (DJA), pour une exposition par ingestion ou contact ;

- les substances sans effet de seuil : ceci concerne toutes les substances cancérigènes pour lesquelles l'effet néfaste peut apparaître quelle que soit la dose. La VTR s'exprime alors sous forme d'un excès de risque unitaire (ERU) pour des expositions cutanée ou orale, et on parle de ERUi dans le cas d'une exposition par inhalation. L'ERUi exprime la probabilité de survenue d'un cancer supplémentaire lors de l'exposition par inhalation de la substance. Cette valeur est donnée par conséquent sous la forme d'une probabilité (ou fourchette de probabilité).

Les différents types de VTR sont résumés dans le tableau ci-après.

« Rien n'est poison, ce qui fait le poison, c'est la dose »

*Théophrastus Brombrastus Von
Hohenheim
dit Paracelse (1493-1541)*

Voie d'exposition	Milieux		
	Air	Sol	Eau
Inhalation	Air intérieur, extérieur	Vapeurs, particules en suspension	Transfert à partir de l'eau publique
Ingestion	Fruits et légumes	Ingestion humaine de sol	Ingestion humaine d'eau
	Viande, lait, œufs (transfert végétaux-animaux)	Viande, lait, œufs (ingestion de sol par animaux)	Fruits et légumes irrigués
	Animaux (inhalation)	Fruits et légumes	Poissons et crustacés
	Lait maternel	Viande, lait, œufs (transfert sol-végétaux-animaux)	Viande, lait, œufs (ingestion d'eau par animaux)
Contact		Lait maternel	Lait maternel
	Non (négligeable devant inhalation)	Contact cutané avec sol	Contact cutané lors de la toilette ou de la baignade

	Voie orale ou cutanée	Voie respiratoire
Effets toxiques à seuil de dose	Dose journalière admissible (DJA) en mg/kg/j	Concentration admissible dans l'air (CCA) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Effets toxiques sans seuil de dose ou cancérigènes	Excès de risques unitaire (ERU) exprimé en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}^{-1}$	Excès de risques unitaire par inhalation (ERUI) exprimé en $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Extrait du guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact - Institut de veille sanitaire - février 2000

Les VTR sont exprimées en concentration de référence pour la voie respiratoire, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dénommée RfC (concentration de référence), MRL (minimum risk level) ou CAA selon les organismes ou en dose de référence pour les voies orales ou cutanée en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ de poids corporel/jour dénommée RfD (dose de référence), MRL ou DJA selon les organismes.

E7.3.2 Les nuisances acoustiques

Le bruit généré par les transports ne provoque pas à court terme de maladies, il n'existe conséquent pas de VTR.

Le bruit apparaît davantage comme une source de gêne et de désagrément. Le paragraphe suivant présente les seuils de gêne pouvant être retenus.

E7.3.3 La pollution atmosphérique

Pour chacune des substances sélectionnées, les effets aigus (liés à une exposition de courte durée mais à de fortes doses) et les effets chroniques (consécutifs à de longues durées d'exposition à de faibles doses) ont été pris en compte.

Selon les mécanismes toxiques mis en jeu, deux grands types d'effets sanitaires peuvent être classiquement distingués : les effets survenant à partir d'un seuil de dose (principalement les effets non cancérigènes ou effets systémiques) et les effets survenant sans seuil de dose (principalement les effets cancérigènes génotoxiques). Une même substance peut produire ces deux types d'effets.

La Valeur Toxicologique de Référence (VTR*) est une appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique établissant une relation quantitative entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet). Exprimée généralement en mg/m^3 , elle représente la quantité maximale théorique d'un agent toxique pouvant être administrée à un sujet, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé.

Les effets à seuil de dose peuvent apparaître après une exposition aiguë ou chronique à un agent toxique. Une dose minimale de toxique non nulle (ou seuil) dans l'organisme peut provoquer l'apparition d'un effet non nul. En dessous de ce seuil, l'effet considéré ne peut donc se produire. La gravité des effets dépend de la dose reçue. Les effets sans seuil de dose peuvent apparaître quelle que soit la dose non nulle reçue par l'organisme (absence de seuil). Plus la dose de toxique reçue est élevée, plus la probabilité (= risque) de

survenue du cancer (= danger) augmente. Pour ces toxiques sans seuil d'effet (cancérigènes génotoxiques), les VTR* sont présentées sous forme d'Excès de Risque Unitaire (ERU*). Cet ERU représente la probabilité de survenue d'un effet cancérigène pour une exposition à une unité de dose donnée.

Lorsqu'une substance est classée cancérigène, les autres effets toxiques (effets systémiques) ont toutefois été considérés même si, par construction, les VTR pour le risque cancérigène (ERU) sont généralement plus protectrices pour la santé. La protection contre le risque d'effets cancérigènes évite donc à fortiori le risque de survenue d'effets systémiques.

Polluants pris en compte dans l'étude

Substances	Abréviations
<u>Polluants classiques</u>	
Dioxyde de soufre	SO ₂
Monoxyde de carbone	CO
Monoxyde de di-azote	N ₂ O
Méthane	CH ₄
Ammoniaque	NH ₃
Dioxyde d'azote	NO ₂
Particules diesel	PMD
<u>Composés organiques volatils</u>	
Benzène	C ₆ H ₆
1,3-butadiène	C ₄ H ₆
Formaldéhyde	CH ₂ O
Acroléine*	C ₃ H ₄ O
<u>Hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP</u>	
Benzo[a]pyrène	C ₂₀ H ₁₂
Naphtalène	C ₁₀ H ₈
<u>Métaux</u>	
Cadmium	Cd
Chrome	Cr
Cuivre	Cu
Nickel	Ni
Plomb	Pb
Sélénium	Se
Zinc	Zn

Les VTR par voie respiratoire retenues sont présentées dans les tableaux ci-après.

Polluants	Effets à seuil				
	Effets chroniques (exposition > 365 j ; calculs réalisés aux TMJA)				
	VTR (mg/m ³)	Effet critique	Etude (A: animal ; H: homme)	Source	Année révision
NH ₃	0,1	Effets respiratoires (aggravation de symptômes déjà présents chez les personnes) et irritation des yeux.	H	US EPA	1991
SO ₂	5.10 ⁻²	Effets respiratoires	H	OMS	1999
NO ₂	4.10 ⁻²	Effets respiratoires	H	OMS	1999
PM ₁₀ (ici = diesel)	(Diesel) 5.10 ⁻³	Effets respiratoires	A	US EPA	2003
<i>COVNM</i>					
Benzène	3.10 ⁻²	Diminution du nombre de lymphocytes	H	US EPA	2003
1,3 Butadiène	2.10 ⁻³	Développement (atrophie ovarienne)	A	US EPA	2002
Formaldéides	9,84.10 ⁻³	altération de l'épithélium nasal	H	ATSDR	1999
Acroléine	2.10 ⁻⁵	lésions nasales	A	US EPA	2003
<i>HAP</i>					
Naphtalène	3.10 ⁻³	Effets respiratoires (hyperplasie et métaplasie des épithélium respiratoires et olfactifs)	A	US EPA	1998
<i>ETM</i>					
Cd	5.10 ⁻⁶	Altération des fonctions rénales	H	OMS	2000
Cr	Cr6 : 1.10 ⁻⁴	poumon	A	US EPA	1998
Cu	1,2.10 ⁻⁴	irritations oculaires et respiratoires		VNC	
Ni	2.10 ⁻⁴	Inflammation chronique des voies respiratoires et fibrose pulmonaire	A	ATSDR	1997
Pb	5.10 ⁻⁴	Effets systémiques neurologiques ou hémathologiques	H	OMS	2000
Se	2,4.10 ⁻⁴	irritations oculaires et respiratoires		VNC	
Zn	1,2.10 ⁻³	irritations oculaires et respiratoires		VNC	

Valeur Toxicologique de Référence (VTR) des polluants à effets à seuils pour une exposition de longue durée.

Pièce E : Etude d'impact

E7. Etude sanitaire

Polluants	Effets à seuil				
	Effets aigus (exposition < 24h ; calculs réalisés aux heures de pointe)				
	VTR (mg/m ³)	Effet critique	Etude (A: animal ; H: homme)	Source	Année révision
NH3	1,2	Irritation des voies respiratoires hautes (nez et gorges)	H	ATSDR	2002
SO2	125.10 ⁻³	Diminution des fonctions pulmonaires	H	OMS	1999
NO2	2.10 ⁻¹	Diminution des fonctions pulmonaires	H	OMS	1999
PM10 (ici = diesel)	PM 10 : 2.10 ⁻²	UE	H	UE	1999
<i>COVNM</i>					
Benzène	0,16	Diminution de certains processus immunologiques	A	ATSDR	1997
Formaldhéides	6.10 ⁻²	Congestion de la sphère ORL (+ irritations du nez et du thorax)	H	ATSDR	1999
Acroléine	1,1.10 ⁻⁴	Irritation oculaire	H	ATSDR	1990

Valeur Toxicologique de Référence (VTR) des polluants à effet à seuil pour une exposition de courte durée.

Polluants	Effets sans seuil : substances cancérigènes ou potentiellement cancérigènes				
	Effets chroniques (exposition > 365 j ; calculs réalisés aux TMJA)				
	VTR (µg/m ³) ⁻¹	Site de cancer	Etude (A: animal ; H: homme)	Source	Année révision
PM10 (ici = diesel)	(diesel) 3,4.10 ⁻⁵	poumon	x	EHC	1996
<i>COVNM</i>					
Benzène	7,8.10 ⁻⁶	sang (leucémie)		US EPA	2000
1,3 Butadiène	3.10⁻⁵	sang (leucémie)	x	US EPA	2002
Formaldhéides	1,3.10 ⁻⁵	nez	H/A	US EPA	1991
<i>HAP</i>					
Benzo(a)pyrène	8,7.10 ⁻³	poumon	H	OMS	1987
<i>ETM</i>					
Cd	1,8.10 ⁻³	poumon	x	US EPA	1998
Cr	1,2.10 ⁻²	poumon	H	US EPA	1998
Ni	3,8.10 ⁻⁴	poumon	x	OMS	2000

Valeur Toxicologique de Référence (VTR) des polluants à effets sans seuil.

E7.3.4 La pollution des eaux

La pollution induite sur la ressource en eau peut entraîner des conséquences graves sur l'exploitation d'un captage (fermeture, recherche d'un nouveau point d'eau, travaux importants de dépollution), mais les effets sur la santé restent finalement très limités de par la surveillance permanente exercée sur ces alimentations.

La baignade dans des eaux polluées représente également un impact potentiel et cet enjeu doit également être pris en compte dans les études sur l'utilisation des eaux du fait des normes de qualité des eaux de baignade et des risques sanitaires liés à l'ingestion d'eau au cours des activités aquatiques.

Les effets indirects sont plus difficiles à appréhender du fait même de leur action sur le plus long terme et de leur interaction avec d'autres facteurs du milieu. Ainsi, l'arrosage de végétaux réservés à la consommation humaine avec de l'eau polluée ne s'exprimera en terme d'effet sur la santé que si d'autres éléments interviennent comme la présence d'engrais, de pesticides, d'un manque de lavage de végétaux avant consommation,...

En ce qui concerne la consommation de poissons les risques apparaissent là également limités

E7.3.5 La pollution des sols

Polluants inclus dans l'étude

Le benzo(a)pyrène a été pris comme représentant des HAP cancérigènes et le naphthalène comme représentant des HAP non cancérigènes.

Pour les métaux, le plomb (Pb), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le nickel (Ni), le sélénium (Se) et le zinc (Zn) ont été retenus.

Résultats

Les tableaux ci-dessous synthétisent les VTR retenues pour les polluants inclus dans l'étude.

Polluants	EFFET À SEUIL
	Effet chronique (exposition > 365 j ; calculs réalisés aux TMJA)
	Effet critique
Naphtalène	Diminution du poids
Cadmium	Protéinurie (H)
Chrome VI	Aucun effet critique spécifié
Cuivre	<i>Carence plus dangereuse qu'un excès</i>
Nickel (poussières)	Diminution de poids
Plomb	Troubles neurologiques et hématologiques
Sélénium	Sélénose
Zinc	Problèmes sanguins
Effets à seuil sur la santé de certains polluants du sol et des végétaux liés aux transports routiers.	

Polluants	EFFET SANS SEUIL
	Effet chronique (exposition > 365 j ; calculs réalisés aux TMJA)
Ba(P)	Cancer de l'estomac
Effet sans seuil sur la santé de certains polluants du sol et des végétaux liés aux transports routiers.	

E7.3.6 Les pollutions accidentelles

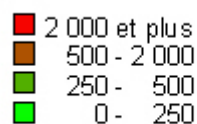
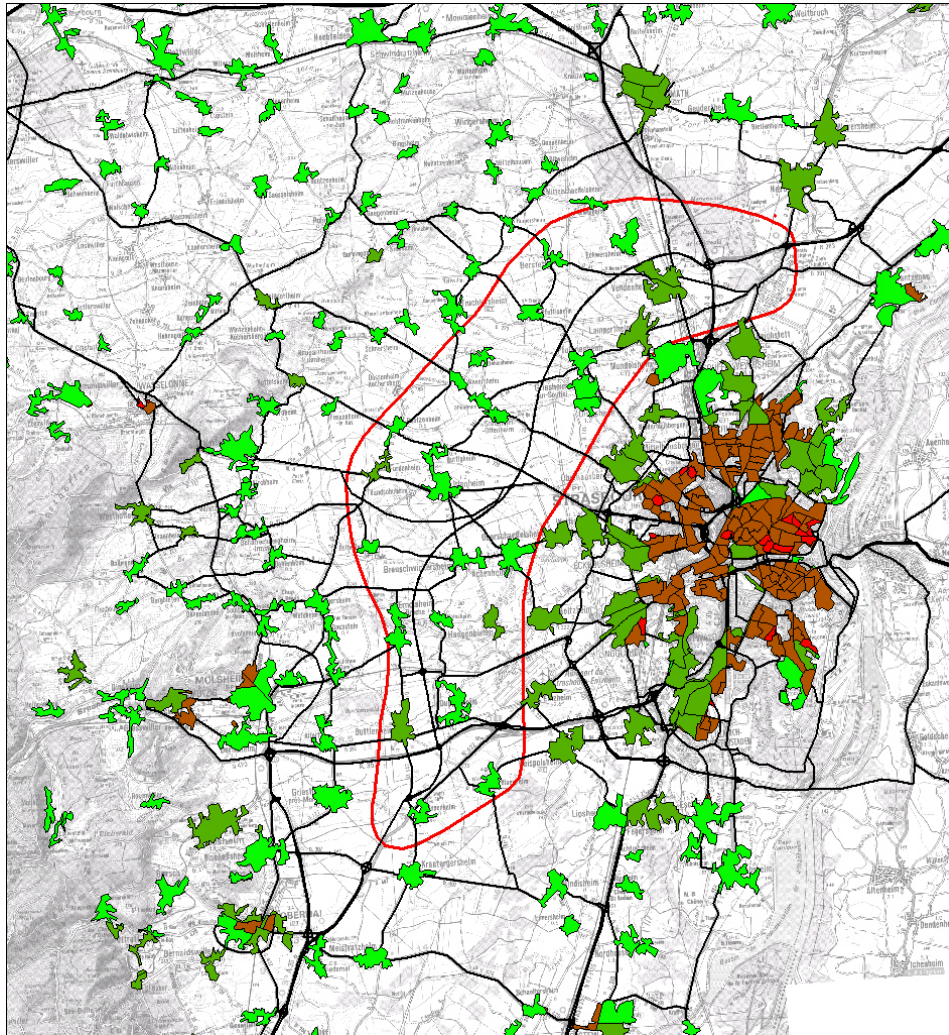
De la diversité des produits susceptibles d'être transportés, découle la diversité des accidents pouvant se produire sur le trajet. De fait, il est difficile, voire impossible de définir une relation dose-réponse type liée au transport de matières dangereuses. Les éventuels accidents peuvent porter atteinte à la qualité :

- des eaux, souterraines et superficielles : le texte réglementaire applicable est le décret du 20 décembre 2001 concernant les normes de potabilité des eaux pris en application de la directive européenne du 3 novembre 1998. Par ailleurs, l'OMS propose des valeurs guides, également prises en compte.

La zone géographique pour l'étude des impacts sanitaires comprend **une population totale de 691 931 habitants en 2000**, intégrant l'ensemble de la population de Strasbourg (selon l'INSEE recensement de 1999), répartie de façon hétérogène dans la zone d'étude.

Cette répartition hétérogène est prise en compte sous la forme de 3 types de valeurs pour le bruit de fonds de pollution : « Communauté urbaine de Strasbourg » ; « village » (rural bâti) et « campagne » (rural non bâti)). Les valeurs de la pollution de fonds ont été prises constantes entre 2000 et 2020.

Il n'est pas fait de distinction pour des sous-populations spécifiques (enfants, personnes âgées...) car les VTR sélectionnées sont dérivées en tenant compte de l'existence de personnes ou sous-groupes plus sensibles que l'ensemble de la population générale.



Densité de population par zone de 330 m par 330 m

La répartition 2020 prise pour le calcul des IPP correspond aux hypothèses des documents de planification et d'urbanisme couvrant la zone

- de l'air, via un accident mettant en cause des produits volatils, ou suite à la combustion de certains produits pouvant dégager des fumées toxiques ; le décret n°98-360 du 6 mai 1998 modifié relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et l'environnement instaure des valeurs limites en matière de santé publique.
- des sols : dans ce cas, les effets sur la santé sont indirects, et peuvent avoir un impact sur la santé par bio-accumulation dans la chaîne alimentaire (ingestion de produits végétaux cultivés sur des sols pollués, consommation de viande ou de produits laitiers issus d'animaux ayant eux-mêmes consommé ces végétaux). Les doses, de même que les réponses, seront définies au niveau des produits de consommation, elles varieront largement d'un produit à l'autre.

E.7.4. Evaluation des populations exposées

E7.4.1 Populations exposées aux nuisances acoustiques

Le nombre d'habitations dans la bande d'étude, de part et d'autre du GCO et des voies au trafic modifié de plus ou moins 10%, après la réalisation du projet a été évaluée dans le cadre de l'évaluation monétarisée.

E7.4.2 Populations exposées aux pollutions atmosphériques

La bande d'étude sur chaque voie est définie en fonction du trafic attendu en 2020 avec le projet, conformément à la circulaire Equipement/Santé/Ecologie du 25 février 2005. La répartition de la population en 2020 correspond aux hypothèses du SCOTERS*.

E7.4.3 Populations exposées à la pollution des eaux

Les deux principaux milieux d'exposition des populations sont l'eau potable et l'eau de baignade.

Eau potable par ingestion (prises d'eau de surface ou périmètres de protection rapprochée des captages AEP, irrigation...)

Eaux de baignade (le contact cutané est communément considéré comme une voie d'exposition négligeable par rapport à l'ingestion).

Il convient aussi d'ajouter la consommation de poissons ou de végétaux pouvant être contaminés.

La détermination des populations exposées à un risque de pollution des eaux est donc directement liée au décompte des captages d'alimentation en eau potable et des sources et puits.

Les captages d'alimentation en eau potable situés dans l'air d'étude ou à proximité, sont au nombre de 5 :

forages F1 et F2 d'Altorf,

forages F2 et F3 de Griesheim/Molsheim,

forages de Lingolsheim,

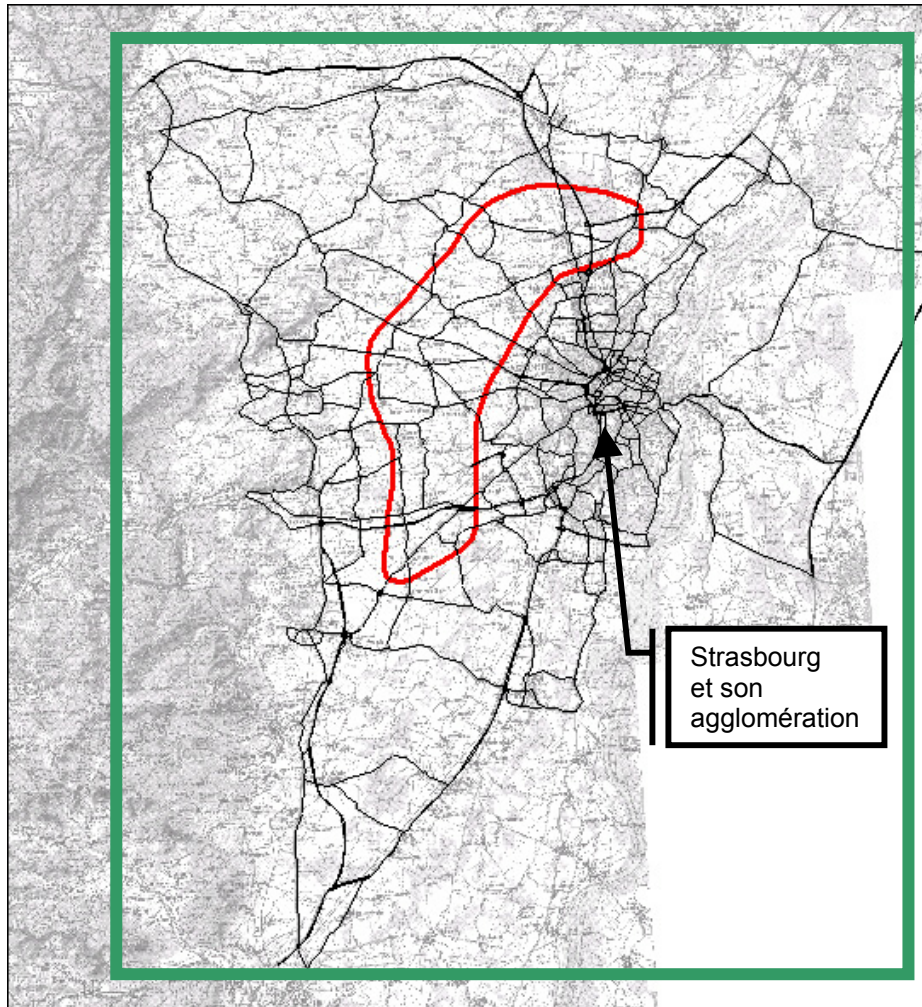
forages P1 et P2 de Holtzheim,

forages de Lampertheim.

Des projets de forages supplémentaires à Wolfisheim et Griesheim sur Souffel complètent ce recensement.

Les captages d'Altorf et de Griesheim/Molsheim ainsi que leurs périmètres de protection sont situés en dehors de l'air d'étude. Leur positionnement en amont hydraulique de la zone d'étude leur confère une vulnérabilité faible à nulle par rapport au projet.

Les forages de Lingolsheim, Holtzheim, Lampertheim, ainsi que les projets de forage de Wolfisheim et de Griesheim sur Souffel sont tous situés à l'aval hydraulique de la zone d'étude, donc dans la zone d'influence potentielle du projet. Le captage de Lampertheim, situé à l'intérieur de l'aire d'étude et dont les périmètres sont également en grande partie recoupés par cette aire, apparaît le plus sensible au passage d'un projet routier.



■ Aire d'étude pour les effets sanitaires englobant les axes routiers subissant une variation de trafic de +/- 10% du fait du projet et le reste des axes modélisés pour l'étude « trafics »

■ Aire du fuseau du GCO

Ce choix correspond aux recommandations de la note méthodologique « volet air » du guide technique sur les études d'environnement dans les projets routiers. Il est recommandé dans cette note que « la taille de la zone d'étude soit adaptée à l'étude des effets du projet sur la pollution atmosphérique à l'échelle urbaine (impact sur la pollution de fond) et qu'elle soit suffisamment large pour inclure le projet et l'ensemble du réseau routier (et pas seulement celui subissant une modification (augmentation et réduction) des flux de trafic de plus de 10% du fait de la réalisation du projet »).

E7.4.4 Populations exposées à la pollution des sols

En rase campagne les situations à risques surgissent lorsque la voie est proche du terrain naturel (peu d'emprise) avec en bordure des cultures spécialisées (maraîchage, vergers, vignobles, tabacs), biologiques, industrielles sous contrat ou labellisées. Les autres productions agricoles (céréales, lait...) faisant l'objet d'un système de collecte, de transformation et de valorisation au travers de grandes coopératives ne représentent pas un vecteur d'exposition significatifs pour les populations.

En milieu péri-urbain ou urbain, les cultures destinées à l'alimentation directe (jardins familiaux...), voire les aires de jeux ou autres sites fréquentés par la population représentent les milieux d'exposition des populations, essentiellement par voie d'ingestion de sol ou de denrées destinées à l'alimentation directe .

E7.4.5 Populations exposées aux pollutions d'origine accidentelle

Les personnes exposées aux pollutions accidentelles sont les mêmes que celles exposées aux pollutions chroniques de l'air, de l'eau et des sols. Cela peut donc atteindre une population variable, plus ou moins étendue.

E.7.5. Caractérisation des risques

L'évaluation du risque lié au projet est basée sur des simulations mathématiques des futures émissions puis de leur dispersion dans l'atmosphère, des véhicules qui circuleront sur le tronçon autoroutier du GCO de Strasbourg et sur l'ensemble du réseau routier modélisé pour l'étude des trafics.

Les résultats de ces simulations ont été obtenues selon trois scénarii :

- en 2002 sans le projet de GCO
- en 2020 sans le projet de GCO
- en 2020 avec le projet de GCO

Pour ces différentes situations, l'utilisation d'un modèle d'exposition a permis d'estimer les concentrations dans l'air. La concentration de polluants dans l'air inhalé et le risque associé en ont ensuite été déduits.

Pour chacun des agents dangereux, l'exposition par voie respiratoire se traduit en effet par une Concentration Journalière d'Exposition (CJE*), c'est-à-dire la concentration du polluant dans l'air respiré par l'individu, en tenant compte de la fréquence et de la durée de son exposition. L'exposition par ingestion se traduit par une Dose Journalière d'Exposition (DJE*), c'est-à-dire la concentration du polluant ingéré par l'individu. Le calcul des DJE est basé sur les concentrations en polluants dans les sols et la chaîne alimentaire et sur des scénarii majorants de consommation alimentaire, ainsi que le poids corporel des cibles.

Pour l'ingestion, deux scénarii ont été envisagés selon que l'alimentation provient intégralement (cas majorant appelé cas 1) ou en partie de la zone d'étude (cas minorant appelé cas 2).

E7.5.1 Risques liés aux nuisances acoustiques

L'évaluation de l'impact sanitaire a été abordée au travers des aspects suivants :

Impact sonore et perturbation du sommeil en **période nocturne** ;

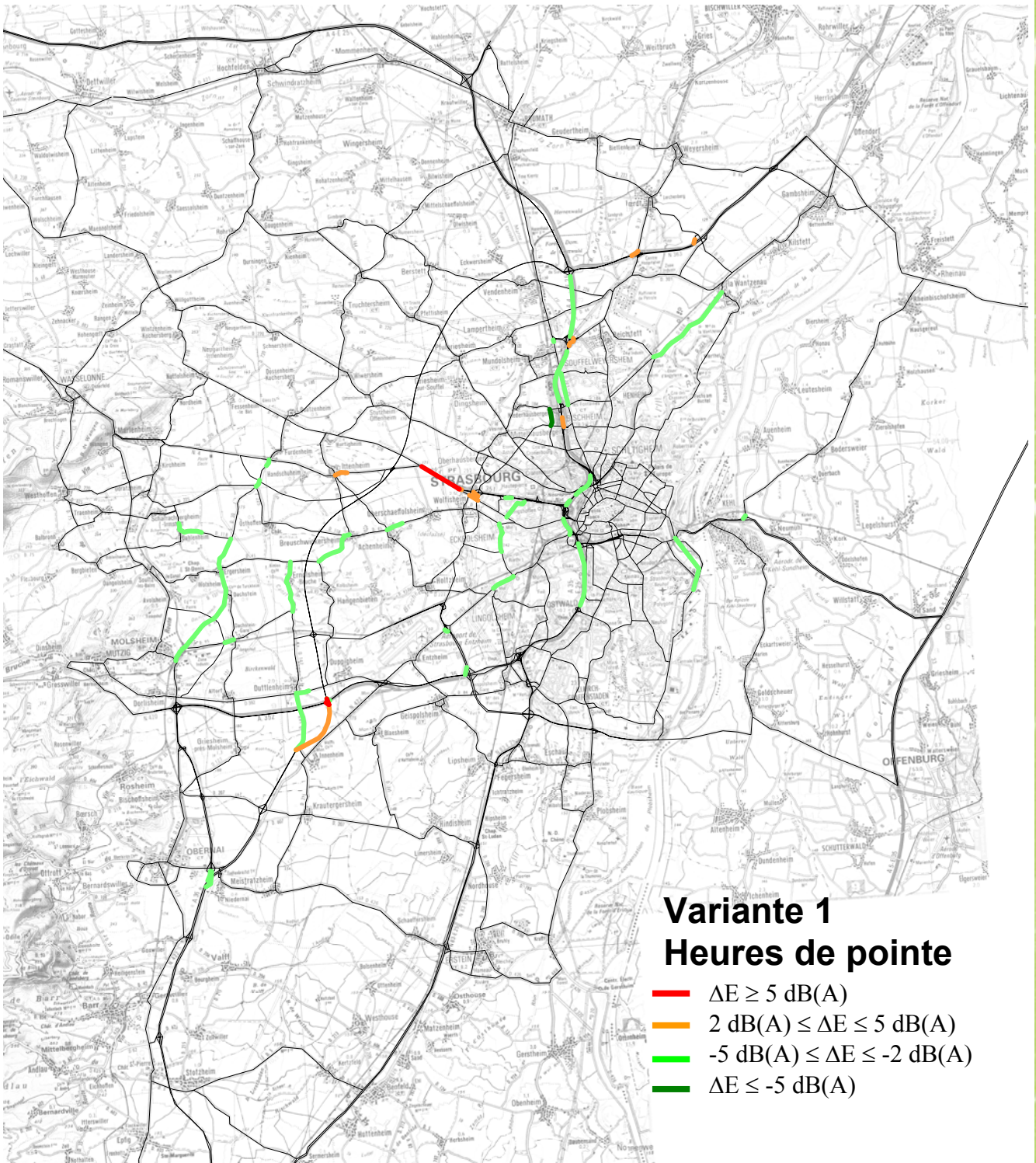
Evaluation de **l'émergence acoustique** du projet dans le paysage sonore actuel ;

Nuisances liées à une augmentation de l'émission sonore sur le **réseau annexe**.

Outre l'évaluation des impacts de l'opération, les impacts du programme (requalification de l'A35) ont aussi été évalués selon cette méthodologie.

L'analyse consiste à évaluer l'émission sonore des tronçons du réseau annexe étudié pour la situation de référence et la situation de projet et les variations qui en résultent. Cette analyse est indépendante des conditions de site et permet de quantifier les variations d'émission sonore de la **source routière seule**.

Cette analyse est effectuée pour les périodes de jour (6h-22h), de nuit (22h-6h), aux heures de pointes (7h-9h, 12h-14h et 16h-19h) et aux heures creuses (le reste).



Variations d'émission sonore -
Variante 1/Référence - période heures de
pointe

Les périodes réglementaires sont les périodes de jour et de nuit. Les périodes correspondant aux heures creuses et aux heures de pointe sont étudiées à titre informatif afin de faire apparaître des variations que les périodes réglementaires ne font pas apparaître pour cause de 'lissage'. Les trafics de chaque période sont obtenus en effectuant la moyenne des trafics des tranches horaires contenues dans chaque période. Les valeurs d'émissions sonores des VL et des PL sont issues des abaques du « Guide du Bruit » [1].

Les sections du réseau faisant l'objet de cette analyse sont les suivants :

- tronçons communs à la situation de référence et à la situation de projet

- tronçons où $TMJA \geq 5000$ veh/j (2sens)
- Tronçons où les vitesses PL ou les vitesses VL sont supérieures à 20 km/h pour les deux situations (limites du modèle d'émission acoustique).

Impact sonore nocturne

Les **critères réglementaires** et le critère basé sur l'évaluation du niveau maximal dépassé 10 fois par nuit sont simultanément **vérifiés** sur **l'ensemble du projet**. Dans la limite des hypothèses adoptées, aucun bâtiment n'est susceptible de subir une gêne sonore entraînant une dégradation de la qualité du sommeil comme le résumé le tableau ci-dessous.

	Distance LAeq (m)	Distance LAmax (m)	Respect des deux critères
Tronçons Variante 1			
Echangeur A35 - Echangeur ZI Duppigheim	> 200	157	Oui
Echangeur ZI Duppigheim - Echangeur RN4	> 200	154	Oui
Echangeur RN4 - Echangeur A4	> 200	151	Oui
Tronçons Variante 2			
Echangeur A35 - Echangeur ZI Duppigheim	> 200	178	Oui
Echangeur ZI Duppigheim - Echangeur RN4	> 200	178	Oui
Echangeur RN4 - Echangeur A4	> 200	176	Oui
Résultats de l'étude d'impact sonore nocturne.			

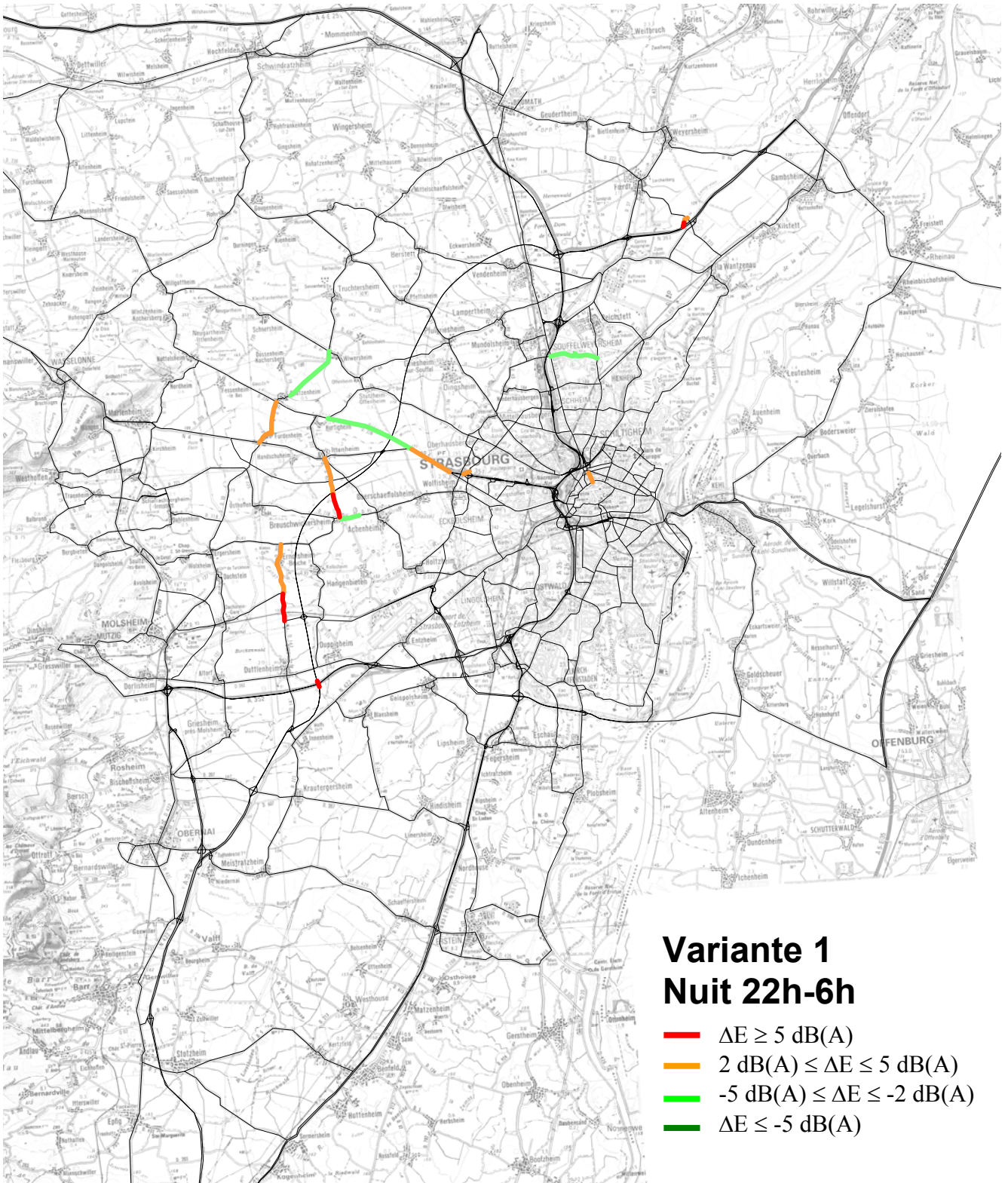
Émergence acoustique du projet

Il s'agit d'évaluer un critère de gêne fréquemment mentionné par des riverains d'infrastructures de transport et se caractérisant par l'émergence de l'infrastructure dans le paysage sonore actuel.

L'émergence du projet routier est définie comme la différence entre le niveau sonore incluant toutes les sources présentes, y compris le projet routier, et le niveau sonore incluant toutes les sources sonores hormis le projet routier.

Il est communément admis qu'une émergence inférieure à 2 dB(A) n'est pas perceptible.

Une émergence importante ne se traduit pas nécessairement par un impact sanitaire négatif : dans la mesure où les prescriptions des protections préconisées par l'étude d'impact sont respectées, les niveaux sonores des bâtiments exposés au projet sont en deçà des niveaux sonores à partir desquels des troubles de santé peuvent apparaître. Une émergence élevée traduit en revanche une dégradation de la qualité de l'environnement sonore d'un site et contribue ainsi à l'apparition d'une gêne.



Variations d'émission sonore – Variante 1/Référence – période Nuit

Résultat

Les émergences présentées (E) ont été calculées pour **quelques agglomérations riveraines** du projet, **représentatives** des différentes situations, où des valeurs du niveau sonore étaient disponibles à **l'état initial**. Ces émergences sont valables en milieu extérieur, en façade des bâtiments. Elles **incluent** les **protections** préconisées dans l'étude d'impact. Dans les tableaux qui suivent, $L_{initial}$, L_{GCO} et L_{tot} représentent respectivement le niveau sonore initial, la contribution acoustique du projet et le niveau sonore total. E représente l'émergence acoustique du projet.

Le critère d'émergence permet d'évaluer la modification du paysage sonore entre la situation sonore avec le projet à saturation acoustique (bruit maximal) et la situation sonore diurne actuelle (2003).

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Communes	Modification du paysage sonore (horizon + 20 ans)
Duttlenheim	+
Duppigheim	Nord ++ Est 0
Ernolsheim	+++
Kolbsheim	Est ++
Breuschwickersheim	Nord + Est 0
Stutzheim-Offenheim	0
Pfulgriesheim	0
Eckwersheim	Sud + Village 0
Vendenheim	Ouest + Nord +++
Légende :	
0 Pas de modification significative du paysage sonore	
+ Modification perceptible du paysage sonore	
++ Modification importante du paysage sonore	
+++ Modification très importante du paysage sonore	
Résultats de l'étude d'émergence.	

Le niveau sonore sans le projet routier est évalué à l'aide de la campagne de mesure d'état initial. La contribution sonore du projet est évaluée par simulation, sur la base des hypothèses suivantes :

- bruit à **saturation** pour le projet
- niveau sonore de jour pour les valeurs sonores **d'état initial** (valeurs 2003)

La première hypothèse permet de maximiser l'émergence et d'évaluer le cas le plus contraignant (pour mémoire, la saturation acoustique du GCO correspond à un trafic de 68 000 véh/j pour une prévision en 2020 dans l'hypothèse haute de 40 000 à 45 000 véh/j), la deuxième hypothèse correspond aux données de références les plus fiables et récentes.

Synthèse

Parmi les secteurs étudiés, aucune dégradation importante de la qualité du paysage sonore n'est relevée pour les bâtiments directement exposés au projet dans les secteurs de Duppigheim Est, Breuschwickersheim, Stutzheim-Offenheim, Pfulgriesheim et Eckwersheim.

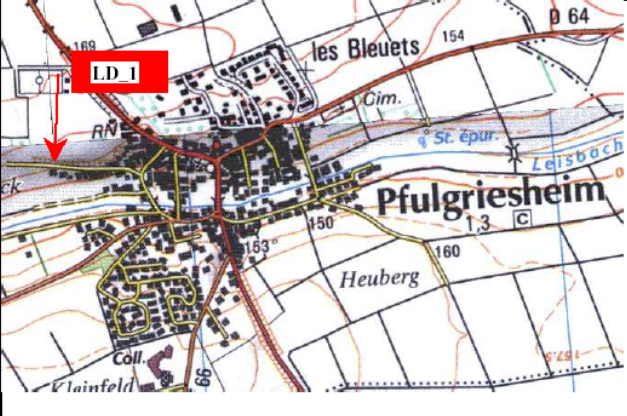
En revanche, une dégradation importante de la qualité du paysage sonore apparaît pour les bâtiments directement exposés au projet des secteurs de Duppigheim Nord, Ernolsheim, Kolbsheim et Vendenheim Nord. Les émergences importantes s'expliquent par des environnements sonores initiaux particulièrement calmes ($L_{Aeq(jour)}$ entre 40 et 50 dB(A) pour de nombreux secteurs).

Pièce E : Etude d'impact

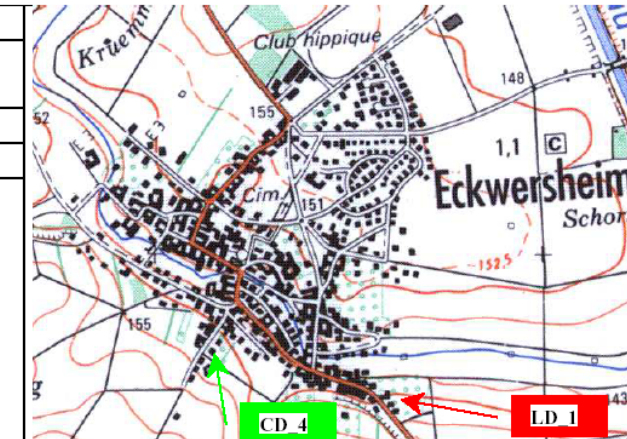
E7. Etude sanitaire

L_{initial} = niveau sonore initial (mesures 2003)
 L_{GCO} = contribution acoustique du projet à saturation acoustique
 L_{tot} = niveau sonore total résultant
 Les mesures de l'état initial correspondent à des mesures de :
 LD = Longue durée
 CD = courte durée

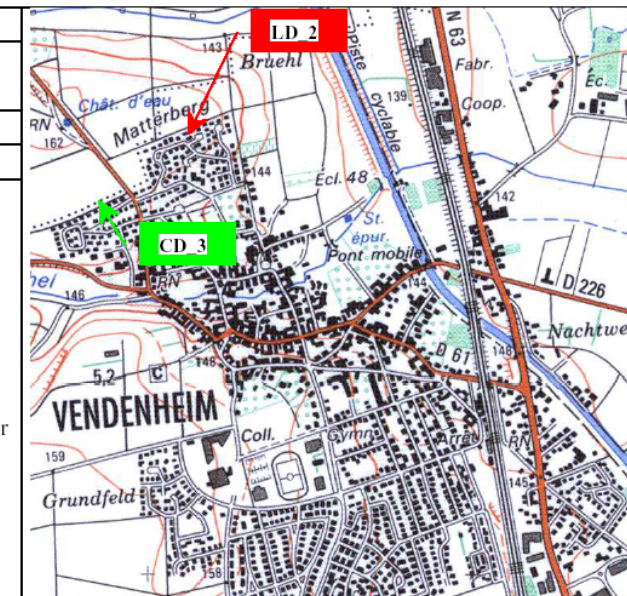
Pfulgriesheim				
Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
LD_1	48	44.7	49.7	1.7
Commentaires:				
LD 1 : Pas de modification significative du paysage sonore				



Eckwersheim				
Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
LD_1	53	52.7	55.9	2.9
CD_4 (L _{Aeq} 27 min.)	48	45.3	49.9	1.9
Commentaires:				
LD 1 : Modification perceptible du paysage sonore CD 4 : Pas de modification significative du paysage sonore				



Vendenheim				
Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
LD_2	47	54.9	55.2	11.2
CD_3 (L _{Aeq} 40 min.)	44	48.9	51.1	4.1
Commentaires:				
LD 2 : Modification très importante du paysage sonore CD 3 : Modification perceptible du paysage sonore				
Ces valeurs prennent en compte la solution de protection par tranchée couverte + merlon + écran [7]				



Simulation de l'émergence sonore
 au droit de Pfulgriesheim, Eckwersheim et Vendenheim.

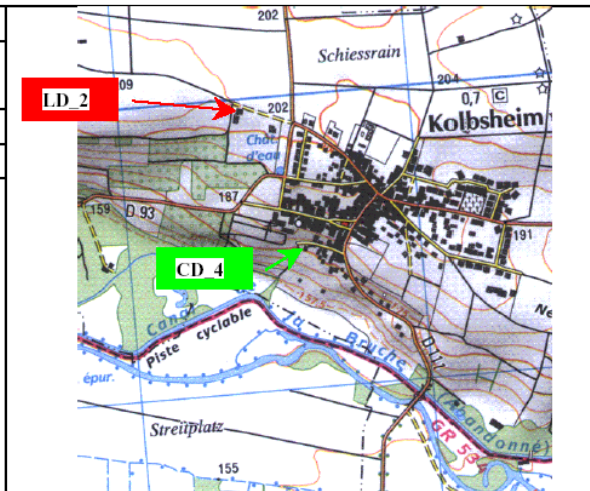
L_{initial} = niveau sonore initial (mesures 2003)
 L_{GCO} = contribution acoustique du projet à saturation acoustique
 L_{tot} = niveau sonore total résultant
 Les mesures de l'état initial correspondent à des mesures de :
 LD = Longue durée
 CD = courte durée

Kolbsheim

Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
LD_2	44	51.6	52.3	8.3
CD_4 (L _{Aeq,2h00.})	48	53.3	54.4	6.4

Commentaires:

LD 2 : Modification importante du paysage sonore
 CD 4 : Modification importante du paysage sonore

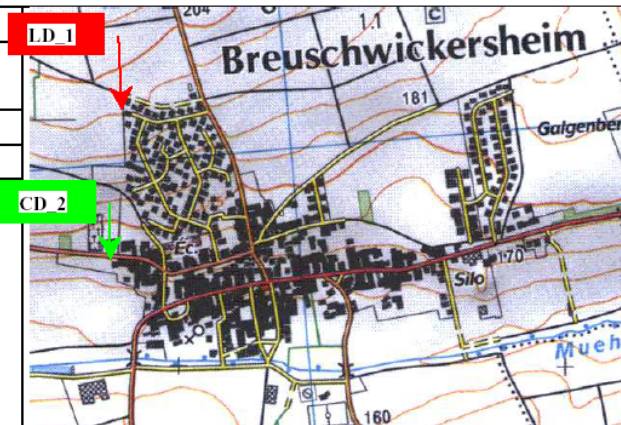


Breuschwickersheim

Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
LD_1	45	44.5	47.8	2.8
CD_2 (L _{Aeq,30 min.})	55	39.6	55.1	0.1

Commentaires:

LD 1 : Modification perceptible du paysage sonore
 CD 2 : Pas de modification significative du paysage sonore

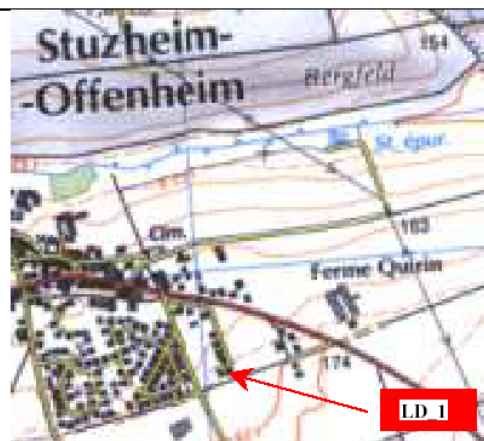


Stutzheim-Offenheim

Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
LD_1	47.5	41.4	48.5	1

Commentaires:

LD 1 : Pas de modification significative du paysage sonore



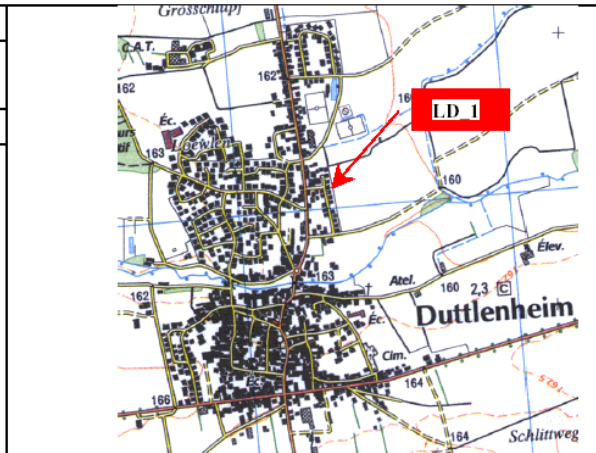
Simulation de l'émergence sonore
 au droit de Kolbsheim, Breuschwickersheim et Stutzheim-Offenheim.

Pièce E : Etude d'impact

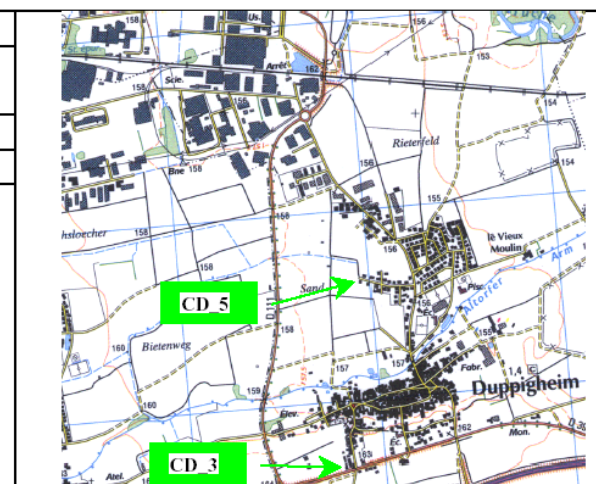
E7. Etude sanitaire

Linitial = niveau sonore initial (mesures 2003)
 LGCO = contribution acoustique du projet à saturation acoustique
 Ltot = niveau sonore total résultant
 Les mesures de l'état initial correspondent à des mesures de :
 LD = Longue durée
 CD = courte durée

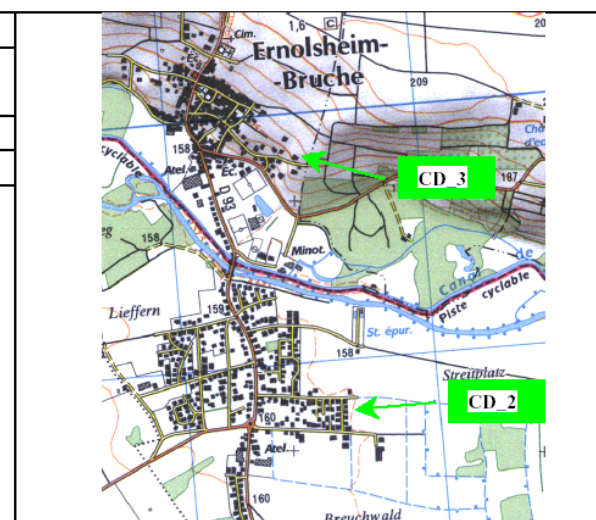
Duttlenheim				
Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
LD_1	48	50.2	52.2	4.2
Commentaires:				
LD 1 : Modification perceptible du paysage sonore				



Duppigheim				
Niveaux sonores (dB(A))	L _i	L _{GCO}	L _{tot}	E
CD_3 (L _{Aeq} 30 min.)	67.5	54.7	67.7	0.2
CD_5 (L _{Aeq} 20 min.)	42	50.2	50.8	8.8
Commentaires:				
CD 3 : Pas de modification significative du paysage sonore CD 5 : Modification importante du paysage sonore				



Ernolsheim				
Niveaux sonores (dB(A))	L _{initial}	L _{GCO}	L _{tot}	E
CD_2 (L _{Aeq} 30 min.)	42	56.3	56.5	14.5
CD_3 (L _{Aeq} 30 min.)	48.5	58.5	58.6	10.5
Commentaires:				
CD 2 : Modification très importante du paysage sonore CD 3 : Modification très importante du paysage sonore				
Ces valeurs prennent en compte la solution de protection par écran n°2 [7]				



Simulation de l'émergence sonore au droit de Duttlenheim, Duppigheim et Ernolsheim.

Emissions sonores

L'analyse présentée dans cette partie consiste à évaluer si les variations d'émission sonore engendrées par des modifications de trafic entraînent des niveaux sonores non compatibles avec les prescriptions fournies par les recommandations bibliographiques en matière de santé.

Résultats

Voir tableau en bas de page.

Synthèse

Les niveaux sonores évalués pour la situation de projet le long des traversées des agglomérations d'Ittenheim et Ernolsheim sont :

- en deçà de la valeur maximale préconisée pour la période nocturne (50-55 dB(A)) pour Ernolsheim,
- au delà de la valeur maximale préconisée pour la période diurne (60 dB(A)) pour Ittenheim.

Le niveau sonore au point d'Ittenheim est semblable à celui d'un Point Noir Bruit, aussi bien en situation initiale que de projet. Cependant, pour les deux points considérés, le projet entraîne une diminution des niveaux sonores entre la situation de projet et la situation actuelle pour raison de diminution de trafic.

Commentaires

Les résultats cartographiques de l'étude montrent que les caractéristiques du projet (trafic, vitesses...) engendrent une empreinte acoustique non négligeable aux abords de l'infrastructure.

Cependant, il est à noter que la majeure partie du tracé passant en zone non urbanisée, l'impact sanitaire du projet sera fortement limité d'un point de vue acoustique, hormis dans certains secteurs très localisés pour lesquels des protections acoustiques importantes seront nécessaires (Ernolsheim, Vendenheim, Château de Sury). Les objectifs acoustiques réglementaires concernant ces protections ont été fixés en fonction des connaissances actuelles sur les effets du bruit sur la santé. La réalisation des protections préconisées dans l'étude d'impact permettra de limiter les effets du bruit routier engendrés par le projet.

Parmi les différents types de protections, les protections à la source (merlon, tranchée couverte, écran ...) sont celles qui permettent le mieux d'assurer un respect des objectifs à l'extérieur comme à l'intérieur des bâtiments. En revanche, des protections de type isolement de façade ne permettent d'assurer un respect des objectifs qu'à l'intérieur des bâtiments. Dans ce dernier cas, une gêne importante peut apparaître à l'intérieur des bâtiments lorsque les fenêtres sont ouvertes ou dans les parties privatives extérieures aux bâtiments. Ces cas de figure sont minoritaires dans le cadre de ce projet et ne concernent que quelques bâtiments dans les secteurs de Vendenheim, Duppigheim et Ernolsheim.

E7.5.2 Risques liés à la pollution

Point	Trafic 2003	Trafic réf	Correction acoustique réf/2003	Correction acoustique v1/réf	Niveau sonore 2003	Niveau sonore variante 1
Ittenheim LD2c Jour	1269 veh/h 7%PL	337 veh/h 10%PL	-5.3 dB(A)	+3.5 dB(A)	73 dB(A)	71 dB(A)
Ernolsheim LD2 Nuit	125 veh/h 2.5%PL	12 veh/h 8.5%PL	-9 dB(A)	+2.5 dB(A)	55 dB(A)	48.5 dB(A)

Résultats de l'étude des émissions sonores.

atmosphérique**Indice d'exposition de la population à la pollution atmosphérique**

Un premier calcul qualitatif met en évidence l'utilité collective du projet. Avec le GCO, en 2020, l'indice d'exposition de la population totale à la pollution routière (IPP*) est en effet en baisse, tant en moyenne journalière qu'à l'heure de pointe du soir. Cet Indice d'Exposition est calculé sur la base d'une répartition de population qui est l'actuelle pour la situation 2000 (RGP 1999) et la situation retenue par la CUS dans le cadre des études prospectives 2020 et du SCOTERS pour l'horizon 2020.

Le tableau ci-contre présente les résultats globaux des calculs d'IPP pour les différents scénarii en moyenne journalière et à l'heure de pointe du soir.

Exposition aux polluants non cancérigènes

Il est admis qu'il existe, pour les effets non cancérigènes chroniques et aigus, un seuil de toxicité. Dans ce cas, c'est un Ratio de Danger (RD) qui est calculé selon la formule :

$$RD_i = CJE_i / VTR_{i \text{ inhalation}}$$

Avec :

RD_i = Quotient de Danger pour la substance i .

CJE_i = Concentration Journalière d'Exposition à la substance i .

$VTR_{i \text{ inhalation}}$ = Valeur Toxicologique de Référence de la substance i pour la voie respiratoire.

Expositions aiguës

Les polluants à considérer pour l'étude des impacts sanitaires des expositions aiguës sont ceux pour lesquels il existe des VTR* aiguës. Il s'agit de SO_2 , PM, NO_2 , CO, Benzène, Acroléine*, Formaldéhyde et Ammoniaque.

Voir ci-contre la somme des RD pour le SO_2 et le NO_2 pour les trois scénarii.

Suivant les paramètres de la modélisation, le GCO seul contribue à

diminuer les ratios de danger pour les effets aigus sur l'ensemble des polluants considérés.

Si certains ratios demeurent supérieurs à 1, le GCO permet néanmoins de réduire l'exposition globale de la population pour laquelle des effets sanitaires indésirables pourraient éventuellement survenir.

Ainsi, la contribution du GCO dans l'environnement actuel (présentant les mêmes concentrations de fond qu'aujourd'hui) n'entraînera pas l'apparition d'effets respiratoires indésirables qui ne seraient pas apparus en son absence.

Les effets indésirables pour la santé, s'ils se manifestent, concerneront donc moins d'individus que dans la situation actuelle puisque d'une part, les concentrations en SO_2 et NO_2 diminuent entre 2002 et 2020 avec ou sans le GCO et que d'autre part, le projet permet de diminuer l'exposition globale des populations aux agents toxiques.

Expositions chroniques

Les polluants concernés sont ceux pour lesquels il existe des VTR* chroniques pour les effets systémiques. Il s'agit de SO_2 , NO_2 , acroléine*, naphtalène, plomb, cuivre, sélénium, zinc, ammoniac, PM10, benzène, 1,3 butadiène, Cadmium et nickel.

Au regard de la situation de référence, le GCO n'induit pas d'effets sanitaires chroniques autres que des effets respiratoires liés à la pollution par l'acroléine*.

Si certains ratios demeurent supérieurs à 1, le GCO permet néanmoins de réduire l'exposition globale de la population pour laquelle des effets sanitaires indésirables pourraient éventuellement survenir.

L'IPP est un indicateur qui rend compte de l'exposition de la population à la pollution routière.

IPP = Population × Pollution

Situation	Moyenne journalière		Heure de pointe du soir	
	IPP benzène	IPP NO _x	IPP benzène	IPP NO _x
Initiale 2000 Population RGP 1999	100	100	100	100
Sans projet (2020) Population 2020	15,6	43,8	7,6	55,6
Avec le GCO (2020) Population 2020	13,6	36	7	47,7

Résultats globaux des calculs pour les situations en moyenne journalière et à l'heure de pointe du soir.

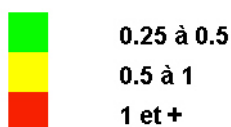
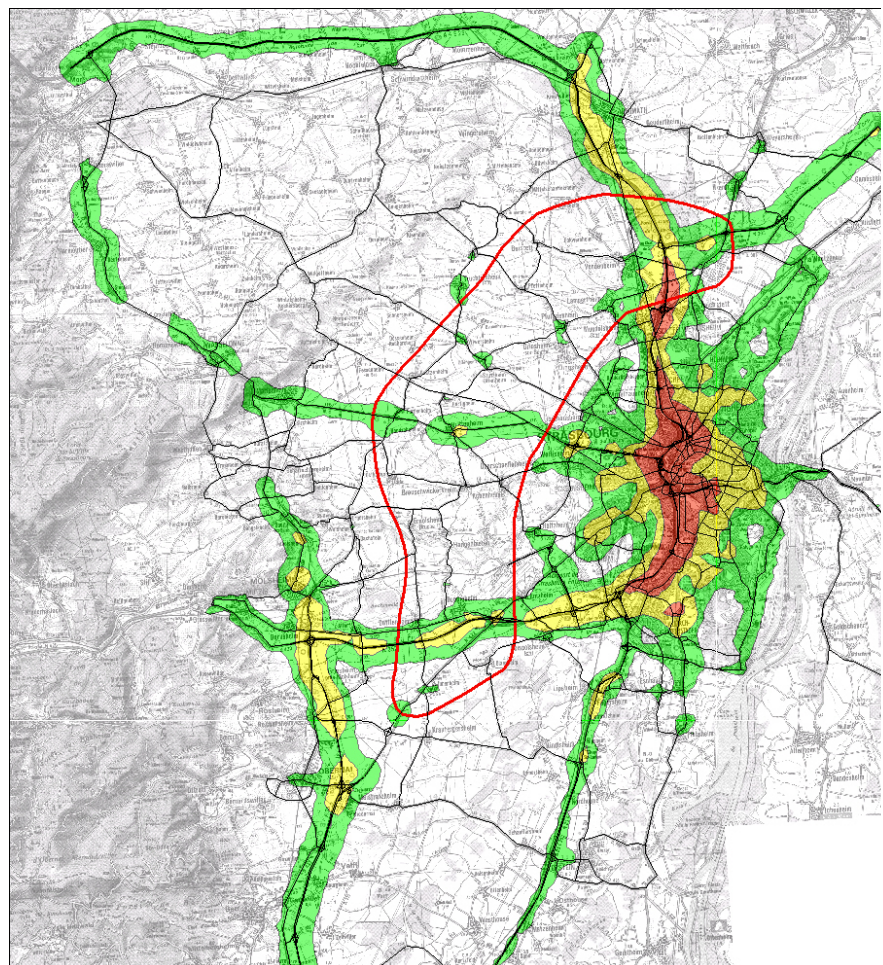
Somme des quotients de danger « fonction pulmonaire » (SO₂, NO₂) – situation 2000

Si RD < ou = 1 : La population exposée est théoriquement hors de toute possibilité d'apparition des effets indésirables pour la santé humaine (en vert et jaune sur la carte).

Remarque : les zones sans couleur ont un QD < 0,25.

Si RD > 1 : l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement (en rouge sur la carte).

C'est une méthode qualitative et qui n'exprime pas un risque



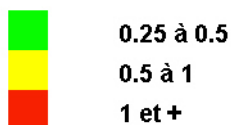
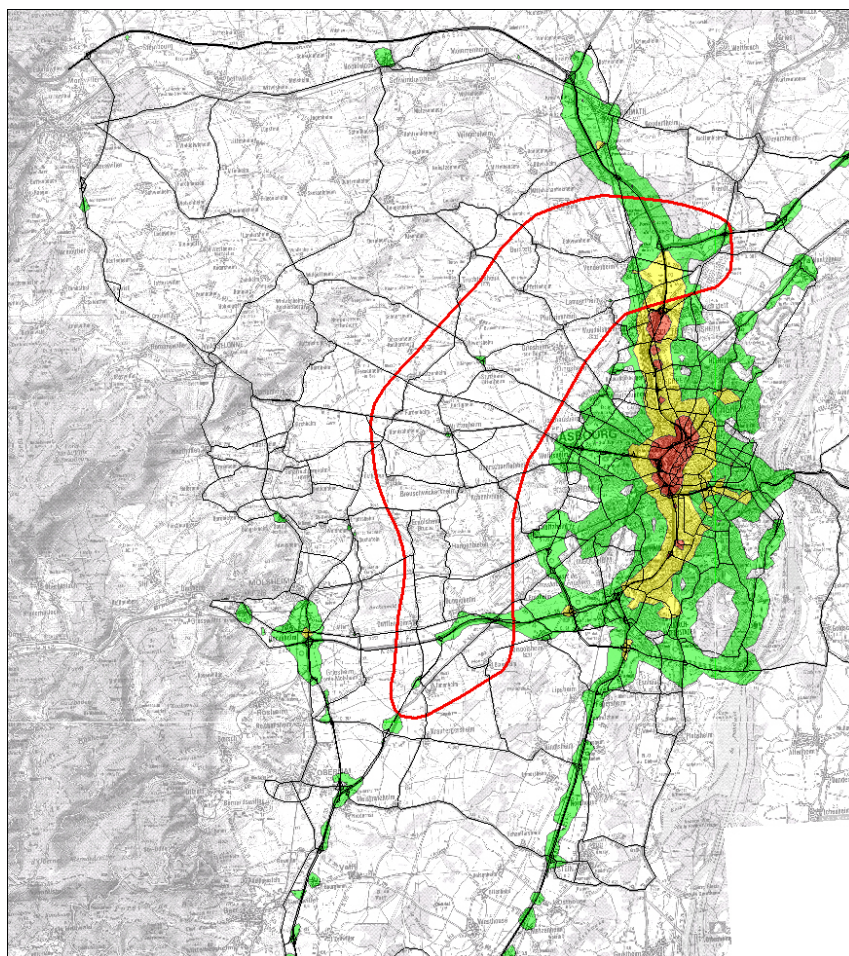
Somme des quotients de danger « fonction pulmonaire » (SO₂, NO₂) –situation 2020

Si RD < ou = 1 : La population exposée est théoriquement hors de toute possibilité d'apparition des effets indésirables pour la santé humaine (en vert et jaune sur la carte).

Remarque : les zones sans couleur ont un QD <0,25.

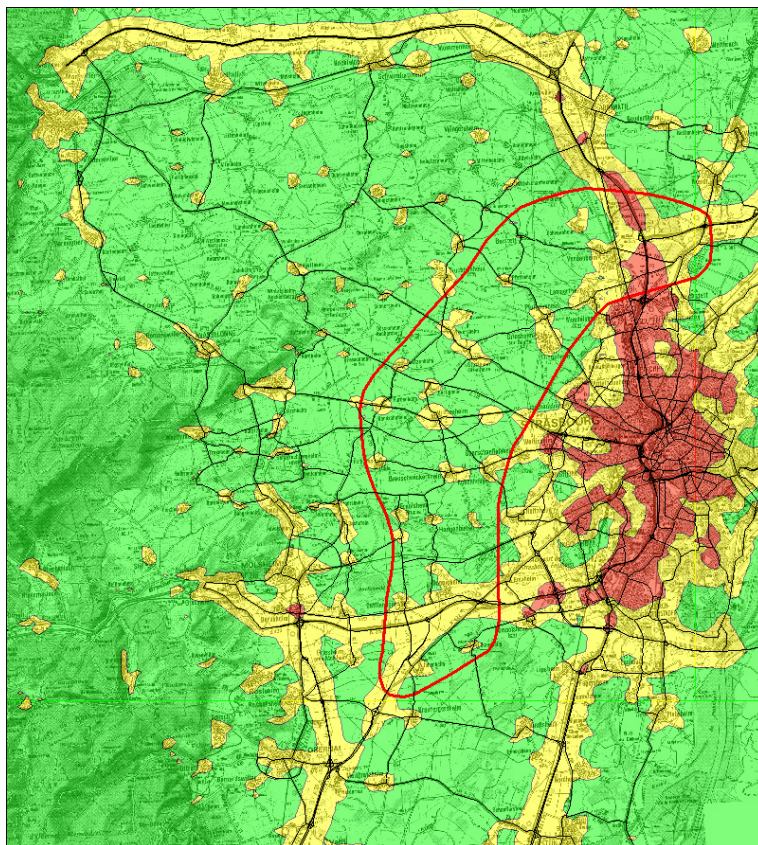
Si RD > 1 : l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement (en rouge sur la carte).

C'est une méthode qualitative et qui n'exprime pas un risque



Carte ci-contre :

Somme des quotients de dangers / effets respiratoires (SO₂, NO₂, naphthalène, NH₃, SANS acroléine) en situation de référence 2020 sans projet



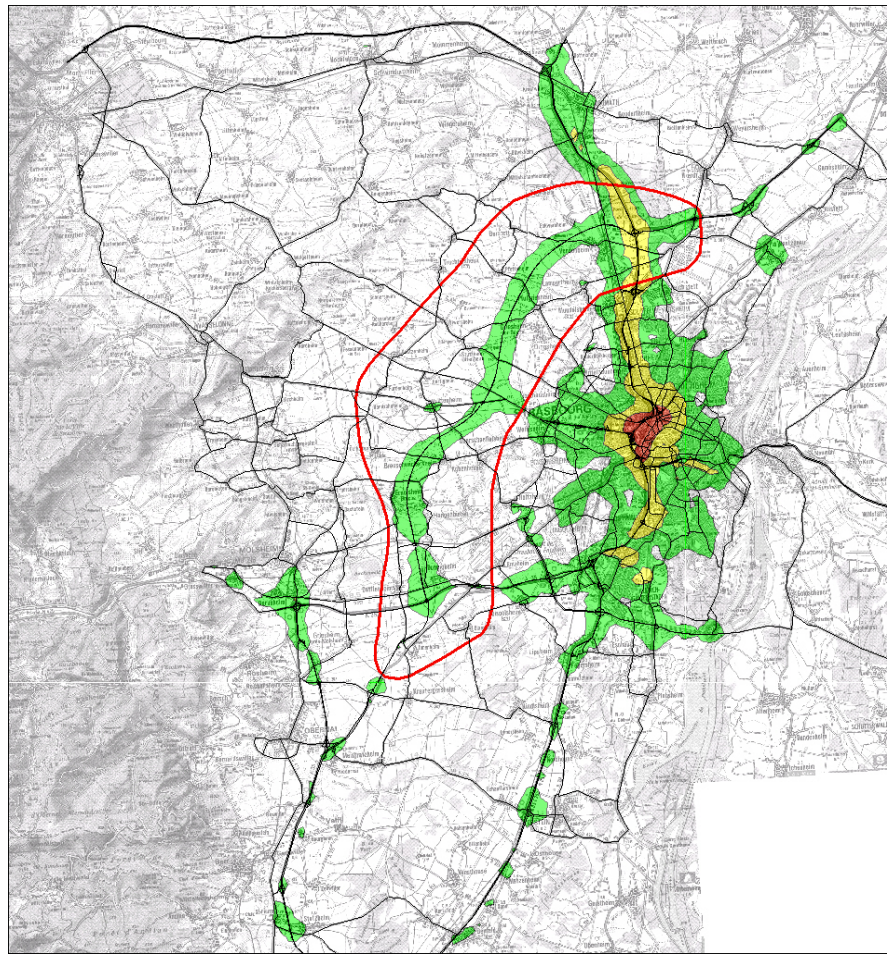
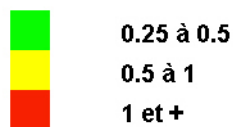
Somme des quotients de danger « fonction pulmonaire » (SO₂, NO₂) –situation avec projet

Si RD < ou = 1 : La population exposée est théoriquement hors de toute possibilité d'apparition des effets indésirables pour la santé humaine (en vert et jaune sur la carte).

Remarque : les zones sans couleur ont un QD < 0,25.

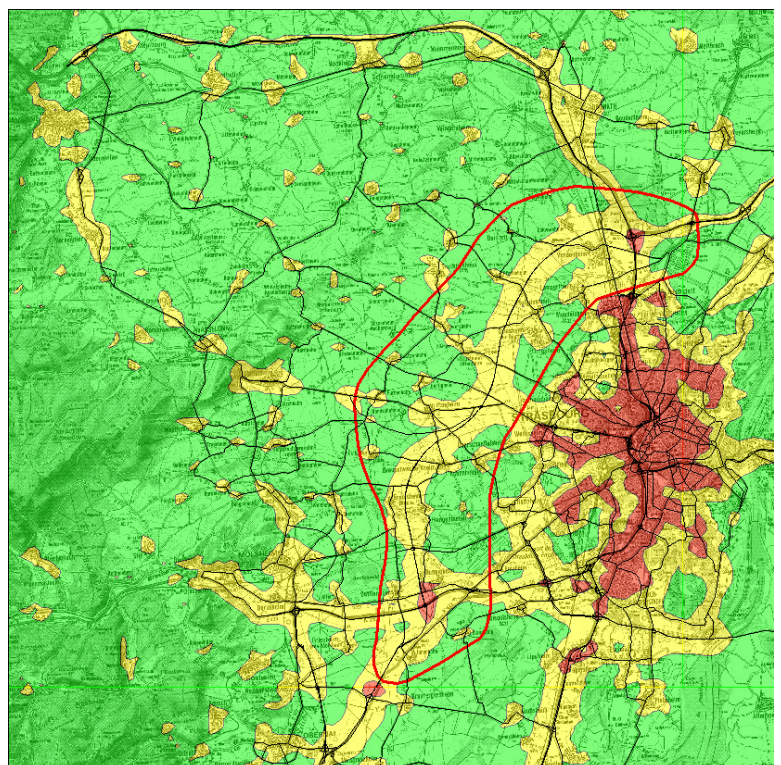
Si RD > 1 : l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement (en rouge sur la carte).

C'est une méthode qualitative et qui n'exprime pas un risque



Carte ci-contre :

Somme des quotients de dangers / effets respiratoires (SO₂, NO₂, naphthalène, NH₃, SANS acroléine)
En situation avec projet en 2020



Expositions chroniques aux polluants cancérigènes

Il est admis que les substances cancérigènes agissent sans seuil de dose. Cela signifie qu'à toute inhalation d'un toxique cancérigène correspond une probabilité (même infinitésimale) de développer un cancer. Cette probabilité est appelée Excès de Risque Individuel (ERI). Un ERI est calculé selon la formule :

$$\boxed{ERI_n = CJE_n \times ERU}$$

Avec :

ERI_n = Excès de Risque Individuel pour la substance n.

CJE_n = Concentration Journalière d'Exposition pour la substance n.

ERU = Excès de Risque Unitaire (~VTR).

Les polluants concernés sont le formaldéhyde, le benzène, le 1,3 butadiène, le benzo(a)pyrène, PM, le cadmium, le nickel et le chrome.

Les excès de risque individuels sont inférieurs avec le projet pour tous les polluants (cancers du poumon, du sang et du nez).

La présence du projet entraîne une diminution de 25 % de l'excès de risque individuel pour les cancers pulmonaires.

E7.5.3 Risques liés à la pollution des eaux

Les enjeux « eaux souterraines »

La bande des 300 mètres retenue pour la réalisation du projet du GCO correspond à la variante « Est ». Les enjeux en terme d'eau sont représentés par la nappe alluviale du Rhin, recoupée par ce projet au Sud, entre Innenheim et Ernolsheim, et au Nord, entre Vendenheim et Hoerd (échangeur* avec l'autoroute A4).

Secteur Nord : Vendenheim – Hoerd

Dans le secteur Nord, entre Vendenheim et l'échangeur* de l'autoroute A4, la bande de passage intercepte le périmètre de protection éloigné du captage

de Lampertheim dans sa partie située en bordure du Kochersberg.

Le captage est constitué de 3 puits aux caractéristiques proches : un avant puits en béton jusqu'à 20,5 m de profondeur, puis une colonne de captage des eaux de la nappe de 20,5 à 46,5 m.

L'épaisseur des alluvions aquifères atteint 38 m aux puits 1 et 2 et 40 m au puits 3. Les alluvions sont respectivement recouvertes par 8,50 m et 15 m de lœss aux puits 2 et 3.

Le niveau d'eau se situe à environ 8 m de profondeur au puits 2 et 15 m au puits 3, soit sensiblement à la base des formations loessiques de couverture. L'écoulement est sensiblement Ouest-Est.

Au droit du passage de la bande retenue dans le périmètre de protection éloigné du captage, le toit de la nappe se localise à plus de 20 mètres sous la surface du terrain naturel, excepté dans la traversée de la vallée du Muehlbaechel où la couche de recouvrement superficielle n'atteint plus que 5 mètres d'épaisseur. La traversée du périmètre de protection de ce captage apparaît donc particulièrement sensible dans la traversée de cette vallée, et reste peu contraignante en dehors.

La vulnérabilité de la nappe alluviale du Rhin augmente au fur et à mesure que l'on va vers l'Est. Dès la descente du Kochersberg, les formations de recouvrement des alluvions diminuent d'épaisseur. Sur la rive ouest du canal de la Marne au Rhin, les formations loessiques ne représentent plus qu'une couverture de 4 mètres, qui ne va ensuite qu'en diminuant vers l'Est pour atteindre moins de 2 mètres au droit de l'échangeur* avec l'autoroute A4.

Au vu de ces données, on peut considérer que la nappe alluviale présente une forte vulnérabilité sur tout le secteur compris entre Vendenheim à l'extrémité Est du projet.

Traversée du Kochersberg

Dans la traversée du Kochersberg, qui correspond à toute la section centrale de la bande, les enjeux pour les eaux

souterraines sont matérialisés uniquement par les cours d'eau qui, dans leur section aval peuvent avoir des échanges avec la nappe alluviale du Rhin.

L'enjeu majeur de santé publique sera donc de protéger les eaux de surface des pollutions routières potentielles.

Secteur Sud : Innenheim – Ernolsheim

Dans le secteur Sud, entre Innenheim et Ernolsheim, le toit de la nappe se situe à une cote comprise entre 152 et 159 mètres. Les cotes du terrain naturel où s'inscrit la bande de passage varient quant à elles de 157 à 176 mètres. Il apparaît donc que les zones de forte vulnérabilité de la nappe alluviale, liées à l'absence de formations superficielles protectrices d'épaisseur suffisante, sont localisées entre l'A352 et la vallée de la Bruche, au pied du Kochersberg. Entre l'A352 et la limite Sud du projet (RN 422), les formations superficielles qui protègent la nappe alluviale atteignent plus de 10 mètres d'épaisseur et assurent une bonne protection de cette ressource en eau.

Les enjeux « eaux de surface »

Du point de vue des eaux de surface, les enjeux en terme de santé humaine concernent principalement les risques de pollution des eaux utilisées sans traitement par l'homme pour ses activités récréatives ou pour l'irrigation et l'abreuvement des animaux.

Les principaux risques de pollution des eaux de surface interviennent durant les phases de construction et d'exploitation de la route, par les rejets accidentels ou chroniques. Les pollutions saisonnières restent, du point de vue « santé humaine » peu contraignantes au regard des niveaux de potabilité des eaux (200 mg/l de chlorures dans l'eau potable).

L'aire d'étude recoupe deux grands bassins versants : le bassin de la Souffel et le bassin de la Bruche. Aucune zone de baignade n'est identifiée dans les eaux concernées par ce projet.

Les ruisseaux du bassin de la Souffel sont totalement dénaturés et ressemblent davantage à des fossés qu'à des cours

d'eau. La qualité des eaux de la Souffel et de ses affluents est problématique du fait des échanges avec la nappe et des risques de pollution qu'ils font encourir à cette ressource en eau potable. Les utilisations de la Souffel sont limitées du fait de sa qualité et se résument principalement à des pompages agricoles. L'activité de pêche est à restaurer.

Les ruisseaux du bassin versants de la Bruche elle-même, constituent des milieux de bonne qualité, qui ont conservé un aspect naturel prononcé. Ces cours d'eau sont soumis à une forte pression de pêche. La Bruche est classée comme cours d'eau à migrateurs par le décret du 15 décembre 1999. Les eaux peuvent également faire l'objet de pompage pour l'irrigation des cultures. Aucune prise d'eau pour l'AEP n'est présente dans le secteur d'étude, ni en aval de celui-ci.

Compte tenu des usages qu'il est fait des eaux de surface dans la zone d'étude, les principaux risques sanitaires sont générés par les échanges eaux de surface/eaux souterraines.

Aussi, compte tenu de ces échanges, la traversée de l'ensemble des cours d'eau devra faire l'objet d'une attention particulière afin de limiter les risques de pollution, en particulier les risques de pollution accidentelle.

E7.5.4 Risques liés à la pollution des sols

Exposition aux polluants non cancérigènes

La caractéristique du risque pour les toxiques systémiques (à effet avec seuil) s'exprime par un indice de risque IR. Si le risque est lié à une exposition via l'ingestion, l'IR est déterminé par la formule suivante :

$$IR = DJE / DJT$$

Avec :

IR : Indice de Risque

DJE : Dose Journalière d'Exposition

DJT : Dose Journalière Tolérable (~VTR)

Dans le cas du scénario le moins pénalisant (cas 2), l'ensemble des IR, même ceux attribuables aux effets additifs en cas de co-exposition, restent inférieurs à

1 (seuil d'acceptabilité). Ce scénario, sans doute plus proche de la réalité, montre que l'environnement actuel et l'environnement futur avec projet n'a pas et ne devrait pas avoir d'impact significatif sur la population, notamment en terme d'effets sanguins et néphrotoxiques.

Dans les deux cas, les résultats montrent que les IR_{globaux} calculés pour chaque polluant ou les sommes des polluants dans l'état GCO restent bien en dessous de la valeur repère de 1. On peut donc en conclure que les risques par ingestion peuvent être considérés comme acceptables.

Exposition aux polluants cancérigènes

Il est possible d'estimer une probabilité de survenue des effets délétères chez un individu ou dans une population pendant sa vie. Pour ces effets sans seuil, un Excès de Risque Individuel est calculé en multipliant la Dose Journalière d'Exposition DJE par l'Excès de Risque Unitaire ERU par voie orale.

$$ERI = DJE \times ERU_0$$

Avec :

ERI : Excès de Risque Individuel

DJE : Dose Journalière d'Exposition

ERU₀ : Excès de Risque Unitaire par ingestion (~VTR)

Les effets sanitaires du B(a)P montrent que pour les deux scénarii envisagés (alimentation provenant intégralement ou en partie de la bande d'étude concernée), l' ERI_{global} de l'état de référence se situe toujours en deçà de la limite d'acceptabilité et ceux des états GCO isolé et futur y sont toujours supérieurs.

Les ERI dans le cas d'une alimentation mixte sont toujours inférieurs à celui où l'alimentation proviendrait intégralement de la zone d'étude.

Etant donnée la faible probabilité d'ingestion simultanée de l'ensemble des aliments, le calcul d' ERI_{global} surestime le risque. Toutefois, si on tient compte des aliments de manière indépendante et des pourcentages du risque représentés par chaque aliment, le seuil fixé comme acceptable est toutefois dépassé.

Au Nord de Vendenheim, l'ingestion concomitante de sol et de légumes entraînerait des excès de risque individuels supérieurs à la limite d'acceptabilité.

Les résultats montrent donc que le projet constituerait la principale source de

risque. Ce projet contribuerait à accroître les risques liés au B(a)P par rapport à l'état initial pris comme référence.

Toutefois ces résultats sont entachés d'incertitudes qui entourent notamment :

- la spéciation des hydrocarbures aromatiques polycycliques,
- le facteur de bioconcentration de l'air vers les parties aériennes du benzo(a)pyrène,
- le comportement alimentaire des futurs riverains.

Ainsi, si on attribue 50% des émissions de HAP au B(a)P, l'excès de risque unitaire global est divisé par 7. Dans ce cas l'ensemble des ERI calculés pour une alimentation provenant pour partie de la zone d'exposition, c'est-à-dire dans le cas le plus probable, passe en dessous du seuil d'acceptabilité.

Conclusion

Le modèle d'exposition utilisé nous a permis de hiérarchiser les contaminants. Dans ce cadre, la situation qui semble, à l'évidence, devoir être approfondie, est l'exposition par ingestion au benzo(a)pyrène. Une amélioration de la précision de cette évaluation des risques sanitaires supposera de mieux cerner la concentration prévisible en benzo(a)pyrène et de mieux connaître la consommation et la provenance des fruits, des légumes, des viandes et du lait. En vertu du principe de précaution, un suivi mérite d'être effectué.

E7.5.5 Risques liés aux pollutions accidentelles

Compte tenu de la fréquence des accidents, le risque est faible pour la population. Un plan d'intervention et de sécurité sera néanmoins mis en place afin de limiter les dangers en cas d'accident.

E.7.6. analyse des impacts du projet sur la santé publique en phase travaux

E7.6.1 Analyse des dangers potentiels en phase travaux

Les travaux liés à la réalisation d'une infrastructure sont susceptibles de générer des perturbations temporaires, limitées à la durée du chantier.

Les impacts pouvant avoir une incidence directe ou indirecte sur la santé humaine sont les suivants :

Nuisances acoustiques

Elles sont issues de la circulation des engins et véhicules de chantier et du fonçage des palplanches.

Les dangers pour la santé des nuisances acoustiques ont été présentés précédemment.

Vibrations

Les vibrations liées à la phase de travaux pourront être perçues de manière soit auditive soit tactile, provoquant une gêne et pouvant être à l'origine comme le bruit, de stress. Les effets sont cependant difficilement quantifiables et variables suivant les individus.

On notera que malgré le caractère ponctuel de ces perturbations, elles sont susceptibles de provoquer les mêmes incidences sur la santé qu'en phase d'exploitation, en ce qui concerne la pollution des eaux et la pollution des sols. En effet, ces deux types d'impacts sont surtout liés à des causes accidentelles (la pollution chronique étant maîtrisée par la mise en place de dispositifs de traitement adaptés).

Pollution de l'air par émissions de poussières

L'émission de poussière est due :

à la circulation des engins de travaux sur les pistes et durant la phase de terrassement ;

aux traitements par liant hydraulique qui peuvent générer des poussières corrosives. L'alcalinité de ces produits peut :

dessécher la peau en cas de contact prolongé ;

irriter les voies respiratoires supérieures en cas d'inhalation ;

irriter voire provoquer des lésions oculaires en cas de projection ;

provoquer des réactions allergiques en cas de contacts répétés ou prolongés.

Pollution des eaux

Des pollutions des eaux de consommation peuvent être générées :

par fuite accidentelle d'hydrocarbures, d'huiles ou d'autres produits utilisés sur le chantier,

par rejets de laitances de béton qui entraînent une augmentation du pH, mais les conséquences pour la santé humaine sont faibles.

E7.6.2 Définition des relations dose-réponse en phase travaux

Concernant l'impact acoustique, deux cas de figure se présentent :

bâti situé à proximité d'une zone d'installation fixe de chantier (durée d'exposition 3 à 4 ans environ) ;

bâti exposé au bruit de chantier sur une période courte dans le cas des travaux (durée d'exposition de quelques mois maximum).

L'arrêté du 21 janvier 2004 relatif au régime des émissions sonores des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments précise les niveaux sonores admis (en terme d'émission) pour tous les engins de chantier.

Certaines bases logistiques telles que les centrales à béton, les centrales à chaux... figurent dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Le fonctionnement de ces installations doit être conforme aux prescriptions de l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation du bruit émis dans l'environnement.

Cet arrêté précise les émergences autorisées pour les zones dites "à émergence réglementée". Il s'agit de l'intérieur des immeubles habités ou à usage de bureaux et de "leurs parties extérieures les plus proches" (une cour, un jardin une terrasse ...),

des zones constructibles définies dans les documents d'urbanisme opposables aux tiers (à l'exception des zones artisanales ou industrielles).

Dans ces zones, l'émergence autorisée ne peut dépasser 5 dB(A) le jour (7h-22) hors dimanche et jour férié, et 3 dB(A) la nuit (22h-7h) et les dimanches et jours fériés.

Ces valeurs s'appliquent dans les zones où le niveau résiduel (niveau sonore sans activité) est supérieur à 45 dB(A). Si le niveau résiduel est inférieur à 45 dB(A) les émergences autorisées seront respectivement de 6 et 4 dB(A).

Dans son arrêté d'autorisation le préfet fixe les niveaux sonores à ne pas dépasser en limite de propriété de l'établissement classé, de façon à ce que les émergences précédentes ne soient pas constatées. De plus les niveaux en limite de propriété ne peuvent dépasser 70 dB(A).

Il est impossible, en l'état des connaissances de définir un seuil d'effet sur la santé dans le cas des travaux, compte tenu du caractère ponctuel et localisé des émissions sonores. Pour les zones d'installations de chantiers, il est donc proposé de retenir les mêmes seuils d'effet sur la santé qu'en phase d'exploitation soit 55 dB(A) de nuit et 60 dB(A) de jour.

En ce qui concerne les vibrations, les principales sources sont les tirs de mines liés au creusement de tunnel ou de tranchée. Compte-tenu de la nature des sols, ce type de procédé n'est pas envisagé pour le GCO.

En ce qui concerne la pollution atmosphérique par poussières, Les valeurs limites en dioxyde d'azote (NO₂), particules fines et particules en suspension (PS), dioxyde de soufre (SO₂), plomb, ozone (O₃), monoxyde de carbone (CO) et benzène sont fixées par le décret du 6 mai 1998 modifié.

Pour ce qui concerne la chaux, ce produit ne fait pas encore l'objet d'une fiche toxicologique (INRS ou INERIS). De plus, il n'est pas classé comme produit dangereux selon les lois européennes.

Les valeurs limites, pour les polluants répertoriés dans le décret du 6 mai 1998 modifié sont retenues comme seuils d'effet sur la santé ; pour ce qui concerne la chaux, en l'absence de données toxicologiques, aucun seuil d'effet sur la santé ne peut être proposé.

Pour information, il existe un seuil « d'exposition professionnelle moyen » :

poussière inhalable de carbonate de calcium : 10 mg/m³ par période de 8 heures ;

poussière respirable de carbonate de calcium : 5 mg/m³ par période de 8 heures. Enfin en ce qui concerne la pollution des eaux, le texte réglementaire applicable est le décret du 20 décembre 2001 concernant les normes de potabilité des eaux, pris en application de la directive européenne du 3 novembre 1998. Par ailleurs, l'OMS propose des valeurs guides. Les valeurs les plus strictes sont prises pour seuils d'effet sur la santé.

E7.6.3 Populations exposées en phase travaux

Les données relatives à la position des installations de chantiers et des ICPE ne sont pas connues au stade actuel des études. L'exposition de la population dépend donc de la distance au chantier, l'exposition s'atténuant avec la distance.

E7.6.4 Risques liés aux opérations en phase travaux

Pour une majeure partie des dangers identifiés (excepté pollution accidentelle des eaux et des sols), les risques pour la santé humaine sont extrêmement limités, les temps d'exposition étant courts (ateliers mobiles, et enchaînement d'opérations spécifiques sur de courtes durées). De plus, les chantiers sont très réglementés en matière de sécurité, vis à vis du personnel potentiellement exposé de façon directe. Ces mesures de protection du personnel assureront a fortiori celles des riverains du chantier.

En matière de bruit, le maître d'ouvrage respectera les dispositions de l'article 8 du décret n°95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures terrestres et fournira aux préfets et maires concernés, un mois avant le démarrage du chantier « les éléments d'information utiles sur la nature du chantier, sa durée prévisible, les nuisances sonores attendues ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances ».

Durant les travaux, les mesures générales qui seront appliquées sont les suivantes :

engins et matériels conformes aux normes en vigueur (possession des certificats de contrôle),

implantation du matériel fixe bruyant à l'extérieur des zones sensibles, dans la mesure du possible,

information des riverains.

En ce qui concerne l'eau, les volumes de polluants déversés en cas d'accident sur les chantiers sont généralement faibles. Les principaux polluants mis en cause sont les hydrocarbures. Les origines sont bien connues (rupture de flexible lors du ravitaillement d'un camion, renversement d'un bidon d'huile...) et des moyens efficaces et testés permettent de supprimer les risques de pollution des eaux.

De plus tous les captages font l'objet d'une surveillance stricte. Dès lors que les seuils d'effet sur la santé sont dépassés, la distribution aux abonnés est arrêtée momentanément.

Ceci limite également les risques d'ingestion d'eau contaminée par les abonnés et a fortiori les risques pour leur santé.

Pour ce qui est de la pollution atmosphérique, les risques sont confinés à une zone de 50m environ du chantier.

Les risques en cas d'exposition sont principalement liés à une atteinte au système respiratoire. Le retour d'expérience sur les chantiers équivalents depuis de nombreuses années a cependant permis de définir un certain nombre de mesures préventives qui permettent de limiter ces risques d'impacts pour les riverains.

Concernant la pollution atmosphérique liée aux véhicules qui circuleront sur le chantier, le trafic ne sera pas assez important pour atteindre les seuils d'effet sur la santé retenus (valeurs limites du décret du 6 mai 1998 modifié). Ces circulations automobiles et de poids lourds ne présentent pas de risques pour la santé des riverains.

Des mesures spécifiques seront proposées et pourront être intégrées dans les cahiers des charges des entreprises :

pour limiter les envols de poussières :

- arrosage des pistes, notamment par vent fort et temps sec pour limiter les envols de poussières,
- éviter les opérations de chargement et de déchargement de matériaux par vent fort,
- vitesse limitée dans les zones sensibles à la poussière.

pour limiter les envols de chaux

- pas d'épandage de chaux par vent supérieur à 50 km/h,
- éviter les opérations de chargement et de déchargement de matériaux par vent fort,

- pas de circulation sur des surfaces venant d'être traitées,
- étanchéité des épandeurs, afin d'éviter toute fuite lors du transport des produits.

E.7.7. conclusion générale

Les principaux risques générés par le projet sont résumés ci-après.

Les nuisances acoustiques : compte tenu de la faible densité de population, les risques sont réduits pour la population. De plus la mise en place de protections acoustiques à la source aux endroits les plus sensibles (vallée de la Bruche et Vendenheim) réduira fortement cette gêne sonore.

La pollution des eaux : Du point de vue des eaux de surface, les enjeux en terme de santé humaine concernent principalement les risques de pollution des eaux utilisées sans traitement par l'homme pour ses activités récréatives ou pour l'irrigation et l'abreuvement des animaux. Compte tenu des usages qu'il est fait des eaux de surface dans la zone d'étude, les principaux risques sanitaires sont générés par les échanges eaux de surface/eaux souterraines. La principale mesure concerne donc le système d'assainissement du projet.

La pollution de l'air : La réduction des nuisances dans le milieu urbanisé de Strasbourg et le choix d'un tracé éloigné des habitations permet de réduire l'indice d'exposition de la population totale à la pollution routière (IPP) tant en moyenne journalière qu'à l'heure de pointe du soir mettant ainsi en évidence l'utilité collective du projet. Ceci concerne la diminution des quotients de dangers pour l'ensemble des polluants considérés pour les effets aigus. Concernant l'exposition chronique, on note que les émissions automobiles prévues pour 2020 ajoutées à la pollution de fond, pourraient causer chez certaines personnes l'apparition d'effets respiratoires (avec ou sans lésions nasales) ou des phénomènes d'atrophie ovarienne. Ces effets peuvent être attendus en présence ou non du GCO et ne sont pas directement imputables au GCO dans la mesure où ils dépendent beaucoup du niveau de la pollution de fond.

Par ailleurs, la mise en place du projet n'entraîne pas l'apparition d'effets sanitaires oculaires et respiratoires liés à une exposition chronique à certains métaux lourds tels que le cuivre, le sélénium et le zinc. En revanche, le nombre d'individus susceptibles de développer les effets respiratoires inhérents à l'acroléine* est plus important en présence du projet de 1.7 %. Toutefois, les incertitudes sur la valeur de bruit de fond à retenir pour l'acroléine et la prise en compte de seuils d'apparition des effets particulièrement bas pour ce polluant tendent à relativiser ces conclusions.

Suivant les conditions de modélisation et des données d'entrées retenues pour l'évaluation des risques, le projet contribue à une légère diminution globale des excès de risque individuel de cancer.

En définitive, le projet du GCO permet d'améliorer la situation sanitaire en traversée de l'agglomération de Strasbourg, très peuplée et engendre une pollution nouvelle dans le Kochersberg mais dont le niveau reste faible et acceptable du point de vue sanitaire, grâce au calage d'un tracé qui permet d'inscrire la zone d'influence du GCO dans un secteur éloigné des zones de population.

Les pollutions accidentelles: si le risque n'est pas nul, celui-ci sera réduit par des dispositifs de sécurité. De plus, il faut souligner que le contournement autoroutier sera plus sûr que l'actuel traversée de Strasbourg sur l'A35.

Enfin la phase chantier sera également source de nuisances mais celles-ci seront limitées dans le temps. De plus toutes les précautions seront prises pour les minimiser.

La pollution des sols : En ce qui concerne le risque d'ingestion directe ou indirecte de polluants via les sols, les végétaux (fruits, légumes feuilles, légumes racines, légumes fruits) et de denrées alimentaires d'origine animale telles que lait ou viande de bétail ayant pâture dans en proximité du GCO, aucun risque supplémentaire lié au GCO n'a été mis en évidence compte tenu de la charge résiduelle de pollution déjà présente dans les sols, à l'exception de l'impact possible des H.A.P*. Seules des cultures destinées à l'alimentation directe se trouvant dans une bande de 50 m à partir de la bande d'arrêt d'urgence pourraient devoir faire l'objet d'un suivi même si aucune certitude n'est acquise aujourd'hui.