

Etude des nuisances engendrées par les locomotives diesel de la SNCF

Etude 2001 - 2002



APPROBATION	FONCTION	SIGNATURE
<i>ALAIN CORNILLE</i>	<i>DIRECTEUR</i>	

Sommaire

Liste des tableaux.....	3
Liste des graphiques.....	5
Liste des figures et des cartes	11
Avant propos.....	13
Atmo Picardie en quelques mots	14
I. Les missions de Atmo Picardie	14
II. Ses moyens	14
Introduction.....	17
I. Problématique des locomotives diesel	17
II. Projet d'études	17
III. Actions mises en place	18
Les émissions diesel.....	19
I. Principe de combustion d'un moteur diesel.....	19
II. Composition des émissions diesel.....	19
III. Eléments de réglementation.....	22
Impact sanitaire des émissions diesel	23
I. Modes d'action des polluants atmosphériques.....	23
II. Des inégalités face aux risques.....	24
III. Risques sanitaires induits par chaque composant des émissions diesel.....	24
IV. Effets de l'ensemble des émissions diesel.....	28
Informations concernant la SNCF sur Amiens Métropole.....	32

Etude des impacts sur l'environnement - Inventaire des Lichens sur la zone d'étude ...	36
I. Utilisation des bio indicateurs.....	36
II. Les lichens : bio indicateurs de la qualité de l'air	37
III. Zone d'étude - Organisation des relevés.....	42
IV. Résultats – Interprétation	44
V. Synthèse	50
Evaluation de la gêne olfactive	51
I. Les odeurs	51
II. Méthodologie de mesure de la gêne olfactive	52
III. Conditions opératoires :	54
IV. Résultats	56
V. Synthèse	87
Etude de la qualité de l'air	88
I. Mesure des HAP et PM10.....	88
II. Mesure des PM2.5	94
III. Choix des sites de mesure	95
IV. Périodes de mesure	99
V. Résultats - Interprétation.....	100
VI. Comparaison des différents résultats.....	124
VII. Synthèse	127
Conclusion.....	128
Perspectives.....	130
Bibliographie.....	131
Annexes	133

Liste des tableaux

Tableau 1 : Réglementation des différents polluants.....	22
Tableau 2 : Estimation de la valeur d'excès de risque unitaire pour certains HAP.....	26
Tableau 3 : Nombre moyen de liaisons voyageurs effectuées par des locomotives diesel au départ d'Amiens.....	32
Tableau 4 : Nombre moyen de liaisons FRET effectuées par des locomotives diesel au départ de l'EMT d'Amiens ou de l'EMT de Longueau.....	32
Tableau 5 : Données d'émissions mesurées au ralenti, en kg/heure pour chaque type de locomotive diesel utilisé sur Amiens.....	33
Tableau 6 : Echelle d'estimation de la qualité de l'air de la moitié Nord de la France (d'après Van Haluwyn et Lerond – 1986 – modifié en 1997).....	41
Tableau 7: Variété des espèces rencontrées sur l'ensemble des sites d'observation des lichens.....	45
Tableau 8 : Evaluation de i et W_i suivant l'intensité de la gêne ressentie.....	53
Tableau 9 : Répartition des vents dans chaque classe d'intensité en fonction de leur direction pour toute la période de l'étude.....	58
Tableau 10 : Indices ATMO et sous indices secondaires relevés à Amiens et polluants associés.....	63
Tableau 11 : Les 12 HAP retenus pour la phase 1.....	91
Tableau 12 : Périodes de prélèvement estivales et hivernales pour chaque site de mesures.....	99
Tableau 13: Les 6 HAP présentés.....	100
Tableau 14: Rappel de réglementation.....	100
Tableau 15 : Synthèse des résultats des HAP traceurs du diesel pour la campagne d'été.....	103
Tableau 16: Synthèse des résultats des HAP cancérigènes probables pour la campagne d'été.....	107
Tableau 17 : Synthèse des résultats des PM10 et PM2.5 pour la campagne d'été.....	109

Tableau 18 : Synthèse des résultats des HAP traceurs du diesel pour la campagne d'hiver.....	114
Tableau 19 : Synthèse des résultats des HAP cancérogènes probables pour la campagne d'hiver.....	116
Tableau 20 : Synthèse des résultats des PM10 et PM2.5 pour la campagne d'hiver.....	118
Tableau 21 : Synthèse des résultats des HAP traceurs du diesel.....	121
Tableau 22 : Synthèse des résultats des HAP cancérogènes probables.....	122
Tableau 23 : Synthèse des résultats des PM10 et PM2.5.....	123
Tableau 24: Synthèse des résultats des HAP pour les deux campagnes de mesure.....	124

Liste des graphiques

Graphique 1 : Répartition sectorielle des émissions pour les polluants classiques en Picardie pour l'année de référence 1999.....	34
Graphique 2 : Répartition sectorielle des émissions pour les polluants classiques sur Amiens Métropole pour l'année de référence 1999.....	35
Graphique 3 : Nombre de volontaires par quartier.....	55
Graphique 4 : Evolution journalière de la pluviométrie.....	61
Graphique 5 : Etude des concentrations en dioxyde d'azote en fonction d'un indicateur des conditions de dispersion.....	62
Graphique 6 : Evolution de l'indice ATMO à Amiens Métropole du 18/02/02 au 17/03/02.....	63
Graphique 7 : Evolution du taux de participation à Longueau du 18/02/02 au 17/03/02	64
Graphique 8 : Origine des odeurs à Longueau sur la période de l'étude.....	65
Graphique 9 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives à Longueau.....	66
Graphique 10 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à Longueau du 18/02/02 au 03/03/02.....	67
Graphique 11 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à Longueau du 04/03/02 au 17/03/02.....	67
Graphique 12 : Evolution du taux de participation à St Acheul du 18/02/02 au 17/03/02.....	68
Graphique 13 : Origine des odeurs à St Acheul sur la période de l'étude.....	68
Graphique 14 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives à Saint Acheul.....	69
Graphique 15 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à St Acheul du 18/02/02 au 03/03/02.....	71
Graphique 16 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à St Acheul du 04/03/02 au 17/03/02.....	71
Graphique 17 : Evolution du taux de participation à la Vallée du 18/02/02 au 17/03/02.....	72
Graphique 18 : Origine des odeurs observées à La Vallée pendant l'enquête.....	73

Graphique 19 : Evolution de l'indice de nuisances olfactives (I) à la Vallée du 18/02/02 au 17/03/02.....	73
Graphique 20 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à la Vallée du 18/02/02 au 03/03/02.....	74
Graphique 21 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à la Vallée du 04/03/02 au 17/03/02.....	74
Graphique 22 : Evolution du taux de participation à Montières du 18/02/02 au 17/03/02.....	75
Graphique 23 : Origine des odeurs à Montières sur la période de l'étude.....	76
Graphique 24 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives (I) à Montières du 18/02/02 au 17/03/02.....	76
Graphique 25 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à Montières du 18/02/02 au 03/03/02.....	77
Graphique 26 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à Montières du 04/03/02 au 17/03/02.....	77
Graphique 27 : Evolution du taux de participation à Renancourt du 18/02/02 au 17/03/02.....	78
Graphique 28 : Origine des odeurs à Renancourt sur la période de l'étude.....	79
Graphique 29 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives (I) à Renancourt du 18/02/02 au 17/03/02.....	79
Graphique 30 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à Renancourt du 18/02/02 au 03/03/02.....	80
Graphique 31 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives à Renancourt du 04/03/02 au 17/03/02.....	80
Graphique 32 : Origine des odeurs à Sainte Anne sur la période de l'étude.....	81
Graphique 33 : Origine des odeurs à Henriville sur la période de l'étude.....	82
Graphique 34 : Origine des odeurs par quartier pour l'ensemble de la période d'étude.	83
Graphique 35 : Origine des odeurs par quartier pour l'ensemble de la période d'étude en ne tenant compte que des remarques des personnes au moins gênées.....	84
Graphique 36 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 16/07/02 au 26/07/02.....	101
Graphique 37 : Rose des vents pour la période du 16/07/02 au 26/07/02.....	101

Graphique 38 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 30/07/02 au 09/08/02.....	102
Graphique 39 : Rose des vents pour la période du 30/07/02 au 09/08/02.....	102
Graphique 40 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 13/08/02 au 23/08/02.....	102
Graphique 41 : Rose des vents pour la période du 13/08/02 au 23/08/02.....	102
Graphique 42 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 27/08/02 au 06/09/02.....	103
Graphique 43 : Rose des vents pour la période du 27/08/02 au 06/09/02.....	103
Graphique 44 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 10/09/02 au 20/09/02.....	103
Graphique 45 : Rose des vents pour la période du 10/09/02 au 20/09/02.....	103
Graphique 46 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 25/09/02 au 04/10/02.....	104
Graphique 47 : Rose des vents pour la période du 25/09/02 au 04/10/02.....	104
Graphique 48 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 16/07/01 au 26/07/01 - Gare St Roch.....	106
Graphique 49 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 30/07/01 au 09/08/01 - Gare de Longueau.....	106
Graphique 50 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 13/08/01 au 23/08/01 - EMT de Longueau.....	106
Graphique 51 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 27/08/01 au 06/09/01 - Gare d'Amiens.....	106
Graphique 52 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 10/09/01 au 20/09/01 - EMT d'Amiens.....	106
Graphique 53 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 25/09/01 au 04/10/01 - Ecole Jules Verne.....	106
Graphique 54 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 16/07/01 au 26/07/01 - Gare St Roch.....	108
Graphique 55 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 30/07/01 au 09/08/01 - Gare de Longueau.....	108

Graphique 56 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 13/08/01 au 23/08/01 – EMT de Longueau.....	108
Graphique 57 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 27/08/01 au 06/09/01 - Gare d’Amiens.....	108
Graphique 58 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 10/09/01 au 20/09/01 – EMT d’Amiens.....	108
Graphique 59 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 25/09/01 au 04/10/01 – Ecole Jules Verne.....	108
Graphique 60 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 16/07/01 au 26/07/01 - Gare St Roch.....	110
Graphique 61 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 30/07/01 au 09/08/01 – Gare de Longueau.....	110
Graphique 62 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 13/08/01 au 23/08/01 – EMT de Longueau.....	110
Graphique 63 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 27/08/01 au 06/09/01 – Gare d’Amiens.....	110
Graphique 64 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 16/07/01 au 26/07/01 – EMT d’Amiens.....	110
Graphique 65 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 30/07/01 au 09/08/01 – Ecole Jules Verne.....	110
Graphique 66 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 27/11/01 au 06/12/01.....	111
Graphique 67 : Rose des vents pour la période du 27/11/01 au 06/12/01.....	111
Graphique 68 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 10/12/01 au 20/12/01.....	112
Graphique 69 : Rose des vents pour la période du 10/12/01 au 20/12/01.....	112
Graphique 70 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 21/01/02 au 31/01/02.....	112
Graphique 71 : Rose des vents pour la période du 21/01/02 au 31/01/02.....	112
Graphique 72 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 04/02/02 au 14/02/02.....	113
Graphique 73 : Rose des vents pour la période du 04/02/02 au 14/02/02.....	113

Graphique 74 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 18/02/02 au 28/02/02.....	113
Graphique 75 : Rose des vents pour la période du 18/02/02 au 28/02/02.....	113
Graphique 76 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 26/11/01 au 06/12/01 - Gare de Longueau.....	115
Graphique 77 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 10/12/01 au 20/12/01 - EMT de Longueau.....	115
Graphique 78 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 21/01/02 au 31/01/02 - EMT d'Amiens.....	115
Graphique 79 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 04/02/02 au 14/02/02 - Gare d'Amiens.....	115
Graphique 80 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 18/02/02 au 28/02/02 - Ecole Jules Verne.....	115
Graphique 81 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 26/11/01 au 06/12/01 - Gare de Longueau.....	117
Graphique 82 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 10/12/01 au 20/12/01 - EMT de Longueau.....	117
Graphique 83 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 21/01/02 au 31/01/02 - EMT d'Amiens.....	117
Graphique 84 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 04/02/02 au 14/02/02 - Gare d'Amiens.....	117
Graphique 85 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 18/02/02 au 28/02/02 - Ecole Jules Verne.....	117
Graphique 86 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 26/11/01 au 06/12/01 - Gare de Longueau.....	119
Graphique 87 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 10/12/01 au 20/12/01 - EMT de Longueau.....	119
Graphique 88 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 21/01/02 au 31/01/02 - EMT d'Amiens.....	119
Graphique 89 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 04/02/02 au 14/02/02 - Gare d'Amiens.....	119
Graphique 90 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 18/02/02 au 28/02/02 - Ecole Jules Verne.....	119

Graphique 91 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 11/03/02 au 21/03/02.....	120
Graphique 92 : Rose des vents pour la période du 11/03/02 au 21/03/02.....	120
Graphique 93 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 22/04/02 au 02/05/02.....	120
Graphique 94 : Rose des vents pour la période du 22/04/02 au 02/05/02.....	120
Graphique 95 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - Site de référence – Sains en Amiénois.....	121
Graphique 96 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel – Site de référence – Ecole André Bernard.....	121
Graphique 97: Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - Site de référence – Sains en Amiénois.....	122
Graphique 98 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - Site de référence – Ecole André Bernard.....	122
Graphique 99 : Concentrations journalières en particules en suspension - Site de référence – Sains en Amiénois.....	123
Graphique 100 : Concentrations journalières en particules en suspension - Site de référence – Ecole André Bernard.....	123
Graphique 101 : Concentrations moyennes en B(a)p des sites de mesure (moyenne des campagnes été-hiver) et des sites de référence.....	125
Graphique 102 : Concentrations moyennes en PM10 des sites de mesure (moyenne des campagnes été-hiver) et des sites de référence.....	125

Liste des figures et des cartes

Figure 1 : Schéma des particules diesel.....	21
Figure 2 : Le système pulmonaire humain – voie de pénétration respiratoire.....	23
Figure 3 : Courbe dose-réponse entre les fumées noires et les hospitalisations pour causes cardio-vasculaires (1987-1990).....	28
Figures 4 : Exemples de lichens couramment rencontrés dans le « grand nord » de la France.....	38
Carte n°1 : Emplacement des sites d’observation des lichens.....	43
Figure 5 : Buellia Punctata.....	44
Figure 6 : Parmelia Caperata.....	44
Carte n°2 : Zone de pollution associée aux sites de prélèvement.....	47
Carte n°3 : Répartition de l’espèce xanthoria parietina selon les sites d’observation....	49
Figure 7 : Questionnaire à remplir par les observateurs.....	52
Carte 4 : Zones concernées par l’étude sur les nuisances olfactives.....	54
Figure 8 : Dispersion verticale des polluants en situation atmosphérique normale de diffusion.....	57
Figure 9 : L’inversion de température et la non dispersion des polluants.....	57
Figure 10 : Rose des vents pour la période du 18 février au 17 mars 2002.....	57
Figure 11 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d’intensité en fonction de leur direction pour la semaine du 18 au 24 février.....	59
Figure 12 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d’intensité en fonction de leur direction pour la semaine du 25 février au 03 mars.....	59
Figure 13 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d’intensité en fonction de leur direction pour la semaine du 04 au 10 mars.....	60
Figure 14 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d’intensité en fonction de leur direction pour la semaine du 11 au 17 mars.....	60
Figure 15 : Rose des vents le samedi matin 02 mars et le dimanche matin 03 mars 2002.....	70

Carte 5 : Situation géographique du quartier Saint-Acheul et des voies de la SNCF.....	70
Carte 6: Origine des odeurs par quartier en proximité des voies ferrées sur Amiens et Longueau.....	84
Figure 16 : DA-80.....	88
Figure 17 : Schéma de fonctionnement du DA-80.....	89
Figure 18 : Soxhlet.....	92
Figure 19 : Extracteur solide/liquide.....	92
Figure 20 : Appareil de GC/MS.....	93
Figure 21 : Exemple de chromatogramme réalisé en injectant une solution étalon des 16 HAP.....	93
Figure 22 : Balance de précision.....	94
Figure 23 : TEOM.....	94
Carte 7 : Disposition des sites pour la mesure des HAP et des poussières.....	95
Figure 24 : Ecole Jules Verne.....	96
Figure 25 : Gare St Roch.....	96
Figure 26 : Gare d'Amiens.....	97
Figure 27 : EMT d'Amiens.....	97
Figure 28 : EMT de Longueau.....	98
Figure 29 : Gare de Longueau.....	98

Avant propos

I. Réclamations

Les réclamations sur la non-conformité de la livraison exécutée en regard de la commande doivent être formulées par écrit dans les huit jours de la livraison des produits. Il appartient à l'acheteur de fournir toute justification quant à la réalité des vices ou anomalies constatées. Il devra laisser à Atmo Picardie toute facilité pour procéder à la constatation de ces vices pour y apporter éventuellement remède. En cas de litige, la résolution de celui-ci s'effectuera sous l'arbitrage des autorités compétentes.

II. Responsabilité

Il est rappelé que les informations de Atmo Picardie ne traduisent que la mesure de certains éléments en un nombre de points définis au préalable. Atmo Picardie, par ailleurs, ne saurait être tenue pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation par le client, directe ou indirecte, des informations fournies. En conséquence, l'utilisateur s'engage à ne pas poursuivre Atmo Picardie au titre de l'interprétation qu'il pourra faire des dites informations.

III. Non-exclusivité

Aucun acquéreur ne pourra se prévaloir d'un usage exclusif sur les produits de Atmo Picardie.

IV. Avertissement

Ce rapport d'essai ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans autorisation écrite préalable de Atmo Picardie. Toute utilisation de ce rapport et de ces données doit faire référence à Atmo Picardie dans les termes suivants « **source Atmo Picardie rapport d'essai 2001/03/R/version du 29/11/02** »

L'exploitation des données de ce rapport se fait conformément à la convention n°2001/25/AC signée entre la SNCF, Amiens Métropole et Atmo Picardie.

V. Coordonnées des autorisants

Cette étude est réalisée sur le territoire et avec l'autorisation de la ville de Sains en Amiénois, de l'UPJV Pôle scientifique, d'Amiens Métropole et de la SNCF. Les conventions n°2001/03/C/Sains, 2001/03/C/Université et 2001/25/AC ont été signées en ce sens.

Ce rapport d'étude a été rédigé par Pierre-Yves Robic, Grégoire Falq, Anne Sauvage, Elodie Rouillet et Emmanuel Escat et avec la collaboration technique de Julie Guyot, Céline Verschuere, Sylvie Taillaint, Gérard Sulmont, Benoit Rocq, Emmanuel Robert, Jean-Pierre Thuillier et Etienne Rouillard.

Atmo Picardie en quelques mots...

I. Les missions de Atmo Picardie

La loi du 30 décembre 1996 reconnaît désormais les associations de surveillance de la qualité de l'air et renforce leurs statuts et leurs moyens, en leur assignant diverses missions.

Ainsi Atmo Picardie doit :

- Observer et surveiller la qualité de l'air en Picardie.
- Informer les préfetures en cas d'alerte à la pollution.
- Optimiser le réseau (installation de nouvelles stations de mesure et nouveaux polluants à mesurer) pour répondre aux exigences de la loi sur l'air.
- Participer à l'élaboration du Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) et des Plans de Déplacements Urbains (PDU), ainsi qu'à la mise au point de modèles de prévision des épisodes de pollution.
- Informer les collectivités locales, les industriels et les populations.
- Sensibiliser le public (scolaires...).

En parallèle à ces activités, l'association peut aussi assurer des contrôles pour le compte d'industriels ou des collectivités locales qui veulent obtenir plus d'informations sur les retombées aériennes de la pollution à certains endroits.

II. Ses moyens

II.1 Les moyens humains

Atmo Picardie a augmenté ses effectifs en 1998 et 1999, avec l'arrivée d'un nouveau directeur, d'une responsable des études, d'un technicien de maintenance et de deux techniciennes de laboratoire. Au total 15 personnes travaillent actuellement dans l'association.

II.2 Le financement

Les frais de financements sont couverts par une subvention de l'Etat pour l'application de la loi sur l'air, par les subventions des collectivités locales, par les cotisations de ses membres (industriels, communes...) et par les dons des industriels soumis à la Taxe Générale sur les Activités Polluantes. En effet, les industriels soumis à cette disposition ont la faculté de verser aux associations de surveillance de la qualité de l'air, agréées par le ministère de l'environnement, une partie de cette taxe.

II.3 Le parc de capteurs

Il se compose d'un laboratoire mobile, d'un réseau de 32 stations fixes de mesure de la pollution et/ou de paramètres météorologiques comptant 86 appareils (76 analyseurs et 10 préleveurs), et d'une station de référence. Le fonctionnement du parc est le même pour le laboratoire mobile et le réseau. L'air extérieur est prélevé en continu à l'aide de cannes de

prélèvement situées entre trois et quinze mètres du sol. Les stations fixes abritent des analyseurs mesurant en continu, 24h/24, les concentrations des principaux polluants atmosphériques. Sur le site, la station d'acquisition des données centralise automatiquement les résultats obtenus et les transmet toutes les 3 heures à l'ordinateur central par le biais de modems. Cet ordinateur central enregistre les données de la journée dans des fichiers en valeurs quart-horaires. Tous les matins, les données sont validées. Cette vérification permet aussi de mettre en évidence d'éventuels dysfonctionnements des appareils de mesures.

Le laboratoire mobile vient compléter le réseau de l'association, en lui permettant d'effectuer des mesures dans des zones non équipées de stations et d'apprécier la qualité de l'air. Il peut être par exemple installé à la demande de collectivités locales désireuses d'en savoir plus sur leur qualité de l'air. Mais il est aussi destiné à la réalisation de campagnes spécifiques telles que l'évaluation de l'impact de sources de polluants fixes ou mobiles : industries, trafic automobile... Sa mobilité facilite l'appréhension de problèmes ponctuels de pollution atmosphérique et l'identification des rejets et des mécanismes de diffusion.

II.4 Les moyens de communications

En France, les organismes de surveillance de la qualité de l'air assurent la diffusion des résultats de leurs mesures par les journaux, les médias locaux, un service Minitel et Internet. Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) a en charge la diffusion des synthèses nationales.

II.4.1 L'indice de la qualité de l'air ATMO



L'indice ATMO indique la pollution moyenne de l'air d'une agglomération. Il est journalier et s'exprime grâce à une échelle de dix paliers associés à un qualificatif (de 1 : qualité de l'air très bonne à 10 : qualité de l'air très mauvaise).

L'indice est calculé pour quatre polluants : le dioxyde de soufre (SO_2), le dioxyde d'azote (NO_2), l'ozone (O_3) et les particules en suspension (PS). Les sites de mesure sélectionnés pour le calcul doivent répondre à certaines exigences de densité de population et d'éloignement des axes urbains. Deux sites au minimum sont nécessaires. Son mode de calcul est le suivant : l'indice ATMO correspond à la plus grande valeur des sous-indices, calculés pour chacun des quatre polluants. Les seuils servant à qualifier la qualité de l'air sont définis par rapport aux valeurs des directives européennes. L'indice ATMO est représenté par une « girafe » ayant 5 attitudes (2 valeurs par attitude).

II.4.2 Le bulletin d'information « Quel air est-il ? »

Depuis janvier 1998, l'association édite un bulletin d'information bimestriel sous forme de magazine contenant des rubriques régulières sur les polluants, la santé, la communication, les villes et les entreprises de la région. Les destinataires du bulletin sont les membres et les adhérents de l'association, les médias, les collèges et lycées de la région et les associations françaises de surveillance de la qualité de l'air.

II.4.3 Le site Internet de Atmo Picardie

Depuis janvier 1999, Atmo Picardie dispose également d'un site Internet¹ permettant de diffuser des informations en temps réel et regroupant les principales activités et missions qui lui sont confiées.

II.4.4 L'exposition « Ne prenons plus l'air à la légère »

Atmo Picardie et le Conseil Régional de Picardie ont réalisé en 1997 une exposition itinérante destinée en priorité aux lycées et collèges. Ces panneaux d'exposition sont accompagnés de fiches pédagogiques développant différents thèmes. Elles proposent, pour chacun des sujets traités, des pistes d'activités permettant de développer des actions pratiques (visites, interventions de spécialistes en classe...), de poursuivre l'étude, d'impliquer les élèves (devoir d'éco-citoyen) et de chercher des solutions aux problèmes. A ces fiches généralistes est jointe une présentation de l'association renouvelable chaque année.

II.4.5 La mallette pédagogique « Scol'Air »

La mallette pédagogique «Scol'air » a été créée en 2000 par Atmo Picardie, après une année de travail de tous ses partenaires (Conseil Régional de Picardie, Rectorat de l'Académie d'Amiens, DRASS Picardie, Ademe Picardie, CRDP, Faculté des Sciences Jules Verne d'Amiens, CPIE Vallée de Somme). Elle a été financée en partie par le Conseil Régional de Picardie.

Cette mallette permet aux élèves du cycle 3 (classes de CE2, CM1 et CM2) de mieux comprendre les enjeux liés aux phénomènes de pollution atmosphérique, d'induire de nouveaux comportements et de les conduire vers une éco-citoyenneté.

Elle contient :

- des livrets pédagogiques pour le maître,
- des fiches d'exercices et de jeux,
- des diapositives,
- du matériel pour réaliser les expériences proposées dans les livrets.

¹ <http://www.atmo-picardie.com>

Introduction

Suite à des plaintes provenant de riverains habitant le long des voies ferrées, un projet visant à étudier les nuisances engendrées par les locomotives diesel de la SNCF a été mis en œuvre.

Amiens Métropole, commanditaire du projet, a chargé Atmo Picardie, association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Picardie, de le réaliser en collaboration avec la SNCF.

I. Problématique des locomotives diesel

Contrairement à la traction électrique, exempte de rejets atmosphériques locaux, la traction diesel utilisée pour les trains de voyageurs et de fret est une source de pollution atmosphérique.

Aujourd'hui, 90 % du trafic SNCF est assuré en traction électrique, mais 10 % des circulations sont encore assurées par la traction diesel.

Les points critiques de l'utilisation des motrices diesel sont le ralenti, la chauffe (qui correspond au conditionnement de la rame), le départ et l'arrivée durant lesquels les émissions seraient particulièrement importantes.

Des plaintes au sujet de l'utilisation de ces locomotives diesel par la SNCF ont été formulées par les habitants du quartier Saint-Acheul (quartier proche de l'EMT d'Amiens). Une gêne est ressentie particulièrement par temps froid, par forte chaleur et le dimanche matin.

II. Projet d'études

Après consultation des différentes parties (SNCF, riverains, Amiens Métropole et Atmo Picardie), il a été proposé d'entreprendre une étude afin de mieux définir les gênes et les dangers engendrés par l'utilisation des motrices diesel sur Amiens Métropole.

Les objectifs de cette étude sont de deux ordres :

- Dans un premier temps de **déterminer le mal-être** engendré par les polluants émis par les locomotives diesel.
Un projet d'enquête auprès des habitants du quartier permettant de mettre en évidence une corrélation entre les composés odorants et les activités des motrices diesel est planifié.
- Dans un deuxième temps de **qualifier, quantifier et localiser la pollution** engendrée par les locomotives diesel.
Pour permettre la quantification et la localisation de la pollution, un suivi métrologique de certains polluants sur plusieurs sites le long du parcours des locomotives diesel, entre les gares de Longueau et de Dreuil-les-Amiens est prévu.

III. Actions mises en place

Au vu de ces objectifs Atmo Picardie a articulé cette étude en plusieurs parties :

- Une étude bibliographique faisant la synthèse des connaissances actuelles sur la composition des émissions diesel et sur leurs effets sanitaires.
- Une étude sur la répartition des bio-indicateurs lichéniques sur Amiens Métropole afin d'estimer l'impact des émissions diesel sur l'écosystème. Un inventaire des espèces de lichens le long des voies ferrées est réalisé.
- Une étude sur les nuisances olfactives causées par les émissions diesel. La participation des habitants des quartiers situés le long des voies a permis la mise en place d'un réseau de nez.
- La mesure des concentrations de polluants traceurs du diesel, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les particules en suspension, sur différents sites en proximité des voies ferrées.

Deux ans ont été nécessaires pour mener à bien cette étude. Des investissements importants en matériel mais également en personnel qualifié ont pu être engagés grâce au financement d'Amiens Métropole.

Les émissions diesel

Le moteur diesel est majoritairement utilisé pour la traction des véhicules lourds. En effet, son rendement énergétique est plus élevé que celui du moteur à essence et son combustible est moins coûteux car moins raffiné que l'essence.

I. Principe de combustion d'un moteur diesel

Comme un moteur essence, le moteur diesel tire son énergie de la combustion de mélange du carburant et d'air dans un cylindre munie d'un piston.

L'air est admis et comprimé par le mouvement du piston et le carburant liquide est directement injecté dans le cylindre ou dans une petite chambre attenante. La combustion est initiée spontanément par l'augmentation de la température du mélange pendant la compression.

Ce type de moteur fonctionne avec un mélange carburant/air présentant un excès d'air par rapport au carburant (mélange dit "pauvre").

II. Composition des émissions diesel

La composition des émissions diesel dépend fortement de la qualité de la combustion et donc du carburant, du type et du réglage du moteur (conditions d'oxygénation et température de combustion).

Les émissions diesel contiennent du monoxyde de carbone (CO), des oxydes d'azote (NO_x), des hydrocarbures légers plus ou moins oxydés (aldéhydes, composés organiques, composés aromatiques monocycliques et polycycliques), des acides organiques, du dioxyde de soufre (SO₂) et dérivés soufrés et des particules de carbone sur lesquelles peuvent s'adsorber des molécules organiques.

A cause de l'excès d'air permanent et de la haute température, les émissions de monoxyde de carbone et des hydrocarbures imbrûlés sont limitées par rapport aux émissions des véhicules essence. Néanmoins, la combustion diesel réunit des conditions favorables à la formation de carbones libres ou de produits solides très riches en carbone, d'oxydes d'azote et de certains composés volatils.

II.1 Le monoxyde de carbone (CO)

Ce polluant résulte de la combustion incomplète et rapide du carburant.

Le CO est le polluant toxique le plus abondant dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles. Néanmoins, les concentrations en monoxyde de carbone émises par les moteurs diesel sont très faibles en raison de la pauvreté du mélange. [1]

II.2 Les oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote sont formés par oxydation de l'azote de l'air à haute température dans la chambre de combustion.

Les NO_x, présents à l'échappement, sont essentiellement sous forme de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO₂) [2]. A l'émission, les teneurs en NO sont très supérieures à celles de NO₂ qui se forme principalement dans l'atmosphère par oxydation de NO [1].

II.3 Les Hydrocarbures

Parmi les émissions diesel en hydrocarbures figurent le benzène, le 1,3-butadiène, les aldéhydes et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Les émissions diesel en hydrocarbures sont globalement plus faibles que celles de la combustion essence sauf pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Ces émissions de HAP résultent à la fois de la combustion incomplète du carburant et de l'huile moteur et de transformations chimiques plus ou moins complexes à partir des différents hydrocarbures présents dans les carburants et huiles.

Les trois HAP prédominants dans la composition des émissions diesel sont le Phénanthrène (Phe), le Fluoranthène (Fl) et le Pyrène (Py) [3].

Présents en phase gazeuse pour les composés à 3 et 4 cycles, les HAP composés de 5 à 7 cycles sont principalement associés à la phase particulaire [1]. Ils sont préférentiellement adsorbés sur les particules de petite taille, de diamètre inférieur à 3,5µm.

II.4 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Les émissions de SO₂ sont liées à l'utilisation du gazole qui contient du soufre comme impureté en quantité variable.

Aujourd'hui, les produits soufrés (SO₂, sulfates) sont peu préoccupants en raison de la possibilité de diminuer la teneur en soufre dans le gazole. [1]

Cependant, au niveau particulaire, le SO₂ est un composé très actif. En effet, il peut donner naissance à des gouttelettes d'H₂SO₄ et à des particules de sulfate.

II.5 Les particules diesel

Les particules de carbone ainsi que de grosses molécules organiques sont formées dans les zones de combustion riches, situées au niveau de l'injecteur. Même si la plupart de ces particules et molécules brûlent ou s'oxydent avant leur éjection de l'échappement, une fraction de particules sur lesquelles sont adsorbés les composés organiques est rejetée.

Ces particules ont des surfaces irrégulières et sont en général de petites tailles (90 % en masse ont des dimensions inférieures à 1 μm [4]). Comme le représente la figure 1, elles sont l'agrégation, sous forme de grappe ou chapelet, des particules primaires carbonées sur lesquelles sont adsorbées ou condensées les impuretés gazeuses (Hydrocarbures, composés soufrés).

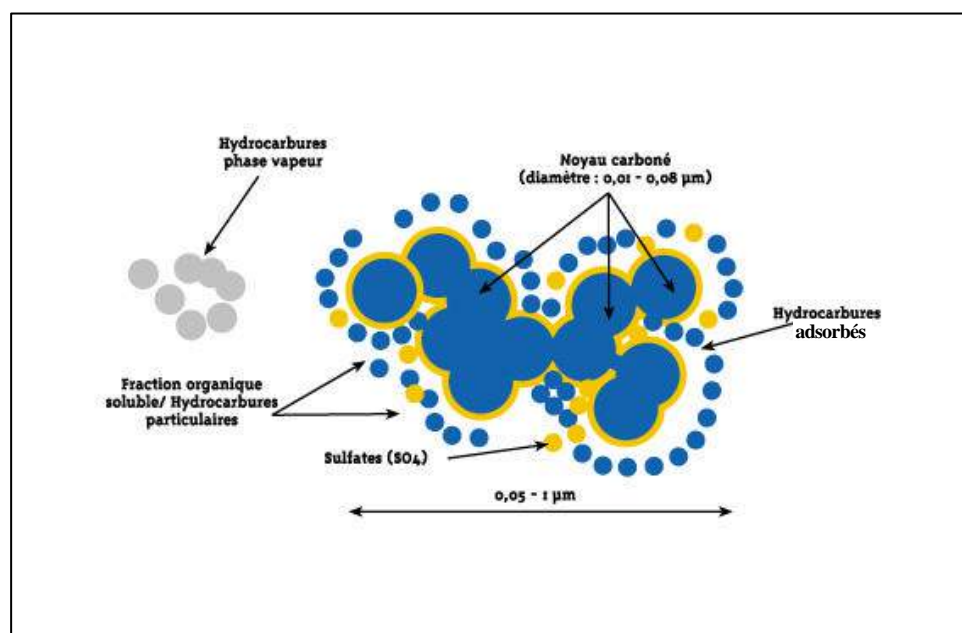


Figure 1 : Schéma des particules diesel [5], p64.

Des espèces organiques peuvent également se condenser une fois la combustion terminée, lors du refroidissement des gaz d'échappement.

III. Eléments de réglementation

Parmi les polluants cités ci-dessus, la réglementation nationale fixe des valeurs limites ou des objectifs de qualité pour les PM10 (particules de diamètre inférieur à 10 micromètres), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂) et le benzène.

En ce qui concerne les HAP, seul le B(a)P a fait l'objet d'une proposition de réglementation en 1997. Cette proposition donne une valeur limite et un objectif de qualité.

Toutes les valeurs réglementaires pour la protection de la santé humaine sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Polluants	Valeur limite	Objectif de qualité
<i>Décret n°2002-213 du 15 février 2002 [6]</i>		
PM10	40 µg/m³ en moyenne annuelle (à compter du 01/01/2005)	30 µg/m³ en moyenne annuelle
CO	10 mg/m³ en moyenne sur 8h	
NO₂	40 µg/m³ en moyenne annuelle (à compter du 01/01/2010)	40 µg/m³ en moyenne annuelle
SO₂		50 µg/m³ en moyenne annuelle
Benzène	5 µg/m³ en moyenne annuelle (à compter du 01/01/2010)	2 µg/m³ en moyenne annuelle
<i>Recommandation du CSHPF⁽²⁾ (avis séance du 17 septembre 1997)</i>		
B(a)P	0,7 ng/m³ en moyenne annuelle	0,1 ng/m³ en moyenne annuelle

Tableau 1 : Réglementation des différents polluants

² Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

Impact sanitaire des émissions diesel

La compréhension des effets de la pollution atmosphérique sur la santé nécessite la prise en compte de données toxicologiques et épidémiologiques.

Les études toxicologiques se consacrent aux effets nuisibles d'une substance sur la vie et le développement ou la reproduction de tout organisme vivant (cellule, animal et plus rarement l'homme). Ces études expérimentales se déroulent de manière contrôlée en laboratoire.

Les études épidémiologiques décrivent et mesurent les effets sur la santé chez l'homme pris dans son environnement naturel en fonction de différentes expositions.

Dans les deux cas, il existe de nombreux protocoles [7].

I. Modes d'action des polluants atmosphériques

Les atteintes à la santé peuvent être dues à des particules et des molécules :

- Inhalées au niveau des voies respiratoires,
- Absorbées au niveau des voies digestives ou
- Contactées sur la peau, les conjonctives ou les muqueuses.

1.1 L'inhalation

L'inhalation de polluants atmosphériques cause ou aggrave des maladies de la sphère ORL (nez - gorge - oreilles), mais surtout broncho-pulmonaires, par irritation des muqueuses des voies respiratoires (fosses nasales, trachée, bronches et bronchioles) et par réaction avec les cellules tapissant les alvéoles pulmonaires (Fig.2). Des troubles de la ventilation et de la diffusion des gaz peuvent également apparaître. [8]

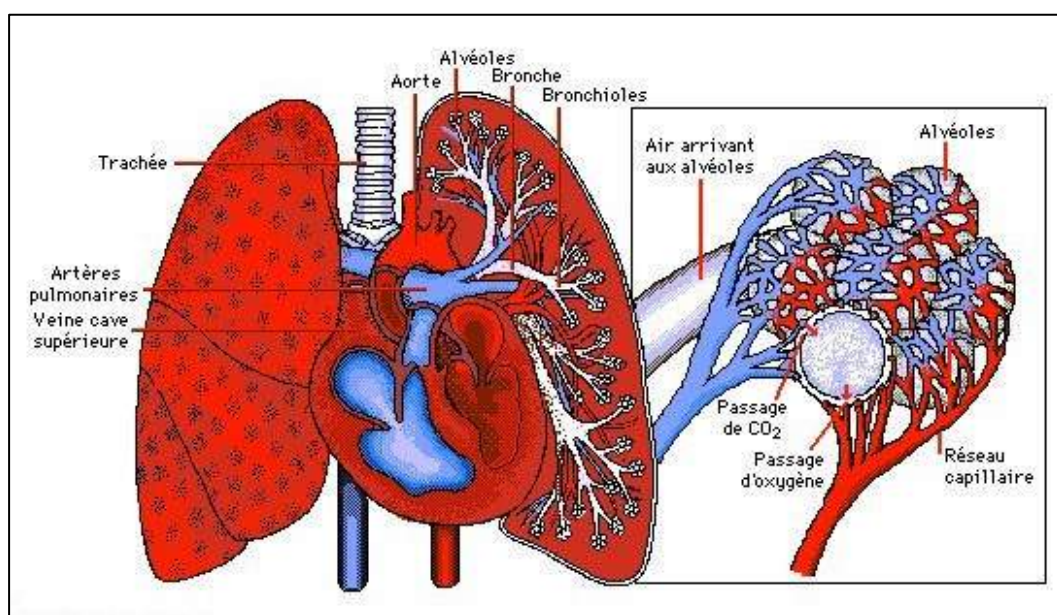


Figure 2 : Le système pulmonaire humain – voie de pénétration respiratoire

1.2 L'absorption

L'absorption se fait soit par ingestion direct du polluant (poussières), soit par ingestion indirect par le biais du transfert des contaminants au travers de la chaîne alimentaire et de l'eau.

L'effet toxique potentiel de ces éléments porte sur la moelle osseuse, le système nerveux, les reins, le foie, le système endocrinien et cardio-vasculaire. [8]

1.3 Le contact

L'agent toxique, sous forme de particules ou de molécules, agit par effet de contact direct sur les cellules de revêtement cutané et muqueux.

Les effets engendrés sont peu graves mais peuvent conduire à des irritations suivies d'inflammation. [8]

II. Des inégalités face aux risques

Les effets des polluants atmosphériques sont fonction du niveau et de la durée d'exposition, du volume d'air inhalé mais aussi du type d'individu.

Chez l'enfant, l'appareil respiratoire poursuit sa formation jusque l'âge de trois ans et devient mature vers huit ans. Durant toute cette période, l'action combinée et répétée des polluants inhalés peut provoquer une hyper-réactivité bronchique, susceptible d'induire, à l'âge adulte, une insuffisance respiratoire ou un état d'asthme.

Chez l'adulte, les personnes présentant des pathologies des voies respiratoires supérieures ou inférieures, celles présentant des pathologies cardio-vasculaires et les personnes âgées (moyens de défense respiratoire diminués) se révèlent plus sensibles à la pollution de l'air.

Chez les sportifs, les efforts physiques provoquent une accélération du rythme cardio-respiratoire c'est à dire une augmentation du volume d'air inspiré et donc des quantités de polluants inhalés.

III. Risques sanitaires induits par chaque composant des émissions diesel

III.1 Le monoxyde de carbone (CO)

La voie pulmonaire constitue la seule voie de pénétration du CO dans l'organisme [5].

Lorsque du CO est présent dans l'air inspiré, il diffuse à travers la paroi alvéolaire, se dissout dans le sang, puis se fixe sur l'hémoglobine (Hb) pour former la carboxyhémoglobine. Mais ce phénomène est en compétition avec l'oxygène (O₂) qui se fixe aussi sur l'hémoglobine pour former l'oxyhémoglobine qui véhicule l'oxygène vers les organes. Le danger provient de ce que le CO a une affinité plus grande que l'O₂ pour se fixer sur l'hémoglobine. Ceci entraîne une diminution de l'oxygène disponible pour les organes ou dans un cas extrême à une asphyxie. [2]

Le CO se fixe également sur la myoglobine, protéine musculaire, ce qui affecte l'oxygénation de certaines cellules musculaires et, en particulier, le myocarde. Il se fixe aussi sur les cytochromes, la catalase et les peroxydases, qui jouent un rôle important dans le mécanisme de la respiration cellulaire. [5]

Les organes gros consommateurs d'oxygène tels que le système nerveux central, le myocarde et, par extension chez la femme enceinte, le fœtus sont particulièrement vulnérables. [5]

III.2 Les oxydes d'azote (NO_x)

Les NO_x pénètrent dans l'organisme par les voies respiratoires.

Le NO a une action identique à celle du CO vis-à-vis de l'hémoglobine, mais son affinité reste limitée. Le NO₂ agit essentiellement au niveau du poumon, notamment en fragilisant la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses. [2]

III.3 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le SO₂, inhalé à des concentrations de quelques centaines de µg/m³, est absorbé à 85-99% par la partie supérieure des voies respiratoires du fait de sa solubilité. Une faible fraction peut néanmoins se fixer sur des particules fines et atteindre les voies respiratoires inférieures.

Une exposition à de fortes concentrations (de l'ordre de 1 mg/m³) pendant une courte durée produit chez l'homme en quelques minutes une diminution de la fonction respiratoire, un accroissement de la résistance des voies aériennes, de la broncho-constriction et l'apparition de symptômes tels que la toux et les sifflements. Ces effets sont aggravés par l'exercice physique. Les personnes asthmatiques sont particulièrement sensibles à ce type d'exposition. [5]

III.4 Les Hydrocarbures

Les émissions préoccupantes en hydrocarbures sont principalement composées des aldéhydes et de composés aromatiques tels que benzène et HAP.

III.4.1 Les aldéhydes

Les aldéhydes sont généralement des composés irritants pour les muqueuse et les voies respiratoires. Leurs effets cancérigènes ont été prouvés chez l'animal [5]. Les principaux aldéhydes émis par les gaz d'échappement sont le formaldéhyde ou l'acétaldéhyde qui ont été classés respectivement probablement cancérigènes et potentiellement cancérigènes pour l'homme par l'Agence Américaine de l'Environnement (EPA) et le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Les aldéhydes évoluent chimiquement dans l'atmosphère et forment des composés appelés nitrates de peroxyacyle qui sont considérés comme des espèces de très haute toxicité [4]. Les aldéhydes ont également un potentiel de formation d'ozone élevé.

III.4.2 Le benzène

Le benzène est un produit toxique pouvant induire des intoxications par voies respiratoires ou cutanées. Les intoxications aiguës se traduisent par un effet narcotique sur le système nerveux

qui peut entraîner un arrêt respiratoire. Les intoxications chroniques augmentent les risques de cancer.

III.4.3 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP sont des composés très liposolubles et sont absorbés par le poumon, l'intestin et la peau.

Quelle que soit la voie d'exposition, ils sont rapidement distribués dans l'ensemble de l'organisme et en particulier dans le foie. Dans cet organe, le métabolisme des HAP s'effectue en deux phases. La phase A aboutit à la formation de toxiques ultimes (cancérogènes). La phase B a un rôle de détoxification par la formation de composés conjugués rapidement éliminés.

Si nous prenons l'exemple du Benzo(a)pyrène (B(a)P), l'un des représentants des plus redoutables, l'action des enzymes de la phase A va aboutir à la formation de tétrols. Ces derniers sont capables de se lier solidement aux protéines et à l'ADN pour former des adduits³. Une partie de ces adduits, s'ils ne sont pas réparés, provoquent des mutations au sein du patrimoine génétique des tissus et constituent de ce fait un phénomène d'initiation de la cancérogenèse.

Trois HAP sont classés comme cancérogènes probables pour l'homme : le Benzo(a)Pyrène, le Benzo(a)anthracène et le Dibenzo(a,h)anthracène et trois comme cancérogènes possibles pour l'homme : le Benzo(b)fluoranthène, le Benzo(k)fluoranthène et l'Indéno(c,d)pyrène. [5]

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) estime la *valeur d'excès de risque unitaire* pour plusieurs HAP.

La valeur d'excès de risque unitaire est estimée pour les polluants cancérogènes. Elle permet d'évaluer un risque qui représente soit une probabilité de survenue des effets délétères (qui met la santé, la vie en danger) chez un individu ou dans une population, soit une réduction moyenne de la durée de vie (pour le cas des particules).

Les estimations pour les HAP dont nous ferons mention ultérieurement sont présentées dans le tableau 2.

HAP	valeur d'excès de risque unitaire [mg/m ³] ⁻¹	Rapport avec BaP
Benzo(a)Anthracène (B(a)A)	(1.2-13) x 10 ⁻⁴	0.014-0.145
Benzo(a)Pyrène (B(a)P)	8.7 x 10 ⁻²	1
Dibenzo(a,h)Anthracène (DB(ah)A)	(7.7-43.5) x 10 ⁻²	0.89-5
Fluoranthène (FL)	(8.7-87) x 10 ⁻⁵	0.001-0.01

Tableau 2 : Estimation de la valeur d'excès de risque unitaire pour certains HAP [9]

Cette valeur de risque unitaire signifie, par exemple pour le B(a)P, que sur 100 000 personnes exposées, sur une longue durée, à respirer un air contenant 1 ng/m³ de ce HAP, on verra apparaître près de 9 cas de cancer du poumon à cause de ce polluant.

Les HAP interviennent également dans des réactions avec les composés oxygénés, les oxydes d'azote, l'ozone et les composés soufrés pour former des produits à la fois mutagènes et cancérogènes.

³ Adduit : produit qui résulte de la fixation d'un radical chimique sur un des éléments de l'ADN.

III.5 Les particules diesel

Il est tout d'abord important de noter qu'une exposition prolongée à une haute concentration de particules même inertes (sans impuretés gazeuses adsorbées) est considérée comme cancérogène.

Les particules diesel quant à elles de part leur petite taille et leur composition chimique sont nettement plus toxiques. En effet, elles sont facilement inhalables, atteignent le poumon profond et délivrent les composés nocifs adsorbés à leur surface. Les hydrocarbures et acides forts adsorbés sont responsables de la plus grande part des effets observés.

A court terme, ces particules portent atteintes aux fonctions respiratoires et provoquent des crises d'asthme. Les personnes asthmatiques et les personnes atteintes de pneumopathie sont alors les plus sensibles à cette action.

Lors d'une exposition prolongée, des bronchites chroniques, des pathologies de type cardio-vasculaires et des cancers pulmonaires peuvent être générés ou développés. Cependant les niveaux de concentration en PM10 diesel responsables du cancer du poumon seraient 3 fois plus élevées que la concentration moyenne ambiante.

Malgré de multiples travaux expérimentaux et de nombreuses études épidémiologiques, l'effet cancérogène des particules diesel n'a pas été démontré de manière certaine. Aucune association statistique entre l'exposition à de faibles concentrations ($0-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et le développement des tumeurs n'a pu être démontrée ([10]). De ce fait, le CIRC et l'EPA les ont classé comme étant probablement cancérogènes. [5]

IV. Effets de l'ensemble des émissions diesel

D'après l'OMS, les émissions diesel contribueraient chaque année à la mort prématurée d'un demi million de personnes dans le monde. Elle estime la valeur d'excès de risque unitaire pour les émissions diesel à $(1.6-7.1) \times 10^{-5} [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$. [9]

IV.1 Toxicité générale

IV.1.1 Effets d'une exposition aiguë

Les effets généraux les plus souvent décrits sont des sensations subjectives d'irritation des yeux, des voies respiratoires supérieures et des bronches, associées à des troubles neurophysiologiques et digestifs non spécifiques (céphalées, vertiges, picotements, engourdissements des extrémités, nausées, vomissements...).

Effets respiratoires

Les effets à une exposition aiguë se manifestent par l'apparition de symptômes respiratoires (toux, dyspnée⁴) et par la diminution des paramètres fonctionnels ventilatoires. Ces effets sont généralement réversibles après arrêt de l'exposition.

Effets cardio-vasculaires

Un risque accru de maladies cardio-vasculaires a été constaté chez des salariés exposés aux émissions diesel. Il a également été observé que, lors de pics de pollution, la mortalité cardio-vasculaire augmente surtout chez les sujets prédisposés (coronariens). [4]

Les résultats de l'étude ERPURS [1] ont permis de mettre en évidence une corrélation entre l'augmentation des concentrations en Fumées Noires⁵ (ayant pour origine principale les émissions de moteurs diesel) et les hospitalisations pour causes cardio-vasculaires.

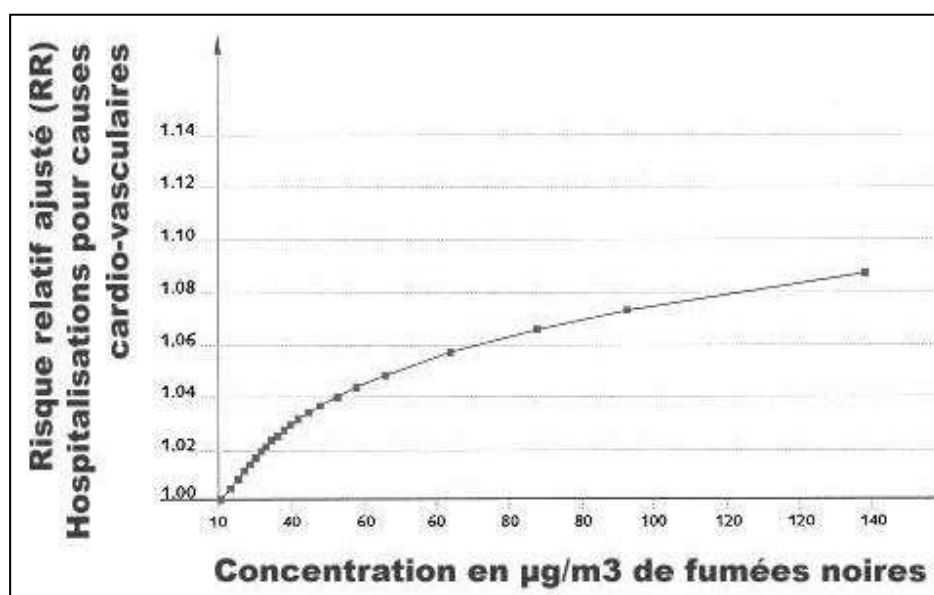


Figure 3 : Courbe dose-réponse entre les fumées noires et les hospitalisations pour causes cardio-vasculaires (1987-1990) [1]

⁴ Dyspnée : difficultés respirations

⁵ Fumée Noire : fumée produite par les échappements des moteurs diesel et par l'industrie pétrochimique.

IV.1.2 Effets d'une exposition chronique

Effets respiratoires

La plupart des données épidémiologiques recueillies en milieu professionnel (mineurs, cheminots, dockers, mécaniciens d'autobus) ne montre pas de maladie respiratoire chronique. Les quelques résultats mettent en évidence un accroissement des symptômes (toux, dyspnée...) plutôt qu'une diminution irréversible des paramètres fonctionnels ventilatoires.

Effets sur le système nerveux central

Les symptômes sont, le plus souvent, subjectifs et variés : céphalées, vertiges, fatigue, troubles de la mémoire, difficultés de concentration, irritabilité et modification du caractère, troubles du sommeil, baisse de la libido. [4]

IV.1.3 Allergies

Au cours des 30 dernières années, une augmentation du nombre de sujets allergiques a été observée et ceci malgré une diminution des saisons pollinifères. Des études épidémiologiques suggèrent une interaction entre les maladies allergiques (rhinites allergiques, asthme) et la pollution due à la circulation automobile, en particulier des moteurs diesel.

De nombreuses études examinent le lien entre asthme et pollution par les moteurs diesel. Ainsi, une augmentation des admissions hospitalières pour crises d'asthme est observée lors de forts pics de pollution et ceci indépendamment des conditions climatiques.

Chez des populations professionnellement exposées aux émissions diesel (conducteurs de locomotives diesel notamment), nous observons le développement d'asthme allergique alors que ces individus sont non-fumeurs et n'ont pas d'antécédents de pathologies respiratoires allergiques. [11]

IV.2 Génotoxicité et cancer

IV.2.1 Effets génotoxiques

La présence d'adduits sur l'ADN en l'absence de réparation fidèle, est susceptible de conduire à un événement mutagène.

La formation d'adduits chez l'homme a fait l'objet de quelques travaux comparant le niveau d'adduits HAP-ADN formés entre des sujets exposés aux émissions diesel et des sujets témoins. Il apparaît que les niveaux d'adduits à l'ADN étaient significativement plus élevés chez les sujets exposés aux émissions diesel.

Cependant, tous les dérivés mutagènes ne sont pas cancérogènes et réciproquement, des cancérogènes peuvent ne pas être génotoxiques. [4]

IV.2.2 Effets cancérogènes

Etudes toxicologiques

Pour ce type d'études, le rat représente généralement l'espèce de référence.

Certaines études ont montré que les particules et non la phase gazeuse étaient responsables de l'induction de tumeurs. Cette induction est vraisemblablement en relation avec la réaction inflammatoire provoquée par le dépôt des particules au niveau pulmonaire.

Cependant, on ne peut pas totalement exclure l'intervention des HAP adsorbés sur les particules dans le développement de tumeurs chez le rat. En effet, leur temps de présence est augmenté en raison de l'encombrement des alvéoles pulmonaires par les particules. Ces agents mutagènes peuvent donc participer à la cancérogenèse.

L'effet cancérogène des particules diesel est aussi observé chez les rongeurs après application cutanée en raison de la présence de HAP. Cependant aux concentrations habituellement rencontrées en zone de pollution, cet effet ne peut être mis en évidence. [4]

Etudes épidémiologiques

De nombreuses études épidémiologiques ont été menées chez l'homme, principalement dans des populations exposées professionnellement aux émissions diesel (travailleurs des chemins de fer ou des compagnies des bus, conducteurs professionnels, dockers).

Plusieurs études ont montré une augmentation des cancers pulmonaires et de la vessie. Il est important de noter que certaines présentent des biais importants (non prise en compte du tabagisme, exposition concomitante aux émissions essence). Cependant ceux-ci ne modifient pas sensiblement les résultats généraux. [5]

Des études épidémiologiques montrent des pourcentages de cas atteints par le cancer du poumon 20 à 50 fois supérieurs pour des individus exposés par rapport à des individus non exposés à des émissions diesel. Cela correspond à un risque relatif (risque de développer la maladie chez les sujets exposés par rapport aux sujets non exposés) compris entre 1,2 et 1,5 [10].

Il est néanmoins important de remarquer que ces études ne sont corrélées à aucune valeur d'exposition.

En l'état actuel des travaux scientifiques, les études épidémiologiques ne permettent pas, elles-mêmes, de conclure de manière certaine sur l'effet cancérogène des émissions diesel chez l'homme. [5]

C'est par la prise en compte à la fois des données toxicologiques et des travaux épidémiologiques que les organismes compétents (CIRC, EPA) se sont prononcés sur la cancérogénicité des émissions diesel. Celles-ci ont été classées comme étant probablement cancérogènes chez l'homme au vu des données concernant l'animal et l'homme. [5]

Résumé des points importants

- Les émissions diesel sont composées d'un grand nombre de polluants ayant des actions différentes sur l'organisme.
- L'association de certains polluants peut avoir un impact important sur la santé (particules en suspension et HAP).
- Une exposition aiguë peut altérer momentanément la fonction respiratoire. Un risque accru de maladies cardio-vasculaires a également été constaté en particulier chez les sujets prédisposés.
- De nombreuses études suggèrent une interaction entre maladies allergiques et pollution par les moteurs diesel.
- Les études toxicologiques mettent en évidence les effets cancérogènes des émissions diesel chez l'animal.
- Les études épidémiologiques ne permettent pas de conclure de manière certaine sur les effets cancérogènes des émissions diesel chez l'homme.
- Les organismes compétents ont classé les émissions diesel comme étant probablement cancérogènes pour l'homme.

Informations concernant la SNCF sur Amiens Métropole

Afin d'interpréter au mieux les différentes études menées, la connaissance du fonctionnement et des émissions globales de la SNCF sont nécessaires. Les différents documents fournis par la SNCF nous ont permis de recueillir des informations concernant la répartition du trafic ferroviaire, l'utilisation et le fonctionnement des motrices diesel sur Amiens Métropole.

I. Les motrices diesel sur Amiens Métropole

I.1 La répartition du trafic

Les locomotives diesel circulant sur le réseau ferroviaire d'Amiens Métropole assurent les liaisons suivantes pour le trafic voyageur :

- Amiens – Laon
- Amiens – Boulogne
- Amiens – Compiègne

	Desserte moyenne journalière en semaine	Desserte moyenne journalière le week-end
Amiens – Laon	10 allers et 11 retours	7 allers et 7 retours
Amiens – Boulogne	16 allers et 15 retours	11 allers et 11 retours
Amiens – Compiègne	8 allers et 6 retours	5 allers et 5 retours

Tableau 3 : Nombre moyen de liaisons voyageurs effectuées par des locomotives diesel au départ d'Amiens (source SNCF)

En moyenne 66 mouvements (somme des allers et des retours) diesel quotidien, en semaine, en gare d'Amiens sont dénombrés. Le week-end, le nombre de mouvements descend à 46.

Concernant le fret, seules deux lignes sont concernées :

- Amiens – Laon
- Amiens – Boulogne

	Desserte moyenne journalière en semaine	Desserte moyenne journalière le week-end
Amiens – Laon	21 allers et 17 retours	5 allers et 6 retours
Amiens – Boulogne	7 allers et 6 retours	2 allers et 2 retours

Tableau 4 : Nombre moyen de liaisons FRET effectuées par des locomotives diesel au départ de l'EMT d'Amiens ou de l'EMT de Longueau (source SNCF)

Le nombre de mouvements est beaucoup plus important en semaine que pendant le week-end. Le départ des trains a lieu à l'Etablissement Motrices et Tractions (E.M.T.) d'Amiens ou à l'E.M.T. de Longueau.

1.2 Le préchauffage des motrices diesel

Si la locomotive n'est pas sous abri chauffé, le moteur diesel est mis en température 40 minutes avant utilisation (30 minutes au ralenti, et 10 minutes à 1110 tours/min c'est à dire en mode « accélération marche »).

En période de froid, lorsque la température est inférieure à 0°C des mesures particulières sont observées avec un cycle de préchauffage préventif toutes les 9 heures. Si la température est inférieure à moins 8°C le préchauffage est effectué toutes les 3 heures. La quantité d'émissions est donc plus importante par période de froid que le reste du temps.

Les week-ends et en particulier le dimanche le nombre de motrices en stationnement est plus important en raison d'une circulation moindre par rapport à la semaine. Ceci a pour conséquence d'augmenter le nombre de préchauffage et la quantité des émissions diesel.

1.3 Les émissions par les motrices diesel de la SNCF

Le tableau 5 récapitule les informations concernant les émissions des principales locomotives diesel utilisées par la SNCF à Amiens, pour les polluants usuellement mesurés. Ces émissions sont mesurées au ralenti puisque les moteurs fonctionnent selon ce mode à 99% du temps.

Locomotives	CO	Hydrocarbures	NOx
CC 72000	5.8	6.5	0.5
A1AA1A 68000	0.6	0.3	0.8
BB 67400	3.8	0.6	1.7
BB 66000 et BB66400	0.9	0.3	0.2
BB 63500	0.7	0.2	0.1
X4500	0.1	0.1	0.1
X4300	0.3	0.1	0.1
Y 8000	0.7	0.3	0.1

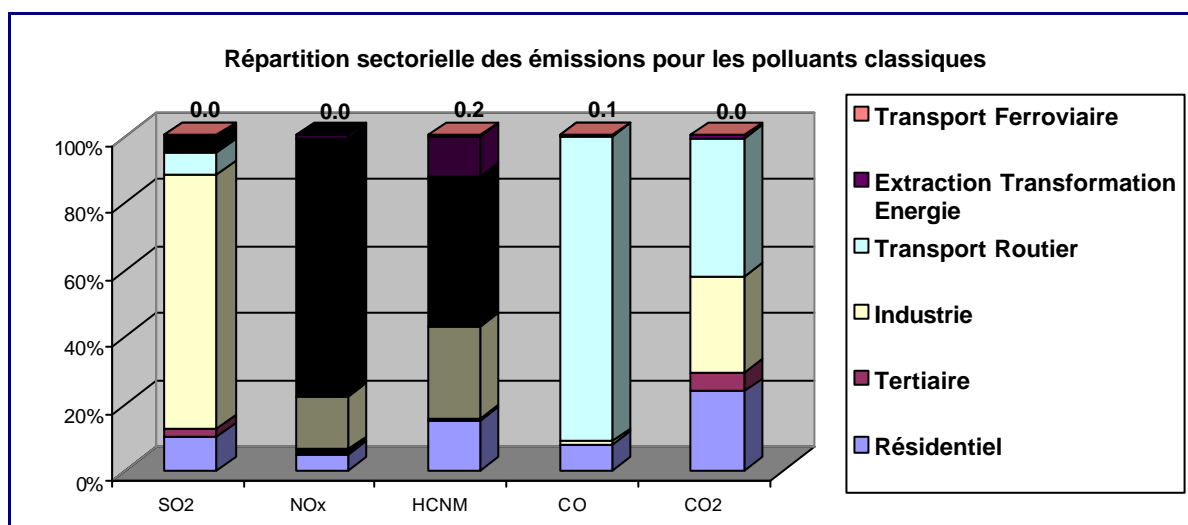
Tableau 5 : Données d'émissions mesurées au ralenti, en kg/heure pour chaque type de locomotives diesel utilisées sur Amiens (source SNCF)

Concernant ses rejets, la SNCF précise que, sans y être contrainte et dans un souci d'abaisser le plus possible les nuisances, un gazole à faible teneur en soufre est utilisé. De plus, afin de limiter les périodes de fonctionnement des moteurs diesel, l'utilisation d'une huile de lubrification multigrade a été généralisée, permettant ainsi de considérablement réduire la fréquence et la durée de mise en chauffe des moteurs en période hivernale.

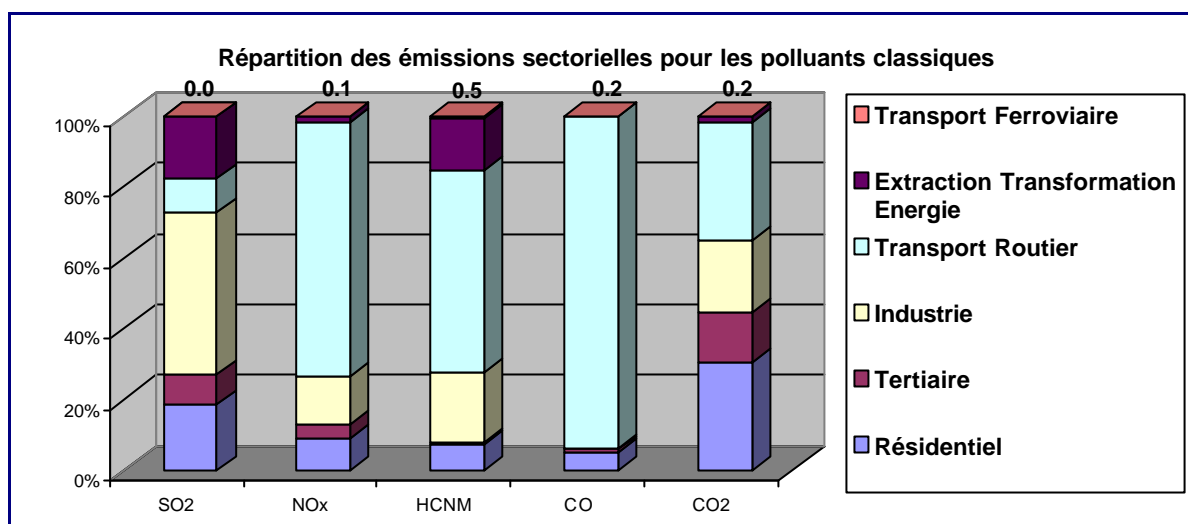
II. Place des émissions liées au trafic ferroviaire par rapport à l'ensemble des émissions

Le cadastre des émissions, réalisé dans le cadre du PRQA, a rassemblé l'ensemble des origines des émissions pour les principaux polluants présents dans l'atmosphère, à savoir le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les hydrocarbures non méthaniques (HCNM), le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de carbone (CO₂). Cet état des émissions va nous permettre de présenter la situation des rejets de polluants dus aux activités ferroviaires par rapport aux autres sources.

Les graphiques 1 et 2 montrent que, tant sur Amiens Métropole que sur la région picarde entière, la part des émissions due au transport ferroviaire est faible par rapport aux autres sources et ce pour les cinq polluants pris en compte. Les émissions imputables aux activités ferroviaires sont systématiquement inférieures à 0.5% des émissions totales sur Amiens Métropole et inférieures à 0.2% pour la région entière. Ces faibles pourcentages expliquent que sur les graphiques 1 et 2 les émissions dues au transport ferroviaire sont pratiquement imperceptibles. Par comparaison, la part des émissions dues au transport routier est évidente voire majoritaire pour certains polluants : pour les oxydes d'azote, la part des émissions due au transport routier représente les trois quarts des émissions totales ; pour le monoxyde de carbone, elle représente 90% des émissions totales.



Graphique 1 : Répartition sectorielle des émissions pour les polluants classiques en Picardie pour l'année de référence 1999 (source PRQA)



Graphique 2 : Répartition sectorielle des émissions pour les polluants classiques sur Amiens Métropole pour l'année de référence 1999 (source PRQA)

Il est à noter que les chiffres précédemment cités sont représentatifs des émissions moyennes totales, d'une part sur la Picardie et d'autre part sur Amiens métropole. Il faut donc avoir un regard critique sur ces valeurs car les émissions dues au transport ferroviaire ont un caractère local très marqué.

Etude des impacts sur l'environnement

Inventaire des Lichens sur la zone d'étude

L'étude a pour objectif d'évaluer l'impact des émissions liées au trafic ferroviaire à partir d'un état des lieux de la diversité des lichens présents sur la zone d'étude.

Considérant le rôle de bio-indicateurs joué par certains végétaux vis-à-vis de la pollution atmosphérique, l'étude consiste en une observation des lichens en tant que traceurs de la qualité de l'air. Ceux-ci sont recensés pour déterminer l'impact sur l'environnement de sources émettrices en l'occurrence des locomotives diesel de la SNCF. Un état de cette biodiversité des lichens est également effectué (dans une moindre mesure) sur des sites n'étant pas traversés par les voies ferrées, mais touchés par la pollution automobile.

I. Utilisation des bio indicateurs

Les nombreuses méthodes permettant de surveiller la qualité de l'environnement peuvent être réparties en deux catégories, clairement distinctes : la détection des polluants et éventuellement leur quantification, dans les milieux physiques et biologiques d'une part, et l'évaluation des effets des pollutions sur les organismes vivants, soit au niveau des individus, soit au niveau des populations et/ou communautés, d'autre part.

Les techniques analytiques ne permettent pas d'évaluer les effets de la présence de contaminants sur les organismes vivants ou sur l'état de la santé de l'écosystème. La bio disponibilité et les effets toxicologiques de certains contaminants peuvent en effet varier en fonction de :

- leur forme chimique,
- l'existence d'interactions entre contaminants (synergie ou au contraire antagonisme, etc.) ou entre les contaminants et les autres éléments du milieu,
- l'organisme considéré, de son stade de développement ou de son état physiologique.

Le recours à des méthodes basées sur des observations quantitatives et/ou qualitatives des organismes vivants est rapidement apparu comme une méthode efficace pour surveiller la qualité de l'environnement. Les premières études de ce type ont été réalisées au début du XX^e siècle avec notamment Kolwitz et Marson qui ont proposé d'utiliser les communautés d'organismes aquatiques comme indicateurs de la qualité de l'eau des rivières au travers de la « méthode des saprobies ». [12]

A l'heure actuelle deux approches basées sur l'étude des organismes vivants sont employées :

- La mesure, au sein d'individu provenant d'un milieu naturel, de paramètres moléculaires, biochimiques, cellulaires ou physiologiques, regroupés sous le terme de « bio marqueurs ».
- La recherche de certaines espèces ou de certains groupes d'espèces qui renseignent par leur présence (ou leur absence) et/ou leur abondance, sur la qualité du milieu, c'est à dire sur les propriétés de l'écosystème dont ils font partie : il s'agit alors de « bio indicateurs ». C'est cette deuxième approche que nous avons utilisée dans notre étude.

II. Les lichens : bio indicateurs de la qualité de l'air

II.1 Historique

Nylander a été le premier dès 1866 à constater l'influence de la pollution atmosphérique sur le développement des lichens. Il avait alors écrit : « les lichens donnent à leur manière, la mesure de la salubrité de l'air et constitue une sorte d'hygiomètre très sensible ». L'étape suivante a été la cartographie de répartition des espèces lichéniques. En 1926, Sernander décrit pour la première fois trois zones autour du centre de la ville de Stockholm, en relation avec la pollution atmosphérique et qui correspondaient à différents degrés de développement des lichens. Depuis, les travaux se sont multipliés, de Vareschi (1953), à Caracas, jusqu'à Van Haluwyn et Lerond et la méthode phytosociologique (début en 1980). Actuellement bon nombre de collectivités locales, régionales ou territoriales sollicitent les lichénologues pour des cartographies de la qualité de l'air, dans le but, soit d'établir un constat initial avant installation de complexes industriels, soit de suivre l'évolution de la pollution atmosphérique, dans le temps et dans l'espace. [13]

II.2 Définition : notion de champignon lichénisé ou lichen

Les champignons, dépourvus de chlorophylle, sont incapables d'utiliser l'énergie solaire. Pour se développer, ils vont exploiter (comme nous le faisons nous-même) l'énergie provenant de la dégradation de la matière organique élaborée par d'autres êtres vivants. Les champignons s'associent avec un partenaire chlorophyllien microscopique, Algue ou Cyanobactérie : il y a symbiose lichénique. La symbiose concerne des organismes vivant ensemble (en association mutualiste par exemple). La symbiose mutualiste implique la notion de profit plus ou moins structuré pour les partenaires avec l'établissement de relations réciproques. Un lichen est donc une structure autonome, le thalle lichénique, résultant de l'association symbiotique entre deux catégories de partenaires :

1. le partenaire fongique, hétérotrophe, appelé mycosymbiote, pratiquement toujours un champignon ascomycète, qui représente plus de 90 % de la biomasse lichénique, dont les hyphes microscopiques enchevêtrées emprisonnent,
2. le partenaire chlorophyllien, autotrophe, appelé photosymbiote, qui est une algue verte (phycosymbiote) ou/et une cyanobactérie (cyanosymbiote). [14]



Figures 4 :Exemples de lichens couramment rencontrés dans le « grand nord » de la France. A gauche *Xanthoria parietina*, à droite *Parmelia subrudecta*.

11.3 Justification de l'utilisation des lichens pour apprécier la dégradation de la qualité de l'air

Les lichens constituent un matériel de choix pour la bio-indication des pollutions :

Leur activité est continue :

Les lichens ont une activité métabolique presque continue tout au long de l'année, à la différence des végétaux supérieurs qui perdent leurs feuilles en hiver.

Leur métabolisme est lent :

Le métabolisme lent des lichens est à l'origine d'une croissance ralentie qui a pour conséquence une grande longévité. Celle-ci va permettre de faire un suivi régulier dans le temps de l'évolution de la pollution.

Leurs moyens de protection contre la pollution sont limités :

Les lichens sont dépourvus de système de contrôle des entrées et des sorties, ils n'ont pas de stomates pour contrôler les échanges avec l'atmosphère. Pour leur nutrition, ils sont entièrement sous la dépendance atmosphérique, qui leur apporte l'eau et les sels minéraux. Contrairement aux végétaux supérieurs, les lichens ne possèdent pas les structures leur permettant de limiter les conséquences de la pollution atmosphérique. [15]

Les lichens sont donc sensibles aux polluants atmosphériques et de nombreuses espèces disparaissent lorsque la qualité de l'air se dégrade. Cette infériorité relative des lichens nous permet de les utiliser (entre autres) comme bio-indicateurs. La présence de certaines espèces ou de certaines associations lichéniques particulièrement toxitolérantes, nous permet d'évaluer le taux de pollution dans la zone considérée. De même, l'étude du dynamisme de ces associations permet d'estimer la progression ou au contraire la régression de la pollution dans certains secteurs.

Limitations : Phénomène d'hystérésis dans les études de cartographie de la qualité de l'air :

Il existe un temps de latence entre la disparition de la pollution et la réinstallation ou la remise en croissance de lichens. Le phénomène d'hystérésis signifie que la corrélation lichen-pollution n'est pas la même selon que la pollution croît ou décroît. Autrement dit, les lichens n'échappent pas à la règle générale qui fait que leur réponse est retardée par rapport à l'évolution de l'environnement. Cette inertie biologique peut se comprendre aisément dans la mesure où un peuplement lichénique résulte de conditions antérieures : les lichens vont nous renseigner sur l'histoire de la pollution et sa rémanence.

II.4 Effet des principaux polluants sur les lichens

II.4.1 La pollution soufrée – acide : le dioxyde de soufre (SO₂)

L'activité photosynthétique des lichens diminue avec l'augmentation des concentrations en SO₂. La capacité de reproduction, la nutrition azotée, la synthèse des protéines sont également altérées dans ce cas là. Le SO₂ est considéré comme le polluant atmosphérique ayant le pouvoir de nuisance le plus dramatique pour les lichens, ces effets sur la biologie des lichens en font le facteur limitant à leur installation dans les zones polluées.

II.4.2 L'ozone (O₃), le fluor (F), les oxydes d'azotes (NO_x)

Ces polluants altèrent principalement la photosynthèse, la nutrition azotée, ainsi que la pigmentation des lichens.

II.4.3 Les métaux lourds

Facilement bio accumulés, les métaux lourds entraînent des perturbations morphologiques, anatomiques, cytologiques...

II.4.4 La radioactivité

Les lichens ont une forte capacité d'accumulation des éléments radioactifs (ou radioéléments) tant naturels qu'anthropiques. Cette forte capacité d'accumulation et leur grande résistance aux irradiations (aucun dommage n'est constaté sur les lichens dans la nature et des irradiations expérimentales ont confirmé cette résistance) font des lichens de bons indicateurs de la pollution radioactive (après analyses physico-chimiques). [15]

II.5 Evaluation de la qualité de l'air par étude des associations lichéniques

II.5.1 Méthodologie

Pour déterminer l'état de la qualité de l'air nous avons employé l'approche floristique qui utilise le lichen dans son intégralité, en tant qu'individu, observé isolément ou en peuplement in situ. C'est l'approche la plus ancienne mais elle est en constante évolution. Dans ce type d'approche, seuls les lichens épiphytes (c'est à dire les lichens présents sur les arbres) sont à prendre en compte. Parmi les méthodes floristiques, nous avons choisi la méthode qualitative basée uniquement sur les associations lichéniques, proposée en 1993 par Chantal Van Haluwyn et Michel Lerond et déjà appliquée dans le Nord-Pas de Calais et en Normandie. Cette méthode s'inspire de la méthode de Hawksworth et Rose mais utilise une échelle lichen-pollution adaptée à toute l'Europe du Nord Ouest. Cette méthode permet d'apprécier le degré de pollution directement à partir d'observations sur le terrain et utilise une échelle de correspondance entre le taux de pollution et la diversité ainsi que l'abondance des espèces observées. Cette méthode, qui présente l'avantage d'être praticable sur un vaste territoire et qui utilise un nombre limité (39) de lichens (voir tableau n°6) dont la détermination est assez aisée sur le terrain, repose également sur le fait qu'une communauté végétale apporte une indication plus précise sur les conditions ambiantes que les espèces considérées isolément (dans cette échelle de pollution, l'espèce la plus résistante est *Pleurococcus viridis* qui n'est pas un lichen mais uniquement une algue ; c'est la dernière espèce à disparaître en cas de pollution extrême). Lors de l'augmentation de la pollution, les communautés lichéniques se fragmentent en de nouveaux groupements (contenant moins d'espèces) dont l'évolution reste bloquée ou en groupements qui sont des altérations des communautés initiales.

II.5.2 Utilisation sur le terrain

Les auteurs préconisent de :

- retenir 1 à 10 arbres par sites selon les possibilités de terrain.
- utiliser des troncs de diamètre supérieur à 20 cm présentant les groupements les plus riches.
- faire les observations à partir d'un mètre de hauteur (ne pas tenir compte du couvert herbacé à la base du tronc) jusqu'à environ deux mètres.
- éviter les arbres inclinés, blessés.
- éviter les situations particulières qui ne révèlent pas l'ambiance générale de végétation lichénique ou de la pollution.

Nous avons essayé de respecter au maximum ces recommandations, cependant nous avons souhaité étudier un maximum de site le long des voies ferrées de la SNCF.

ZONES	Niveau de pollution	LICHENS RECENSES
Zone A	pollution extrêmement forte	<i>Pleurococcus viridis</i> (algue)
Zone B	pollution très forte	<i>Buellia punctata</i> <i>Lecanora conizaeoides</i>
Zone C	pollution forte	<i>Lecanora expallens</i> <i>Lepraria incana</i>
Zone D	pollution assez forte	<i>Diploicia canescens</i> <i>Lecidella elaeochroma</i> <i>Phaeophyscia orbicularis</i> <i>Physcia tenella</i> <i>Xanthoria polycarpa</i>
Zone E	pollution moyenne	<i>Candelariella xanthostigma</i> <i>Evernia prunastri</i> <i>Hypogymnia physodes</i> <i>Parmelia sulcata</i> <i>Physcia adscendens</i> <i>Physconia grisea</i> <i>Pseudevernia furfuracea</i> <i>Xanthoria parietina</i>
Zone F	pollution faible	<i>Parmelia acetabulum</i> <i>Parmelia caperata</i> <i>Parmelia glabratula</i> <i>Parmelia pastillifera</i> <i>Parmelia soledians</i> <i>Parmelia subaurifera</i> <i>Parmelia subrudecta</i> <i>Parmelia tiliacea</i> <i>Pertusaria amara</i> <i>Pertusaria pertusa</i> <i>Phlyctis argena</i> <i>Ramalina farinacea</i> <i>Ramalina fastigiata</i> <i>Xanthoria candelaria</i>
Zone G	pollution très faible	<i>Anaptychia ciliaris</i> <i>Parmelia perlata</i> <i>Parmelia reticulata</i> <i>Parmelia revoluta</i> <i>Physcia aipolia</i> <i>Physconia distorta</i> <i>Ramalina fraxinea</i>

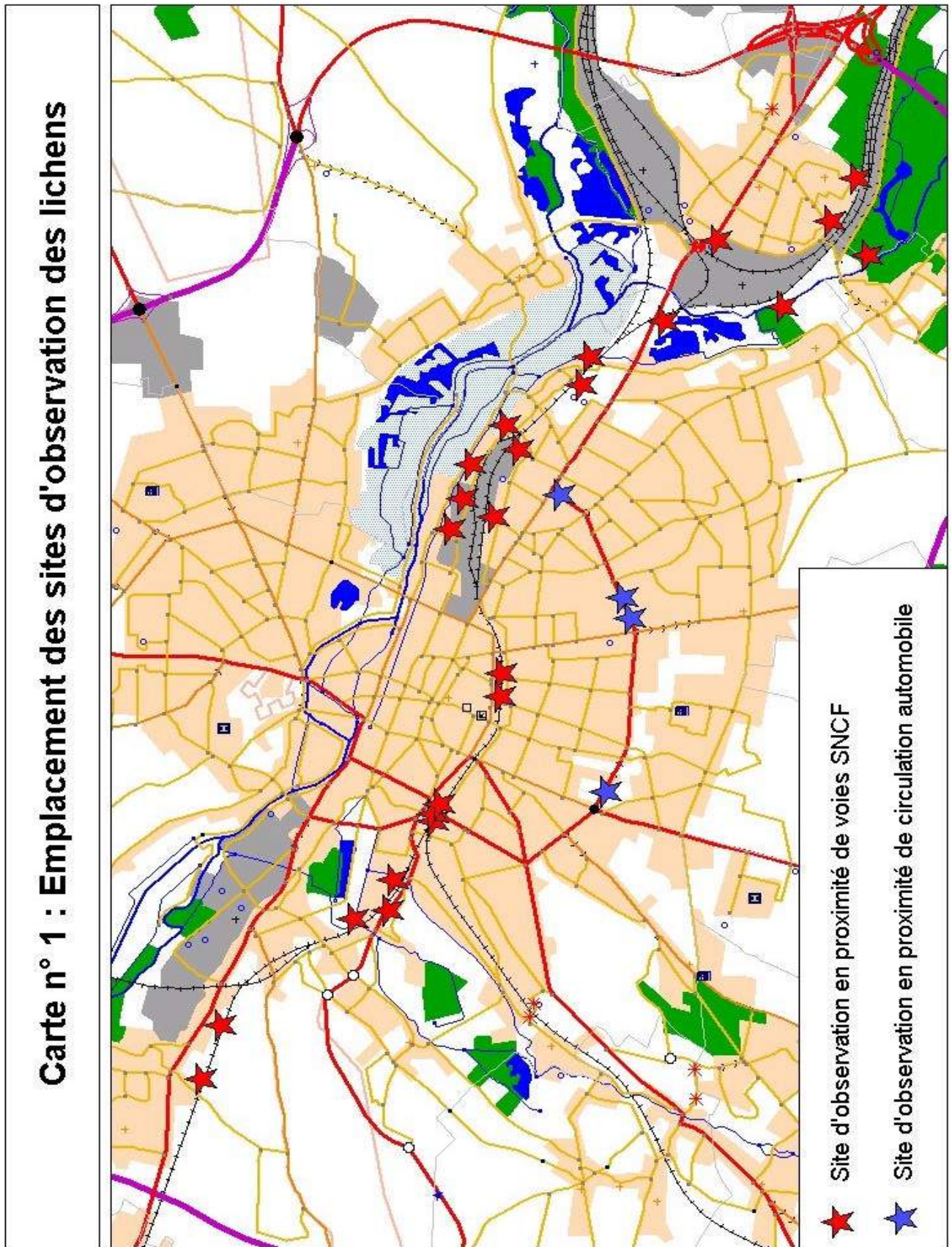
Tableau 6 : Echelle d'estimation de la qualité de l'air de la moitié Nord de la France (d'après Van Haluwyn et Lerond – 1986 – modifié en 1997) ([14]).

III. Zone d'étude - Organisation des relevés

L'objectif étant de déterminer l'impact des émissions des locomotives diesel, nous avons effectué des relevés en proximité des voies ferrées de la SNCF à partir de la gare de Longueau jusqu'à l'école Jules Verne. Bien qu'étant en proximité d'émissions de locomotives diesel certains sites sont également soumis à la pollution automobile, il est difficile de trouver des sites d'observation qui ne soient pas influencés par les émissions automobiles. La carte n°1 présente l'emplacement de tous les sites visités : au total 22 sites de recensement des lichens ont été choisis. La quantité des sites examinés a permis de rencontrer une variété importante d'essence d'arbres favorables aux lichens : tilleuls, frênes sorbiers, érables champêtres, érables planes, érables sycomores, sycomores, peupliers, peupliers trembles, peupliers d'Italie, peupliers du Canada, saules cendrés, pommiers, pruniers, marronniers, ormes, buis.

En outre, des relevés ont été effectués sur des sites directement sous influence de la pollution automobile afin de pouvoir établir une comparaison avec les sites sous influence d'émissions diesel dues aux motrices de la SNCF. Un nombre limité de sites a été sélectionné (3) car l'objectif n'était pas de déterminer l'impact engendré par la pollution automobile. Les relevés ont été réalisés sur les boulevards du Pont de Noyelle, de Bapaume et de Dury où ont été plantés seulement deux essences d'arbres favorables au développement des lichens : des sycomores et des tilleuls. Il faut noter qu'il est plus difficile de trouver de grandes variétés d'essences d'arbres susceptibles d'accueillir une flore lichénique sur les grands boulevards : les arbres étant soit trop jeunes pour avoir laissé le temps aux lichens de s'installer, soit de même nature tout le long du boulevard.

Cette étude a été réalisée avec l'aide de Gérard Sulmont, enseignant chercheur en biologie végétale, retraité de l'Université de Picardie Jules Verne. Sa participation active aux cinq visites sur le terrain était précieuse afin de choisir les sites de prélèvement et surtout afin d'identifier la nature des espèces lichéniques en présence.



IV. Résultats - Interprétation

Deux exemples de lichens rencontrés lors de nos observations sont présentés sur les photos ci-dessous :

Observations près de la nouvelle gare de Longueau sur un cornouiller :

- *Buellia Punctata*



Figure 5 : Buellia Punctata

Observations dans la rue Dejean (Etablissement Delestrez) sur un érable :

- *Parmelia Caperata*



Figure 6 : Parmelia Caperata

Analyse générale des espèces recensées

Le tableau n°7 récapitule l'ensemble des espèces rencontrées sur les sites en proximité d'émissions diesel des motrices de la SNCF ainsi que sur les sites soumis à la pollution automobile (sites appelés sites de référence). Ce tableau ne prend pas en compte la fréquence d'apparition des espèces.

Espèce lichéniques	Niveau de pollution associée	Présence sur les sites SNCF	Présence sur les sites de références
Pleurococcus viridis	A	oui	oui
Buellia punctata	B	oui	non
Lecanora conizaeoides	B	oui	non
Lecanora expallens	C	oui	non
Lepraria incana	C	oui	oui
Cardelariella vitellina	D	oui	non
Physcia tenella	D	oui	oui
Xanthoria polycarpa	D	oui	oui
Candelariella xanthostigma	E	oui	oui
Diploiscia carescens	E	oui	oui
Evernia Prunastri	E	oui	non
Parmelia sulcata	E	oui	non
Physcia adscendens	E	oui	oui
Physconia grisea	E	oui	oui
Xanthoria parietina	E	oui	oui
Parmelia acetabulum	F	oui	oui
Parmelia caperata	F	oui	non
Parmelia glabrutala	F	oui	non
Parmelia subrudecta	F	oui	non
Ramalina farinacea	F	oui	oui
Phaeophyscia orbicularis	F	oui	oui
Candelariella concolor	Indéterminée	oui	non
Lecanora chlorotera	Indéterminée	oui	non
	Nombre total d'espèces:	23	12

Tableau 7 : variété des espèces rencontrées sur l'ensemble des sites d'observation des lichens

Sites d'observation en proximité des voies ferrées de la SNCF

Le nombre d'espèces de lichen dénombrés sur l'ensemble des sites de proximité des voies ferrées est de 23. A priori, et d'une manière globale, un nombre si important d'espèces traduit une qualité de l'air satisfaisante même si ce nombre ne prend pas en compte la fréquence d'apparition des espèces. En effet, dans un cadre de forte pollution, un nombre assez faible d'espèces est attendu voire une disparition totale des lichens et même de l'algue *Pleurococcus*.

Evidemment, chaque site pris séparément ne dispose pas d'une aussi grande variété de lichens. La liste des lichens rencontrés par site est disponible dans le rapport d'analyse «Etat des lieux de la biodiversité des lichens, campagne SNCF 2001-2002/2001/03/RA/Version octobre 2002 » joint en Annexe 1.

La quantité importante de sites observés a permis de trouver des supports (type d'arbres) plus variés, autorisant le développement de plus d'espèces.

Les espèces recensées se situent individuellement de la catégorie A (zone de pollution extrêmement forte selon l'échelle d'estimation de la qualité de l'air de Chantal Van Haluwyn et Michel Lerond) à la catégorie F (zones de pollution faible). Cependant, la présence de lichens de catégorie A ne signifie pas que la zone étudiée se situe dans une zone extrêmement polluée.

La détermination de la catégorie d'une zone ne dépend pas des espèces considérées isolément mais de la communauté lichénique en présence. Dans une zone de pollution donnée, (E par exemple) peuvent se trouver des espèces de catégorie de pollution supérieure, (par exemple D ou A), mais rarement des espèces de catégorie de pollution inférieure. En effet, un lichen peu résistant ne peut survivre dans une zone de pollution importante, alors que l'inverse est possible : un lichen toxitolérant peut se développer dans une zone moins polluée si les conditions lui sont favorables.

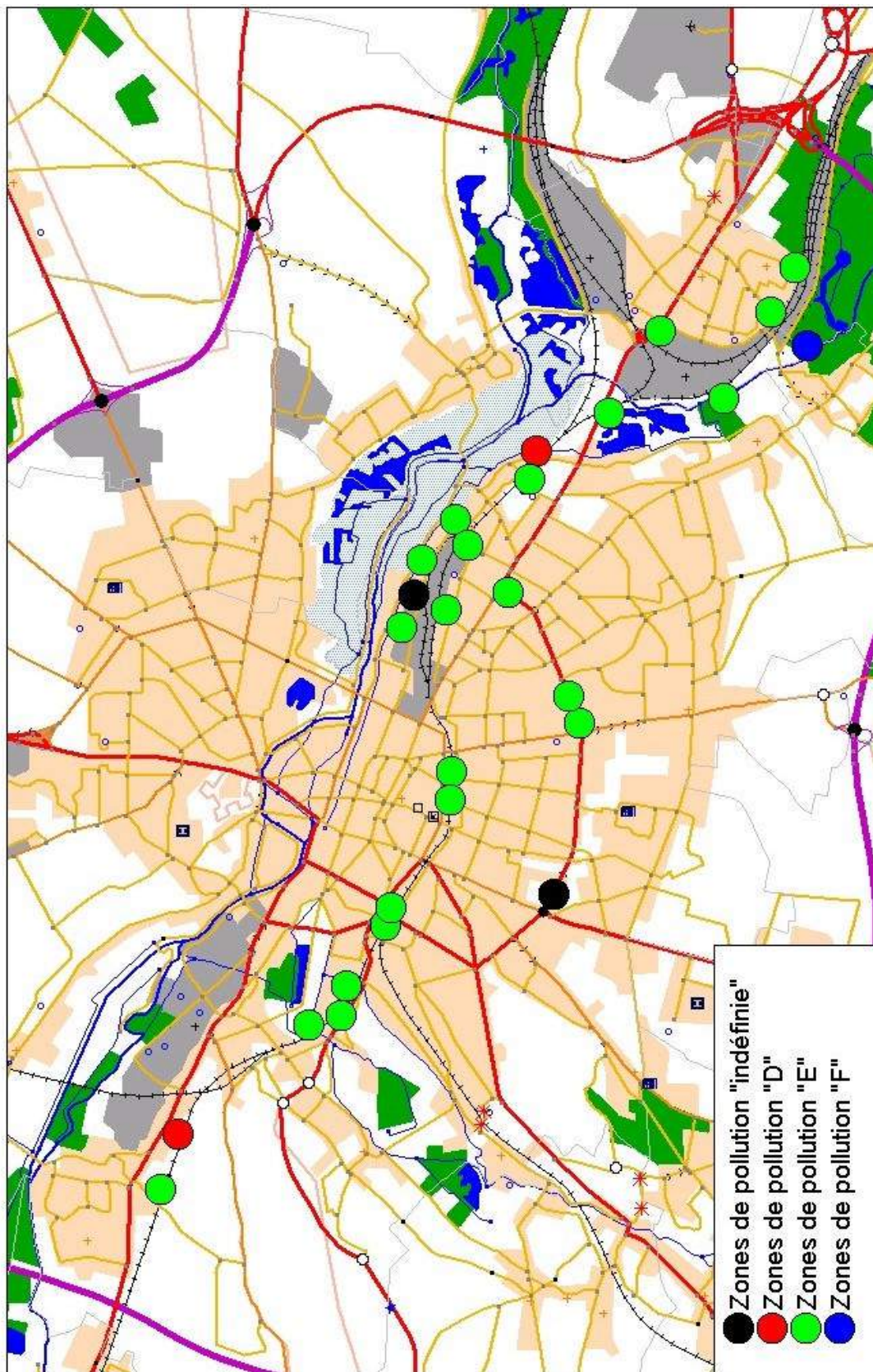
Considérant ce fait et en appliquant l'échelle d'estimation de la qualité de l'air de Chantal Van Haluwyn et Michel Lerond, les zones de pollution rencontrées vont de la catégorie D à la catégorie F comme le montre la carte 2 : ce sont des niveaux de pollution acceptables qui montrent que les émissions des locomotives diesel ont peu d'impact sur les populations lichéniques. Sur cette carte apparaissent également deux zones de pollution dite « indéfinie ». Cela signifie qu'aucun type de zone de pollution (A, B, C, D, E, F ou G) n'a pu être définie comme prédominante.

Sites d'observation en proximité de pollution d'origine automobile

Au total, 12 espèces de lichens ont été recensées près des sites soumis à l'influence de la circulation automobile. Cette faible diversité s'explique par le fait que seulement 3 emplacements ont été choisis pour le recensement des lichens.

Les sites d'observation se classent tous dans la catégorie E représentative d'une zone de pollution moyenne.

Carte n° 2 : Zone de pollution associée aux sites de prélèvement (selon l'échelle de Chantal Van Haluwyn et Michel Lerond)



Comparaison des résultats des deux types de sites

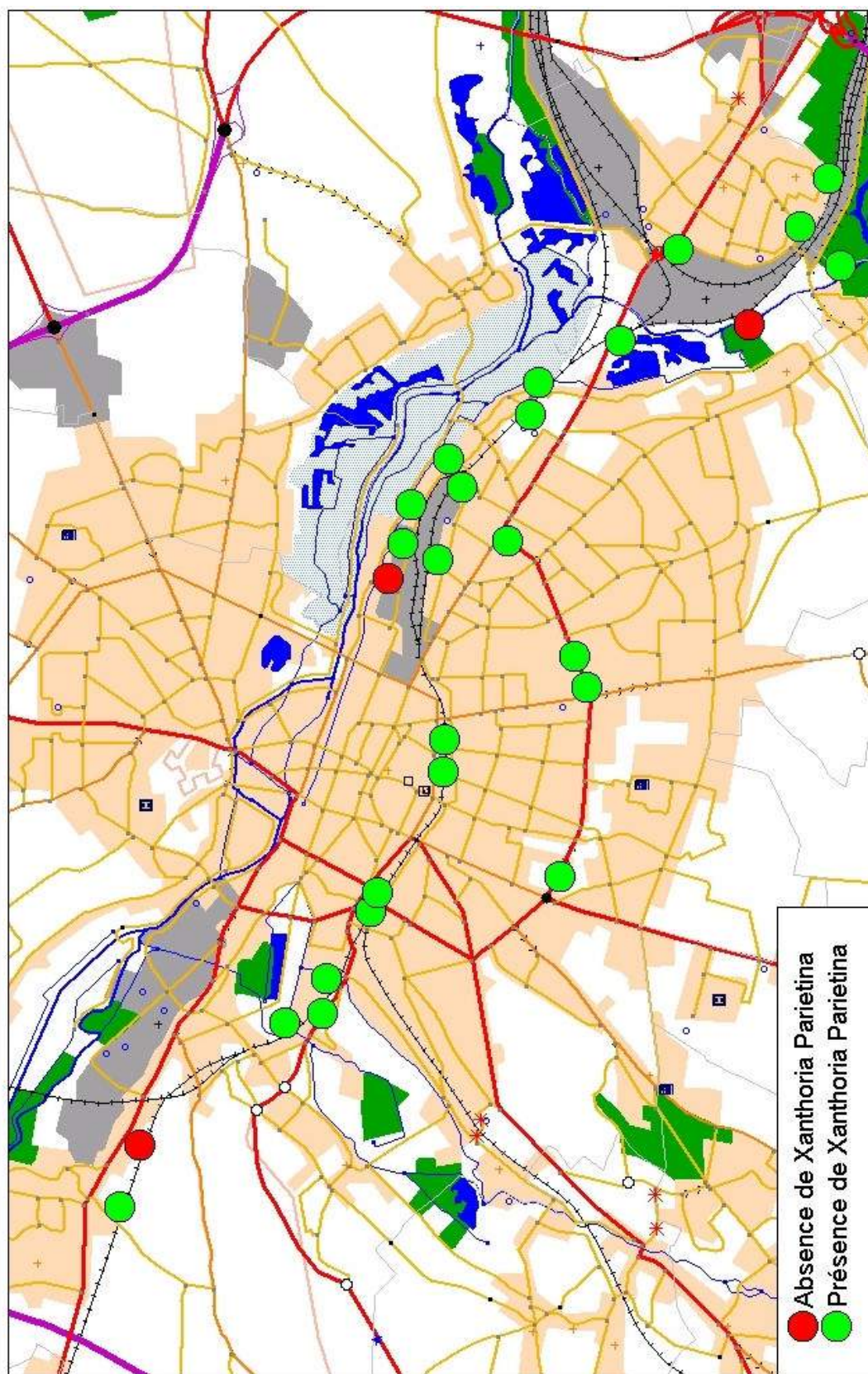
Aucune différence frappante n'est à constater entre les deux typologies de site. Les émissions engendrées d'une part par la circulation automobile seule et d'autre part par la circulation automobile et les locomotives diesel de la SNCF n'ont apparemment pas d'influence spécifique sur le développement de la flore lichénique. La carte n°2, qui présente les zones de pollution associées à l'ensemble des sites, ne met pas en évidence de disparité.

En outre, les résultats présentés sur la carte n°2 sont proches des résultats de la thèse «Rôle joué par les lichens épiphytiques en tant que bioindicateurs de la pollution atmosphérique : l'exemple de l'agglomération amiénoise.» soutenue par Olivier Jurion en 1990 ([16]) et du mémoire «Lichens témoin de la pollution atmosphérique. Application à la vallée de la Somme.» rédigé par Carla Alvès et Laurent Fay en 1994 ([17]) qui déterminaient approximativement, des zones concentriques de pollution décroissante à partir du centre ville (déterminées par bio-indication à partir d'un recensement de lichen). Cela signifie que la présence d'espèces lichéniques serait mieux corrélée aux niveaux de pollution de fond qui d'une manière générale sont décroissants au fur et à mesure de l'éloignement du centre ville.

Les résultats de nos observations semblent même indiquer une légère augmentation du nombre d'espèces peu tolérantes à la pollution atmosphérique (sur nos sites d'observation) désignant ainsi une amélioration de la qualité de l'air par rapport à ces deux études antérieures.

L'état des lieux de la biodiversité des lichens met également en évidence la présence sur la quasi-totalité des sites d'observation de l'espèce *Xanthoria parietina*, représentative d'une zone de pollution moyenne comme le montre la carte n°3. Cette espèce a trouvé sur Amiens de bonnes conditions pour son développement malgré les émissions locales (circulation automobile, locomotives diesel).

**Carte n° 3 : Répartition de l'espèce *Xanthoria parietina*
selon les sites d'observation**



V. Synthèse

L'état des lieux de la biodiversité des lichens a été réalisé sur 25 sites d'observation dont 22 en proximité des voies ferrées et 3 en proximité de circulation automobile. Une cartographie des zones de pollution, selon l'échelle d'estimation de la qualité de l'air de Chantal Van Haluwyn et Michel Lerond, associée aux sites d'observation a été réalisée et n'a pas mis en évidence de différence notable entre les deux typologies de site.

Il apparaît que les émissions diesel des locomotives de la SNCF ne sont pas de nature à limiter le développement de la flore lichénique. Ceci peut s'expliquer par le fait que les lichens sont plus sensibles à une pollution de fond plutôt qu'à des phénomènes de pollution aiguë et de courte durée.

La bio-indication lichénique met donc en évidence une qualité de l'air acceptable. Les lichens sont sensibles à l'état général de la qualité de l'air mais c'est surtout la pollution soufrée acide qui a les effets les plus négatifs sur leur développement. C'est donc en particulier au niveau de ce type de pollution que les termes « Qualité de l'air acceptable » peuvent être appliqués.

Les résultats de cette étude pourront servir de données de référence par rapport à des évaluations ultérieures, en particulier pour mesurer les effets en fonction des modernisations possibles du parc (renouvellement du parc des locomotives, remplacement des motrices diesel par des motrices électriques,...).

- Les émissions diesel ne sont pas de nature à limiter le développement des lichens. Cela peut s'expliquer par le fait que les lichens sont plus sensibles à une pollution de fond qu'à une pollution aiguë et brève comme sont supposées l'être les émissions diesel des locomotives.
- Une « Qualité de l'air acceptable » par rapport à une pollution soufrée a été mise en évidence par l'intermédiaire des bio-indicateurs lichéniques.

Evaluation de la gêne olfactive

Parmi les nuisances engendrées par les locomotives diesel, la gêne olfactive générée par les émissions est certainement celle qui a fait réagir le plus vivement les populations riveraines des voies de chemin de fer de la SNCF.

C'est pour cette raison que nous avons fait appel au volontariat des habitants d'une zone d'étude prédéfinie.

L'objectif principal de cette étude est de mettre en évidence les quartiers les plus concernés par le problème des odeurs et d'estimer le niveau de cette gêne à l'aide d'un indice de nuisance olfactive. Le second objectif est de faire participer les habitants à l'étude, à travers un appel aux volontaires, et d'évaluer leur implication tout au long de l'étude.

I. Les odeurs

I.1 Définition

Une odeur est une sensation résultante de la stimulation du système olfactif par des substances chimiques. L'appréciation de cette sensation présente souvent une variation importante. La sensation olfactive peut aussi varier en fonction des caractéristiques de l'odorant lui-même, de sa concentration par exemple. Ces variations sont d'autant plus complexes à appréhender puisque bien des odeurs ne sont pas issues de produits purs mais plutôt de mélanges de substances odorantes.

I.2 La gêne olfactive

La gêne olfactive est la gêne ressentie par un individu suite aux odeurs qu'il perçoit. Cette notion de gêne olfactive comprend un aspect quantitatif, mais aussi un aspect « hédonique » relatif à la notion de bien-être, qui consiste à associer un caractère agréable ou désagréable à l'odeur perçue. Cette notion qui fait intervenir des paramètres d'ordre physico-sociologiques est étroitement liée à l'histoire de l'individu interrogé, à sa culture...

I.3 Origines des odeurs des locomotives diesel

D'après le rapport «Expertise collective, Diesel et santé» publié par le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), il y a plus de mille composés organiques présents à diverses concentrations dans les gaz d'échappement d'un moteur Diesel.

La plupart d'entre eux ont une odeur faible. Mais certains autres ont une odeur nette comme les composés de type aldéhydes saturés (de C2 à C11), les dérivés aldéhydiques du benzène, les alkylbenzènes et les furanes.

Selon la composition, les dérivés alkylés du benzène, de l'indane, de la tétraline et du naphthalène contribuent à donner une note "acre", "brûlée", "huileuse" ou "kérosène". Des espèces oxygénées, soufrées ou fortement non saturées ont une odeur nauséabonde. La présence d'acide gras donne une note "acide". La note "fumé-brûlé" est attribuée aux hydroxy- ou méthoxy-indanones, méthyl- et méthoxy-phénols, furanes, alkylbenzaldéhydes, alkénones, diénones, hydroxycyclocarbonyles et indanones [Levins et Kendall (1973), Levins et al.(1974)].

II. Méthodologie de mesure de la gêne olfactive

Pour évaluer le niveau de gêne ressenti par les riverains d'un site pollué par des odeurs, un jury est constitué, non pas d'experts, mais de personnes volontaires choisies parmi la population locale environnant la zone à étudier.

En France, il n'existe pas de norme concernant ce genre de mesure. La paternité de ce type d'étude revient à une équipe de chercheur de l'Université d'Utrecht (Pays Bas). Ces études sont désormais recommandées par différents organismes européens et certaines ont déjà été menées en France dans la région de l'étang de Berre, sur l'estuaire de la Seine et dans les zones industrielles de Strasbourg et Kehl.

L'échantillon de population constituant le jury est donc composé de personnes bénévoles riveraines du site étudié. Elles sont regroupées par site géographique en fonction de leur lieu de résidence. Ces personnes doivent sortir de chez elles à des heures et dates déterminées et se prononcer sur le caractère odorant de l'air qu'elles respirent. Pour cela, elles doivent répondre au questionnaire figurant sur le carton-réponse présenté en figure 7.

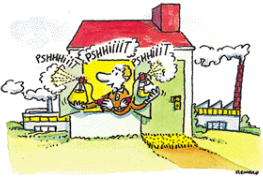
Questionnaire pour le suivi des nuisances olfactives		
Date :	MATIN	Nom :
Heure :		
Sortez de chez vous et flairez attentivement, svp.		
	- Sentez-vous une odeur ?	NON OUI
	- Si OUI, en sentant cette odeur vous vous sentez :	Non gêné Un peu gêné Géné Très gêné Extrêmement gêné
	- Origine supposée des odeurs :	Emissions diesel (motrices SNCF) Gaz d'échappement (automobiles) Egouts Industries Autres :
		
Pour toutes remarques et observations supplémentaires, tournez la page, s'il vous plait.		

Figure 7 : Questionnaire à remplir par les observateurs

Afin d'exploiter la mesure, le nom du correspondant, l'heure et le jour doivent y figurer. Au verso, elles peuvent indiquer les remarques qu'elles jugent utiles.

L'ensemble des réponses va permettre de calculer un indice de nuisances olfactives (I) pour un secteur, un jour et une heure déterminés. Cet indice permet de quantifier la gêne olfactive ressentie. Il est calculé de la manière suivante :

$$I = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^5 (W_i \times N_i)$$

Avec

I : indice de nuisances olfactives

i : catégorie de la réponse allant de 0 à 5

W_i : coefficient de la catégorie i

N_i : nombre de réponse de la catégorie i

N : nombre totale d'observateurs

Réponse	i	W_i
Pas d'odeur	0	0
Odeur pas gênante	1	0
Odeur un peu gênante	2	25
Odeur gênante	3	50
Odeur très gênante	4	75
Odeur extrêmement gênante	5	100

Tableau 8 : Evaluation de i et W_i suivant l'intensité de la gêne ressentie.

Ainsi, la valeur de l'indice de gêne olfactive est nulle lorsque personne ne se déclare gêné par les odeurs, et est égale à 100 lorsque tous les participants sont extrêmement gênés.

Les avantages de ce type de mesures :

- les personnes considérées travaillent toutes avec une même échelle de réponse pour indiquer le niveau de la gêne qu'elles ressentent,
- cette gêne ressentie est uniquement basée sur un jugement ponctuel et ne nécessite pas la qualification de l'odeur.

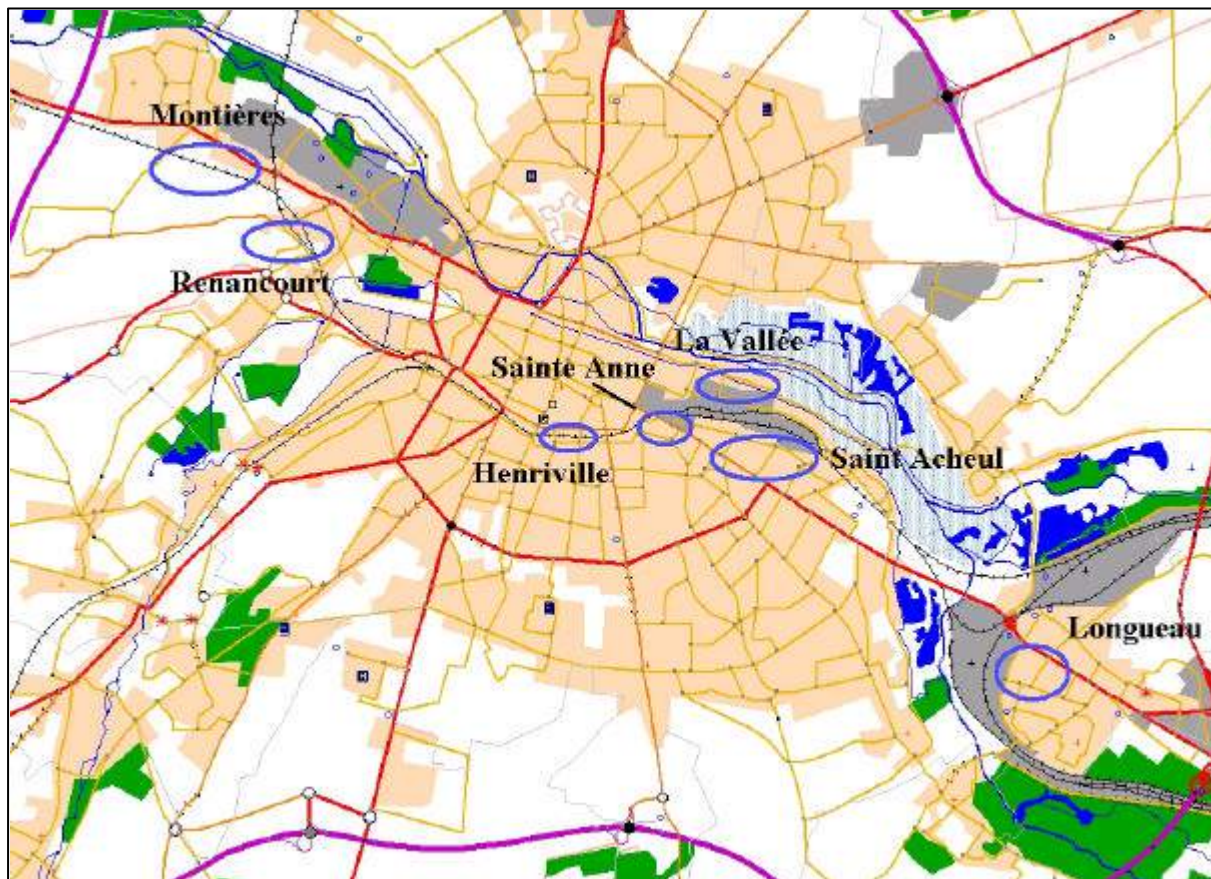
Les inconvénients de ce type de mesures :

- cette étude est basée sur le volontariat et la motivation des habitants. L'étude se fait sur une période plus ou moins longue : une baisse de motivation peut donc affecter l'assiduité à remplir les questionnaires,
- les volontaires les plus concernés par les gênes ne seront peut être pas toujours objectifs,
- Les volontaires les plus gênés seront certainement les plus assidus tout au long de l'étude. En fin de période d'étude, les réponses aux questionnaires ne seront peut-être plus très représentatives puisque plus très objectives.

III. Conditions opératoires :

III.1 Choix des sites

La zone géographique couverte par l'étude comprend les quartiers d' Amiens (Saint Acheul, La Vallée, Montières, Renancourt, Sainte Anne et Henriville) et de Longueau qui sont traversés par les voies de chemin de fer de la SNCF comme le montre la carte 4.



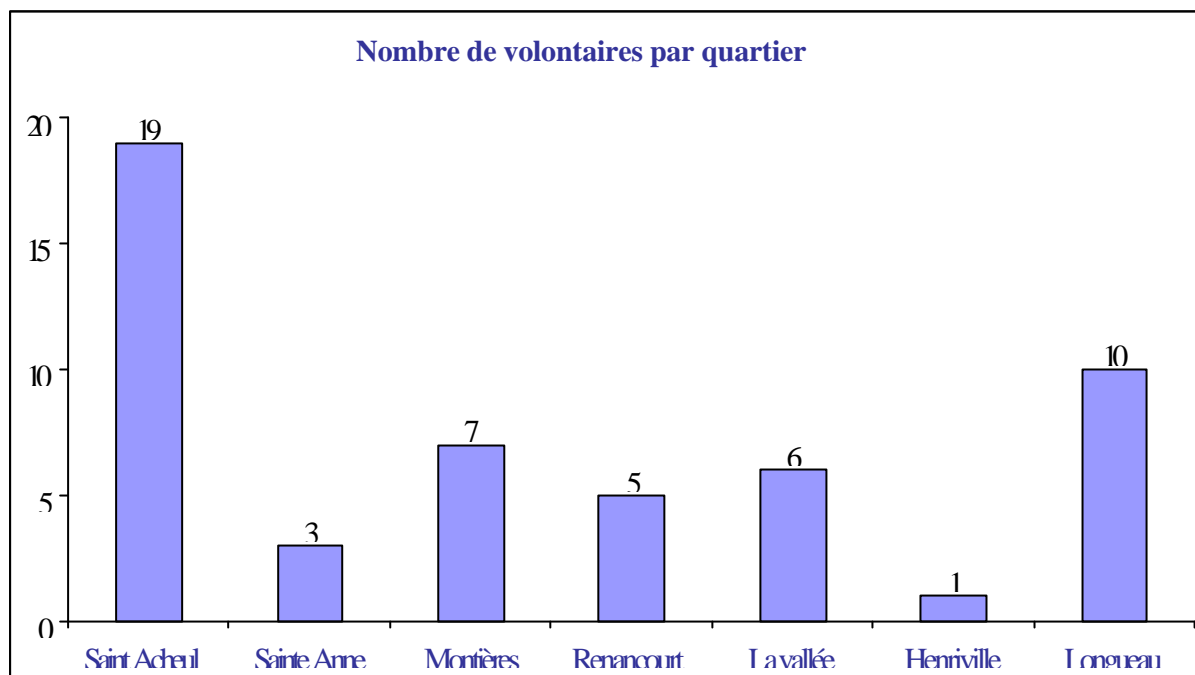
Carte 4 : zones concernées par l'étude sur les nuisances olfactives.

III.2 Les volontaires

L'appel aux volontaires a été réalisé en collaboration avec les comités de quartiers concernés, ou les personnes s'occupant de l'environnement dans les villes, quartiers ou métropole. Au total, 51 personnes se sont portées volontaires.

Le graphique n°3 présente le nombre de volontaires par quartier qui se sont engagés à participer à l'étude. Il faut noter que la «recherche» de volontaires n'a pas toujours été aisée, certains quartiers ne se sentant pas réellement concernés par l'étude. Cela explique un nombre de volontaires parfois un peu faible. A l'inverse, certains quartiers comme Saint-Acheul ou la ville de Longueau ont montré une réelle motivation pour la réalisation de cette étude.

Pour les quartiers, dont le nombre de volontaires est faible, il faudra prendre les résultats de l'étude avec beaucoup de précautions puisque la représentativité de l'enquête est fortement remise en question.



Graphique 3 : nombre de volontaires par quartier

Deux réunions d'information (l'une en mairie d'Amiens, l'autre en mairie de Longueau) ont été organisées afin d'expliquer précisément aux volontaires les objectifs et le déroulement de l'étude.

III.3 Contraintes

Les moments d'observation ont été fixés sur quatre semaines du lundi 18 février au dimanche 17 mars 2002, à raison d'un relevé le matin entre 7 heures et 9 heures et un relevé en fin d'après-midi entre 17 heures et 19 heures.

Des visites de l'association Atmo Picardie ont été organisées au milieu de l'étude, afin d'impliquer les volontaires et de garder intact leur motivation.

IV. Résultats

Dans un premier temps, les paramètres météorologiques de la période d'étude seront observés afin de connaître si ces conditions étaient favorables à la dispersion ou à l'accumulation des polluants et donc des odeurs. Puis les réponses aux questionnaires seront exploitées quartier par quartier avant qu'une synthèse en soit faite.

IV.1 Conditions météorologiques et de pollution générale rencontrées durant la période de l'étude

Les conditions météorologiques ainsi que les niveaux de pollution rencontrés sur les polluants couramment surveillés dans le cadre des activités d'Atmo Picardie vont être étudiés afin de déterminer si les conditions météorologiques étaient favorables à la dispersion ou à l'accumulation des phénomènes de pollution.

IV.1.1 Etudes des conditions météorologiques rencontrées

IV.1.1.1 Explication pratique sur la dynamique de l'atmosphère et ses conséquences sur la qualité de l'air

Des concentrations assez élevées en polluant peuvent être attribuées à la dynamique de l'atmosphère. En effet, le gradient thermique en situation normale est de -6°C par kilomètre. Il intervient dans la stabilité des masses d'air. Normalement, l'air au contact du sol, s'échauffe et, de ce fait, s'élève en altitude. Dans le cas où la masse d'air polluée est plus chaude et donc plus légère que l'air qui l'entoure, celle-ci présente une ascension verticale entraînant la dispersion des polluants.

Par contre, lorsque les conditions météorologiques sont en situation anticyclonique, les nuits sont claires et occasionnent un refroidissement du sol, surtout en hiver. La couche d'air au contact du sol se refroidit à son tour et devient plus froide que celle en altitude. La couche d'air chaud située à une centaine de mètres d'altitude agit comme un couvercle thermique qui empêche les fumées et gaz polluants de monter et de se diluer. On parle alors *d'inversion de température*.

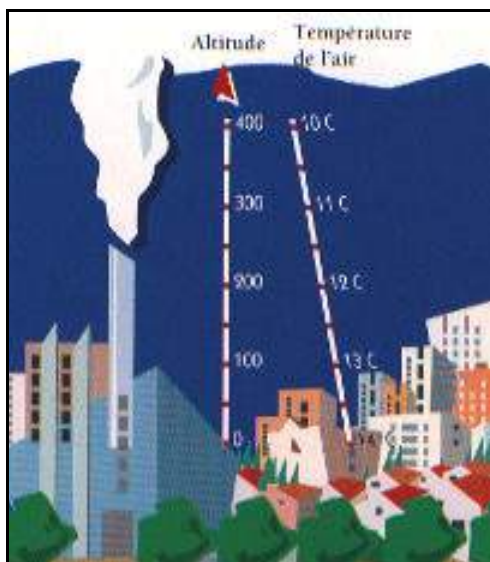


Figure 8 : Dispersion verticale des polluants en situation atmosphérique normale de diffusion. (Min. de l'Env., 1994).

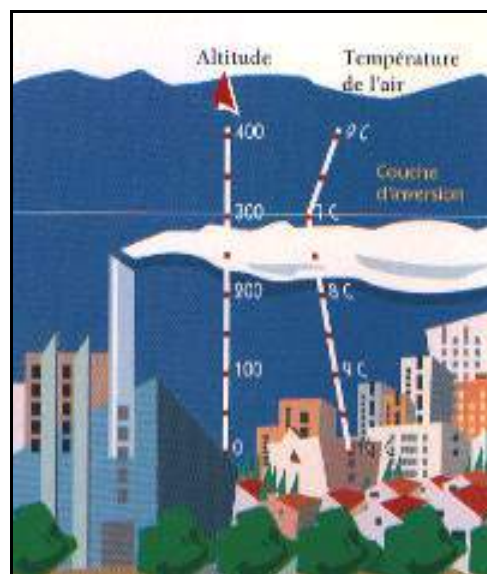


Figure 9 : L'inversion de température et la non dispersion des polluants (Min. de l'Env., 1994)

L'inversion de température est le phénomène extrême qui bloque les polluants et empêche leur dispersion. Il existe cependant beaucoup de configurations intermédiaires. La dispersion dépend principalement de la stabilité de l'atmosphère donc de la pression atmosphérique et de la couverture nuageuse, de la température et de la vitesse du vent.

IV.1.1.2 Les vents

Les données météorologiques utilisées (direction et intensité du vent) ont été relevées à la station de mesure Météo-France de « Amiens-Glisy ». Il s'agit de données horaires.

Les vents relevés à Amiens au cours de la période de l'étude sont principalement des vents de Sud-Ouest, ce qui est la direction des vents dominants habituels.

Cette rose des vents, qui représente la période du lundi 18 février au dimanche 17 mars 2002, cache une grande disparité à l'échelle de la journée et même de la semaine (cf. figures 11, 12, 13 et 14 pages 59 et 60). La répartition des vents dans chaque classe de forces (cf. tableau 9 page suivante) est donnée en pourcentage d'occurrence par rapport au nombre total de mesures de vents dans toutes les directions de l'espace.

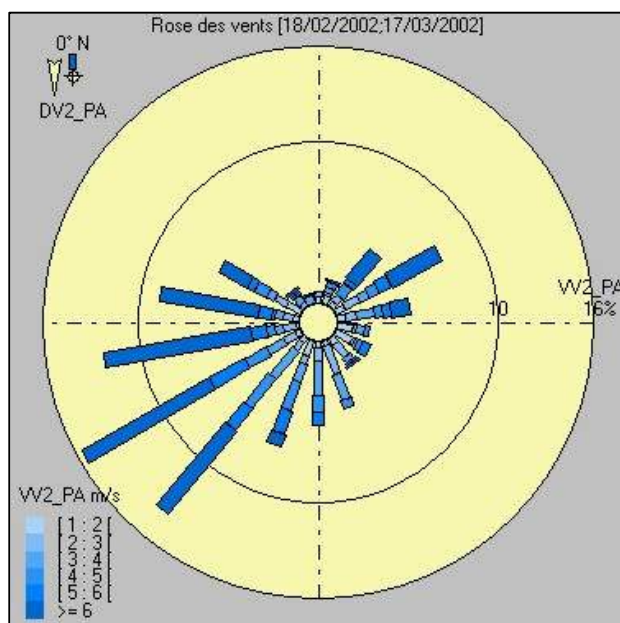


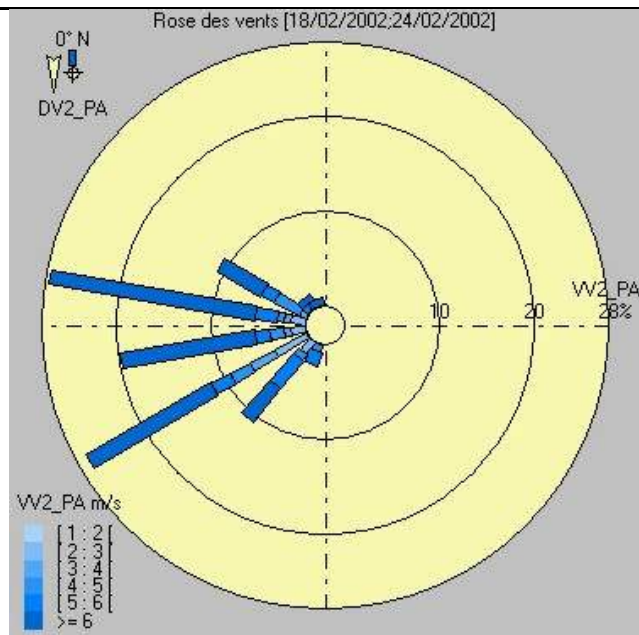
Figure 10 : Rose des vents pour la période du 18 février au 17 mars 2002

Vitesse du vent en m/s	< 1	[1 : 2 [	[ 2 : 3 [	[ 3 : 4 [	[ 4 : 5 [	[ 5 : 6 [	>= 6	Cumul
Direction du vent en degrés								
[350 : 10 [	2.9	0.3	0.3					0.7
[10 : 30 [		0.5	0.2	0.3	0.3		0.2	1.5
[30 : 50 [		0.3	0.5		0.8	0.3	2.4	4.4
[50 : 70 [		0.7	1	0.7	0.7	0.8	3.5	7.4
[70 : 90 [		0.5	0.7	1.2	0.5	0.5	1.2	4.6
[90 : 110 [		1	0.2	0.5	0.3			2
[110 : 130 [		1.2	0.2	0.2	0.3	0.5		2.4
[130 : 150 [		0.5	1	0.3		0.2	0.2	2.2
[150 : 170 [		0.3	1.9	1.7	0.5			4.4
[170 : 190 [		0.3	0.8	2.2	1	0.8		5.2
[190 : 210 [		1	0.5	1.2	1.9	1.5	0.8	6.9
[210 : 230 [		0.3	0.7	2.2	2.4	1.7	6.7	14
[230 : 250 [		0.3	0.8	1.2	1.5	2.5	9.1	15.5
[250 : 270 [		0.2	0.8	0.5	0.5	1	9.3	12.3
[270 : 290 [		0.3	0.7	0.5	0.2	0.8	6.2	8.8
[290 : 310 [		1	0.8	0.5	0.8	0.5	2	5.7
[310 : 330 [			0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	1.3
[330 : 350 [				0.5			0.2	0.7
Cumul	2.9	8.9	11.5	14.2	12	11.5	42	100%

Tableau 9 : Répartition des vents dans chaque classe d'intensité en fonction de leur direction pour toute la période de l'étude.

Les vitesses de vents ont été assez importantes puisque plus de 50% des données horaires dépassent les 5 m/s (cf. tableau 9). La vitesse du vent qui est un facteur déterminant dans la dispersion des pollutions, indique que l'accumulation de la pollution n'a pas été favorisée durant la période de l'étude. Cependant, il y a quand même eu des périodes de vents assez faibles. Si les observations ont eu lieu à ces moments là, des odeurs ont pu être senties.

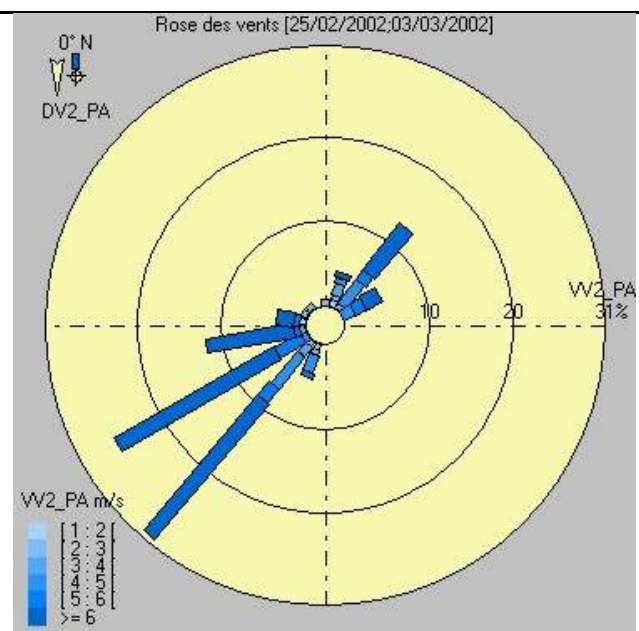
Les figures 11, 12, 13 et 14 montrent une grande diversité dans la direction des vents et même dans leur intensité. Afin d'exploiter totalement ces données, il faudrait pour chaque période d'observation des "nez", regarder les données météorologiques.



- vents de forte intensité
- direction majoritaire : ouest et sud ouest

	< 1	[1 : 2 [	[ 2 : 3 [	[ 3 : 4 [	[ 4 : 5 [	[ 5 : 6 [	>= 6	Cumul
[350 : 10 [
[10 : 30 [
[30 : 50 [
[50 : 70 [
[70 : 90 [
[90 : 110 [
[110 : 130 [
[130 : 150 [
[150 : 170 [
[170 : 190 [
[190 : 210 [					0.8	1.5		2.3
[210 : 230 [			1.5		0.8	3.8	4.6	10.7
[230 : 250 [			3.8	3.1	2.3	2.3	15.3	26.7
[250 : 270 [			1.5	0.8	1.5	1.5	14.5	19.8
[270 : 290 [			1.5	0.8	0.8	2.3	22.1	27.5
[290 : 310 [				0.8	3.1	1.5	5.3	10.7
[310 : 330 [						0.8	0.8	1.5
[330 : 350 [							0.8	0.8
Cumul			8.4	5.3	9.2	13.7	63.4	100%

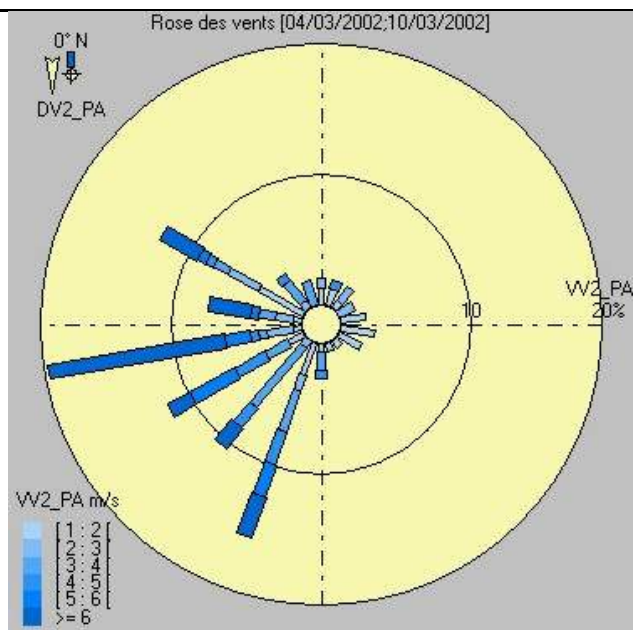
Figure 11 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d'intensité en fonction de leur direction pour la semaine du 18 au 24 février.



- vents de forte intensité
- direction majoritaire : sud ouest

	< 1	[1 : 2 [	[ 2 : 3 [	[ 3 : 4 [	[ 4 : 5 [	[ 5 : 6 [	>= 6	Cumul
[350 : 10 [	0.6		0.6					0.6
[10 : 30 [		0.6	0.6	1.2	0.6		0.6	3.6
[30 : 50 [			0.6		3	1.2	6.1	10.9
[50 : 70 [					1.2	1.2	1.8	4.2
[70 : 90 [
[90 : 110 [
[110 : 130 [
[130 : 150 [
[150 : 170 [
[170 : 190 [		0.6	1.2					1.8
[190 : 210 [		1.8	3		1.8	0.6		7.3
[210 : 230 [		1.8	0.6	1.2	4.2	1.8	18.2	27.9
[230 : 250 [		1.2	1.8	0.6	0.6	3	18.8	26.1
[250 : 270 [		0.6	0.6	2.4		0.6	9.1	13.3
[270 : 290 [		0.6				0.6	1.8	3
[290 : 310 [			0.6					0.6
[310 : 330 [			0.6					0.6
[330 : 350 [
Cumul	0.6	7.3	10.3	5.5	11.5	9.1	56.4	100%

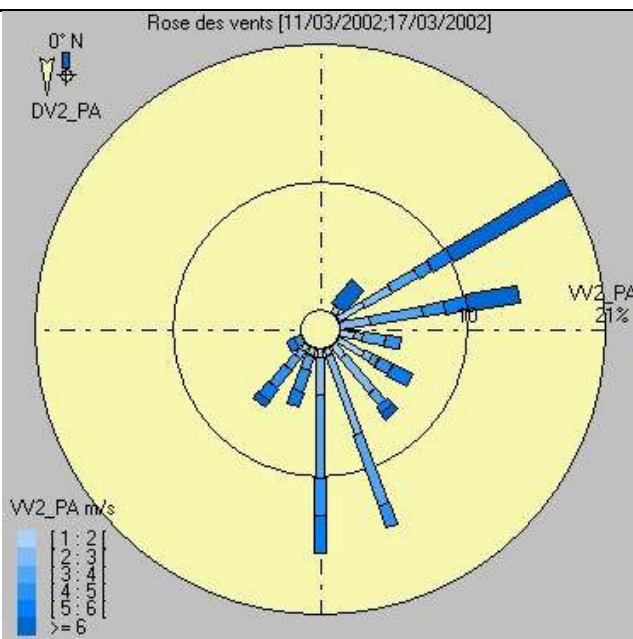
Figure 12 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d'intensité en fonction de leur pour la semaine du 25 février au 03 mars.



- vents de forte intensité
- direction majoritaire : sud sud ouest et sud ouest

	< 1	[1 : 2 [	[ 2 : 3 [	[ 3 : 4 [	[ 4 : 5 [	[ 5 : 6 [	>= 6	Cumul
[350 : 10 [	0.7		0.7					0.7
[10 : 30 [		0.7	0.7	1.4	0.7		0.7	4.2
[30 : 50 [			0.7		3.5	1.4	7	12.7
[50 : 70 [					1.4	1.4	2.1	4.9
[70 : 90 [
[90 : 110 [
[110 : 130 [
[130 : 150 [
[150 : 170 [
[170 : 190 [
[190 : 210 [		0.7	0.7		2.1	0.7		4.2
[210 : 230 [		0.7		1.4	4.9	2.1	21.1	30.3
[230 : 250 [					0.7	3.5	21.8	26.1
[250 : 270 [				0.7		0.7	10.6	12
[270 : 290 [		0.7				0.7	2.1	3.5
[290 : 310 [			0.7					0.7
[310 : 330 [			0.7					0.7
[330 : 350 [
Cumul	0.7	2.8	4.2	3.5	13.4	10.6	65.5	100%

Figure 13 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d'intensité en fonction de leur direction pour la semaine du 04 au 10 mars.



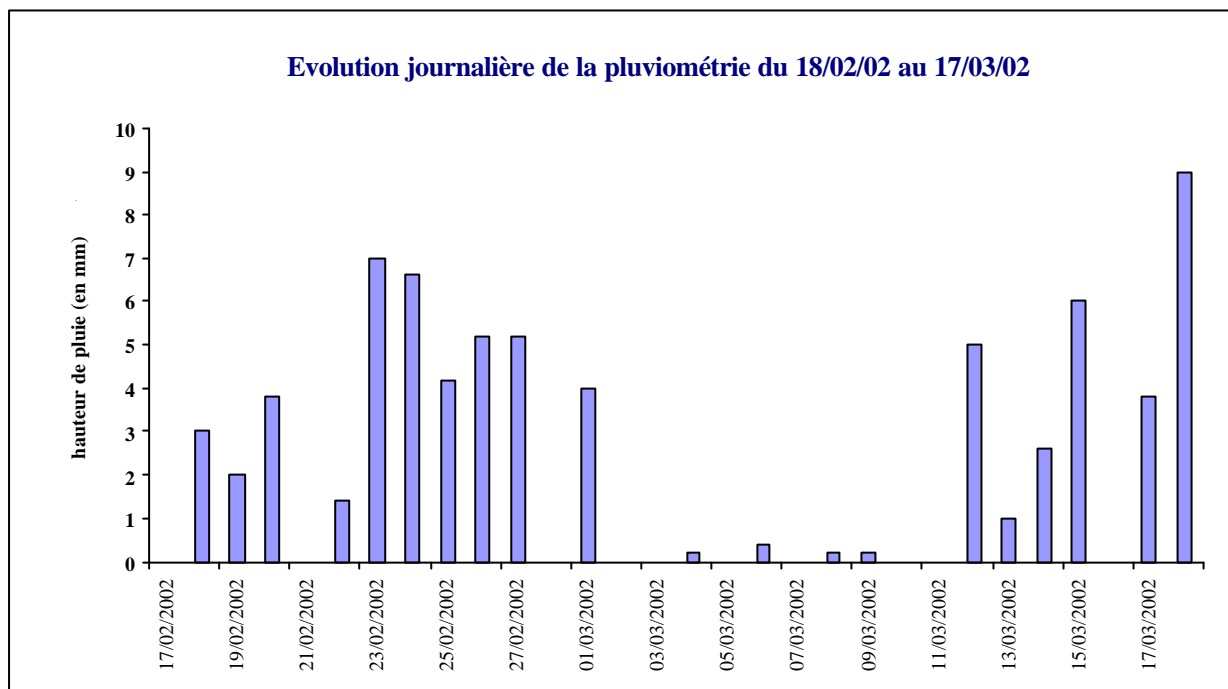
- vents soutenus
- directions majoritaires : sud et est nord est

	< 1	[1 : 2 [	[ 2 : 3 [	[ 3 : 4 [	[ 4 : 5 [	[ 5 : 6 [	>= 6	Cumul
[350 : 10 [	0.6							
[10 : 30 [
[30 : 50 [		0.6					2.4	3
[50 : 70 [		2.4	2.4	2.4	1.2	1.8	10.8	21
[70 : 90 [			2.4	4.2	1.8	1.8	4.2	14.4
[90 : 110 [		1.2	0.6	1.8	1.2			4.8
[110 : 130 [		2.4	0.6	0.6	1.2	1.8		6.6
[130 : 150 [		1.2	3.6	1.2		0.6	0.6	7.2
[150 : 170 [		0.6	6.6	6	1.8			15
[170 : 190 [		0.6	3	6.6	3	3		16.2
[190 : 210 [		0.6		1.2	1.8	1.2		4.8
[210 : 230 [		0.6	0.6	1.2	1.8	1.2	0.6	6
[230 : 250 [					0.6	0.6		1.2
[250 : 270 [
[270 : 290 [
[290 : 310 [
[310 : 330 [
[330 : 350 [
Cumul	0.6	10.2	19.8	25.1	14.4	12	18.6	100%

Figure 14 : Rose des vents et répartition des vents dans chaque classe d'intensité en fonction de leur direction pour la semaine du 11 au 17 mars

IV.1.1.3 La pluviométrie

La pluie intervient comme facteur favorisant une bonne dispersion : elle est liée à un régime dépressionnaire, donc à une agitation de l'atmosphère et elle précipite les polluants dans ses gouttes. La pluie a été présente durant une grande partie de l'étude ne favorisant pas, par conséquent, une accumulation de la pollution.



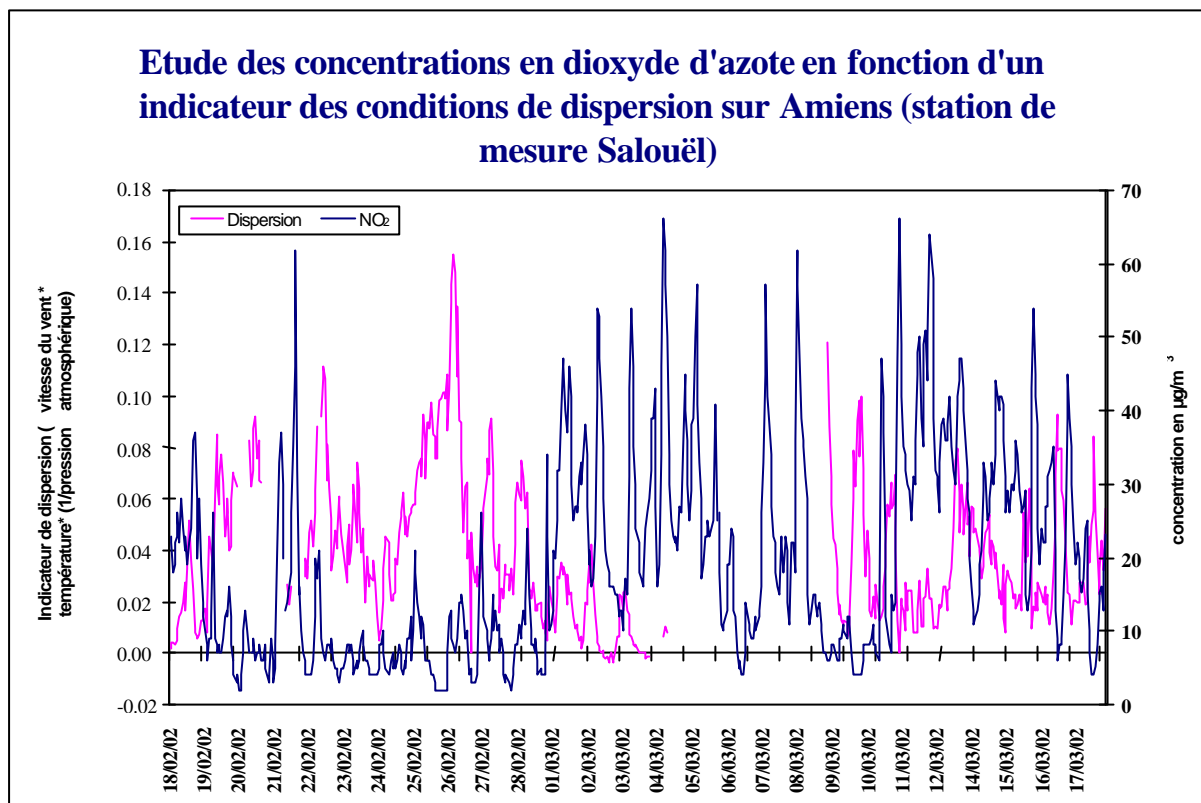
Graphique 4 : Evolution journalière de la pluviométrie

IV.1.1.4 La dispersion

La construction d'un indicateur de dispersion permet en grande partie d'expliquer l'accumulation de polluants.

En utilisant l'indicateur $[(\text{vitesse du vent}) \times (\text{température}) \times (1/\text{pression})]$, il apparaît que plus l'indicateur est élevé, plus la dispersion est bonne et inversement.

La mise en œuvre de cet indicateur a été réalisée sur Amiens en utilisant les données horaires en dioxyde d'azote de la station de Salouël et les données météorologiques de la station Météo-France de Amiens-Glisy.



Graphique 5 : Etude des concentrations en dioxyde d'azote en fonction d'un indicateur des conditions de dispersion

Sur une période assez longue, l'indicateur de dispersion est relativement élevé. Les conditions météorologiques n'ont pas favorisé durant la période de l'étude l'accumulation de la pollution.

IV.1.2 Indices ATMO rencontrés durant la période d'étude

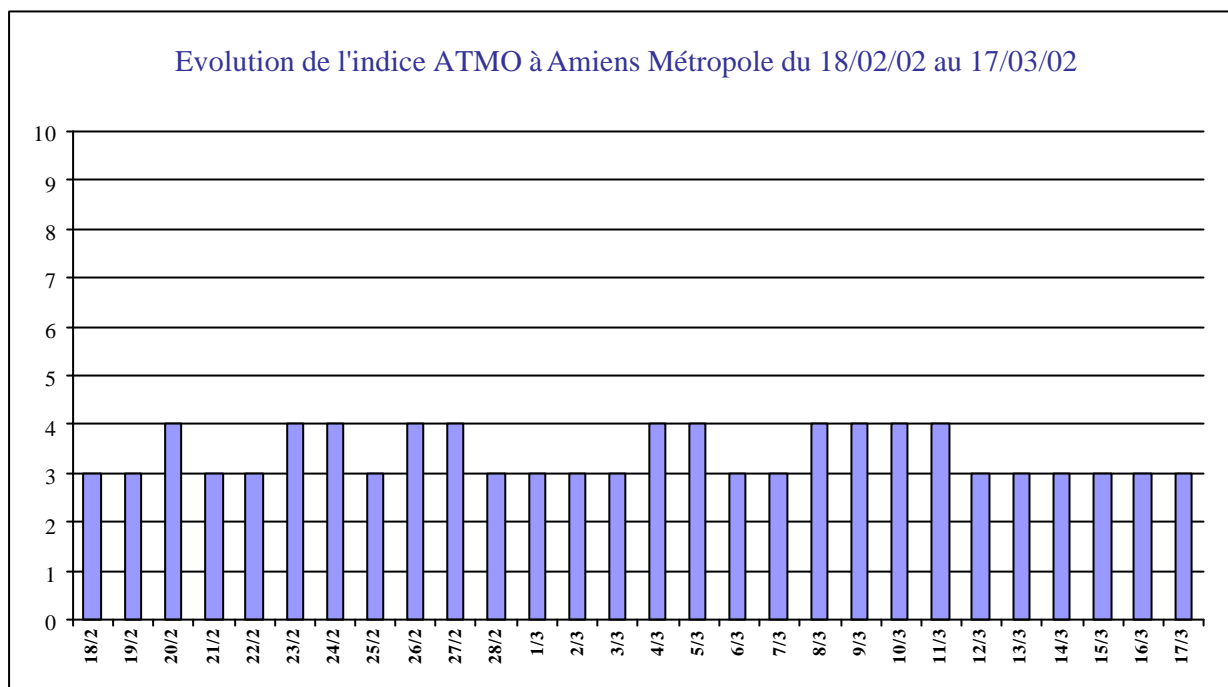
IV.1.2.1 Définition :

L'indice ATMO, élaboré à partir de quatre sous indice (un sous indice est défini pour chacun des polluants suivant : ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, et particules en suspension de diamètres inférieur à 10 µm) permet une évaluation globale de la qualité de l'air dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants. La qualité de l'air est caractérisé sur une journée par l'indice le plus élevé des sous indices obtenus et est associé à un indicatif qui va de très bon (indice 1) à très mauvais (indice 10). Il est possible que, sur une journée, plusieurs polluants soient responsables de l'indice de la qualité de l'air. Cet indice simple est un indicateur globalement représentatif de la situation complexe de la qualité de l'air.



IV.1.2.2 Evolution de l'indice ATMO

Durant toute la période de l'étude, la qualité de l'air sur Amiens Métropole est restée bonne avec un indice ATMO qui a varié entre 3 et 4 (le qualificatif de ces indices est « bon »), comme le montre le graphique 6.



Graphique 6 : Evolution de l'indice ATMO à Amiens Métropole du 18/02/02 au 17/03/02

Le polluant qui a qualifié l'indice a été principalement l'ozone (tableau 10) en particulier lorsque est atteint le niveau 4. La valeur du sous indice pour le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et les particules a toujours été inférieure ou égale à 3 à l'exception des 4 et 5 mars.

Date	Indice ATMO	Polluant(s) Responsable(s)	Sous Indice Secondaire	Polluant(s) Responsable(s)	Date	Indice ATMO	Polluant(s) Responsable(s)	Sous Indice Secondaire	Polluant(s) Responsable(s)
18/2/02	3	NO ₂	2	O ₃ - PS	4/3/02	4	PS	3	NO ₂ - O ₃
19/2/02	3	O ₃	2	NO ₂ - PS	5/3/02	4	PS	3	NO ₂
20/2/02	4	O ₃	2	NO ₂ - PS	6/3/02	3	NO ₂ - O ₃ - PS		
21/2/02	3	NO ₂ - O ₃ - PS			7/3/02	3	NO ₂ - O ₃ - PS		
22/2/02	3	O ₃	2	NO ₂ - PS	8/3/02	4	NO ₂ - PS		
23/2/02	4	O ₃	2	PS	9/3/02	4	O ₃	2	NO ₂ - PS
24/2/02	4	O ₃	2	PS	10/3/02	4	O ₃	2	PS
25/2/02	3	O ₃	2	NO ₂ - PS	11/3/02	4	O ₃	3	NO ₂ - PS
26/2/02	4	O ₃	2	NO ₂ - PS	12/3/02	3	NO ₂ - PS		
27/2/02	4	O ₃	2	NO ₂ - PS	13/3/02	3	NO ₂ - O ₃ - PS		
28/2/02	3	O ₃	2	NO ₂ - PS	14/3/02	3	O ₃	2	NO ₂ - PS
1/3/02	3	NO ₂ - O ₃			15/3/02	3	NO ₂ - O ₃ - PS		
2/3/02	3	NO ₂ - O ₃			16/3/02	3	NO ₂ - O ₃		
3/3/02	3	NO ₂ - O ₃ - PS			17/3/02	3	O ₃	2	NO ₂ - PS

Tableau 10 : Indices ATMO et sous indices secondaires relevés à Amiens et polluants associés

Des valeurs de sous indices si bas pour ces trois polluants (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et particules) indique que les conditions météorologiques ont été favorables à la dispersion de la pollution. En effet, les niveaux rencontrés pour ces trois polluants sont directement reliés aux émissions locales mais également aux conditions de dispersion. Si les conditions de dispersion avaient été franchement mauvaises, il est fort probable que les concentrations aient augmenté entraînant un indice ATMO et/ou des sous indices pour ces trois polluants plus élevés.

IV.1.3 Conclusions

Les paramètres météorologiques étudiés ainsi que les données de la surveillance de la qualité de l'air (Indice ATMO) nous informent que les conditions étaient favorables à la dispersion des polluants, et donc des odeurs, plutôt qu'à leur accumulation.

IV.2 Résultats par quartier

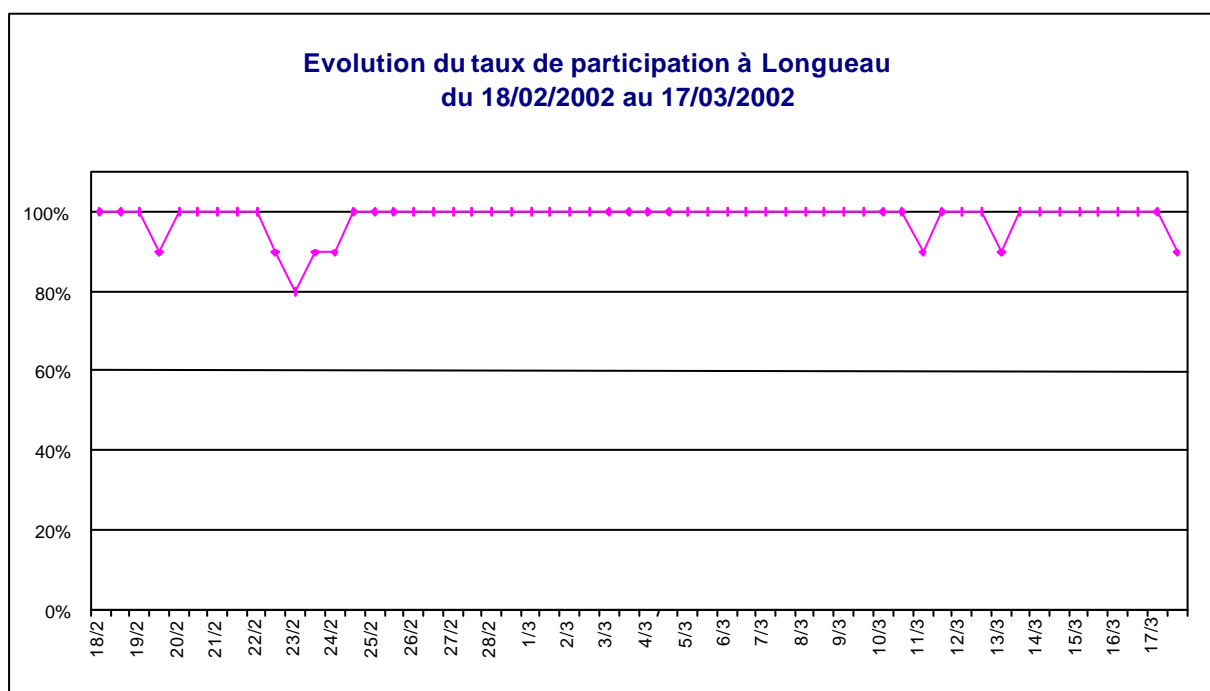
IV.2.1 Longueau

IV.2.1.1 Taux de participation

Définition

Le taux de participation permet de connaître l'assiduité des personnes ayant retourné les questionnaires (les personnes n'ayant pas retourné les questionnaires ne sont pas prises en compte dans le calcul). Les volontaires qui ont retourné les questionnaires, ne les ont pas nécessairement remplis tous les jours matin et soir. Ce taux de participation est une bonne indication de la motivation des participants.

A Longueau, les 10 personnes qui se sont portées volontaires pour participer à l'étude ont toutes retourné les questionnaires. De plus, elles ont fait preuve d'une grande régularité pour remplir les questionnaires : le taux de participation a toujours été proche de 100%.

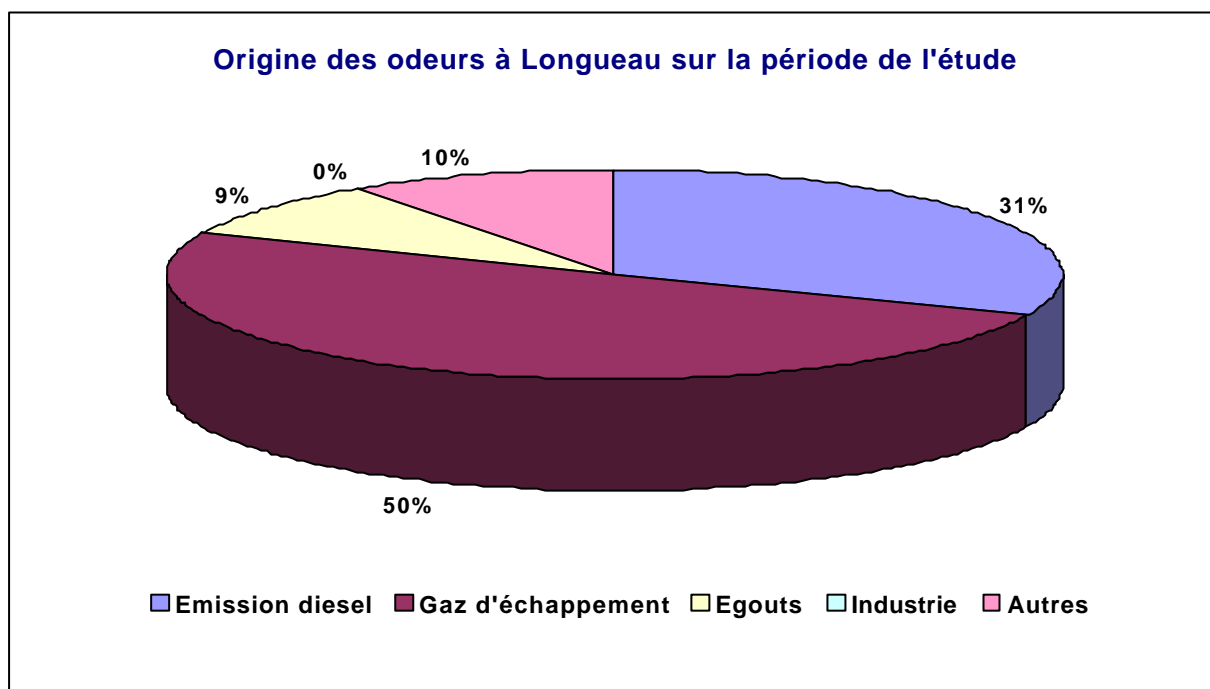


Graphique 7 : Evolution du taux de participation à Longueau du 18/02/02 au 17/03/02

IV.2.1.2 Origine des odeurs sur la période de l'étude

L'origine des odeurs, sur la période de l'étude, donne une information générale au sein d'un quartier.

A Longueau, les odeurs senties ont pour origine supposée principale la circulation automobile (50%). Les émissions diesel, dues aux motrices de la SNCF, représentent une part non négligeable avec 31%.



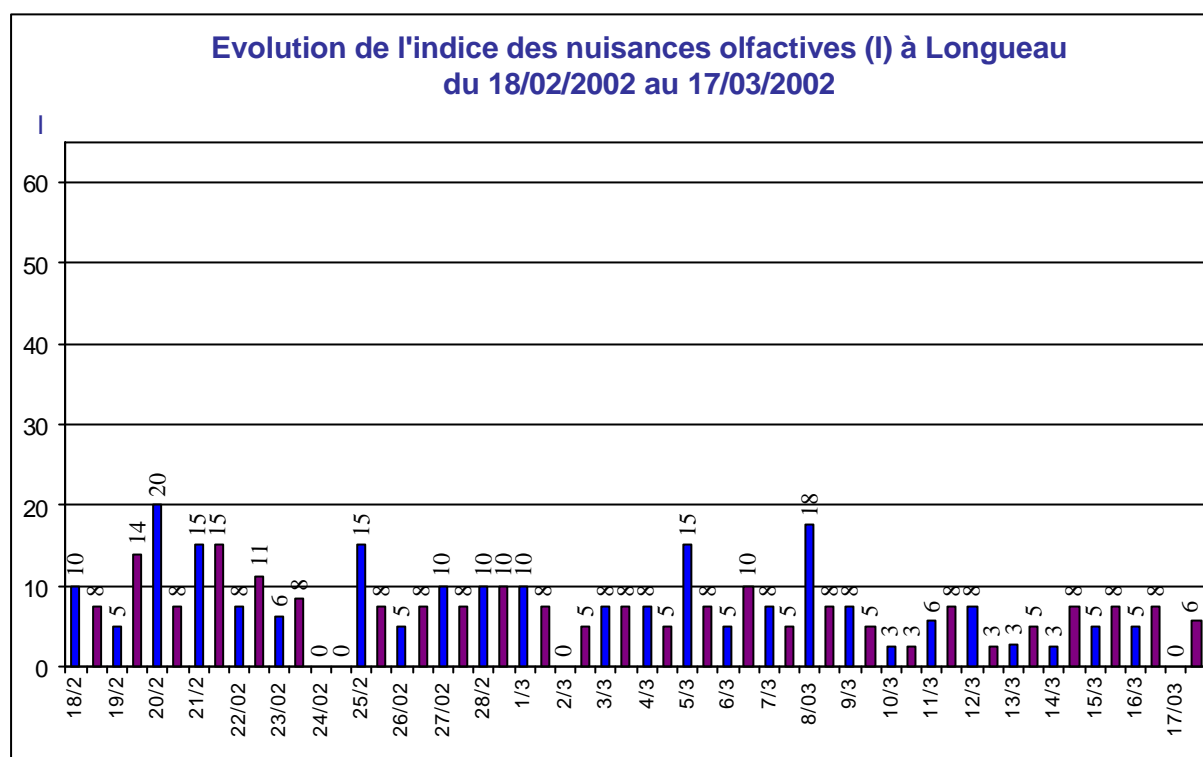
Graphique 8 : Origine des odeurs à Longueau sur la période de l'étude.

IV.2.1.3 Indice des nuisances olfactives (I)

Le graphique page 66 récapitule l'évolution de l'indice des nuisances olfactives (I) sur toute la période de l'étude pour la ville de Longueau.

L'indice des nuisances olfactives est resté très faible durant toute la période de l'étude. Par deux fois, seulement, la valeur de 15 est dépassée, le mercredi matin 20 février avec une valeur de 20 et le vendredi matin 8 mars avec une valeur de 18. Dans le premier cas, ce sont les émissions diesel qui sont désignées à 75 % comme responsables de la gêne engendrée par les odeurs, dans le second cas, elles le sont à 60%. Dans les deux cas, la gêne est faible puisqu'elle correspond tout juste à la catégorie 2, c'est à dire à une odeur un peu gênante comme l'indique le tableau 8 de la page 53.

Les gênes olfactives les plus importantes seraient donc liées aux rejets atmosphériques des locomotives diesel, mais durant l'étude les niveaux de gêne sont restés faibles.



Graphique 9 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives à Longueau

Remarques :

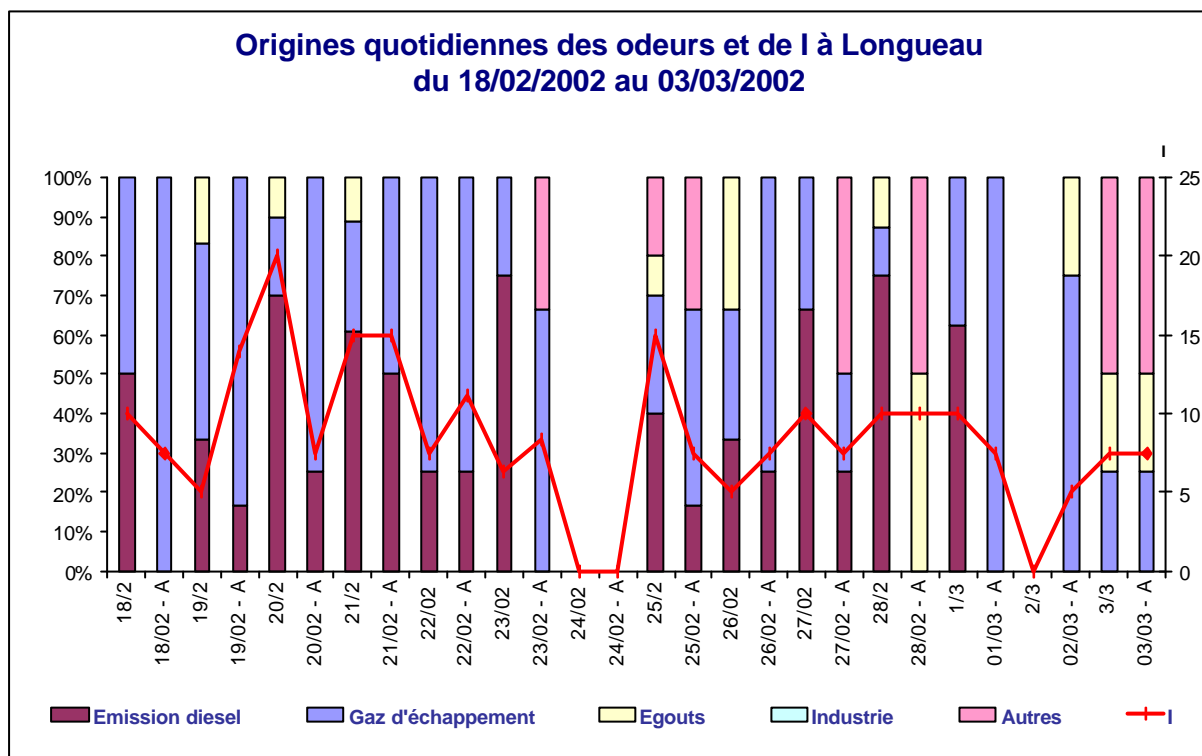
L'indice des nuisances olfactives, qui indique la gêne pour une plage horaire donnée, prend en compte les remarques de tous les participants. Il est donc représentatif d'une moyenne de la gêne sur deux heures (puisque les observations sont réalisées entre 7 et 9 heures le matin et entre 17 et 19 heures le soir).

Le Jeudi 21 février au matin, l'indice des nuisances olfactives n'est que de 15 (donc faible). Malgré cela, une personne a déclaré se sentir extrêmement gênée (niveau de gêne le plus important) par des odeurs dont l'origine était clairement les émissions des locomotives diesel. En regardant plus en détail les horaires des observations de ce matin là, il s'avère que cette personne a été la seule à réaliser son observation à 8 heures 30 précise. Les autres volontaires ont fait leurs observations soit au moins 15 minutes avant soit au moins 15 minutes après et n'ont pas été gênés.

Ceci met en évidence le caractère très ponctuel des problèmes liés aux émissions des locomotives mais également les limites d'une telle étude. Un panache de fumée peut ne déranger que pendant une durée très courte mais de façon très intense, ce qui explique que l'indice des nuisances olfactives puisse être faible même s'il y a des rejets atmosphériques des locomotives diesel.

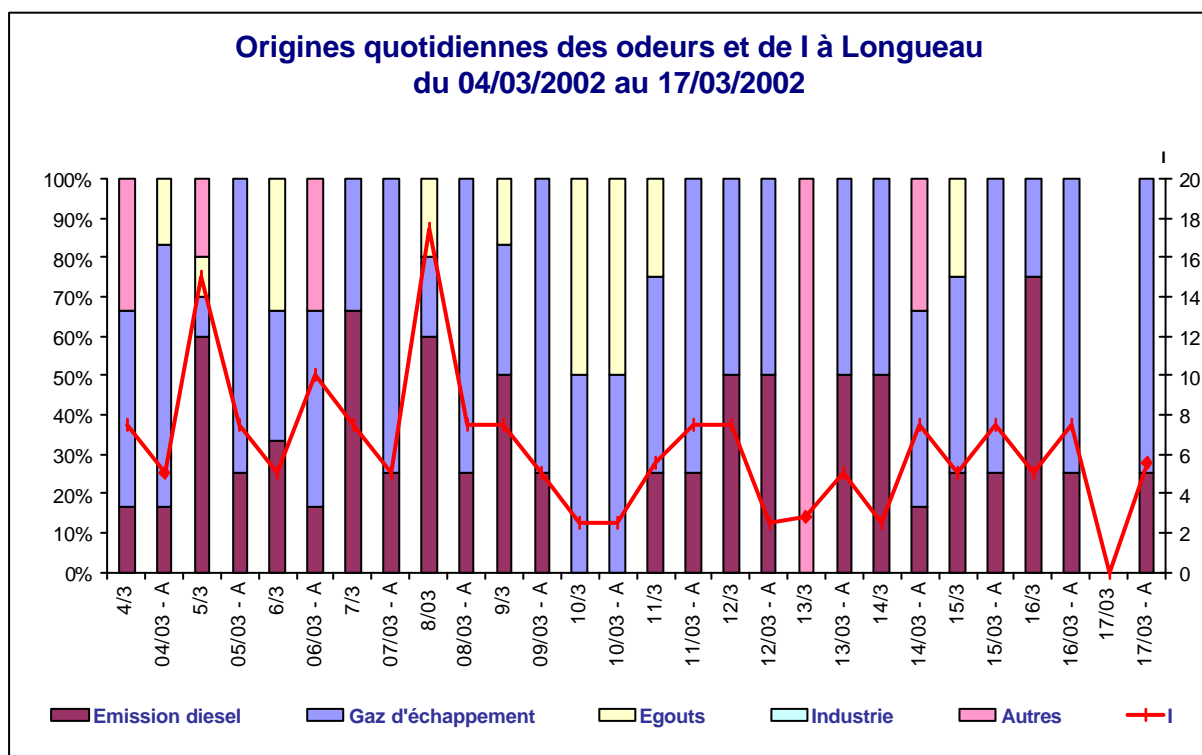
Les graphiques de la page 67 récapitulent les données obtenues lors de l'étude. Ils mettent en évidence que l'indice des nuisances olfactives est en général relativement faible mais que la gêne ressentie est souvent associée aux émissions diesel des motrices de la SNCF.

ORIGINES QUOTIDIENNES DES ODEURS ET INDICE DES NUISANCES OLFACTIVES (I) À LONGUEAU



Graphique 10 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à Longueau du 18/02/02 au 03/03/02

Sur ces graphiques, la date du relevé suivie de la lettre A correspond au second relevé de la journée réalisé en fin d'après-midi.

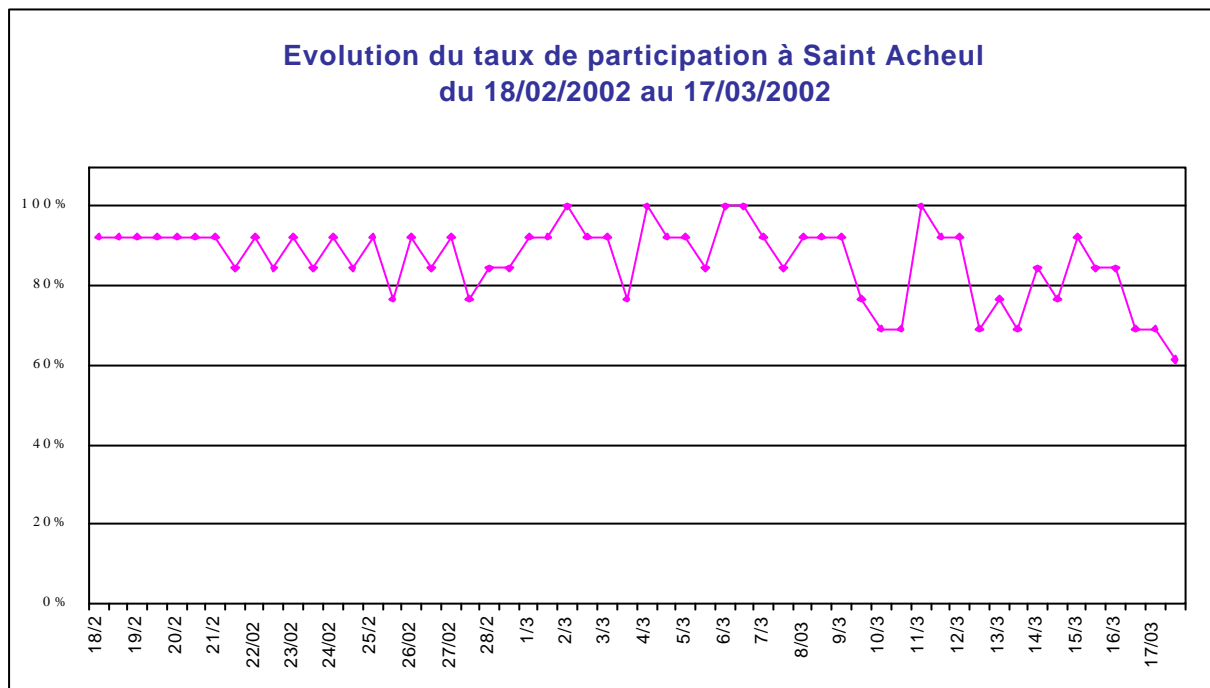


Graphique 11 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à Longueau du 04/03/02 au 17/03/02

IV.2.2 Le quartier Saint Acheul

IV.2.2.1 Taux de participation

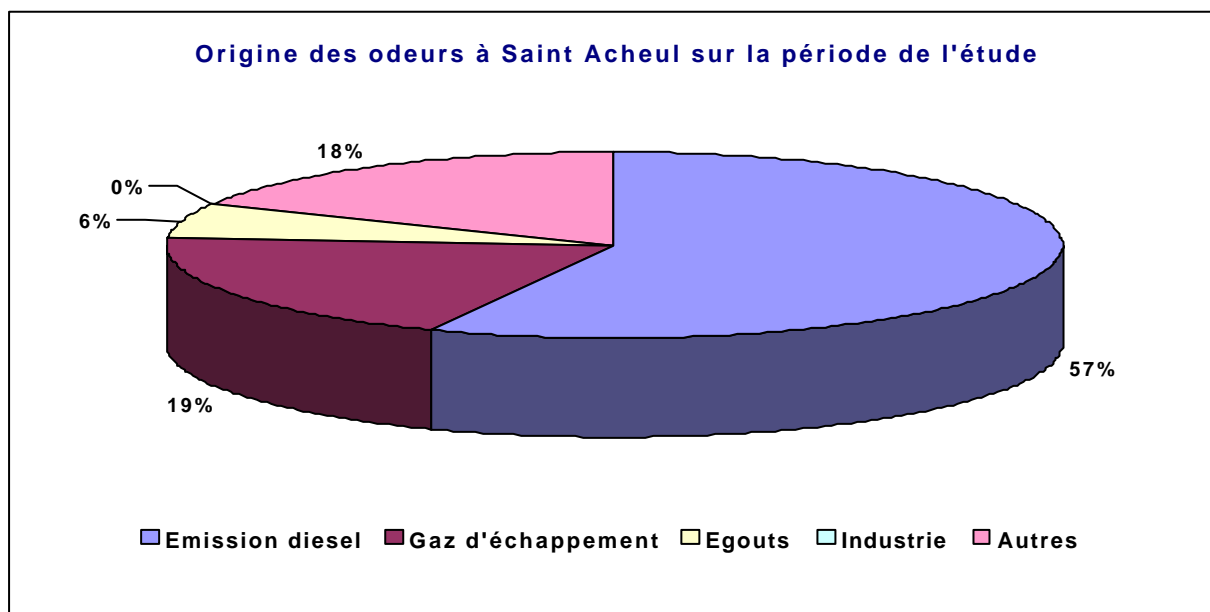
Au sein du quartier Saint Acheul, sur les 19 personnes qui se sont portées volontaires pour participer à l'étude, 14 ont renvoyé les questionnaires. Le taux de participation a été bon durant toute l'étude puisqu'il a varié autour de 90%.



Graphique 12 : Evolution du taux de participation à St Acheul du 18/02/02 au 17/03/02

IV.2.2.2 Origine des odeurs sur la période de l'étude

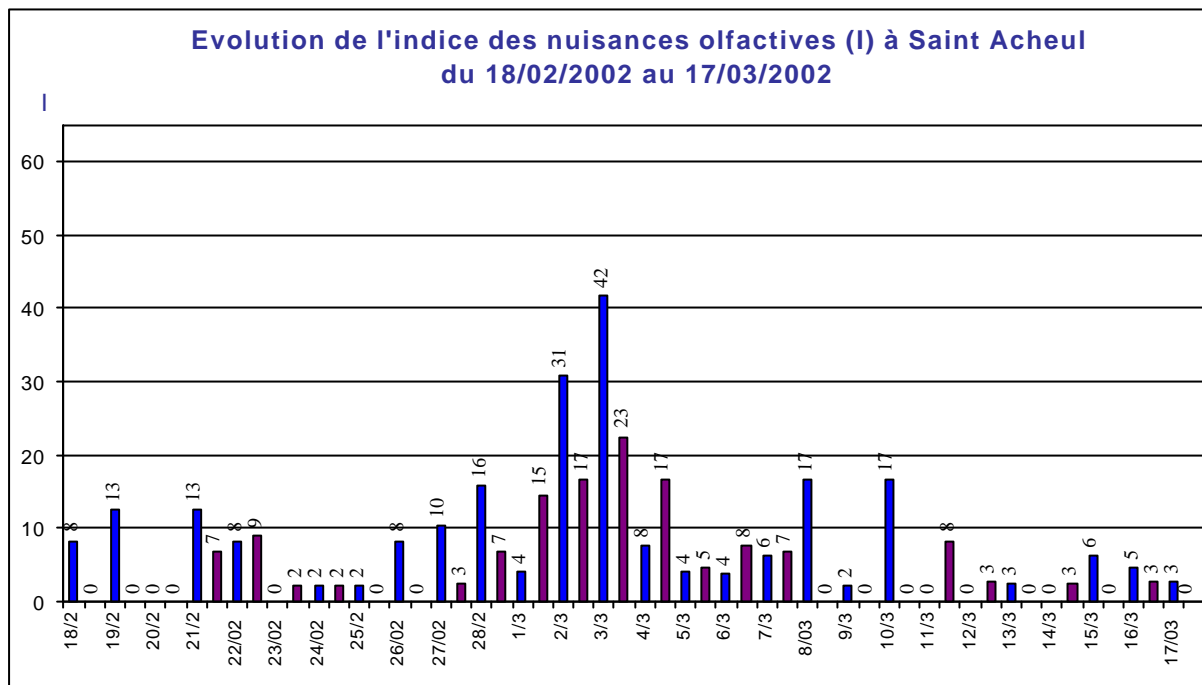
Les odeurs senties ont pour origine principale les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF (57%) et dans une moindre mesure la circulation automobile (19%).



Graphique 13 : Origine des odeurs à St Acheul sur la période de l'étude

IV.2.2.3 Indice des nuisances olfactives (I)

Le graphique 14 récapitule l'évolution de l'indice des nuisances olfactives sur toute la période de l'étude pour le quartier de Saint Acheul. Cet indice est globalement resté faible durant toute la période de l'étude avec des valeurs inférieures à 25 dans plus de 90% des cas.



Graphique 14 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives à Saint Acheul

Deux pics ont été observés, le samedi 2 mars au matin (I = 31) et le dimanche 3 mars au matin (I = 42).

Durant ces deux matinées, plus de 40% des participants se sont au moins sentis gênés par les odeurs. L'origine de cette gêne est désignée, dans le premier cas, à 100% comme étant les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF, et à 80% dans le deuxième cas.

Comme à Longueau, la survenue de forts pics de mauvaises odeurs serait donc corrélée à des origines d'émissions diesel dues aux motrices de la SNCF

Afin de confirmer les observations des riverains, nous allons étudier les vents pour ces deux journées.

Les roses des vents associées à ces deux pics de pollution sont radicalement différentes comme le montre la figure 15. Dans le premier cas, la direction des vents est clairement "nord est" et les vents sont assez forts. Cela permet alors le transport de l'odeur. Le lendemain, le vent est dans le sens inverse "sud sud ouest" mais avec une vitesse plus faible qui permet alors une diffusion de l'odeur.

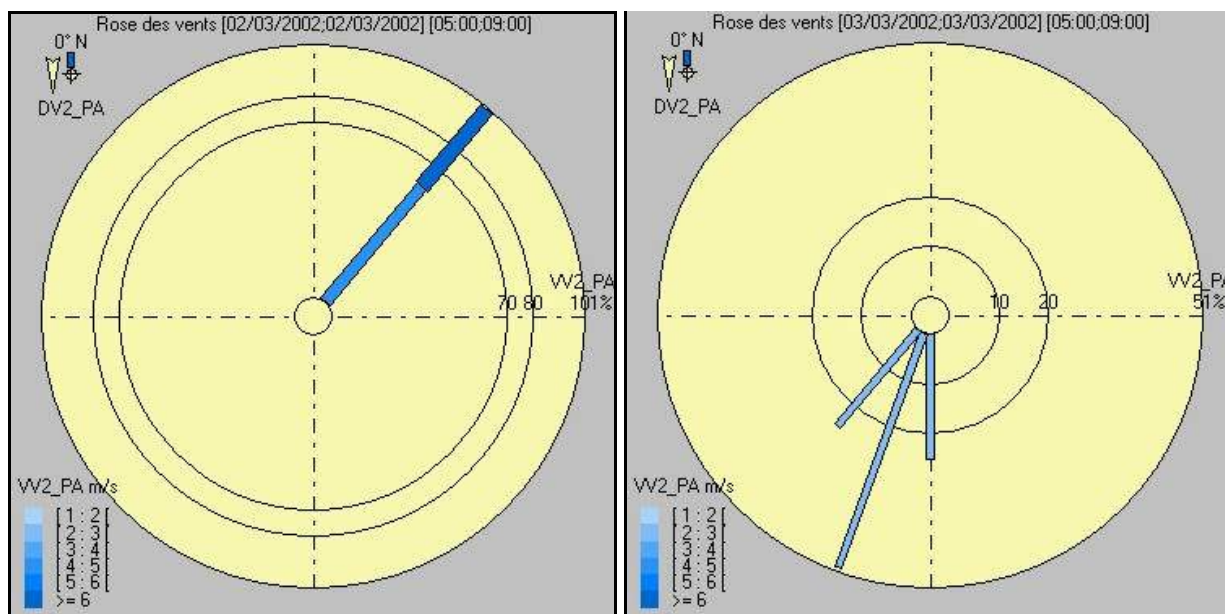
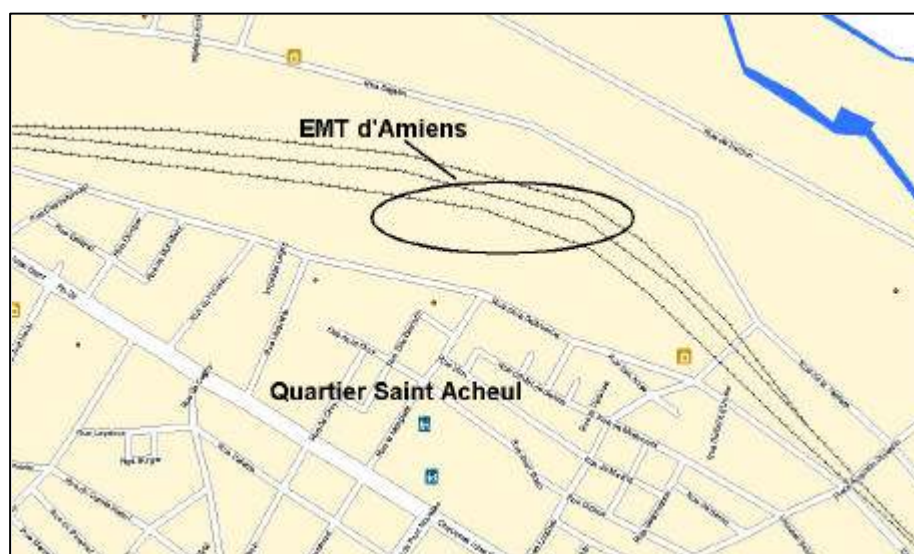


Figure 15 : Rose des vents le samedi matin 02 mars (à gauche) et le dimanche matin 03 mars (à droite) 2002.

Comme le montre la carte 5, le quartier Saint-Acheul se situe au "sud sud ouest" des voies de la SNCF et de l'Etablissement Motrice et Transport (EMT) d'Amiens où a lieu le préchauffage des motrices diesel.

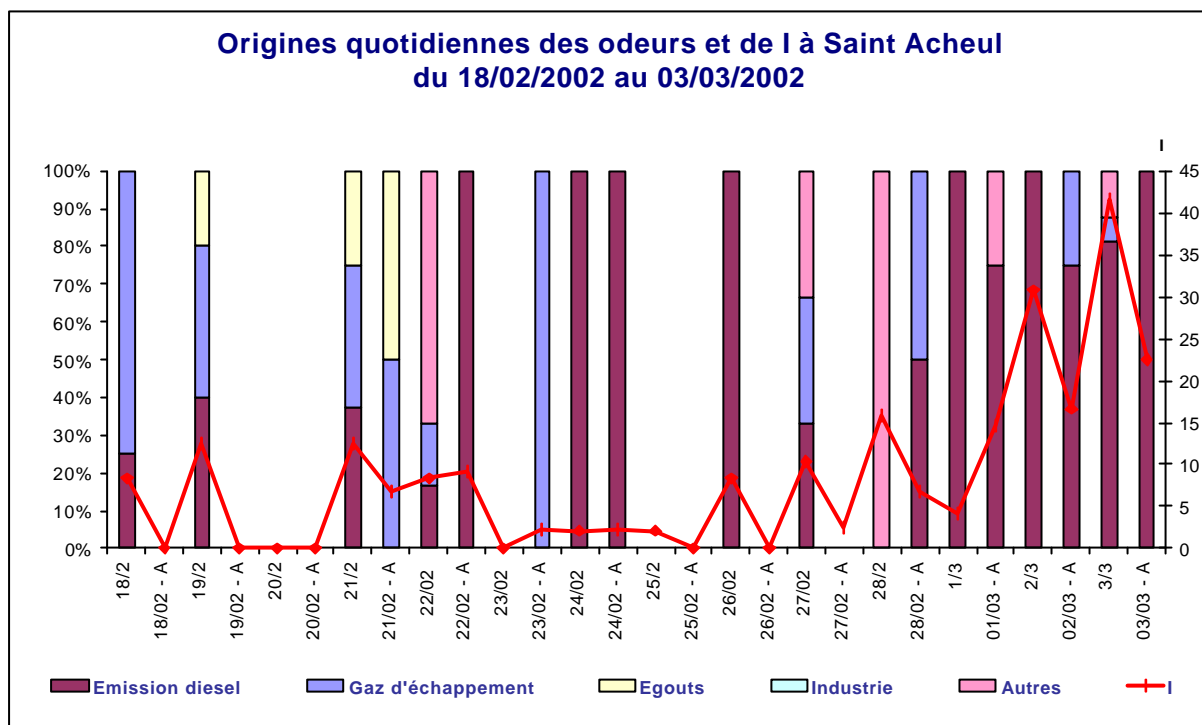


Carte 5 : Situation géographique du quartier Saint Acheul et des voies de la SNCF

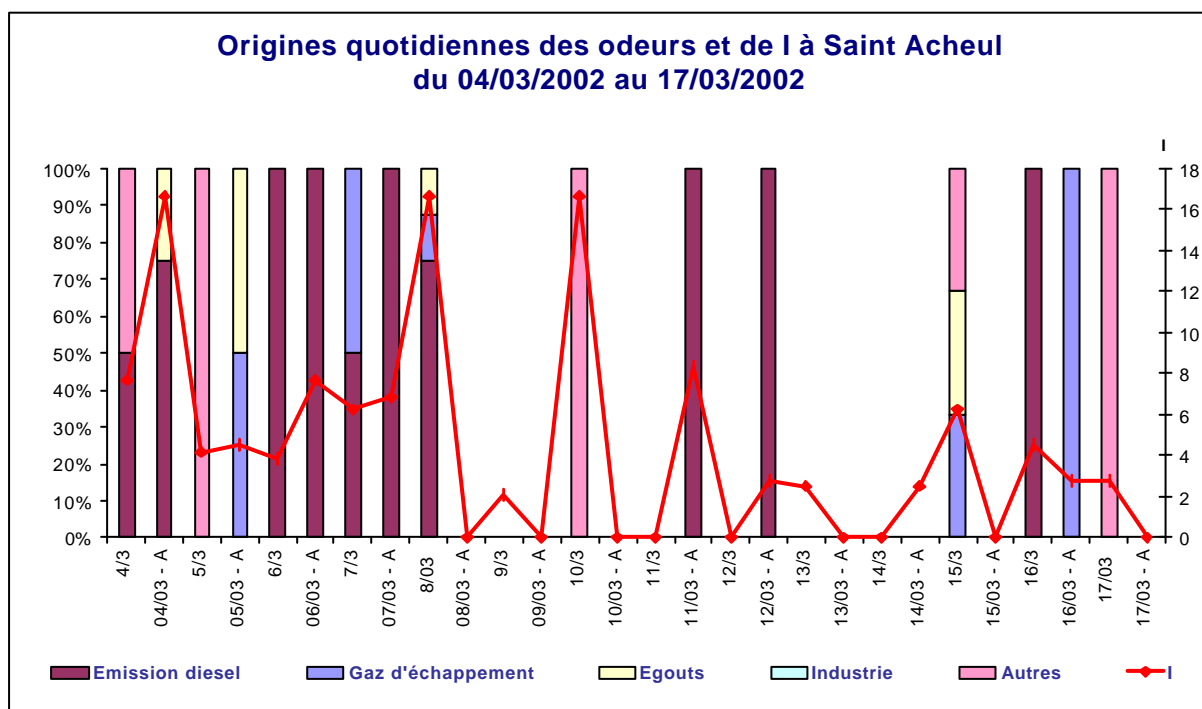
Le 2 mars, les odeurs ont très certainement été transportées sur Saint Acheul. Par contre, le 3 mars, l'origine des observations des volontaires serait plutôt due à un phénomène de diffusion des odeurs.

Les graphiques de la page 71 récapitulent les données obtenues lors de l'étude. Ils mettent en évidence que l'indice des nuisances olfactives est en général relativement faible. La gêne ressentie n'est pas systématiquement associée aux émissions diesel dues aux motrices de la SNCF mais parfois elle l'est à 100 %.

ORIGINES QUOTIDIENNES DES ODEURS ET DE L'INDICE DE NUISANCES OLFACTIVES (I) À SAINT ACHEUL



Graphique 15 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à St Acheul du 18/02/02 au 03/03/02

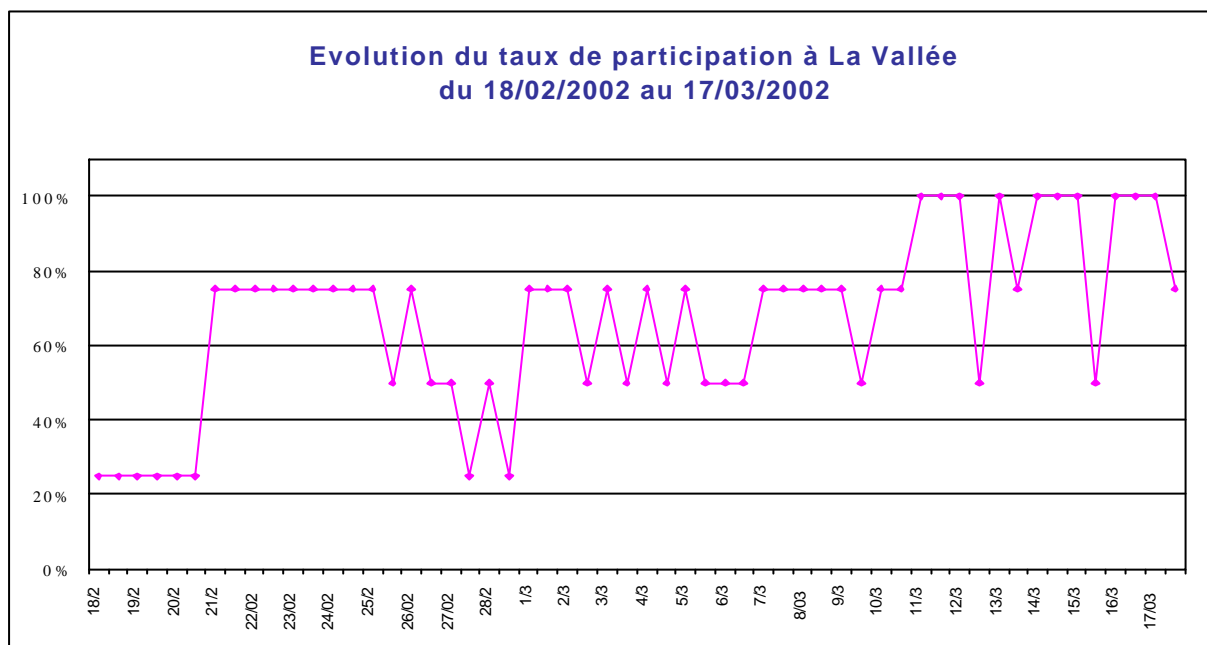


Graphique 16 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à St Acheul du 04/03/02 au 17/03/02

IV.2.3 Le quartier de La Vallée

IV.2.3.1 Taux de participation

Au sein du quartier de la Vallée, 6 personnes se sont portées volontaires pour participer à l'étude, 4 ont renvoyé les questionnaires. Le taux de réponse a été très variable allant de 25% à 100%.



Graphique 17 : Evolution du taux de participation à la Vallée du 18/02/02 au 17/03/02

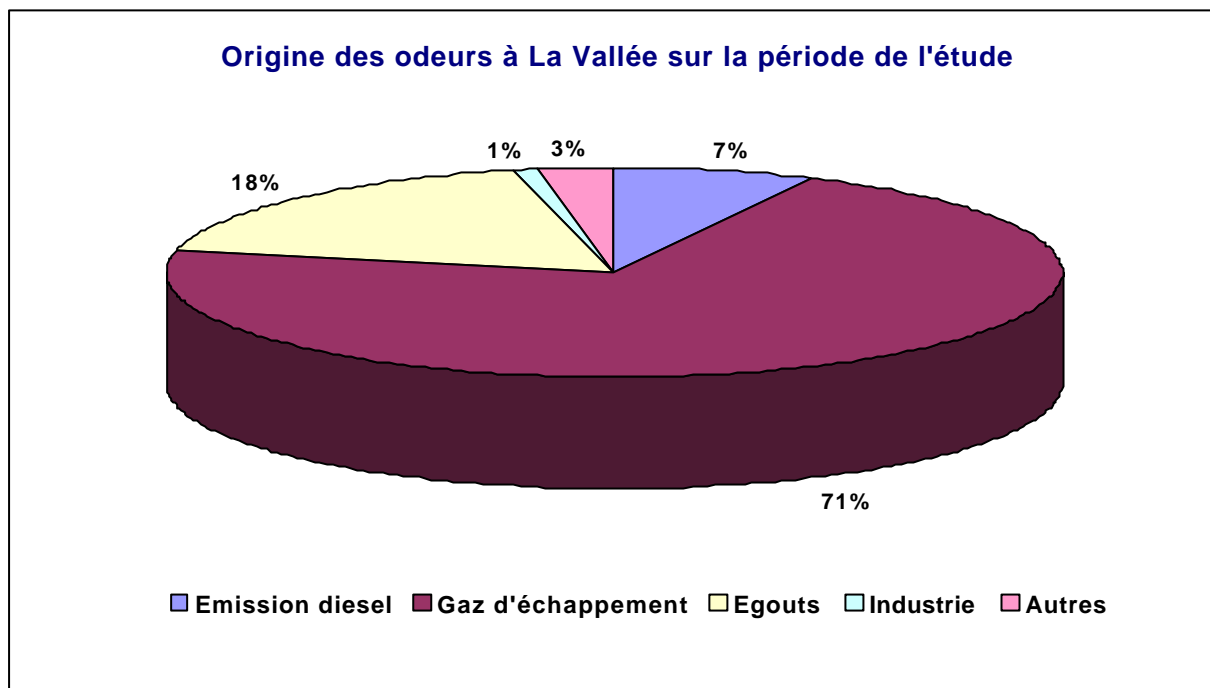
Il est difficile de réaliser des statistiques sur un nombre de réponses aussi faible, en particulier lorsque le taux de réponse est de 25% car cela signifie que seule une personne a rempli le questionnaire. Il faut donc être prudent avec les résultats et les considérer uniquement comme une tendance pour le quartier.

IV.2.3.2 Origine des odeurs sur la période de l'étude

Les odeurs senties ont pour origine principale la circulation automobile (71%) et les égouts (18%). Seules, 7% des odeurs ont pour origine les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF.

Compte tenu de la faible participation à l'enquête, il est impossible de conclure sur la pollution olfactive de ce quartier par les émissions dues aux motrices de la SNCF.

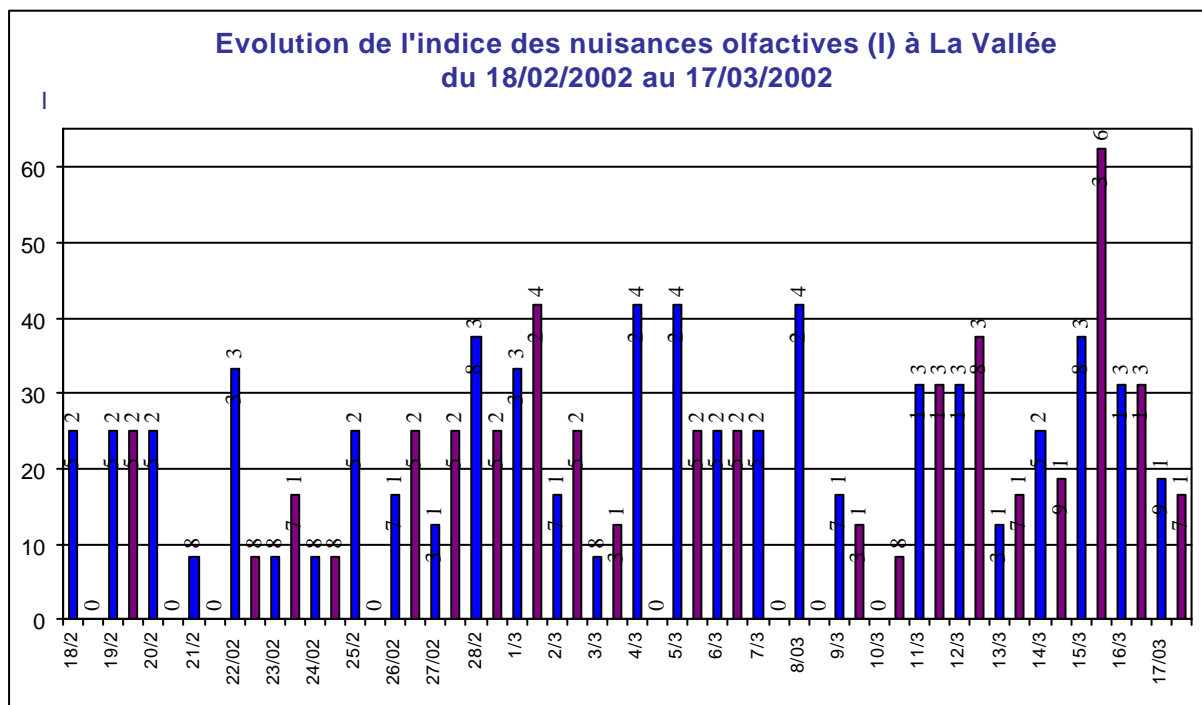
Le graphique 18 reprend les quelques données obtenues pour information.



Graphique 18 : Origine des odeurs observées à La Vallée pendant l'enquête.

IV.2.3.3 Indice des nuisances olfactives (I)

Le graphique suivant récapitule l'évolution de l'indice des nuisances olfactives sur toute la période de l'étude pour le quartier de La Vallée. Il est couramment plus élevé que dans le quartier de Saint Acheul et sur la commune de Longueau avec des indices souvent supérieurs à 20 et même supérieurs à 30.

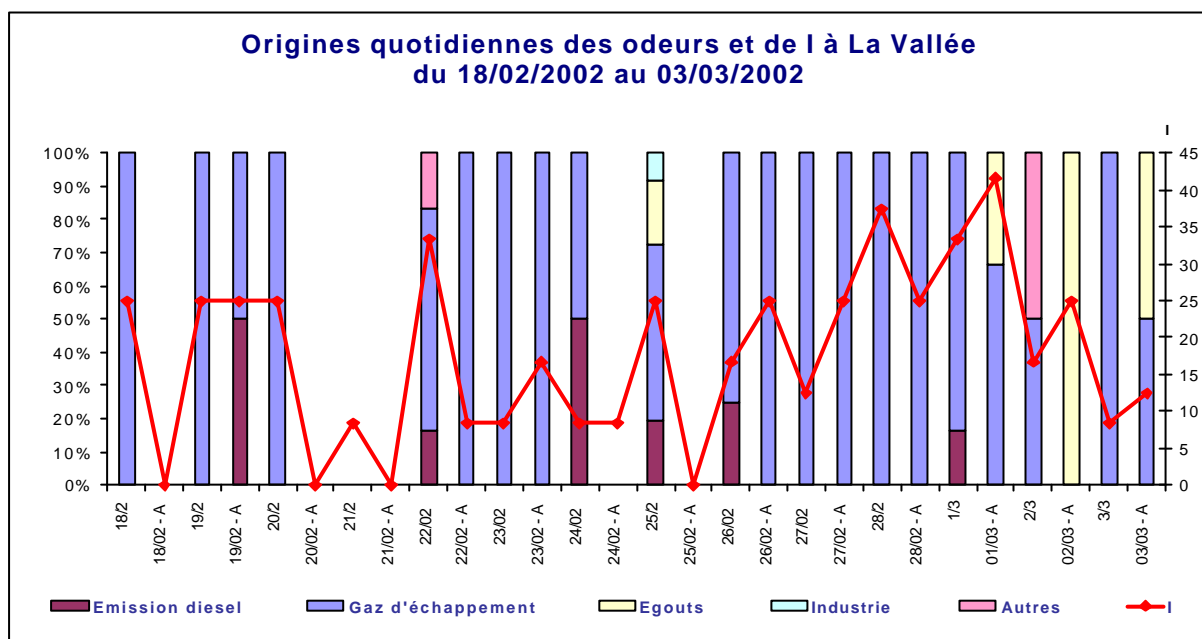


Graphique 19 : Evolution de l'indice de nuisance olfactives (I) à la Vallée du 18/02/02 au 17/03/02

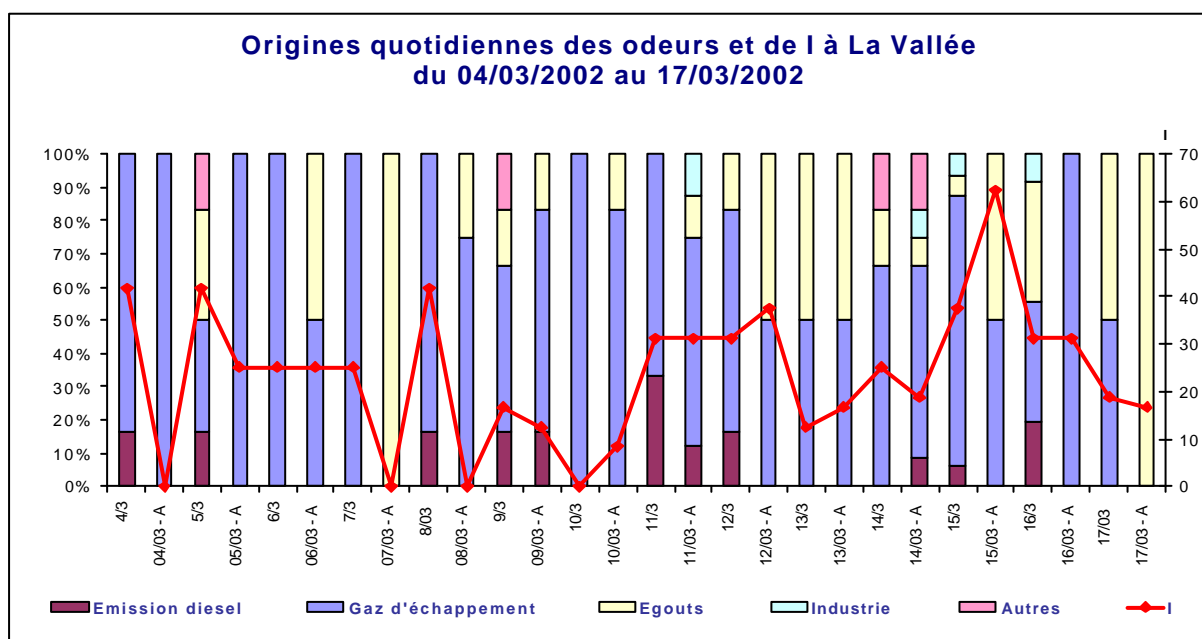
D'après les graphiques 19, 20 et 21, le vendredi 15 mars après-midi, l'indice des nuisances olfactives atteint 63 et a pour origine supposée la circulation automobile et les égouts. Mais seules deux personnes ont répondu au questionnaire, ce qui rend les données uniquement indicatives.

Les émissions diesel ne sont jamais l'origine principale des odeurs, en particulier lorsqu'elles sont intenses. L'indice des nuisances olfactives a pour seule origine la circulation automobile 17 fois au cours de l'étude. Les mauvaises odeurs ont périodiquement pour origine les égouts.

ORIGINES QUOTIDIENNES DES ODEURS ET DE L'INDICE DE NUISANCES OLFACTIVES (I) A LA VALLEE



Graphique 20 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à la Vallée du 18/02/02 au 03/03/02

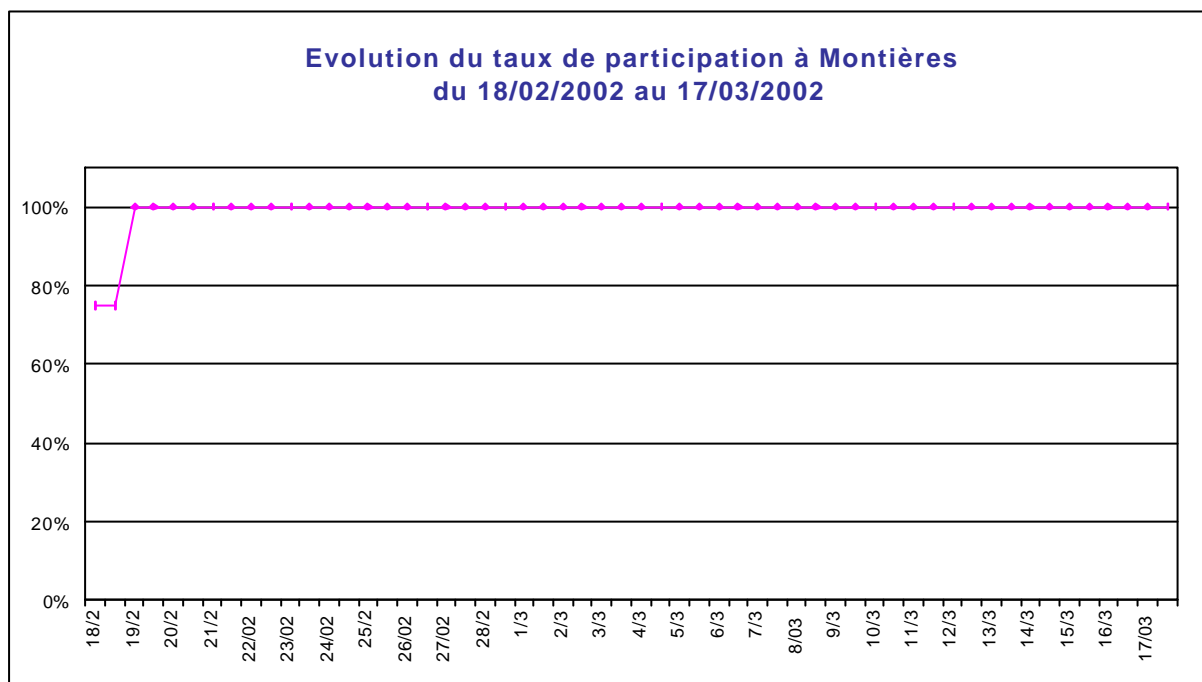


Graphique 21 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à la Vallée du 04/03/02 au 17/03/02

IV.2.4 Le quartier Montières

IV.2.4.1 Taux de participation

Au sein du quartier Montières, 7 personnes se sont portées volontaires pour participer à l'étude, 4 ont renvoyé les questionnaires. Le taux de réponse a été très bon quasiment 100% durant toute l'étude.



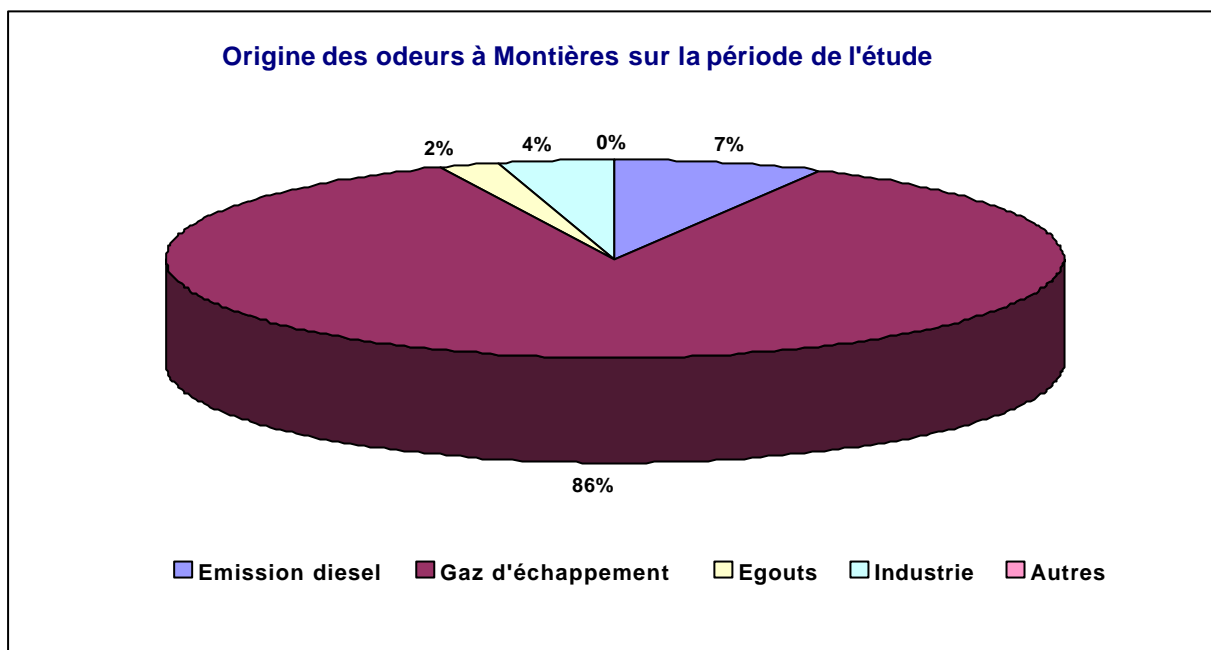
Graphique 22 : Evolution du taux de participation à Montières du 18/02/02 au 17/03/02

Comme pour le quartier de La Vallée, le faible nombre de volontaires nous oblige à être prudent avec les résultats, il faut plus les considérer comme une tendance générale pour le quartier.

IV.2.4.2 Origine des odeurs sur la période de l'étude

Les odeurs senties dans le quartier Montières ont très nettement pour origine principale la circulation automobile avec 86% de réponse indiquant cette origine pour les odeurs perçues. Les émissions diesel viennent en deuxième position mais ne représentent que 7% des origines des odeurs.

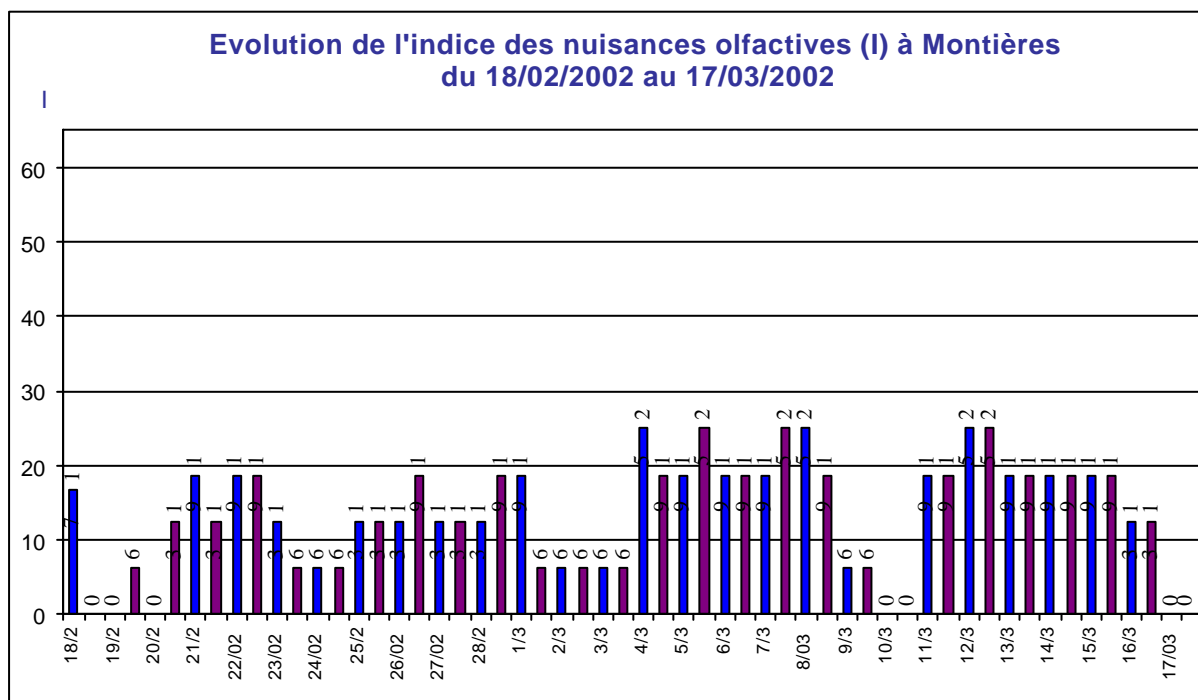
Les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF ne semblent pas être prédominantes dans le quartier de Montières.



Graphique 23 : Origine des odeurs à Montières sur la période de l'étude

IV.2.4.3 Indice des nuisances olfactives (I)

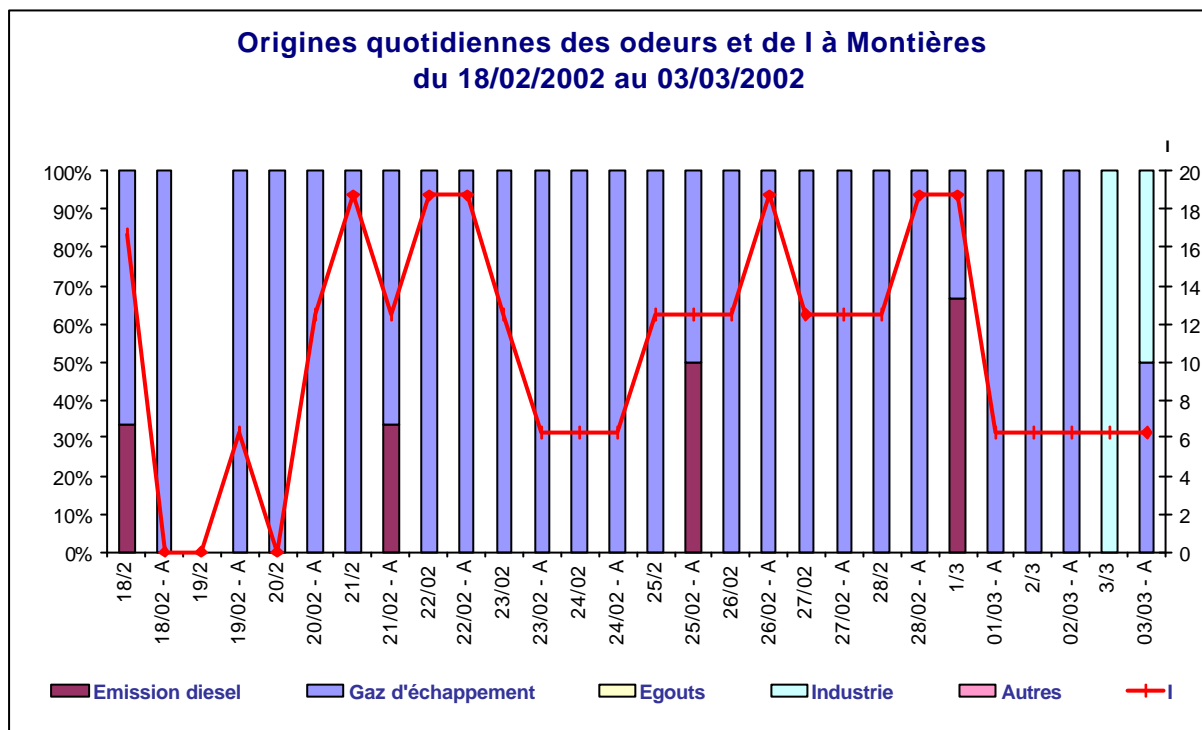
Le graphique suivant récapitule l'évolution de l'indice des nuisances olfactives sur toute la période de l'étude pour le quartier de Montières. Cet indice est globalement faible pendant toute la durée de l'étude. Il atteint 25 à 6 reprises sinon il est inférieur à 20. Les odeurs n'apparaissent donc pas comme une gêne importante durant la période de l'étude. En outre, les émissions diesel ne sont jamais à l'origine des indices les plus importants.



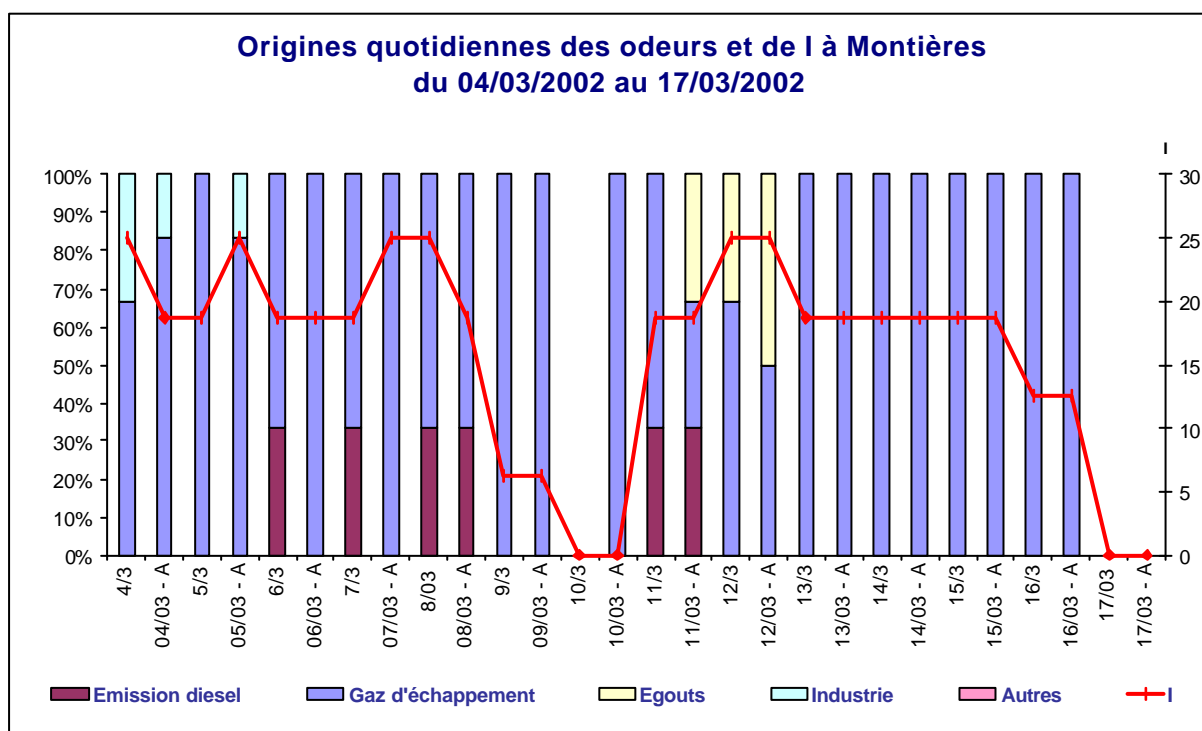
Graphique 24 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives (I) à Montières du 18/02/02 au 17/03/02

Les graphiques suivants nous indiquent les données récoltées par l'enquête. Néanmoins, il est bon de rappeler que la faible participation à l'enquête rend ces données uniquement indicatives.

ORIGINES QUOTIDIENNES DES ODEURS ET DE L'INDICE DE NUISANCES OLFACTIVES (I) A MONTIERES



Graphique 25 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à Montières du 18/02/02 au 03/03/02



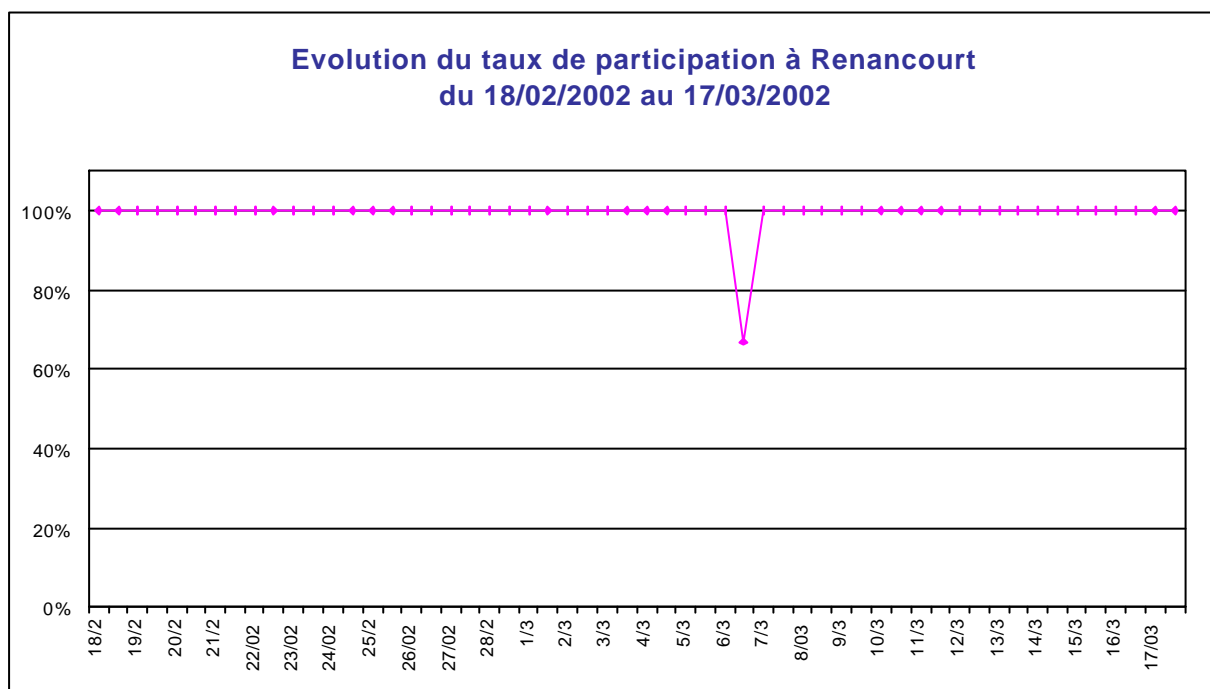
Graphique 26 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à Montières du 04/03/02 au 17/03/02

IV.2.5 Le quartier Renancourt

IV.2.5.1 Taux de participation

Cinq personnes du quartier Renancourt se sont portées volontaires pour participer à l'étude et 3 ont renvoyé les questionnaires. Le taux de réponse a été très bon quasiment 100% durant toute l'étude.

Comme pour les quartiers de La Vallée et de Montières, le faible nombre de volontaires nous oblige à être prudent avec les résultats, il faut les considérer comme une tendance pour le quartier.

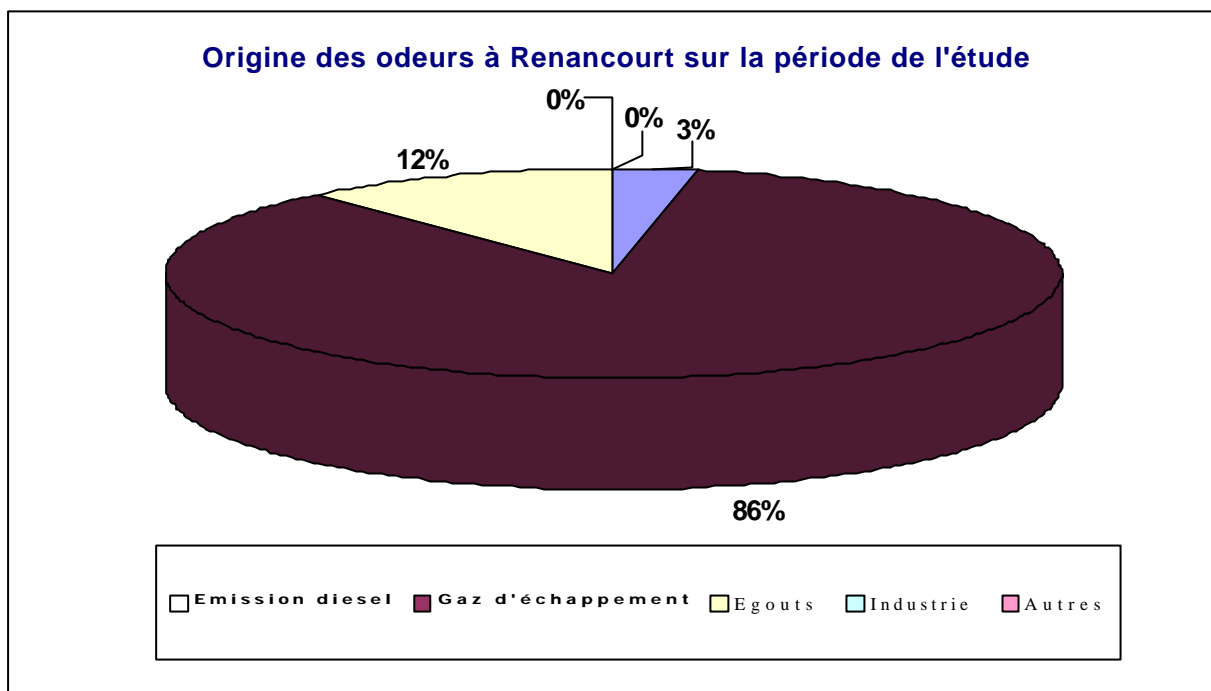


Graphique 27 : Evolution du taux de participation à Renancourt du 18/02/02 au 17/03/02

IV.2.5.2 Origine des odeurs sur la période de l'étude

Les odeurs senties dans le quartier Renancourt ont très nettement pour origine principale la circulation automobile avec 86% de réponses indiquant cette origine pour les odeurs perçues. Les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF ne viennent qu'en troisième position avec seulement 3% des réponses.

Les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF ne semblent pas être un problème dans le quartier de Renancourt.

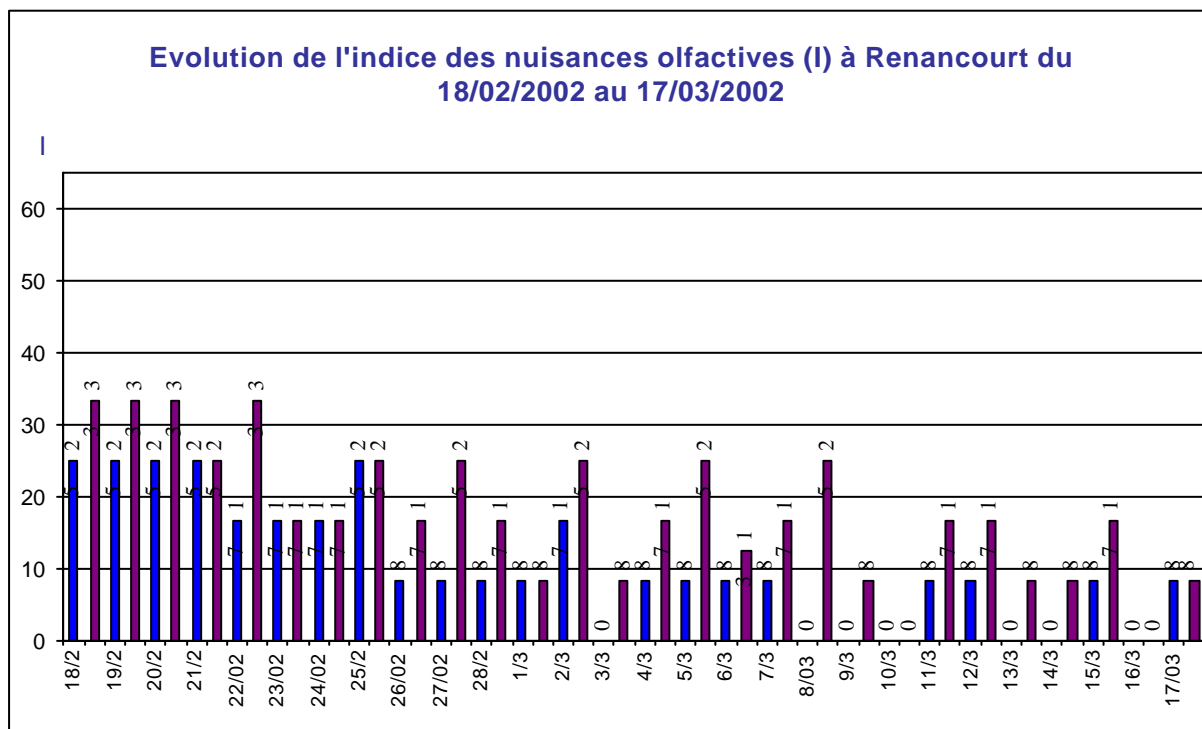


Graphique 28 : Origine des odeurs à Renancourt sur la période de l'étude

IV.2.5.3 Indice des nuisances olfactives (I)

Le graphique suivant récapitule l'évolution de l'indice des nuisances olfactives sur toute la période de l'étude pour le quartier de Renancourt. Cet indice atteint 4 fois la valeur 33 et 11 fois la valeur 25.

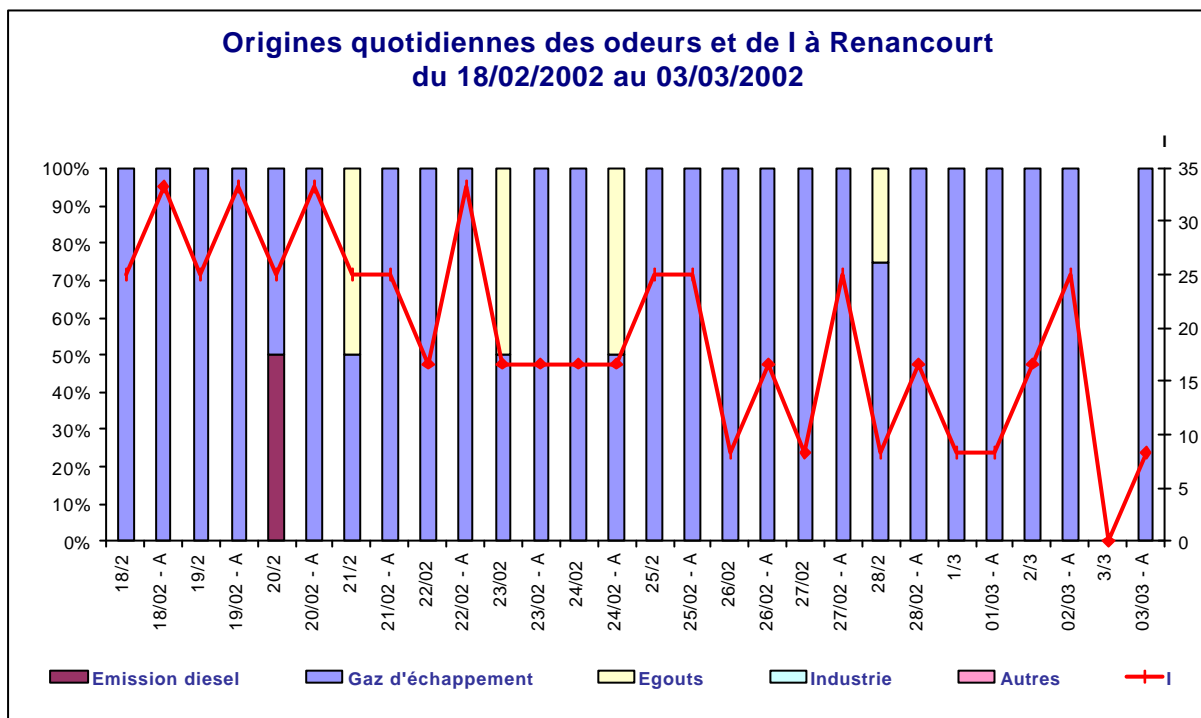
Ces valeurs d'indice sont à prendre avec précautions du fait du faible nombre de participants (3).



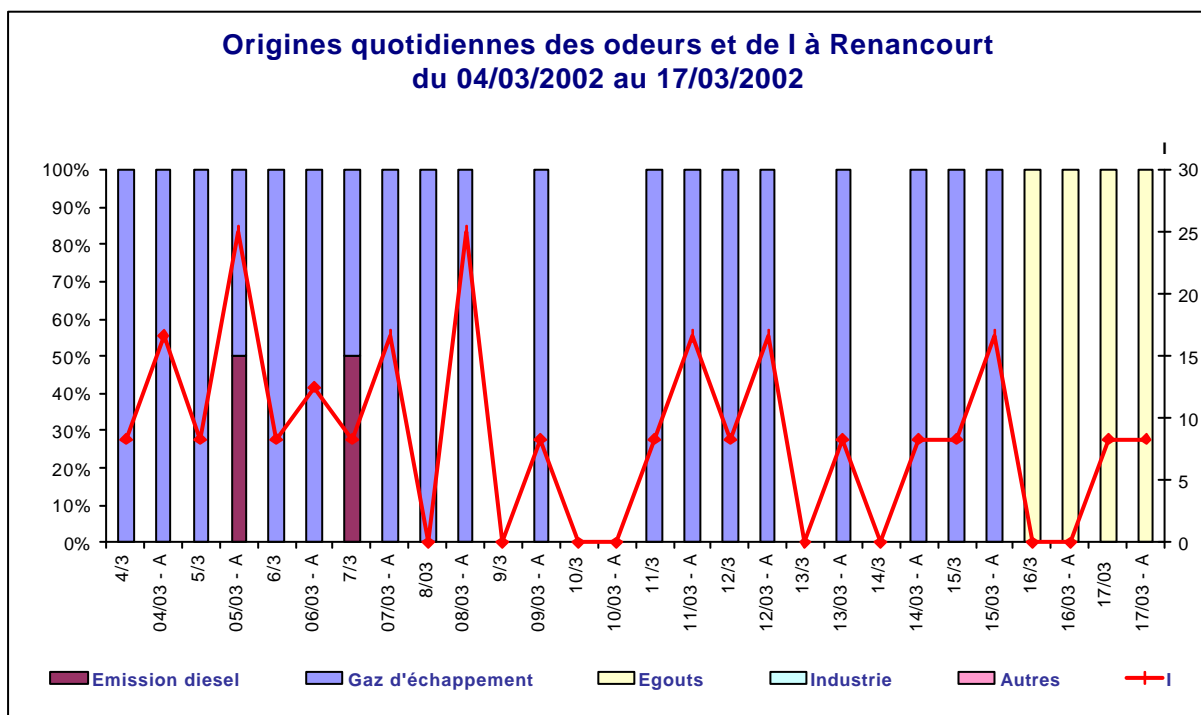
Graphique 29 : Evolution de l'indice des nuisances olfactives (I) à Renancourt du 18/02/02 au 17/03/02

Comme le montrent les graphiques 29, 30 et 31, les odeurs associées sont d'origine automobile à 100% à l'exception de deux fois où elles ont pour origine à la fois la circulation automobile et les odeurs d'égouts d'une part et la circulation automobile et les émissions diesel d'autre part.

ORIGINES QUOTIDIENNES DES ODEURS ET DE L'INDICE DE NUISANCES OLFACTIVES (I) A RENANCOURT



Graphique 30 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à Renancourt du 18/02/02 au 03/03/02



Graphique 31 : Origines quotidiennes des odeurs et de l'indice de nuisances olfactives (I) à Renancourt du 04/03/02 au 17/03/02

IV.2.6 Le quartier Sainte Anne

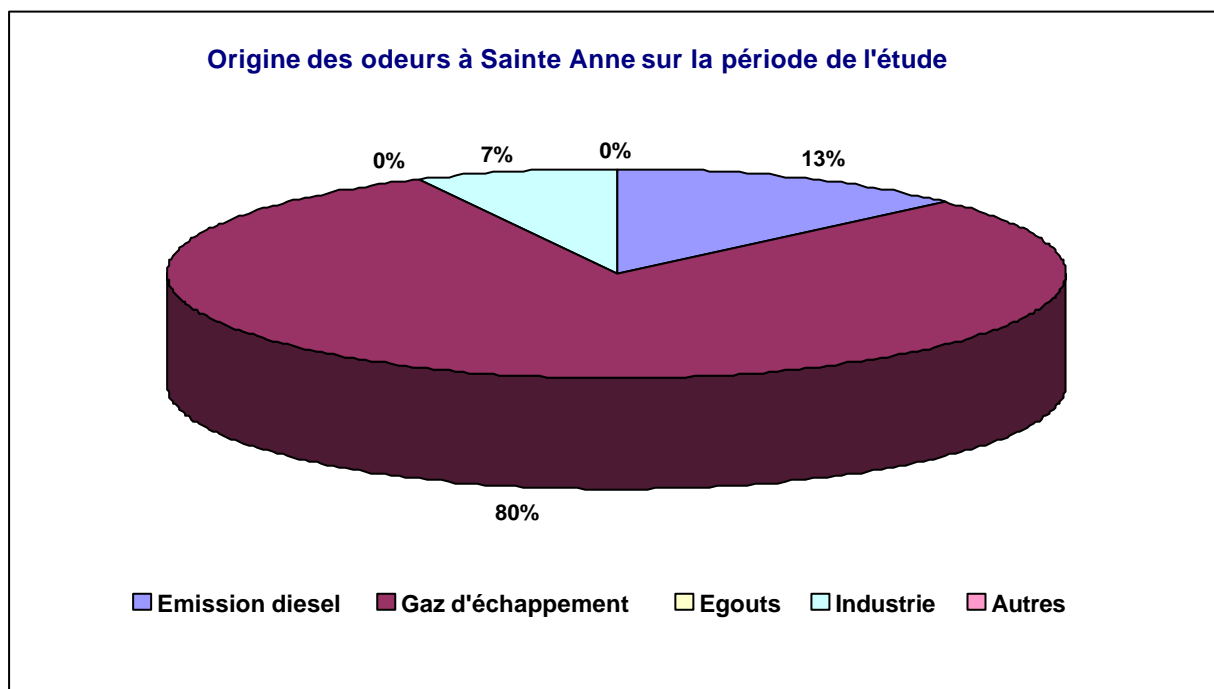
IV.2.6.1 Taux de participation

Seules, deux des trois personnes qui s'étaient portées volontaires ont renvoyé les questionnaires et une n'a répondu que partiellement. Il est donc difficile d'établir une évolution du taux de réponse. Les résultats présentés ne sont qu'une tendance. La population du quartier n'a pas fait preuve d'une grande motivation pour participer à l'étude.

IV.2.6.2 Origine des odeurs sur la période de l'étude

Malgré le faible nombre de réponses, nous pouvons établir la répartition de l'origine des odeurs sur l'ensemble de la période de l'étude.

Les odeurs ont clairement comme origine principale la circulation automobile avec 80% de réponses les impliquant. Les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF viennent en deuxième position, elles représentent 13% des origines des odeurs.



Graphique 32 : Origine des odeurs à Sainte Anne sur la période de l'étude

IV.2.6.3 Indice des nuisances olfactives (I)

Etant donné le faible nombre de réponses, il n'est pas possible d'établir cet indice. Cependant la personne ayant répondu régulièrement indique être couramment soit un peu gêné soit gêné par les odeurs d'origine automobile principalement.

IV.2.7 Le quartier Henriville

IV.2.7.1 Taux de participation

Une seule personne s'est portée volontaire dans le quartier d'Henriville. Les riverains n'ont pas fait preuve d'une grande motivation pour participer à l'étude. Il est donc évident que peu de conclusions peuvent être tirées sur ce quartier.

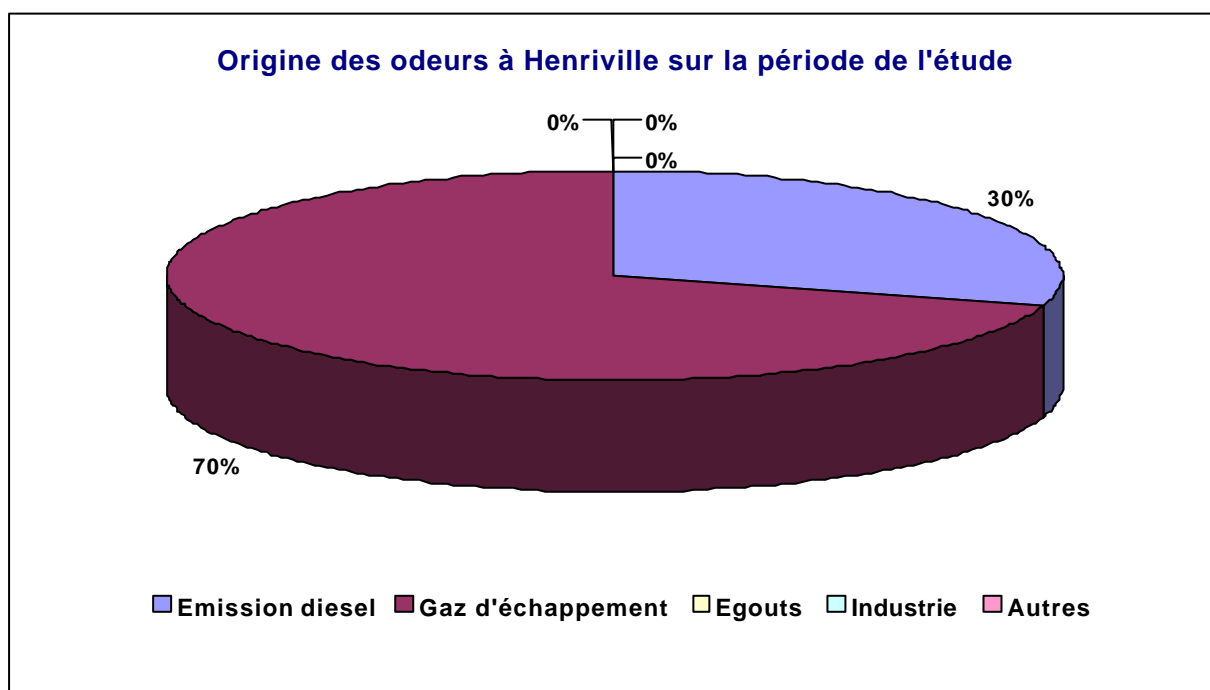
La faible motivation indique peut-être que la population ne se sent pas concernée par l'étude puisque pas gênée.

IV.2.7.2 Origine des odeurs sur la période de l'étude

La figure suivante présente l'origine des odeurs, d'après la seule personne ayant participé à l'étude.

Cette personne estime que l'odeur est due aux gaz d'échappement de la circulation automobile dans 70 % des cas et dans les 30 % restant, aux émissions diesel dues aux motrices de la SNCF.

Rappelons encore une fois que cette information n'est qu'indicative et ne peut être exploitée plus amplement.



Graphique 33 : Origine des odeurs à Henriville sur la période de l'étude

IV.2.7.3 Indice des nuisances olfactives (I)

Etant donné le nombre de participant (1), il est impossible d'établir un indice de nuisance olfactive.

IV.3 Synthèse des résultats sur Amiens Métropole

IV.3.1 Origine des odeurs

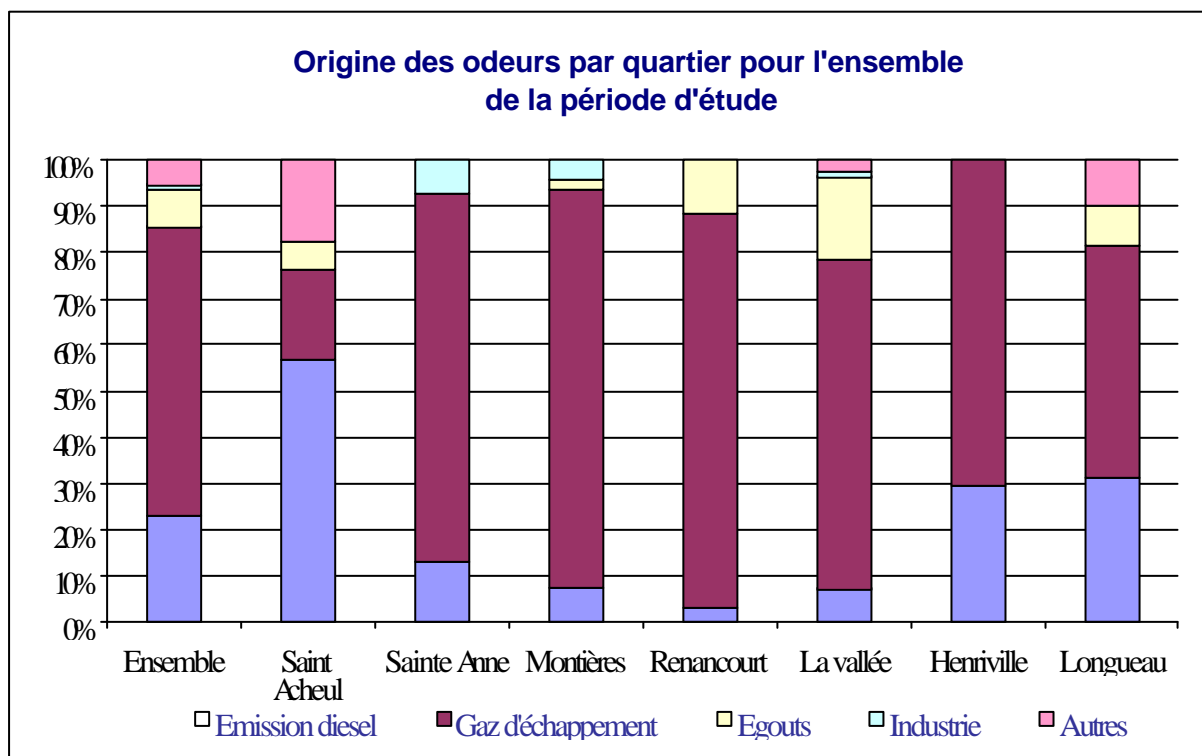
Sur l'ensemble des quartiers étudiés, l'origine principale des odeurs est la circulation automobile avec autour de 60% de réponses indiquant cette origine pour les odeurs perçues. Ce pourcentage varie de 19 pour le quartier Saint Acheul à 86 pour les quartiers Renancourt et Montières. Il existe donc une grande disparité entre les quartiers au niveau de l'origine des gênes ressenties.

La gêne olfactive engendrée par les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF, représente près d'un quart des réponses (23%) pour l'ensemble des volontaires. Le secteur le plus concerné est nettement le quartier Saint Acheul avec 57%. Pour les autres quartiers, ce pourcentage varie de 3 (Renancourt) à 31 (Longueau).

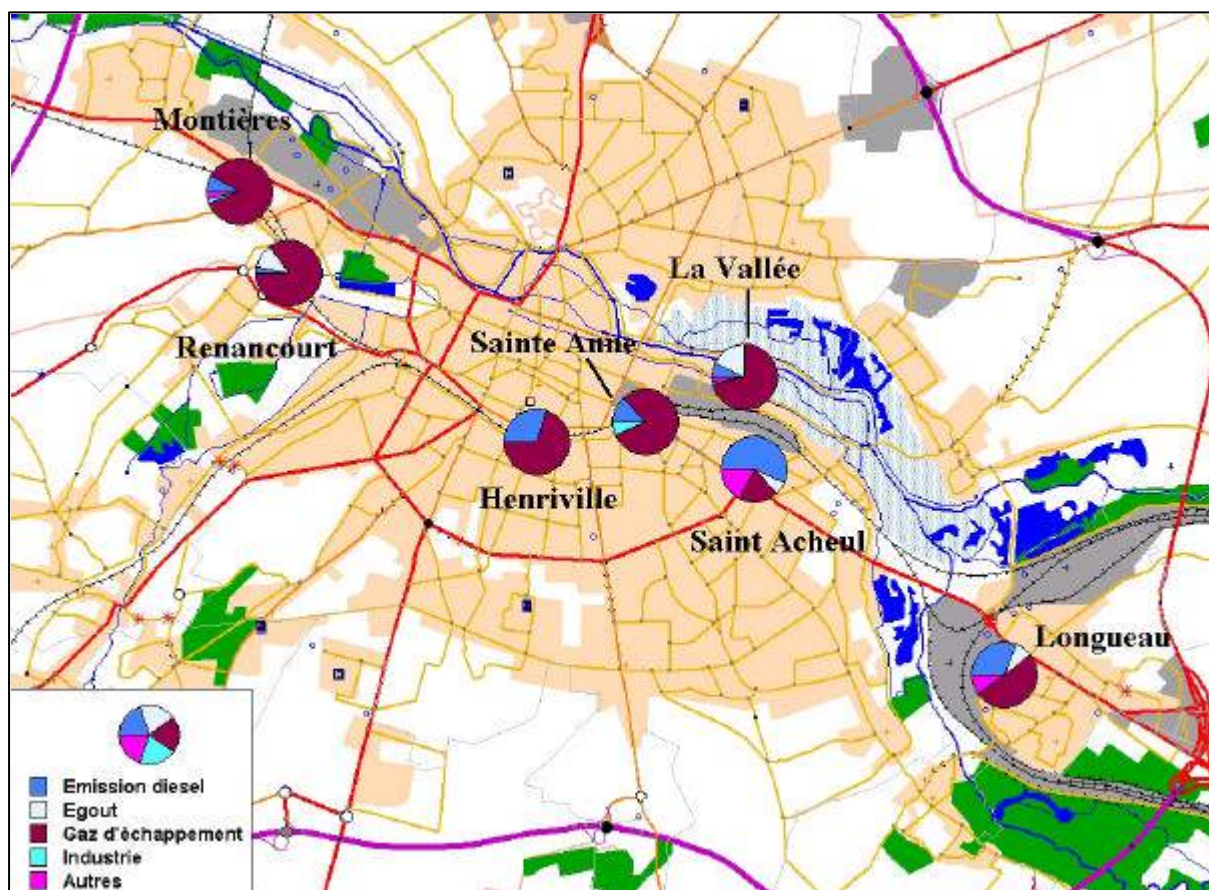
Enfin, à La Vallée, Renancourt et Longueau, des odeurs d'égouts sont également perceptibles et représentent des pourcentages non négligeables avec respectivement 18, 12 et 9%.

Le graphique 34 et la carte 6 nous indiquent sous deux formes différentes, l'origine des odeurs par quartier telle que l'ont ressentie les volontaires ayant répondu aux questionnaires. Comme cela a déjà été dit précédemment, le faible nombre de personnes impliquées pour certains quartiers (Sainte Anne, Henriville, Renancourt, Montières et La Vallée) rend les données uniquement indicatives et non exploitables.

Seules les données des quartiers de Saint Acheul et de Longueau semblent pouvoir être représentatives.

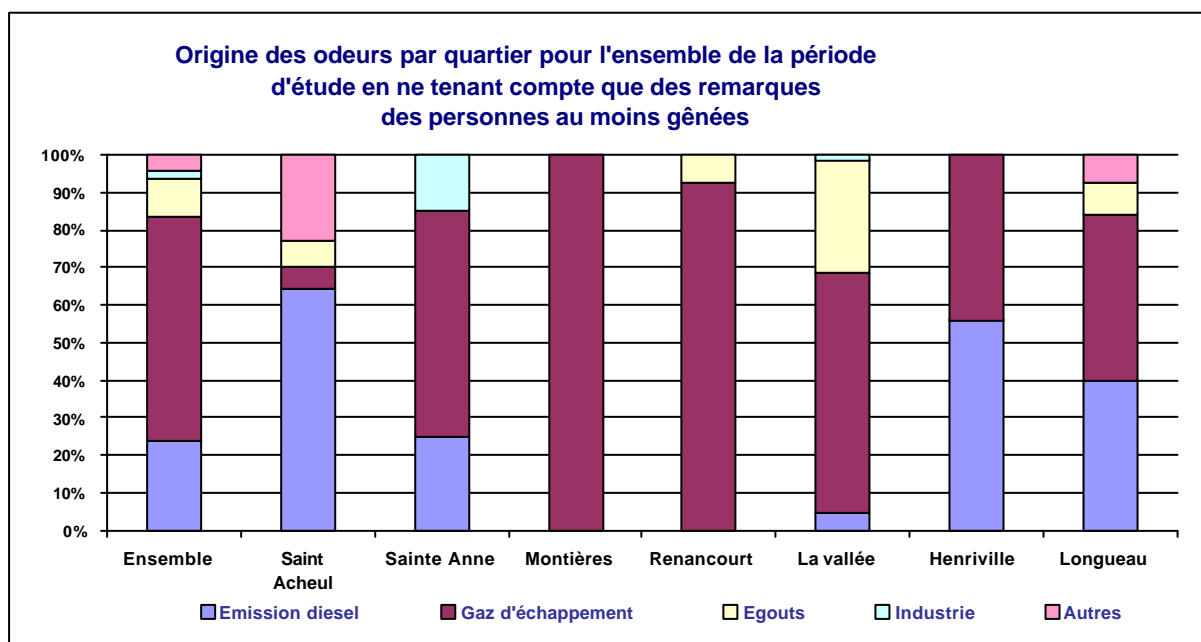


Graphique 34 : Origine des odeurs par quartier pour l'ensemble de la période d'étude



Carte 6 : Origine des odeurs par quartier en proximité des voies ferrées sur Amiens et Longueau

En ne prenant en compte que les réponses des personnes au moins gênées (c'est à dire les personnes qui ont répondu être gênées, très gênées et extrêmement gênées), la répartition de l'origine des odeurs reste, dans l'ensemble, identique : la circulation automobile représente toujours 60% des réponses et la gêne olfactive engendrée par les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF un peu moins de 25%.



Graphique 35 : Origine des odeurs par quartier pour l'ensemble de la période d'étude en ne tenant compte que des remarques des personnes au moins gênées.

Cependant au niveau des quartiers des différences sont perceptibles.

Au sein du quartier Saint Acheul, la part des mauvaises odeurs attribuées aux rejets atmosphériques des locomotives diesel passe de 57% à 64%. Cela signifie que, plus la gêne est importante, plus les mauvaises odeurs ont pour origine les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF. Dans le même temps, la gêne attribuée à la circulation automobile diminue de 19% à 6 %.

Le même phénomène est observé sur la commune de Longueau où la part des mauvaises odeurs attribuées aux rejets atmosphériques des locomotives diesel passe de 30% à 41%.

Il serait également intéressant de représenter l'origine des odeurs par quartier en ne prenant en compte que les réponses des personnes au moins très gênées ou même uniquement sur les personnes extrêmement gênées mais le pourcentage de réponse de ce type est très faible (seulement 1.7% des réponses données concernent des odeurs très gênantes ou extrêmement gênantes).

IV.3.2 Indice des nuisances olfactives (I)

Nous avons vu que, au sein de chaque quartier, l'indice des nuisances olfactives est resté globalement faible à l'exception de quelques pics. Les conditions météorologiques, qui ont été favorables à la dispersion de la pollution durant l'étude, peuvent certainement expliquer en partie ces résultats.

Il est important de noter que, même si l'indice des nuisances olfactives a été globalement faible, il existe une gêne liée aux mauvaises odeurs. Certains riverains ont, par moment, noté des pics de mauvaises odeurs très intenses alors que d'autres n'ont rien remarqué. Ceci est particulièrement vrai dans le quartier de Saint Acheul et dans la commune de Longueau, en ce qui concerne les émissions diesel.

Les rejets les plus intenses, qui ont pour origine les préchauffages des locomotives, durent une quinzaine de minutes environ. Cette gêne est certes courte mais peut être extrêmement intense. La plage horaire des relevés couvrait 2 heures. Par conséquent et comme il a déjà été précisé, certaines personnes ont pu faire leur observation à des moments où avait lieu un pic de pollution alors que d'autres ne notaient pas de mauvaises odeurs parce qu'ils faisaient leur relevé un peu plus tôt ou un peu plus tard.

IV.3.3 Remarques des riverains

Certains riverains, en particulier ceux incommodés par les rejets des locomotives diesel (quartier Saint Acheul), nous ont fait part de remarques concernant les quatre semaines de l'étude.

Tout d'abord, les riverains s'étonnent que pendant la période de relevé par réseau de nez, les nuisances olfactives liées aux rejets des locomotives diesel de la SNCF ont nettement diminué. Alors que, peu de temps après la fin de l'étude, ces mêmes riverains constatent que les gênes ont recommencé.

D'autres remarques font état d'une modification dans le trafic ferroviaire ainsi que d'une réorganisation en précisant que les préchauffages ont eu lieu que très rarement sur les sites habituels (en ce qui concerne le quartier Saint Acheul).

Lors de la période d'étude, les conditions météorologiques, favorables à la dispersion de la pollution peuvent certainement expliquer, en partie, le fait que les nuisances aient été faibles.

De son côté, la SNCF précise qu'aucune mesure supplémentaire visant à réduire les nuisances n'a été prise durant l'étude.

Cette campagne étant la première de ce genre sur cette zone, il nous est difficile de déterminer si seules les conditions de dispersion de la pollution sont responsables de cette faible gêne durant l'étude ou si effectivement, les émissions ont été modifiées par rapport à la situation normale.

V. Synthèse

- L'origine principale de la gêne a été différente selon les quartiers. Les odeurs mises en cause ont été celles des émissions diesel dues aux motrices de la SNCF (Saint Acheul), la circulation automobile (Montières, Renancourt et La Vallée) et l'association de ces deux sources (Longueau et Sainte Anne).
- Les niveaux de gêne occasionnés par les odeurs de la circulation automobile ont été sensiblement plus élevés et de façon plus régulière. Ce type de pollution, contrairement aux émissions des locomotives diesel, a un caractère beaucoup moins ponctuel en particulier sur les plages horaires pendant lesquelles ont eu lieu les observations.
- Les niveaux de gêne occasionnés par les émissions diesel sont globalement faibles. Deux phénomènes peuvent expliquer que les indices de nuisances olfactives aient été si faibles :
 - Les émissions diesel dues aux motrices de la SNCF sont de courtes durées (10 – 15 minutes) et n'ont pas forcément été observées par tous les participants puisque les relevés ont été réalisés sur des plages de 2 heures.
 - Les conditions météorologiques ont été favorables à la dispersion de la pollution.Il est à noter que certains riverains affirment que les odeurs n'ont pas été aussi importantes durant la période de l'étude que ce qu'ils ressentent habituellement (aussi bien avant qu'après l'étude).
- Des pics de mauvaises odeurs très intenses ayant pour origine les émissions diesel ont néanmoins été observés dans les quartiers de Saint Acheul et de Longueau.

Etude de la qualité de l'air

Pour compléter l'étude des bioindicateurs et des nuisances olfactives, l'analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des particules en suspension a été réalisée sur différents sites en proximité du trafic ferroviaire et sur des sites de référence.

I. Mesure des HAP et PM10

La méthode de mesure que nous avons utilisée pour les HAP est complexe et met en jeu des moyens logistiques et matériels lourds. Elle demande une organisation importante pour une campagne comme celle-ci.

La mesure des HAP dans le cadre de cette étude constitue, pour Atmo Picardie, une expérience et un savoir faire important en vue de la mise en place dans un futur proche de la surveillance de ces polluants sur le plan national et européen par les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

A l'heure actuelle, l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) en concertation avec le ministère, a chargé l'Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS) de lancer la phase 1 du programme pilote national de surveillance des HAP. Cette phase permettra de connaître les niveaux moyens sur des sites représentatifs et d'évaluer les méthodes de mesurage et leurs incertitudes.

Les prélèvements et analyses des HAP et des PM10 sont effectués à partir du protocole décrit par l'INERIS dans le document intitulé « Hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant » rédigé en décembre 2000 par Eva LEOZ (p37-41) [18].

1.1 Prélèvement

Le prélèvement des HAP et des PM10 est réalisé par un préleveur haut volume (HVS) Digital DA-80 équipé d'une carte PCM-CIA permettant de recueillir des informations (volume prélevé, paramètres météorologiques).

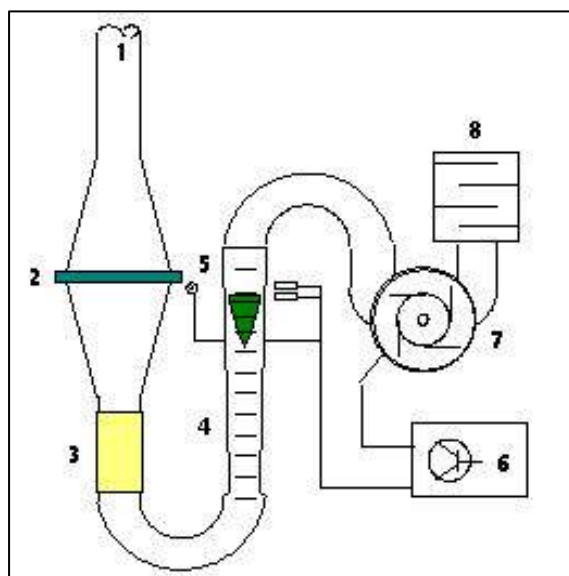
1.1.1 Description et fonctionnement du préleveur



Figure 16 : DA-80

Le Collecteur Digital DA-80 permet le prélèvement automatique de la phase particulaire et de la phase gazeuse. Son débit de fonctionnement est programmable entre 100 et 1000L/min (soit 6 - 60 m³/h). Le DA-80 fait donc partie de la catégorie des Collecteurs "Grand Volume".

Les particules en suspension sont recueillies sur des filtres de diamètre 150 mm et la phase gazeuse est piégée sur de la mousse. Le débit est réglé par un rotamètre à flotteur. La charge de la turbine d'aspiration est réglée en dynamique, de telle sorte que le débit soit maintenu constant, assurant ainsi une bonne reproductibilité et stabilité dans le temps.



- 1 Tête de prélèvement PM10
2. Changeur de filtres automatique
3. Nacelle contenant la mousse
4. Rotamètre
5. Cellule photoélectrique
6. Ensemble électronique de régulation de fréquence
7. Turbine
8. Silencieux

L'air prélevé passe à travers une tête de prélèvement PM10 (1) située au-dessus du coffret qui ne laisse passer que les particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 μm . Cet air prélevé est dirigé sur le filtre (2) puis traverse une mousse (3) insérée dans la conduite. Il passe ensuite dans un rotamètre à flotteur (4) puis dans la turbine d'aspiration (7).

Figure 17 : Schéma de fonctionnement du DA-80

1.1.2 Supports de prélèvement

Les particules en suspension sont prélevées sur des filtres en fibre de verre de 150 mm de diamètre. La phase gazeuse est piégée sur de la mousse en polyuréthane (PUF) de 64 mm de diamètre et de 75 mm de hauteur.

1.1.3 Conditionnement du matériel

Le conditionnement permet de supprimer toute trace de pollution provenant directement des supports de prélèvement utilisés qui pourrait fausser les résultats d'analyse.

Conditionnement des filtres

Les filtres sont conditionnés par dix. Ils sont placés dans une boîte de Pétri en Pyrex nettoyée au préalable. Après l'avoir enveloppée de papier aluminium, la boîte de Pétri est introduite dans un four chauffé à 500°C pendant 10 heures. Après refroidissement, elle est stockée au dessiccateur⁶.

Conditionnement des mousses de polyuréthane

L'INERIS, dans son protocole, prévoit de conditionner les mousses au Soxhlet⁷ pendant 48 heures avec changement de solvant après 24 h. Le solvant utilisé est du dichlorométhane.

Pour des raisons logistiques et pratiques, et après des tests de blancs, nous avons conditionné les mousses pendant 24 h, sans changement de solvant.

Après conditionnement, les mousses sont retirées du Soxhlet, enveloppées légèrement de papier aluminium et déposées sous la hotte pendant 10 heures afin d'évaporer le solvant. Elles sont ensuite soigneusement enveloppées de papier aluminium et stockées au dessiccateur afin de les conserver à l'abri de toute source de pollution.

⁶ Appareil servant à tenir les produits à l'abri de l'humidité.

⁷ Extracteur solide/liquide.

1.1.4 Conditions de prélèvement

En semaine, 4 prélèvements de la phase particulaire et de la phase gazeuse sont effectués. Ceux-ci durent 24 h comme le précise la phase 1 du programme de surveillance des HAP.

Durant le week-end (vendredi, samedi et dimanche), la mousse reste exposée 3 jours. Les filtres quant à eux sont remplacés chaque jour automatiquement à l'aide du changeur automatique de l'HVS.

Pour chaque fin de semaine, nous avons alors une concentration moyenne sur 3 jours pour les HAP et une teneur moyenne journalière pour les particules en suspension.

La tête de prélèvement permet de recueillir les particules de diamètre inférieur ou égal à 10 μm pour un débit de 30 m^3/h (spécification du constructeur).

La carte PCM-CIA intégrée au DA-80 recueille les informations sur le temps du cycle de pompage et la température. De plus, elle calcule le volume réel prélevé, mais aussi le volume dans les conditions normales de température et de pression.

Remarque

Il est possible que la valeur moyenne en HAP durant le week-end ne reflète pas la réalité. Cette durée d'exposition pour la mousse et de stockage pour les filtres exposés le vendredi et le samedi, peut favoriser un volatilisation des HAP piégés et donc faire diminuer la concentration finale. Il apparaît difficile de valider ces valeurs moyennes mais leur exploitation est tout de même intéressante pour l'étude.

1.1.5 Transport et stockage des échantillons

Les filtres et les mousses dans leur support respectif (boîte de Pétri et nacelle), enveloppés de papier aluminium, sont transportés dans une glacière vers le point de prélèvement.

Après prélèvement, les échantillons sont transportés au froid jusqu'au laboratoire où ils sont stockés avant extraction (stockage à -10°C).

La durée de stockage avant extraction ne doit pas dépasser 8 jours.

1.2 Analyse des HAP

L'INERIS propose, dans la phase 1 du programme de surveillance des HAP mis en place par l'ADEME, l'analyse de 12 HAP.

HAP	Formule	HAP	Formule
Phénanthrène PHE	C ₁₄ H ₁₀	Benzo(b)Fluoranthène B(b)F	C ₂₀ H ₁₂
Anthracène ANT	C ₁₄ H ₁₀	Benzo(k)Fluoranthène B(k)F	C ₂₀ H ₁₂
Fluoranthène FL	C ₁₆ H ₁₀	Benzo(a)Pyrène B(a)P	C ₂₀ H ₁₂
Pyrène PY	C ₁₆ H ₁₀	Indeno[1,2,3-cd]Pyrène IP	C ₂₂ H ₁₂
Benzo(a)Anthracène B(a)A	C ₁₈ H ₁₂	Dibenzo[a,h]Anthracène DB(ah)A	C ₂₂ H ₁₄
Chrysène CHR	C ₁₈ H ₁₂	Benzo[ghi]Pérylène B(ghi)P	C ₂₂ H ₁₂

Tableau 11 : Les 12 HAP retenus pour la phase 1

Ce choix s'est fait en fonction des expériences acquises par l'INERIS, des travaux européens et d'après les résultats obtenus lors des collaborations effectuées avec d'autres organismes tels que le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP) et Atmo Poitou-Charentes.

Le Naphtalène (NAP), l'Acénaphtylène (ACE), l'Acénaphthène (AC) et le Fluorène (FLN) ne sont pas pris en compte par l'INERIS en raison de leur faible toxicité et de leur caractère semi-volatil.

Pour cette étude, Atmo Picardie quantifie pourtant les 16 HAP. En effet, au cours de l'analyse, nous utilisons une solution étalon contenant les 12 HAP retenus pour la phase 1 du programme de surveillance des HAP et les 4 composés écartés par l'INERIS. Les quantités déterminées pour le Naphtalène, l'Acénaphtylène, le Acénaphthène et le Fluorène, n'auront qu'un caractère indicatif.

1.2.1 Extraction et concentration des échantillons

Le protocole d'extraction des HAP, prévoit une extraction des mousses PUF au Soxhlet pendant 24 h, avec au minimum 350 mL de dichlorométhane. L'extraction des filtres est également réalisée au Soxhlet avec un volume minimum de 150 mL de dichlorométhane et également pendant 24 h.

Il a été décidé de réaliser l'extraction des deux supports de prélèvement en même temps avec un volume de dichlorométhane de 600 mL pendant 24h.

Description du Soxhlet

- A** Emplacement de la mousse et du filtre
- B** Corps de l'extracteur
- C** Ballon contenant du dichlorométhane
- E** Tubulure permettant le passage de la vapeur de dichlorométhane
- F** Siphon permettant la vidange du corps extracteur
- R** Réfrigérant

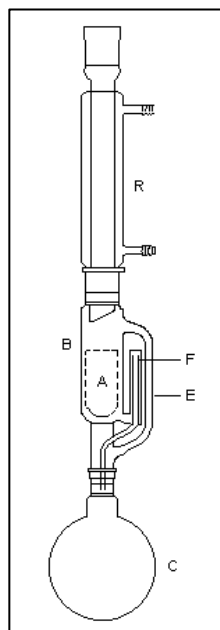


Figure 18 : Soxhlet



Figure 19 : Extracteur solide/liquide

La concentration de l'extrait obtenu est réalisée par évaporation du solvant au rotavapor⁸ jusqu'à l'obtention d'un volume de 2mL.

⁸ Appareil permettant d'évaporer et de concentrer un échantillon.

1.2.2 méthode d'analyse

Les différents HAP contenus dans l'extrait sont séparés par chromatographie en phase gazeuse et détectés spécifiquement par spectrométrie de masse. Le dosage est réalisé par étalonnage interne.

L'ensemble GC/MS est un Perkin Elmer piloté par le logiciel *Turbomass*.



Figure 20 : Appareil de GC/MS

Analyse qualitative

Une solution de référence contenant les différents HAP à analyser est injectée afin de déterminer l'ordre d'éluion de ceux-ci. Chaque composé est alors défini par un temps de rétention spécifique.

Lors de l'analyse d'un échantillon, le logiciel *Turbomass* compare les différents temps de rétention obtenus à ceux qu'il a préalablement mémorisés. Il attribue alors un nom à chaque HAP qui compose l'échantillon analysé.

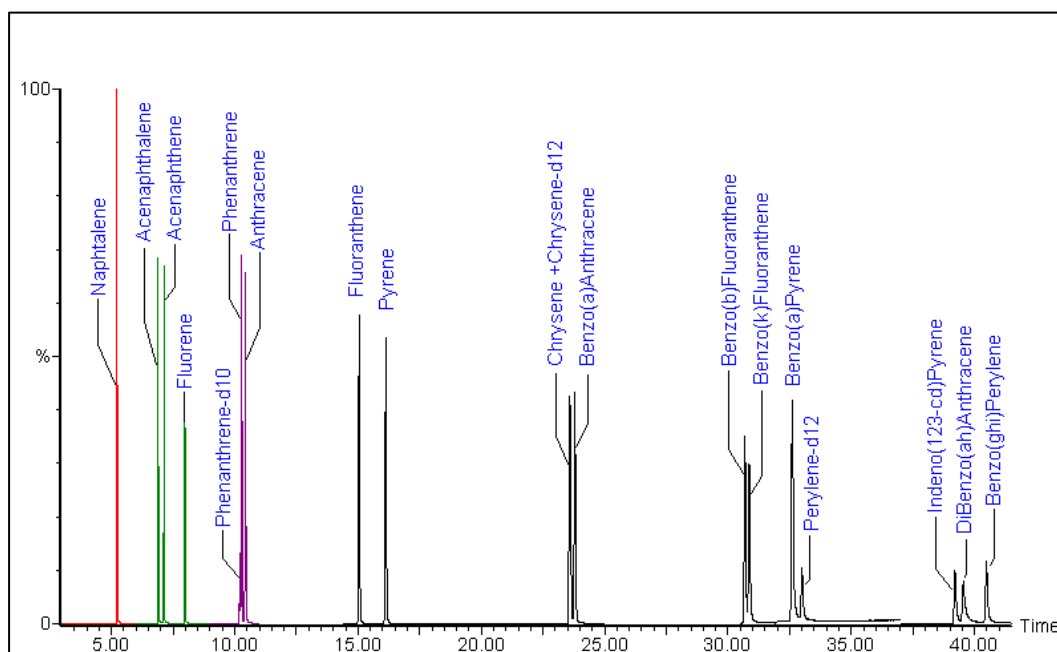


Figure 21 : Exemple de chromatogramme réalisé en injectant une solution étalon des 16 HAP

Analyse quantitative

La quantification des HAP est réalisée par étalonnage interne.

Cette méthode repose sur l'utilisation du coefficient de réponse relatif de chaque composé vis à vis d'un constituant supplémentaire répondant à des caractéristiques bien précises, introduit pour servir de référence.

Après obtention du chromatogramme de l'échantillon analysé, les aires des pics des produits à quantifier sont comparées à celles du composé de référence, appelé étalon interne, introduit à une concentration connue dans l'échantillon à analyser.

Il nous est alors possible de déterminer facilement la concentration des composés recherchés.

1.3 Mesure des PM10

Les PM10 sont des aérosols de diamètre aérodynamique inférieur à 10 μm (PM pour "particulate matter").

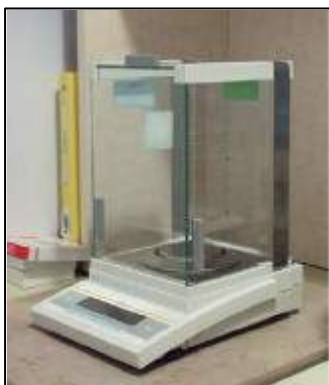


Figure 22 : Balance de précision

Ces particules sont prélevées sur un filtre en fibre de verre de diamètre 150mm.

Avant l'exposition, chaque filtre est pesé à l'aide d'une balance de précision. Il est alors possible de mesurer la différence de masse entre le début et la fin de l'exposition.

Ainsi, à l'aide des données enregistrées par l'intermédiaire de la carte PCM-CIA (volume réel prélevé) nous aurons une estimation de la concentration journalière en PM10.

II. Mesure des PM2.5

Les PM2.5 sont des aérosols de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 μm .

Pour ce qui est de leur mesure, nous utilisons un préleveur de type TEOM (de marque Rupprecht & Patashnick) qui permet un suivi quart horaire des concentrations, c'est à dire que l'appareil fournit une valeur toutes les 15 minutes.

Le TEOM utilise une méthode de mesurage basée sur la pesée des particules échantillonnées à l'aide d'une microbalance constituée d'un élément conique oscillant à sa fréquence naturelle.

L'air prélevé est filtré par un filtre absolu situé au sommet du corps oscillant. La masse déposée sur le filtre engendre une diminution de la fréquence d'oscillation de la microbalance.

Cette variation de fréquence détermine la masse de matière déposée. Le volume d'air prélevé étant connu et déterminé par les conditions de prélèvement, la concentration est obtenue en divisant la masse mesurée par le volume d'échantillonnage [19].



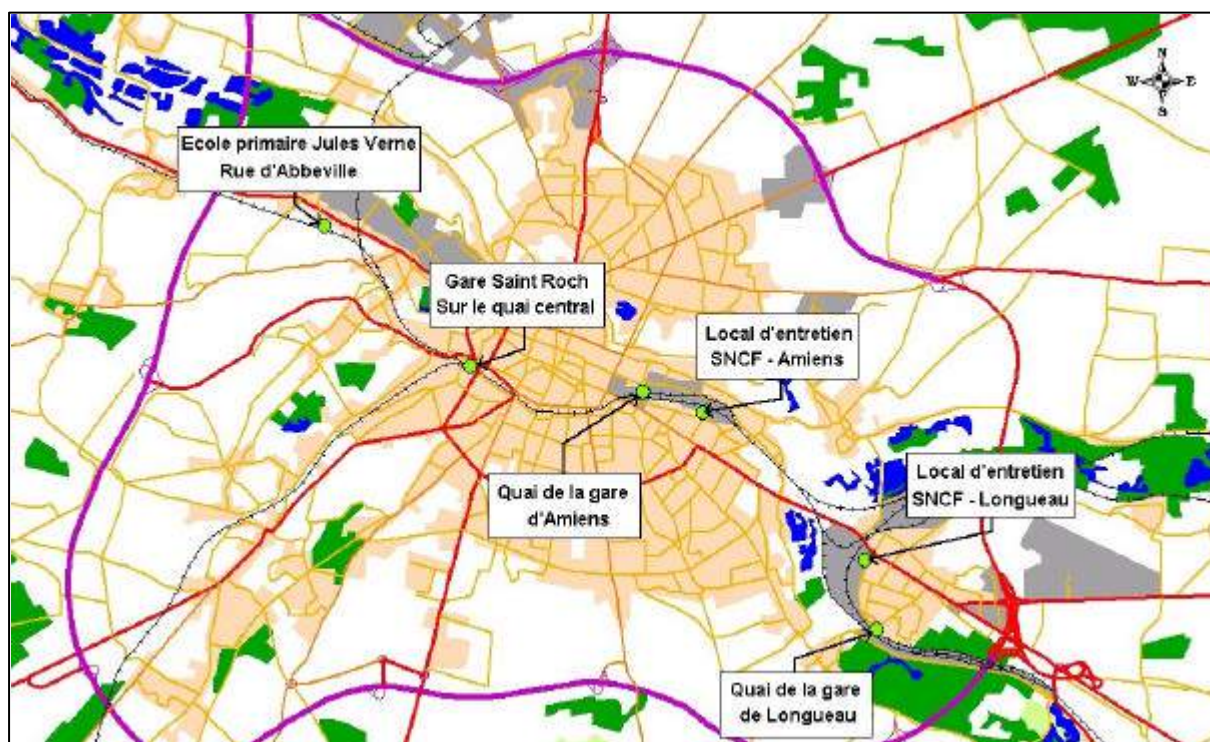
Figure 23 : TEOM

III. Choix des sites de mesure

III.1 Les sites de proximité ferroviaire

Les mesures ont été effectuées sur des sites représentatifs de l'exposition des usagers et des résidents. Les appareils de mesures ont été placés aussi près que possible des émissions diesel afin de maximiser les concentrations mesurées. L'objectif de ces sites est de fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum d'exposition auquel la population située en proximité des infrastructures ferroviaires est soumise. Au total six sites de mesures ont été choisis (cf. carte 7) le long des voies SNCF :

- Ecole Jules Verne (cf. Fig.24)
- Gare Saint Roch (cf. Fig.25)
- Gare d'Amiens (cf. Fig.26)
- Etablissement Motrices et Tractions d'Amiens (dépôt) (cf. Fig.27)
- Etablissement Motrices et Tractions de Longueau (entrepôt) (cf. Fig.28)
- Gare de Longueau (cf. Fig.29)



Carte 7 : Disposition des sites pour la mesure des HAP et des poussières

Les facteurs de décision concernant l'emplacement des sites de mesure, ont été :

- la facilité d'installation,
- la sécurité du matériel mais aussi des personnes susceptibles d'intervenir sur les lieux,
- une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage.

Ecole Jules Verne

Le site de mesure se situe au fond de la cour de récréation, au niveau de la clôture en béton.

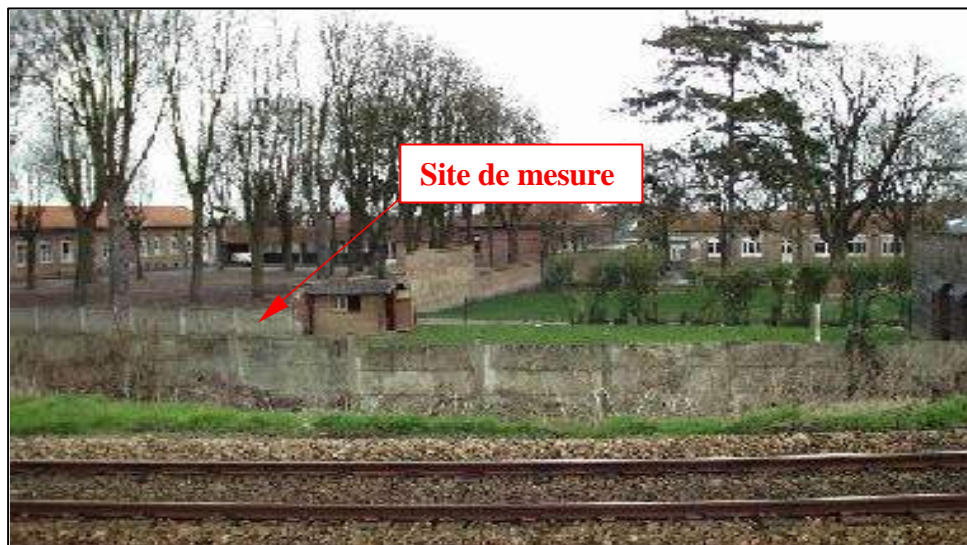


Figure 24 : Ecole Jules Verne

Gare Saint-Roch

Le site de mesure se trouve sur le quai central près du passage piéton.



Figure 25 : Gare St Roch

Gare d'Amiens

Le site de mesure se situe entre le centre de fret et les voies.



Figure 26 : Gare d'Amiens

EMT d'Amiens

Le site de mesure est situé derrière l'aire de remise en condition des locomotives (nettoyage, plein d'essence...) à côté d'un local de repos pour les cheminots.



Figure 27 : EMT d'Amiens

EMT de Longueau

Le site de mesure se situe face à l'aire de stationnement des locomotives diesel.



Figure 28 : EMT de Longueau

Gare de Longueau

Le site de mesure se situe sur un terre plein central (il n'est pas situé sur le quai).



Figure 29 : Gare de Longueau

III.2 Les sites de référence

Les résultats des mesures effectuées en proximité des voies SNCF sont comparés à des sites de référence couramment étudiés dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air :

- Un site en proximité automobile situé rue Saint Fuscien à l'école André Bernard. L'objectif de ce site est de fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum d'exposition auquel la population située en proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée.
- Un site en zone rurale situé à Sains en Amiénois. Ce site permet la surveillance des écosystèmes et de la population vis à vis de la pollution atmosphérique de «fond» dans les zones rurales. Elles participent à la surveillance de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire et notamment dans les zones très étendues à densité de population faible. Ce site se situe dans un espace à dominante rurale et est dans une commune rurale dont la population et l'activité économique sont faibles.

Pour chacun de ces sites une série de 2 semaines de mesures est réalisée.

IV. Périodes de mesure

Afin de caractériser les variations saisonnières de la pollution deux campagnes de mesure ont été réalisées l'une estivale et l'autre hivernale. En effet, la quantité des émissions et les conditions de dispersions sont différentes en hiver et en été.

Concernant la durée des mesures, l'échantillonnage a été réalisé sur des périodes de deux semaines pour chaque site (cf. tableau 12), ce qui représente 12 semaines de mesures au total pour la campagne estivale et 12 semaines de mesures pour la campagne hivernale.

	Gare Saint-Roch	Gare de Longueau	EMT de Longueau	Gare d'Amiens	EMT d'Amiens	Ecole Jules Verne
Campagne Estivale	Du 16/07/01 au 27/07/01	Du 30/07/01 au 10/08/01	Du 13/08/01 au 24/08/01	Du 27/08/01 au 07/09/01	Du 10/09/01 au 21/09/01	Du 24/09/01 au 05/10/01
Campagne Hivernale	Du 12/11/01 au 23/11/01	Du 26/11/01 au 07/12/01	Du 10/12/01 au 21/12/01	Du 04/02/02 au 15/02/02	Du 21/01/02 au 01/02/02	Du 18/02/02 au 01/03/02

Tableau 12 : Périodes de prélèvement estivales et hivernales pour chaque site de mesure

V. Résultats - Interprétation

Les différents résultats sont présentés sous forme de moyennes journalières sur les différentes périodes de l'étude.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Tous les HAP analysés ne sont pas présentés. En effet, nous avons choisi de représenter graphiquement les HAP ayant pour origine principale la combustion diesel, appelés ici traceurs du diesel, ainsi que ceux étant cancérogènes probables pour l'homme. 6 HAP sont donc présentés :

<i>HAP traceurs du diesel</i>	<i>HAP cancérogènes probables pour l'homme</i>
Phénanthrène (Phe)	Benzo(a)anthracène (B(a)a)
Fluoranthène (Fl)	Benzo(a)pyrène (B(a)p)
Pyrène (Py)	Dibenzo(ah)anthracène (DB(ah)a)

Tableau 13: Les 6 HAP présentés

L'intégralité des résultats d'analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques (16 HAP au total) sont présentés en Annexe 2.

Les particules en suspension

En ce qui concerne les particules en suspension, les résultats des PM2.5 (particules de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm) et PM10 (particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm) ainsi que le rapport PM2.5/PM10 sont représentés graphiquement.

Ce rapport PM2.5/PM10 peut permettre d'expliquer en partie l'origine des particules mesurées. En effet, lorsque sa valeur est proche de 1, cela signifie que les particules mesurées sont principalement des particules fines (PM2.5) ayant pour origine principale la combustion diesel. Une grande partie des PM10 mesurées est alors composée de PM2.5.

Rappel de la réglementation

Polluants	Valeur limite	Objectif de qualité
<i>Décret n°2002-213 du 15 février 2002 [6]</i>		
PM10	40 µg/m³ en moyenne annuelle (à compter du 01/01/2005)	30 µg/m³ en moyenne annuelle
<i>Recommandation du CSHPF⁽⁹⁾ (avis séance du 17 septembre 1997)</i>		
B(a)P	0,7 ng/m³ en moyenne annuelle	0,1 ng/m³ en moyenne annuelle

Tableau 14: Rappel de réglementation

Ces valeurs limites et objectifs de qualité qui sont des valeurs à ne pas dépasser sur une année vont être comparés à des valeurs moyennes sur 11 jours. Ces valeurs moyennes peuvent ne pas refléter l'évolution annuelle du site mais nous montre l'importance des niveaux rencontrés par rapport à un seuil réglementaire.

⁹ Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France

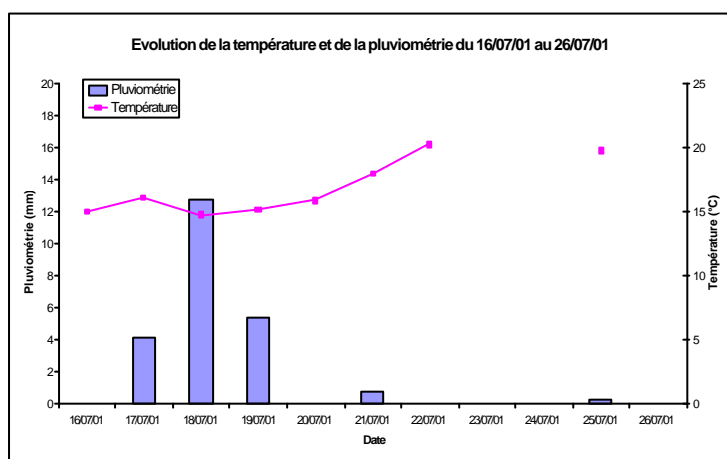
V.1 Campagnes d'été

V.1.1 Données météorologiques

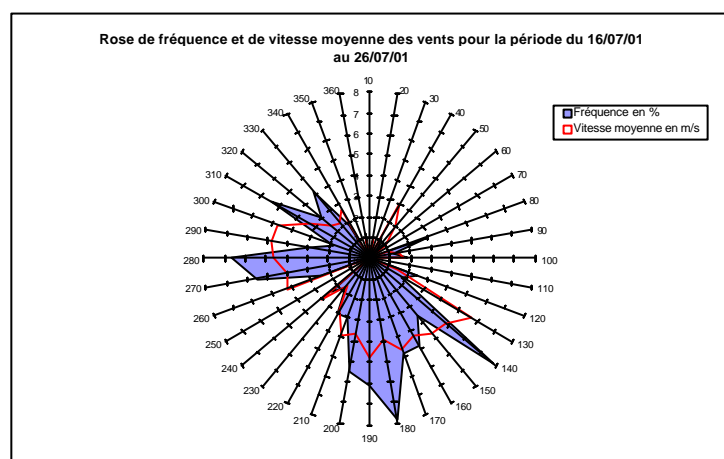
Les données recueillies pour les différentes périodes de la campagne proviennent de la station météorologique Météo France d'Amiens-Glisy. Ces données nous ont permis de présenter l'évolution de la température et de la pluviométrie sur chaque période de mesure ainsi qu'une rose de fréquence et de vitesse moyenne des vents.

La présentation que nous avons réalisé peut ne pas refléter la réalité du site du fait de l'éloignement par rapport à la station Météo France.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à la gare St Roch



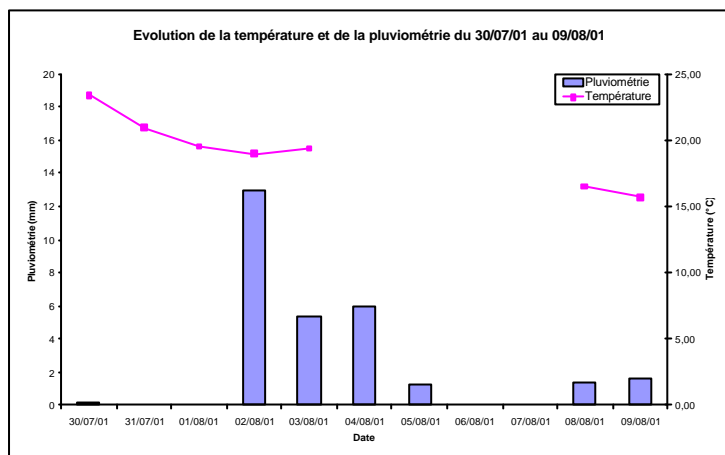
Graphique 36 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 16/07/02 au 26/07/02



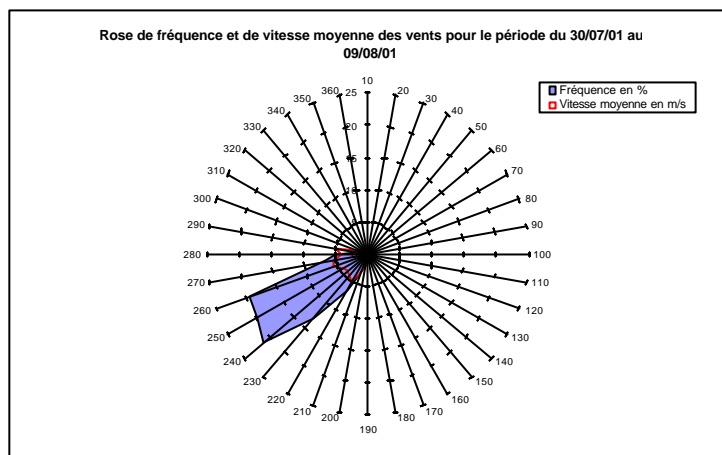
Graphique 37 : Rose des vents pour la période du 16/07/02 au 26/07/02

- Températures comprises entre 15 et 20°C et temps pluvieux au début de la campagne,
- Vents de sud et d'ouest assez forts (entre 4 et 5m/s).

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à la gare de Longueau



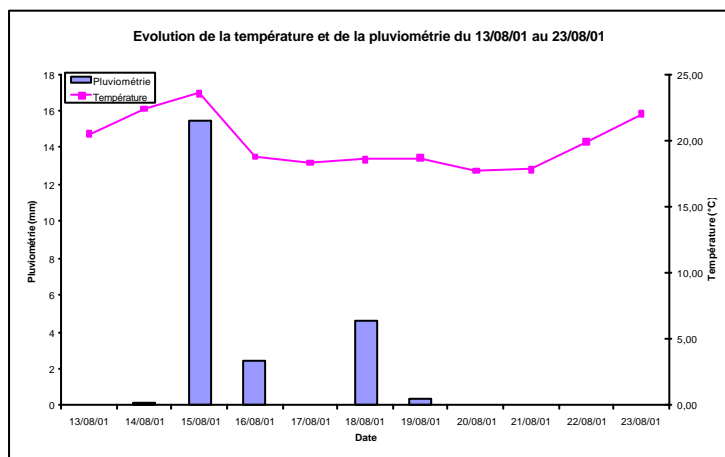
Graphique 38 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 30/07/02 au 09/08/02



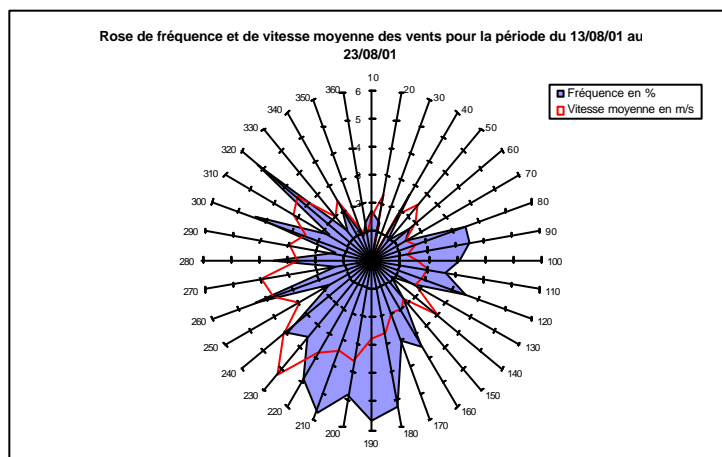
Graphique 39 : Rose des vents pour la période du 30/07/02 au 09/08/02

- Températures comprises entre 15 et 25°C,
- Temps pluvieux en milieu de campagne,
- Vents de sud-ouest assez faibles (environ 1m/s).

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à l'EMT de Longueau



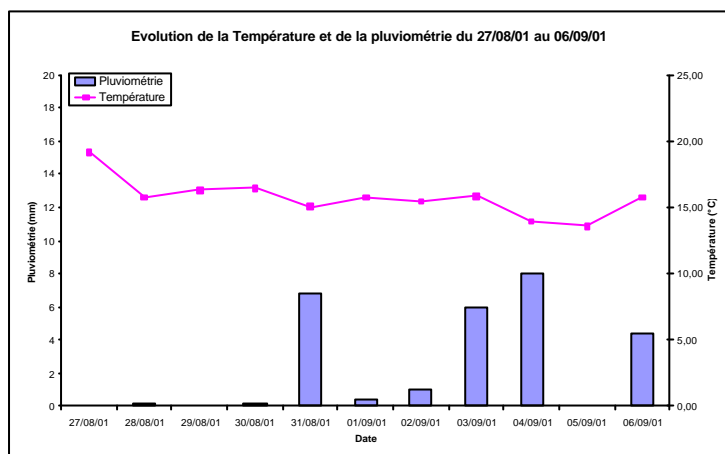
Graphique 40 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 13/08/02 au 23/08/02



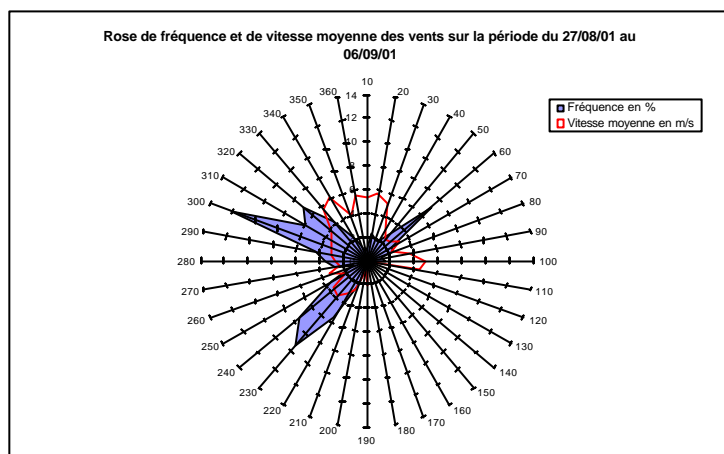
Graphique 41 : Rose des vents pour la période du 13/08/02 au 23/08/02

- Temps orageux en début de campagne (température élevée et forte pluie ponctuelle),
- Vents majoritairement de sud-sud-ouest.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à la gare d'Amiens



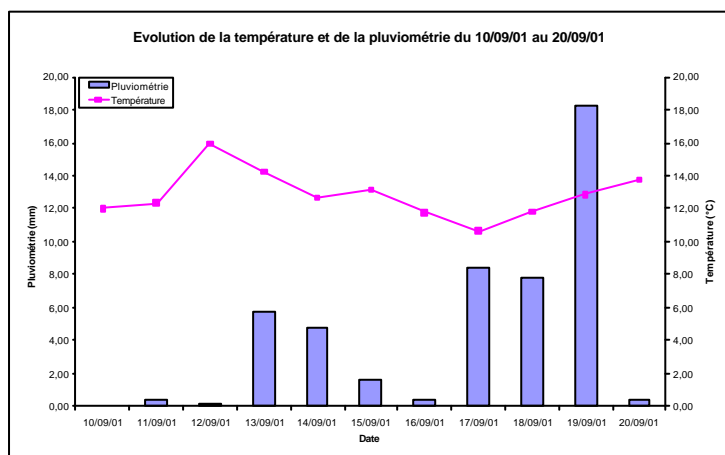
Graphique 42 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 27/08/02 au 06/09/02



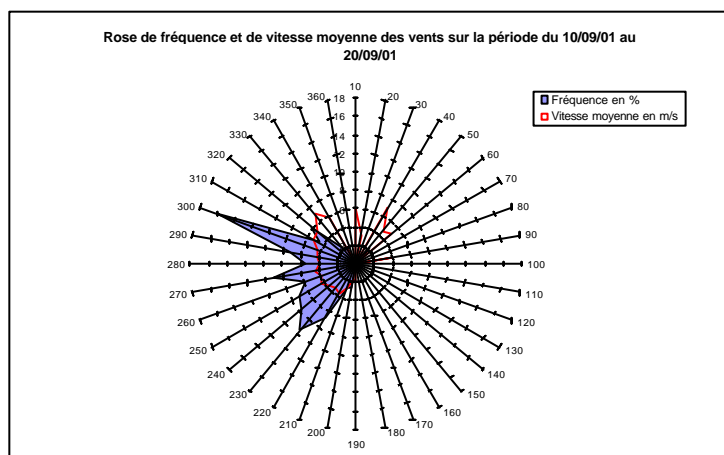
Graphique 43 : Rose des vents pour la période du 27/08/02 au 06/09/02

- Température moyenne d'environ 15°C,
- Faibles précipitations sur la deuxième semaine de la campagne de mesure,
- Vents faibles de sud-ouest et de nord-ouest.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à l'EMT d'Amiens



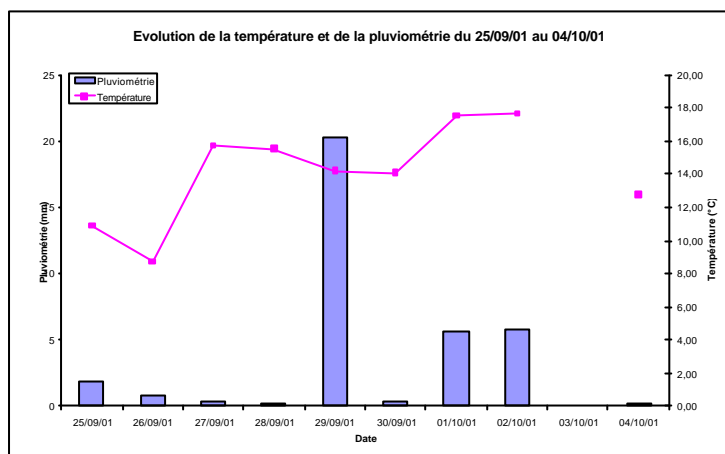
Graphique 44 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 10/09/02 au 20/09/02



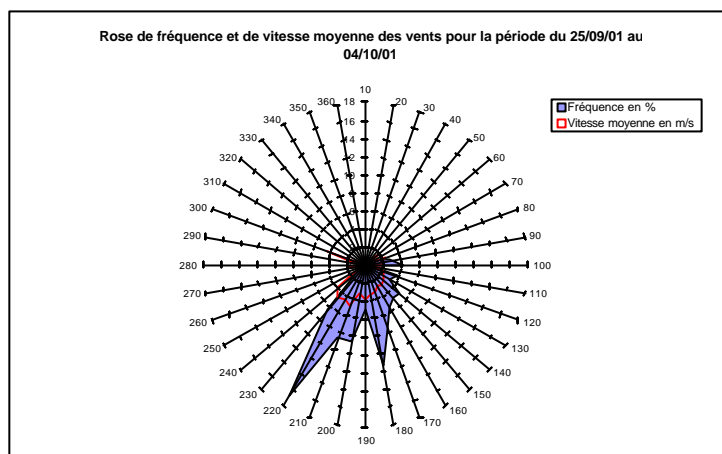
Graphique 45 : Rose des vents pour la période du 10/09/02 au 20/09/02

- Températures comprises entre 10 et 16°C,
- Temps pluvieux tout au long de la campagne de mesure,
- Vents faibles de nord-ouest à sud-ouest.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à l'école Jules Verne



Graphique 46 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 25/09/02 au 04/10/02



Graphique 47 : Rose des vents pour la période du 25/09/02 au 04/10/02

- Températures irrégulières comprises entre 10 et 18°C,
- Temps pluvieux tout au long de la campagne de mesure,
- Vents faibles de sud-sud-ouest.

v.1.2 HAP mesurés au cours de la campagne été

L'intégralité des résultats de cette campagne de mesure est présentée en Annexe 2.

Les traceurs du diesel : Phenanthrène (Phe), Fluorenthène (Fl), Pyrène (Py)

Les résultats des HAP traceurs du diesel pour la campagne d'été sont présentés sur les graphiques 48 à 53 sous la forme de moyennes journalières.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

Concentrations moyennes (\bar{x}) et écart type (σ) en ng/m ³ sur la période de mesure												
	Gare St Roch		Gare Longueau		EMT Longueau		Gare Amiens		EMT Amiens		Ecole Jules Verne	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Phe	28.8	15.0	9.8	6.1	43.8	7.4	27.5	15	22.9	8.6	3.2	2.1
Fl	17.2	7.0	4.1	1.9	15.7	4.5	11.7	6.4	7.6	1.6	1.5	0.6
Py	6.5	2.5	1.5	0.7	5.4	1.3	5	2.3	4	0.7	1.3	0.5

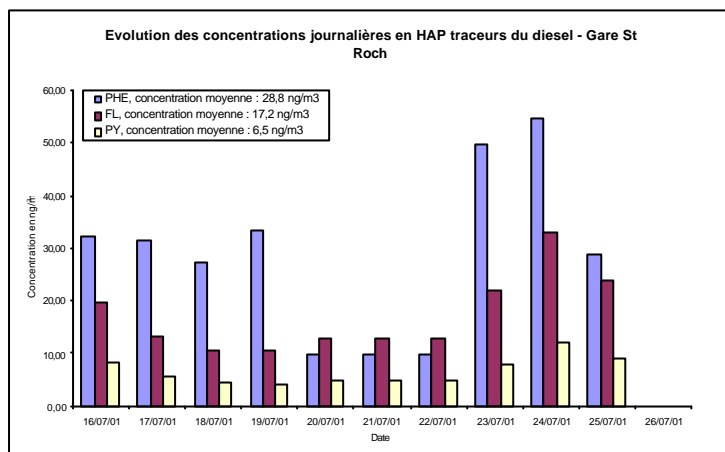
Tableau 15 : Synthèse des résultats des HAP traceurs du diesel pour la campagne d'été

La valeur moyenne la plus élevée en Phe pour la campagne été est atteinte à l'EMT de Longueau (graphique 50). En ce qui concerne le Fl et le Py, les teneurs moyennes les plus fortes sont rencontrées à la gare St Roch (graphique 48).

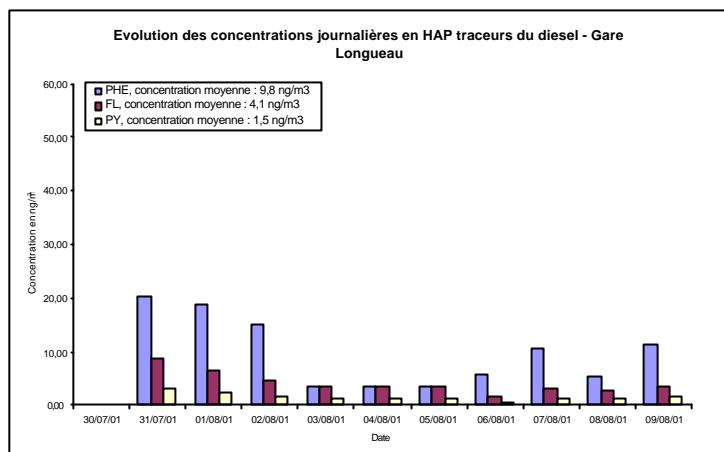
De manière générale, nous observons :

- Des niveaux assez élevés à la gare St Roch, l'EMT de Longueau, la gare d'Amiens et l'EMT d'Amiens (graphiques 48, 50, 51 et 52).
Ces concentrations élevées localisées sur des sites où l'activité ferroviaire est plus importante (Mise en chauffe des motrices avant utilisation, va-et-vient des motrices) révèle l'impact des émissions des locomotives de la SNCF en HAP traceurs du diesel.
- Des concentrations journalières plus élevées en semaine que pendant le week-end.
Ceci peut s'expliquer, en plus de la circulation automobile, par la répartition du trafic ferroviaire. En effet, les allers-retours sont plus fréquents en semaine que pendant le week-end.
- Des concentrations moyennes beaucoup plus faibles à l'école Jules Verne (graphique 53).
Ce site serait moins pollué du fait du simple passage des motrices diesel à cet endroit. Cette observation confirme le fait que l'impact des motrices diesel est plus important dans les zones de forte activité ferroviaire.
- Une fluctuation importante des mesures mise en évidence par l'écart type. Cet écart type dépasse parfois 50% de la concentration moyenne de la période de mesure (Cas de la gare St Roch et de la gare d'Amiens).
Cette fluctuation est due à des concentrations importantes de polluant certains jours. Il est important de noter que des concentrations journalières élevées masquent des pics de pollution brefs d'une intensité beaucoup plus forte pouvant avoir un impact sur l'homme et son environnement (effets d'une exposition aiguë).

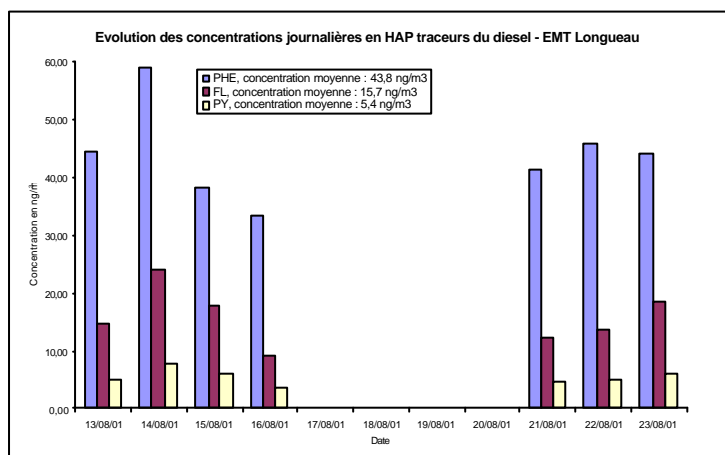
Campagne été – HAP traceurs du diesel



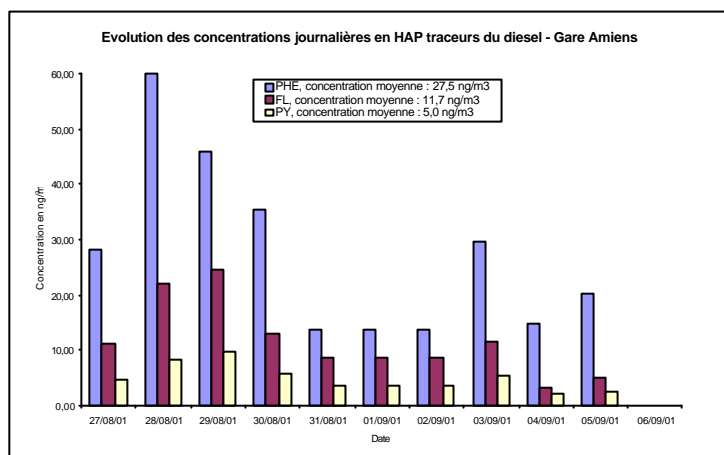
Graphique 48 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 16/07/01 au 26/07/01 - Gare St Roch



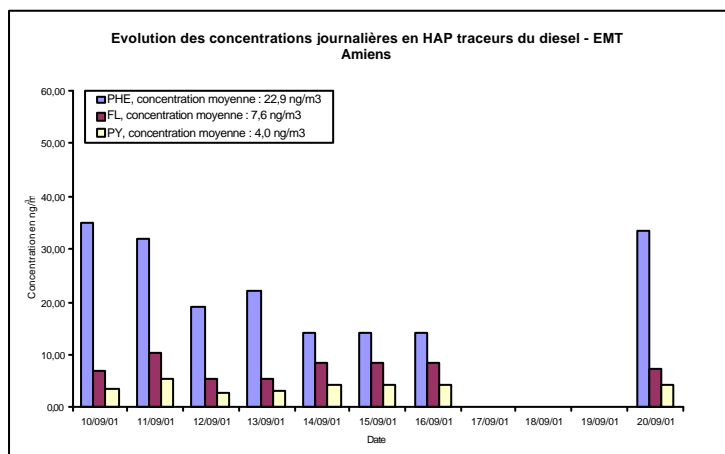
Graphique 49 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 30/07/01 au 09/08/01 - Gare de Longueau



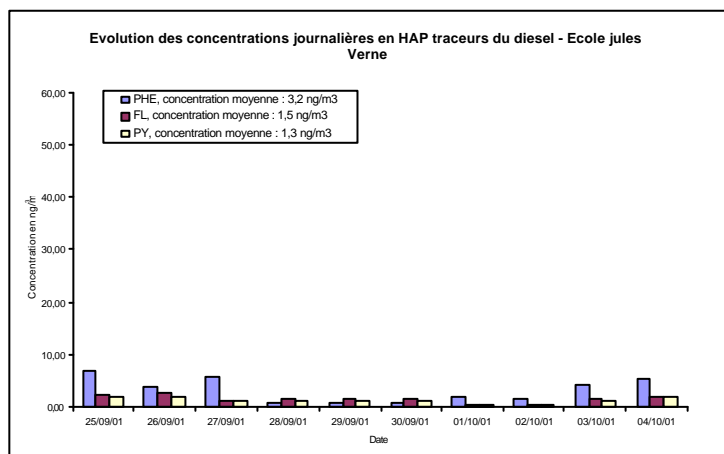
Graphique 50 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 13/08/01 au 23/08/01 - EMT de Longueau



Graphique 51 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 27/08/01 au 06/09/01 - Gare d'Amiens



Graphique 52 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 10/09/01 au 20/09/01 - EMT d'Amiens



Graphique 53 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 25/09/01 au 04/10/01 - Ecole Jules Verne

Les composés cancérogènes probables pour l'homme : Benzo(a)anthracène (B(a)a), Benzo(a)pyrène (B(a)p), DiBenzo(ah)anthracène (DB(ah)a)

Les résultats des HAP cancérogènes probables pour la campagne d'été sont présentés sur les graphiques 54 à 59 sous la forme de moyennes journalières.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

	Concentrations moyennes (\bar{x}) et écart type (σ) en ng/m ³ sur la période de mesure											
	Gare St Roch		Gare Longueau		EMT Longueau		Gare Amiens		EMT Amiens		Ecole Jules Verne	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
B(a)a	0.5	0.3	0.2	0.1	0.5	0.2	0.8	0.3	0.9	0.2	0.8	0.3
B(a)p	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.7	0.4	0.6	0.6	0.4	0.2
DB(ah)a	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5	0.3	0.6	0.4	0.7	1.2	0.4	0.4

Tableau 16 : Synthèse des résultats des HAP cancérogènes probables pour la campagne d'été

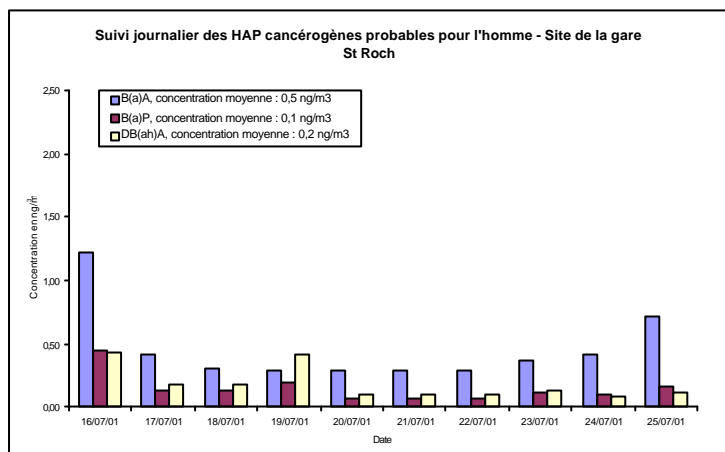
Les concentrations moyennes les plus fortes de la campagne d'été sont observées sur les sites de l'EMT d'Amiens et de la gare d'Amiens (graphiques 57 et 58). Ceux-ci présentent des teneurs moyennes à peu près équivalentes. Cependant, sur le site de l'EMT d'Amiens, l'évolution des valeurs journalières est très irrégulière en ce qui concerne le B(a)p et le DB(ah)a (écarts types de 100% et plus par rapport à la moyenne de la campagne de mesure).

Le site de la gare de Longueau présente les concentrations les plus faibles (graphique 55).

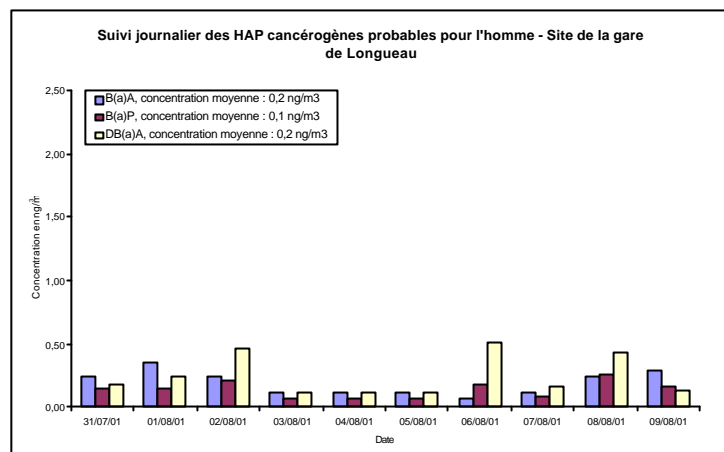
Les valeurs sont importantes à l'école Jules Verne par rapport à celles mesurées sur les autres sites, contrairement aux HAP traceurs du diesel, en particulier en B(a)a (graphique 59). Du fait du simple passage des trains au niveau de ce site, la SNCF pourrait ne pas être impliquée dans ces émissions de HAP cancérogènes probables pour l'homme.

Les concentrations moyennes en B(a)p restent inférieures ou égales à 0,7 ng/m³ (valeur limite en moyenne annuelle proposée en 1997). Néanmoins, certains sites atteignent des niveaux inquiétants : la gare d'Amiens (0,7 ng/m³) et l'EMT d'Amiens (0,6 ng/m³).

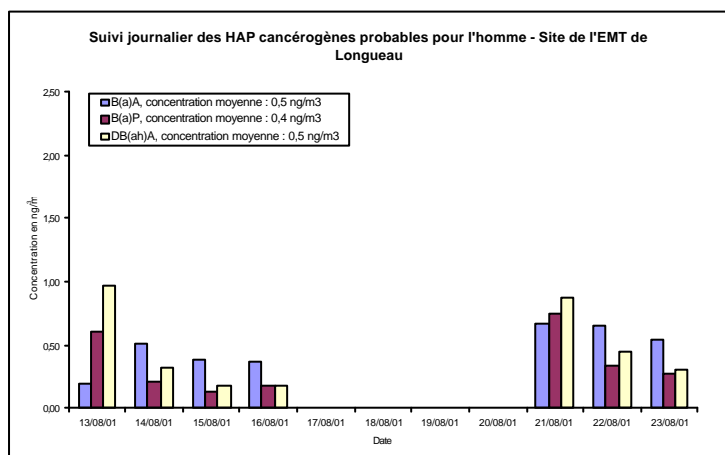
Campagne été – HAP cancérogènes probables pour l'homme



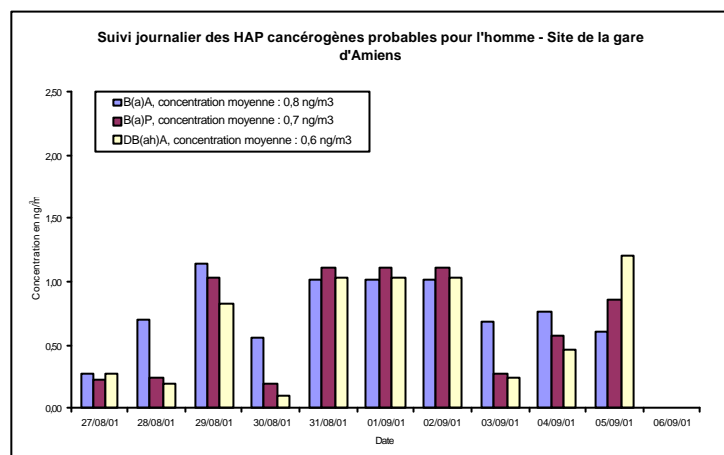
Graphique 54 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 16/07/01 au 26/07/01 - Gare St Roch



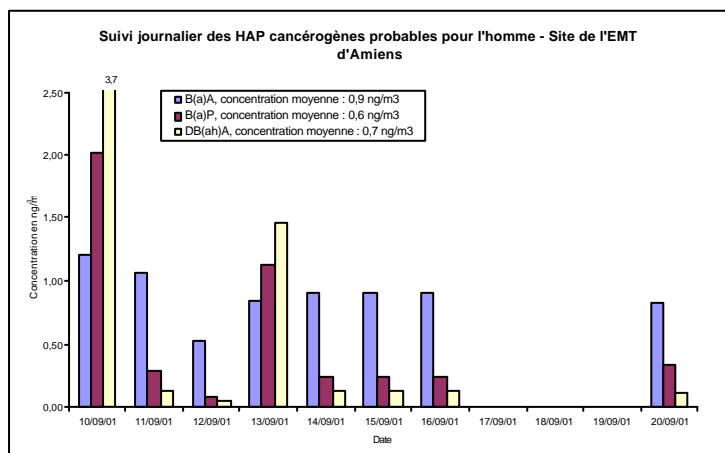
Graphique 55 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 30/07/01 au 09/08/01 - Gare de Longueau



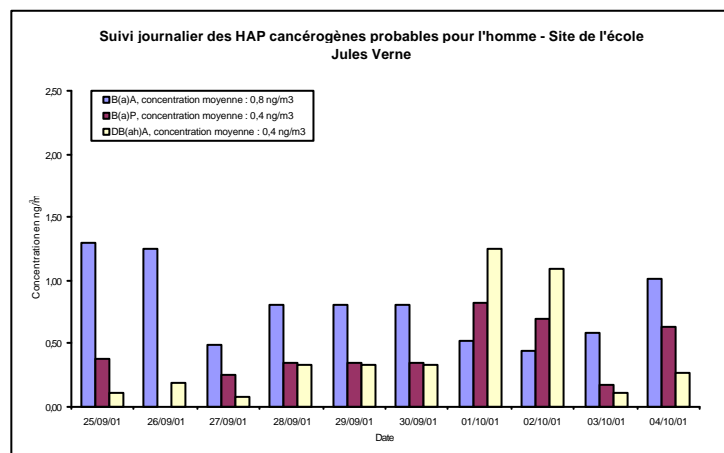
Graphique 56 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 13/08/01 au 23/08/01 – EMT de Longueau



Graphique 57 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 27/08/01 au 06/09/01 - Gare d'Amiens



Graphique 58 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 10/09/01 au 20/09/01 – EMT d'Amiens



Graphique 59 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 25/09/01 au 04/10/01 – Ecole Jules Verne

V.1.3 Poussières mesurées au cours de la campagne été

Les résultats des PM10 et PM2.5 pour la campagne d'été sont présentés sur les graphiques 60 à 65 sous la forme de moyennes journalières.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

Concentrations moyennes (\bar{x}) et écart type (σ) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période de mesure												
	Gare St Roch		Gare Longueau		EMT Longueau		Gare Amiens		EMT Amiens		Ecole Jules Verne	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
PM10	29.2	16.7	24.5	12.7	33.5	18.9	37.2	13.1	27.7	11.7	24.9	5.1
PM2.5	16.2	7.2	10.0	4.6	14.7	6.7	13.2	3.3	10.6	2.0	12.1	3.6
Rapport	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.1

Tableau 17 : Synthèse des résultats des PM10 et PM2.5 pour la campagne d'été

Les teneurs observées sur les différents sites sont du même ordre de grandeur. Le site présentant la plus forte concentration moyenne en PM10 de la campagne d'été est la gare d'Amiens (graphique 63). Celui où la valeur moyenne en PM2.5 est la plus élevée est la gare St Roch (graphique 60).

D'après le tableau de synthèse ci-dessus, les concentrations moyennes en PM10 sont en général deux fois plus élevées que celles en PM2.5 (rapport PM2.5/PM10 compris entre 0,4 et 0,5 sur les différents sites).

D'après ces résultats, les valeurs mesurées n'auraient pas pour origine principale les émissions des motrices diesel (cf. explications au début du § V).

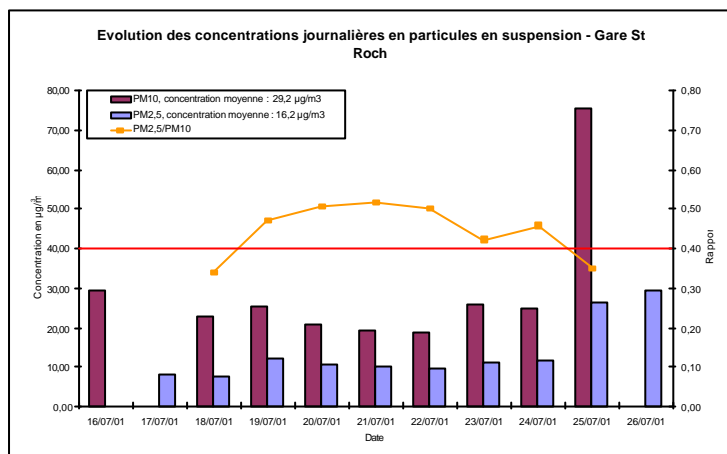
Dans ce cas de figure, les particules peuvent aussi bien provenir de sources naturelles (érosion, carrières ou sel marin) que de sources anthropiques fixes (industries) ou mobiles (circulation routière ou ferroviaire), leur transport étant favorisé par les conditions météorologiques (Températures élevées, bonne dispersion, vent).

L'écart type des mesures réalisées sur les différents sites fait apparaître des variations importantes (environ 50% sur certains sites). En effet, on observe ponctuellement des concentrations journalières élevées en PM10 en gare St Roch, EMT de Longueau, Gare et EMT d'Amiens. Celles-ci sont comprises entre $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière.

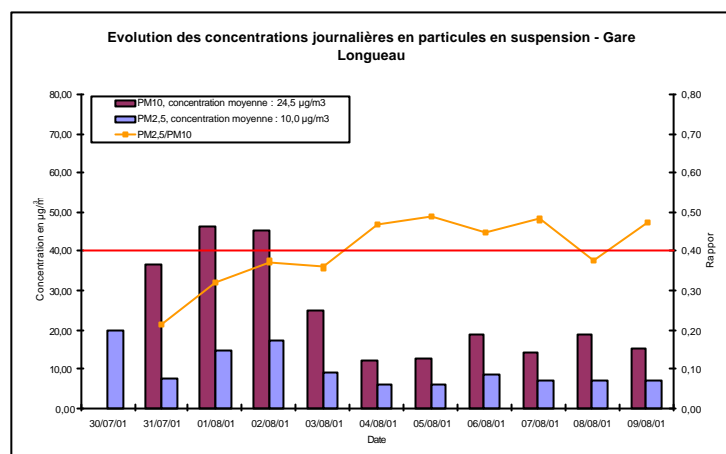
Contrairement aux autres sites, l'école Jules Verne présente un profil de concentrations journalières régulier (graphique 65). Cela confirme encore une fois que ce site ne subit pas l'influence d'un trafic ferroviaire important.

Les concentrations moyennes rencontrées au cours de chaque période de mesure restent inférieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite en moyenne annuelle d'après le décret du 15 février 2002). Cependant, l'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est atteint à l'EMT de Longueau et en Gare d'Amiens.

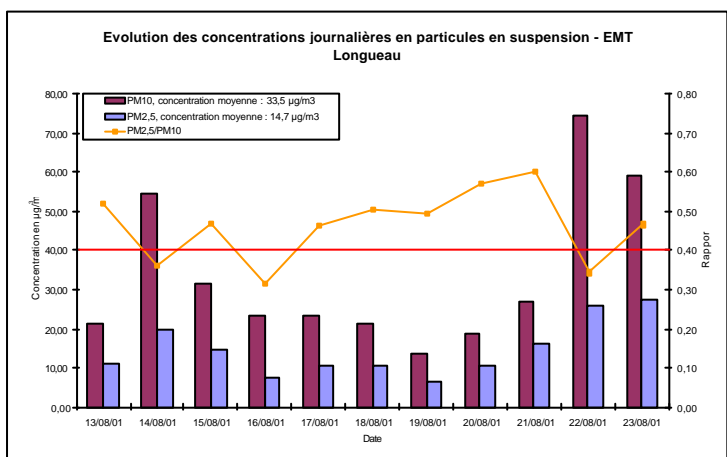
Campagne été - Poussières



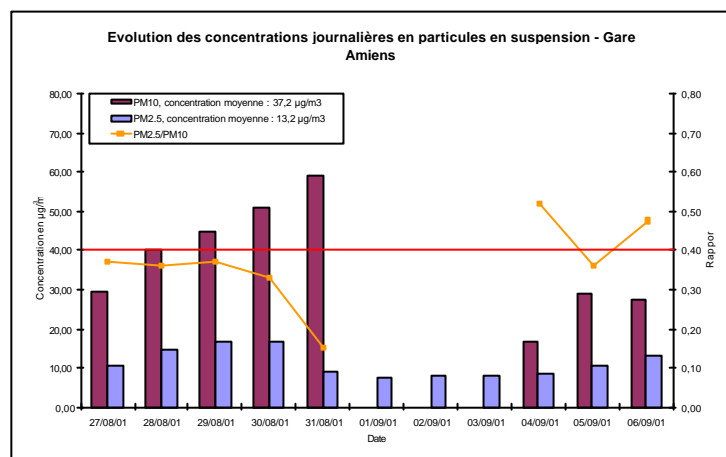
Graphique 60 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 16/07/01 au 26/07/01 - Gare St Roch



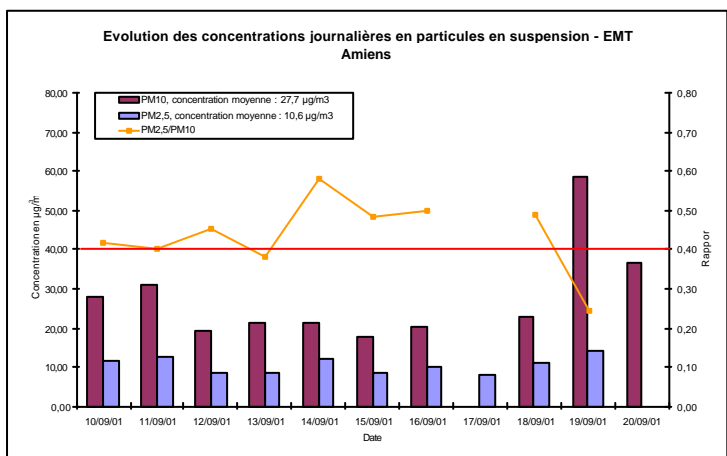
Graphique 61 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 30/07/01 au 09/08/01 - Gare de Longueau



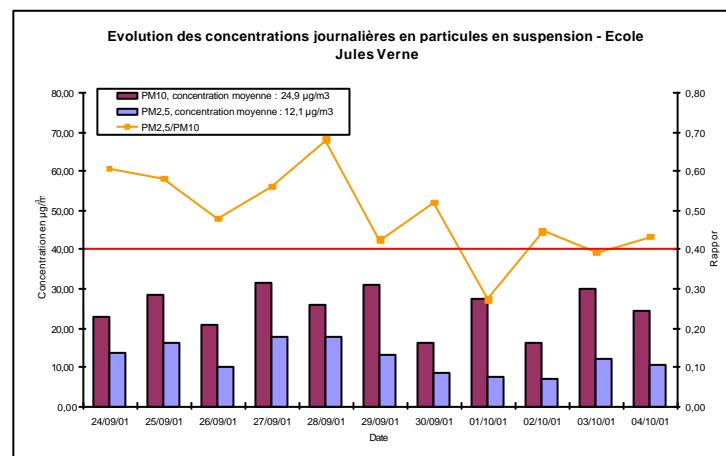
Graphique 62 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 13/08/01 au 23/08/01 - EMT de Longueau



Graphique 63 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 27/08/01 au 06/09/01 - Gare d'Amiens



Graphique 64 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 16/07/01 au 26/07/01 - EMT d'Amiens



Graphique 65 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 30/07/01 au 09/08/01 - Ecole Jules Verne

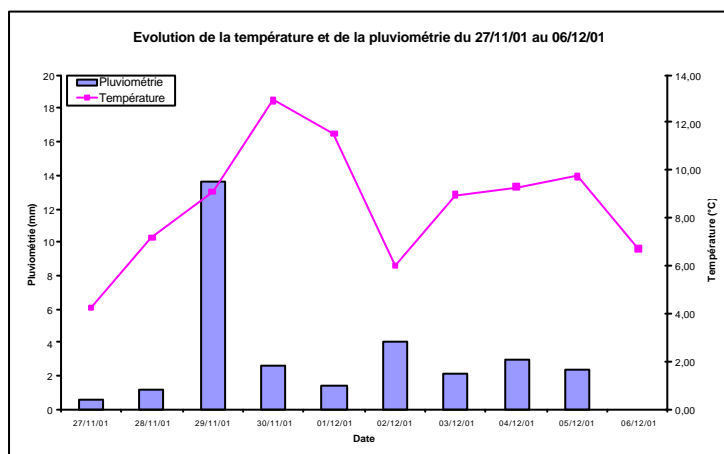
V.2 Campagnes d'hiver

Suite à des problèmes techniques sur l'appareil HVS (carte PCM-CIA défectueuse), les résultats HAP et PM10 du site de la gare St Roch ne peuvent pas être exploités.

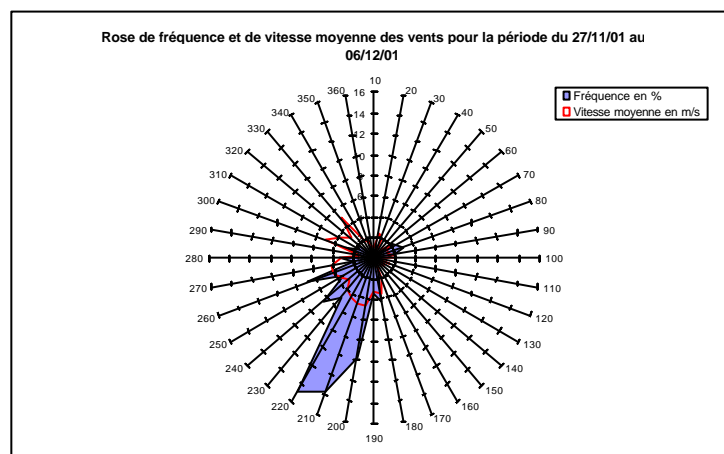
V.2.1 Données météorologiques

Les données que nous utilisons sont celles de la station Météo France d'Amiens-Glisy. Comme pour la campagne d'été, nous présentons l'évolution de la température et de la pluviométrie sur chaque période de mesure ainsi qu'une rose de fréquence et de vitesse moyenne des vents.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à la gare de Longueau



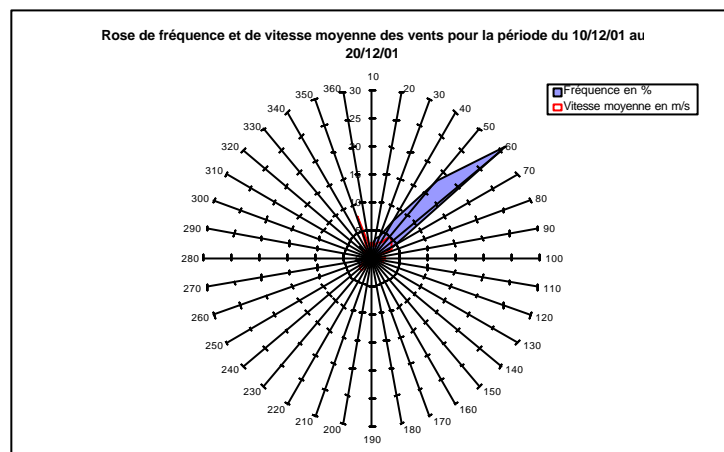
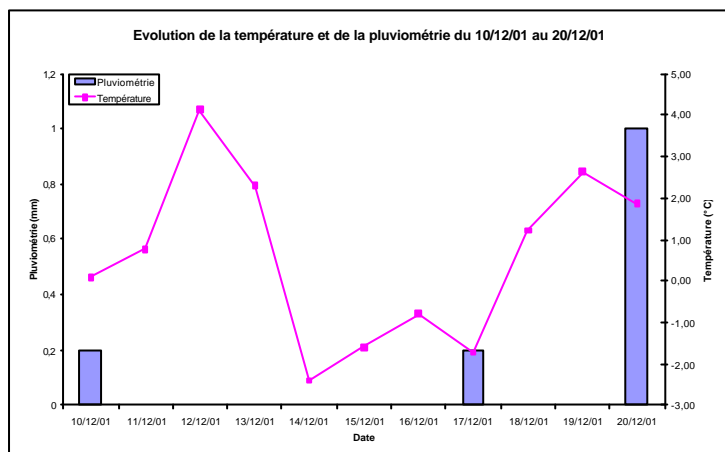
Graphique 66 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 27/11/01 au 06/12/01



Graphique 67 : Rose des vents pour la période du 27/11/01 au 06/12/01

- Températures irrégulières comprises entre 6 et 14°C,
- Faibles précipitations tout au long de la campagne de mesure,
- Vents faibles de sud-ouest.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à l'EMT de Longueau

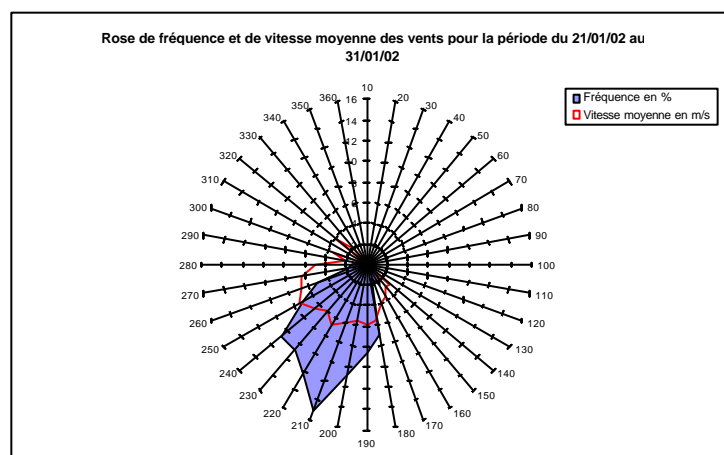
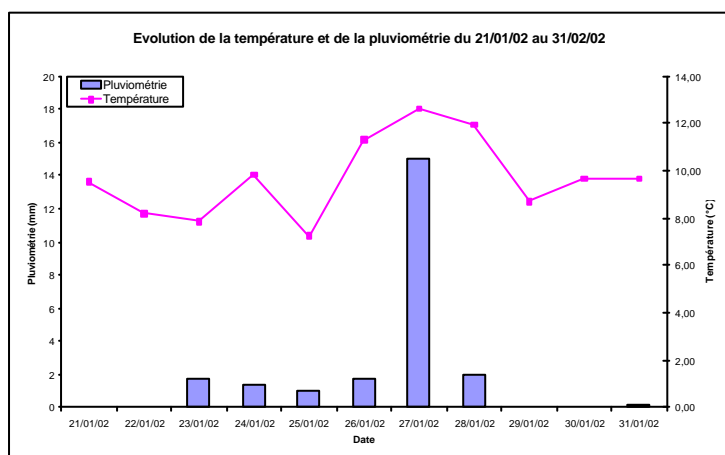


Graphique 68 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 10/12/01 au 20/12/01

Graphique 69 : Rose des vents pour la période du 10/12/01 au 20/12/01

- Températures froides comprises entre -2 et 5°C,
- Temps sec,
- Vents faibles de nord-est.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à l'EMT d'Amiens

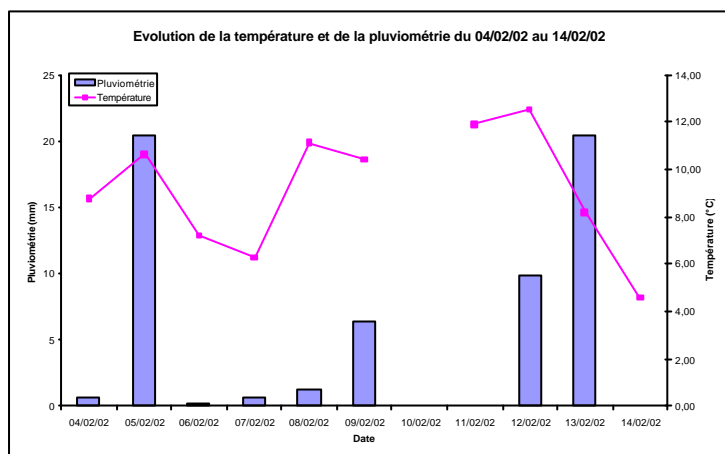


Graphique 70 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 21/01/02 au 31/01/02

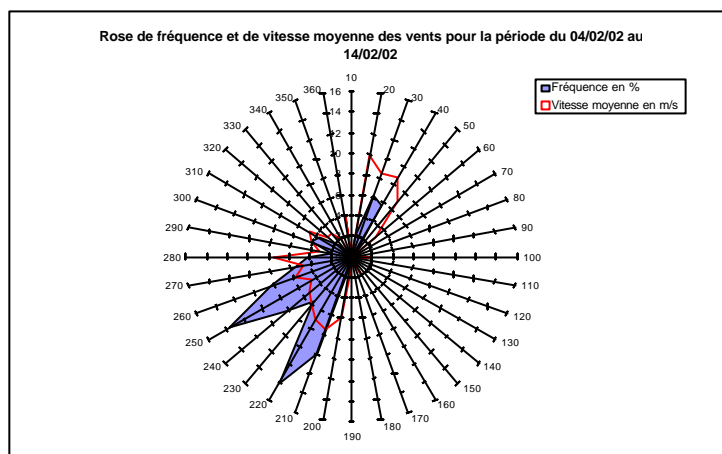
Graphique 71 : Rose des vents pour la période du 21/01/02 au 31/01/02

- Températures comprises entre 8 et 14°C,
- Temps humide,
- Vents forts de sud-ouest.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à la gare d'Amiens



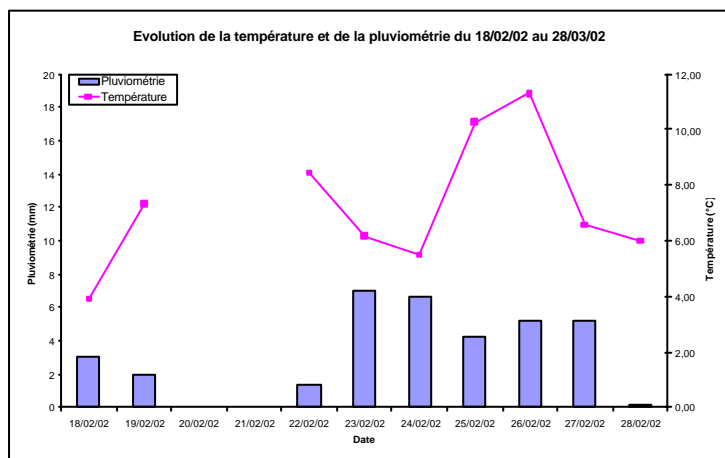
Graphique 72 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 04/02/02 au 14/02/02



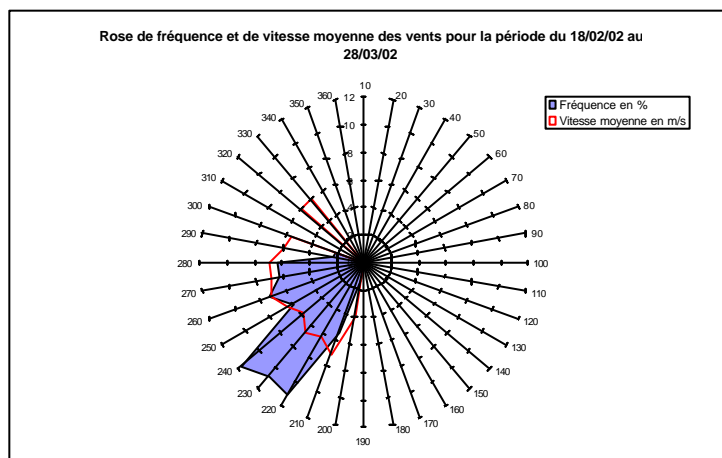
Graphique 73 : Rose des vents pour la période du 04/02/02 au 14/02/02

- Températures comprises entre 5 et 13°C,
- Temps pluvieux,
- Vents forts de sud-ouest.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à l'école Jules Verne



Graphique 74 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 18/02/02 au 28/02/02



Graphique 75 : Rose des vents pour la période du 18/02/02 au 28/02/02

- Températures comprises entre 4 et 12°C,
- Précipitations faibles mais fréquentes,
- Vents forts de sud-ouest.

V.2.2 HAP mesurés au cours de la campagne hiver

L'intégralité des résultats de cette campagne de mesure est présentée en Annexe 2.

Les traceurs du diesel : Phe, Fl, Py

Les résultats des HAP traceurs du diesel pour la campagne d'hiver sont présentés sur les graphiques 76 à 80 sous la forme de moyennes journalières.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

Concentrations moyennes(\bar{x}) et écart type (σ) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période de mesure										
	Gare Longueau		EMT Longueau		EMT Amiens		Gare Amiens		Ecole Jules Verne	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Phe	4.8	1.7	22.3	8.2	12.3	6.1	8.5	1.8	2.3	1.0
Fl	1.9	0.5	5.2	1.8	3.5	0.5	3.0	0.9	0.9	0.2
Py	1.6	0.4	4.1	1.3	3.9	0.8	3.1	1.0	1.2	0.4

Tableau 18 : Synthèse des résultats des HAP traceurs du diesel pour la campagne d'hiver

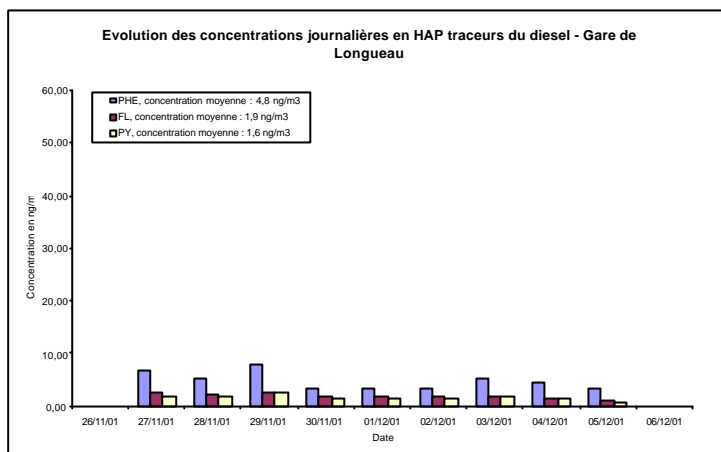
Le site de l'EMT de Longueau présente les concentrations les plus élevées de la campagne d'hiver (graphique 77).

Au cours des journées où les concentrations les plus élevées sont mesurées, des températures négatives ont été relevées (mesures Météo France, graphique 68). Dans ce type de situation, la SNCF procède à des préchauffes préventives des motrices diesel stationnées à l'extérieur des locaux de l'EMT. Ces préchauffes sont effectuées toutes les 9 heures et durent environ 40 minutes. Ces conditions de fonctionnement particulières peuvent expliquer les concentrations journalières élevées mesurées.

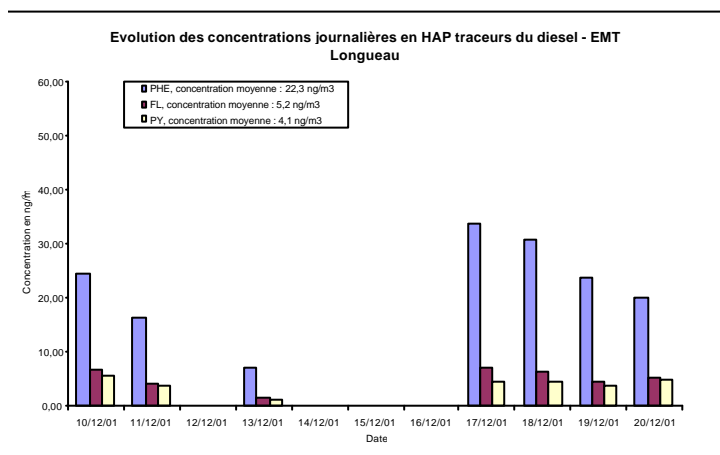
Ces maximums de pollution pourraient également être favorisés par une accumulation de polluants due aux conditions météorologiques (mauvaises conditions de dispersion). Les polluants mesurés peuvent alors aussi bien provenir de la préchauffe préventive des motrices par temps froid que de l'activité habituelle de l'EMT.

Les sites de la gare de Longueau et de l'école Jules Verne présentent de faibles teneurs moyennes en HAP traceurs du diesel (graphiques 76 et 80).

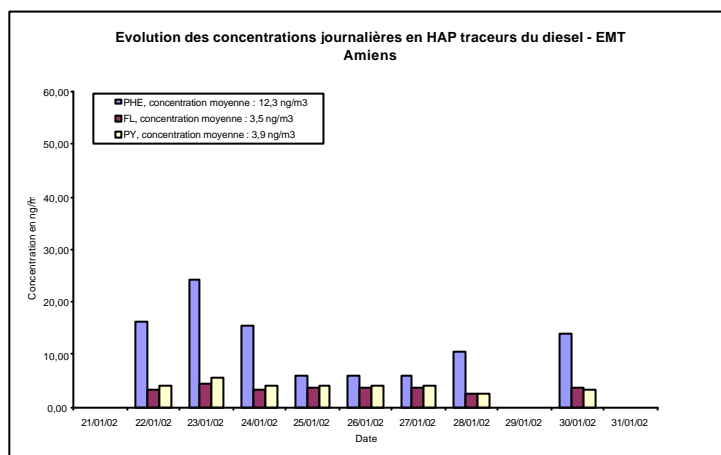
Campagne hiver – HAP traceurs du diesel



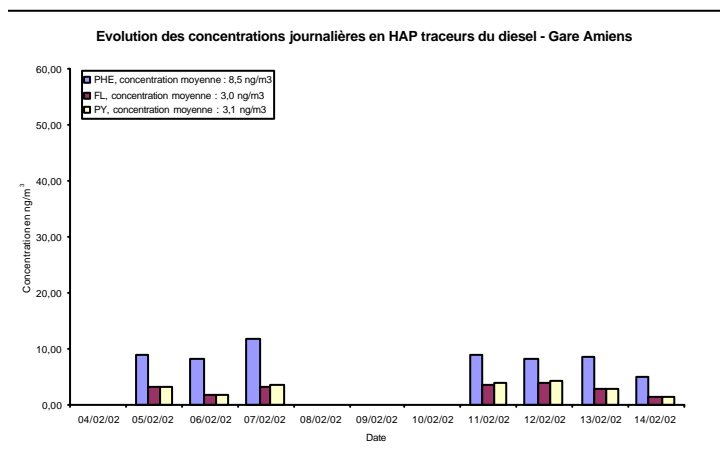
Graphique 76 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 26/11/01 au 06/12/01 - Gare de Longueau



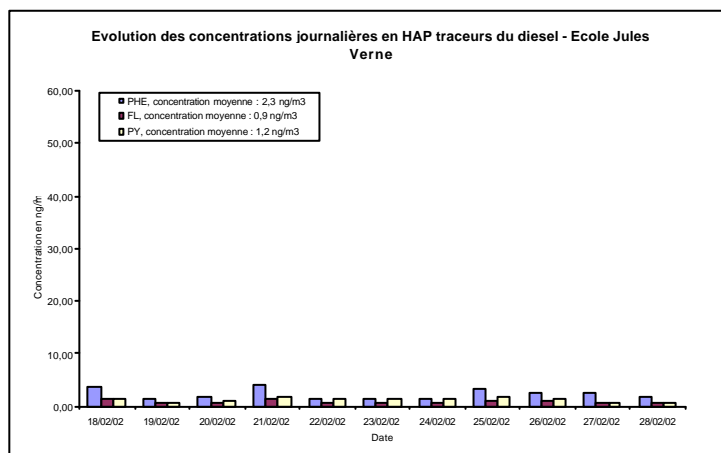
Graphique 77 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 10/12/01 au 20/12/01 - EMT de Longueau



Graphique 78 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 21/01/02 au 31/01/02 - EMT d'Amiens



Graphique 79 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 04/02/02 au 14/02/02 - Gare d'Amiens



Graphique 80 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - du 18/02/02 au 28/02/02 - Ecole Jules Verne

Les composés cancérigènes probables pour l'homme : B(a)a, B(a)p, DB(ah)a

Les résultats des HAP cancérigènes probables pour la campagne d'hiver sont présentés sur les graphiques 81 à 85 sous la forme de moyennes journalières.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

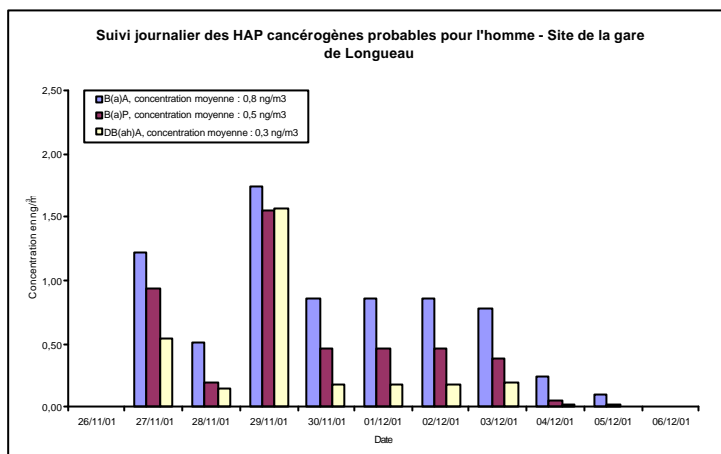
	Concentrations moyennes(\bar{x}) et écart type (σ) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période de mesure									
	Gare Longueau		EMT Longueau		EMT Amiens		Gare Amiens		Ecole Jules Verne	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
B(a)a	0.8	0.5	3.2	1.8	0.5	0.2	0.6	0.1	0.2	0.1
B(a)p	0.5	0.5	1.7	1.2	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1
DB(ah)a	0.3	0.5	0.5	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1

Tableau 19 : Synthèse des résultats des HAP cancérigènes probables pour la campagne d'hiver

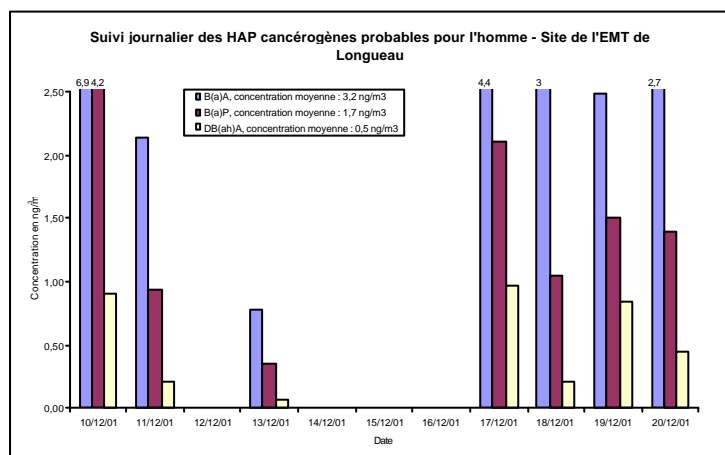
Les plus fortes teneurs moyennes sont observées à l'EMT de Longueau (graphique 82). Les valeurs moyennes de B(a)a et B(a)p sont très supérieures à celles rencontrées sur les autres sites (3,2 et 1,7ng/m³). Ceci peut s'expliquer de la même manière que pour les HAP traceurs du diesel. Par temps froid, il est possible que les activités de la SNCF (préchauffe des motrices diesel et/ou activité habituelle) combinées aux conditions météorologiques défavorables (graphiques 68 et 69) entraînent des mesures importantes de HAP (B(a)a et B(a)p en particulier) par le biais d'une accumulation des polluants.

Comme pour les HAP traceurs du diesel, le site de l'école Jules Verne présente de très faibles concentrations (graphique 85). La SNCF ne semble donc pas entraîner de pollution particulière sur ce site au cours de la campagne hivernale.

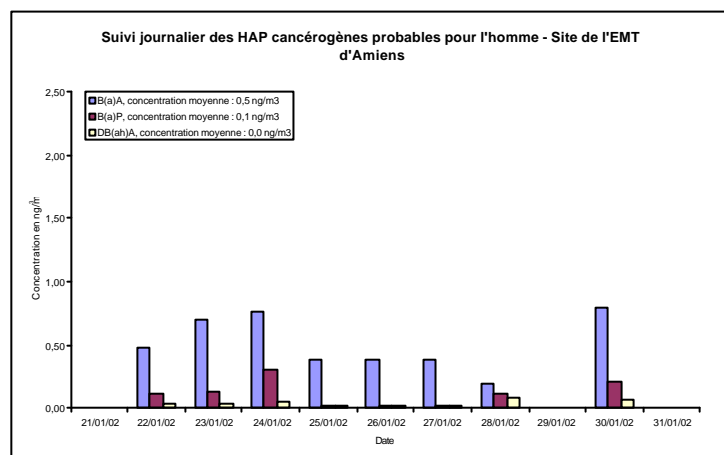
Campagne hiver – HAP cancérogènes probables pour l'homme



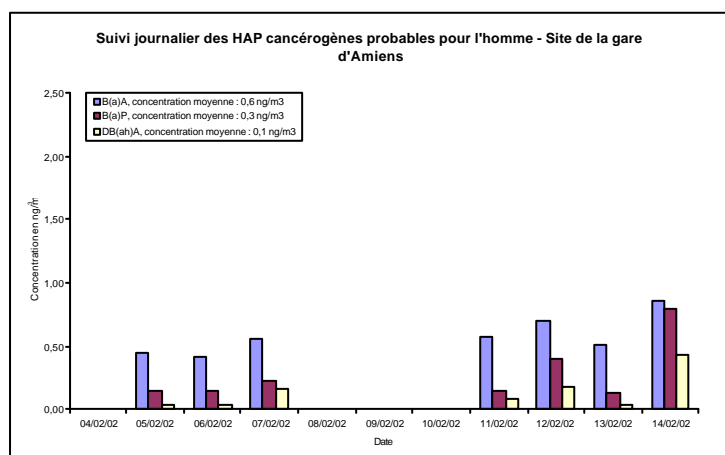
Graphique 81 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 26/11/01 au 06/12/01 - Gare de Longueau



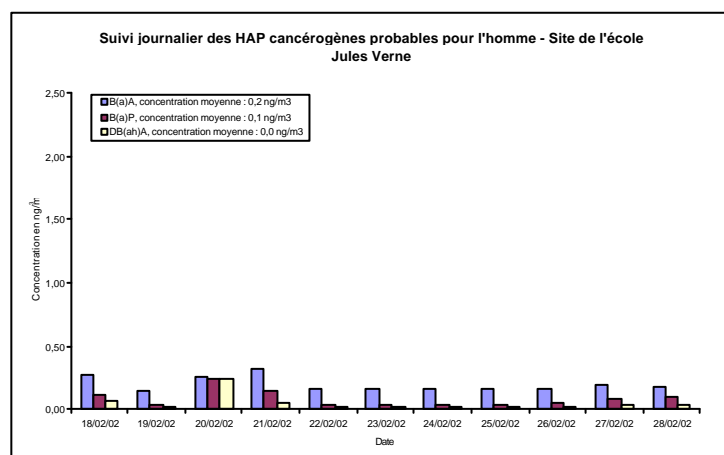
Graphique 82 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 10/12/01 au 20/12/01 – EMT de Longueau



Graphique 83 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 21/01/02 au 31/01/02 - EMT d'Amiens



Graphique 84 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 04/02/02 au 14/02/02 - Gare d'Amiens



Graphique 85 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - du 18/02/02 au 28/02/02 – Ecole Jules Verne

V.2.3 Poussières mesurées au cours de la campagne hiver

Les résultats des PM10 et PM2.5 pour la campagne d'hiver sont présentés sur les graphiques 86 à 90 sous la forme de moyennes journalières.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

	Concentrations moyennes(\bar{x}) et écart type (σ) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période de mesure									
	Gare Longueau		EMT Longueau		EMT Amiens		Gare Amiens		Ecole Jules Verne	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
PM10	19.3	16.1	20.6	8.3	19.1	7.1	8.6	2.1	6.8	3.1
PM2.5	9.6	4.5	20.8	6.5	11.8	4.0	8.7	1.1	7.3	0.9
Rapport	0.7	0.2	0.9	0.1	0.6	0.1	0.9	0.1	0.9	0.1

Tableau 20 : Synthèse des résultats des PM10 et PM2.5 pour la campagne d'hiver

Le site de l'EMT de Longueau présente les concentrations en PM10 et PM2.5 les plus élevées (graphique 87). Sur le site de l'école Jules Verne, les teneurs moyennes relevées sont les plus faibles (graphique 90).

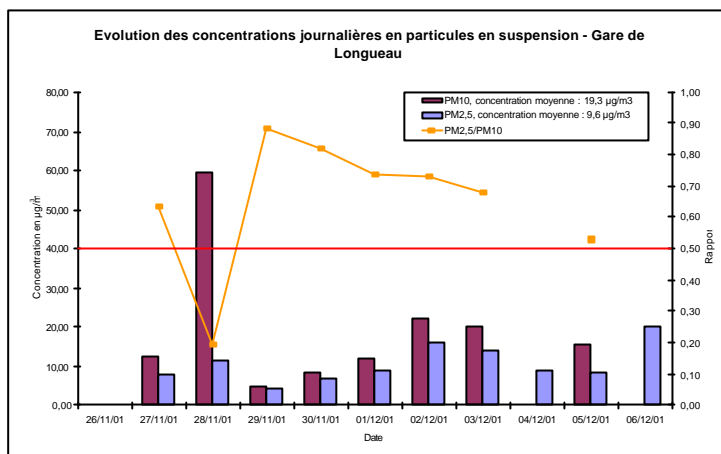
Le rapport PM2.5/PM10 est en moyenne proche de 0,8. Cela signifie que les concentrations moyennes en PM10 et PM2.5 sont presque équivalentes. De ce fait, les particules mesurées sont en majorité des particules fines ayant pour origine principale la combustion de moteurs diesel. Il est alors possible que les valeurs mesurées proviennent en grande partie des émissions des motrices diesel de la SNCF.

Toutes les valeurs moyennes mesurées sont inférieures à l'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle et donc à la valeur limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle).

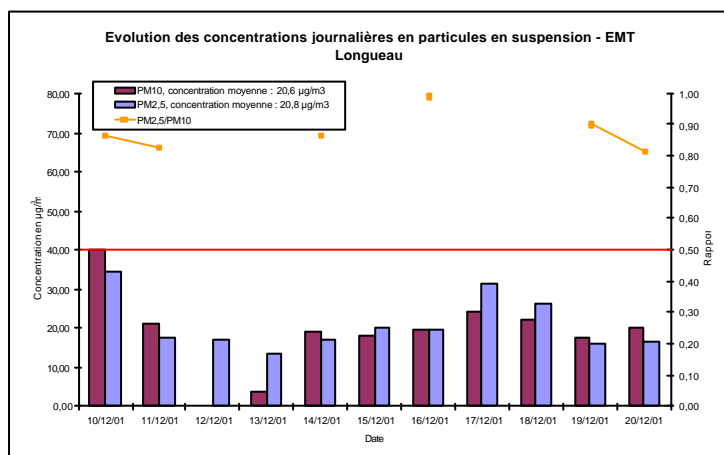
Remarque

Sur certains sites, il apparaît que les valeurs moyennes en PM2.5 sont supérieures aux concentrations moyennes en PM10. Théoriquement, ceci est impossible, les PM10 englobant les PM2.5. Cependant, les techniques de mesures sont différentes pour ces deux types de poussières. Les PM2.5 sont mesurées à l'aide d'un TEOM, les PM10 par pesée du filtre de l'HVS. Cette différence de technique peut expliquer les résultats observés.

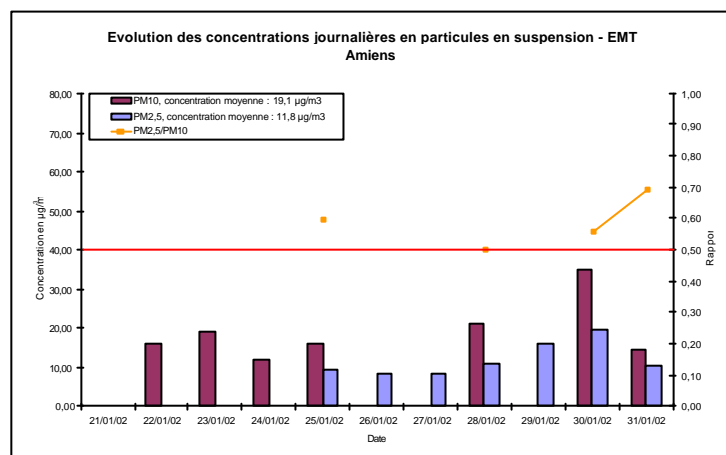
Campagne hiver - Poussières



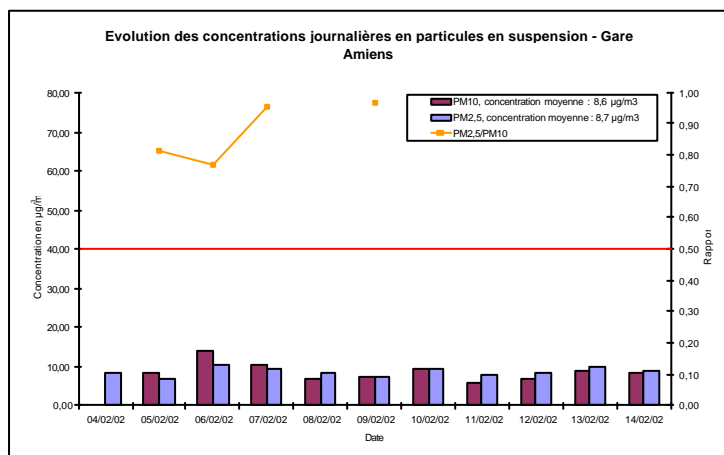
Graphique 86 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 26/11/01 au 06/12/01 – Gare de Longueau



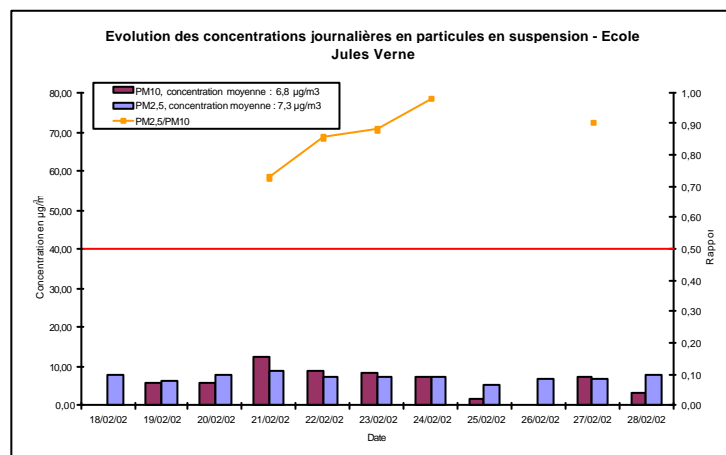
Graphique 87 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 10/12/01 au 20/12/01 – EMT de Longueau



Graphique 88 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 21/01/02 au 31/01/02 – EMT d'Amiens



Graphique 89 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 04/02/02 au 14/02/02 – Gare d'Amiens



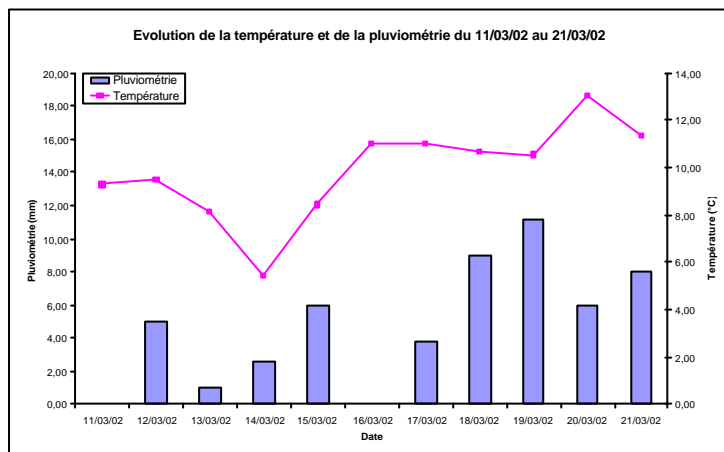
Graphique 90 : Concentrations journalières en particules en suspension - du 18/02/02 au 28/02/02 – Ecole Jules Verne

V.3 Mesures effectuées sur les sites de référence

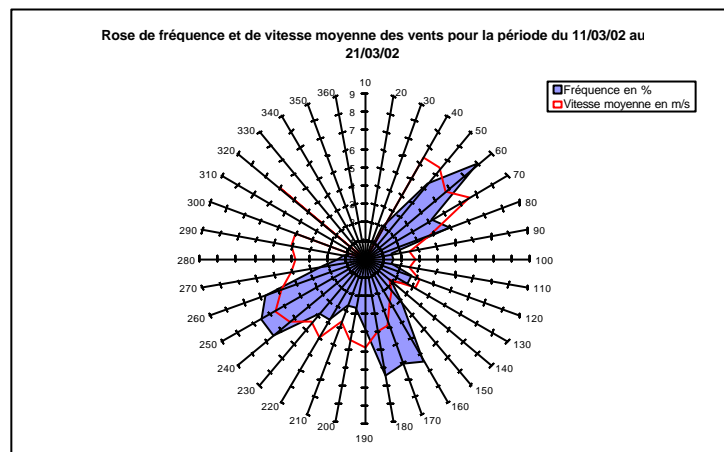
V.3.1 Données météorologiques

Les données que nous avons utilisées sont celles du site Météo France d'Amiens-Glisy. Celles-ci nous ont permis de présenter l'évolution de la température et de la pluviométrie sur chaque période de mesure ainsi qu'une rose de fréquence et de vitesse moyenne des vents.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à Sains en Amiénois



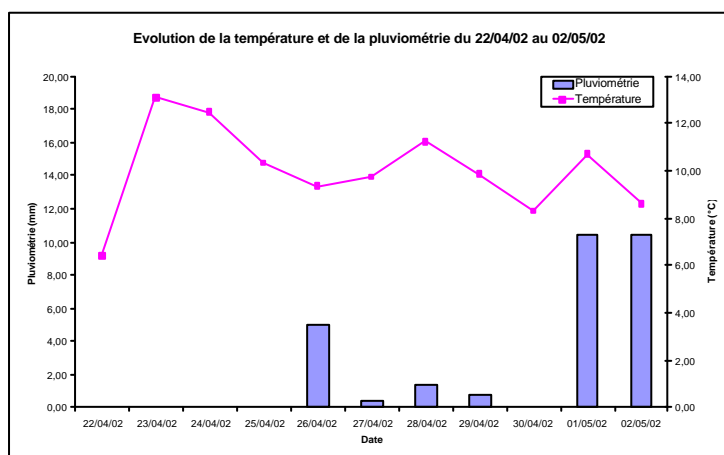
Graphique 91 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 11/03/02 au 21/03/02



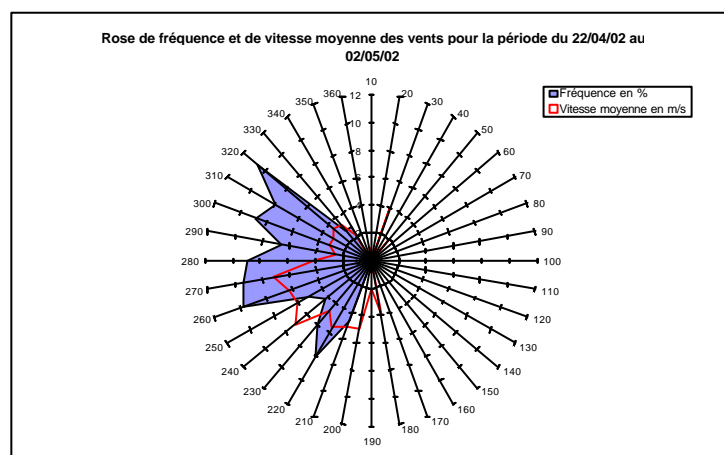
Graphique 92 : Rose des vents pour la période du 11/03/02 au 21/03/02

- Températures comprises entre 6 et 14°C,
- Pluie fréquente,
- Vents forts de nord-est, sud et sud-ouest.

Données recueillies à Amiens-Glisy durant la période de mesure à l'école André Bernard



Graphique 93 : Evolution de la température et de la pluviométrie du 22/04/02 au 02/05/02



Graphique 94 : Rose des vents pour la période du 22/04/02 au 02/05/02

- Températures comprises entre 8 et 14°C,
- Pluie en fin de campagne de mesure,
- Vents forts d'ouest.

v.3.2 HAP mesurés sur les sites de référence

L'intégralité de ces résultats de mesure sont présentés en Annexe 2.

Les résultats des HAP traceurs du diesel pour les sites de référence sont présentés sur les graphiques 95 et 96 sous la forme de moyennes journalières.

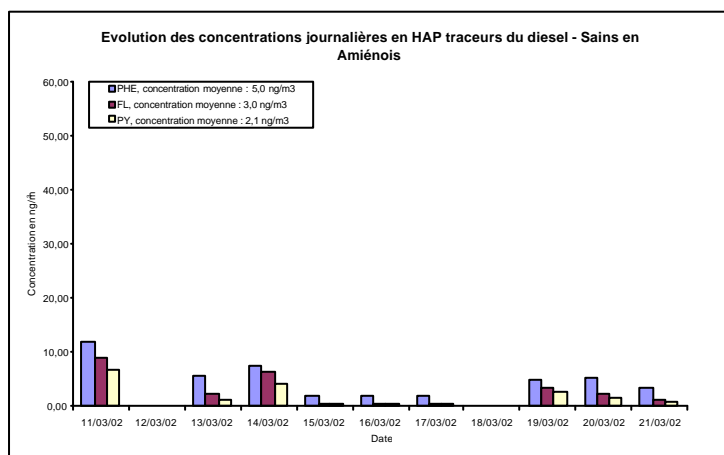
Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure. Les mesures sur le site de Sains en Amiénois ont été réalisées du 11/03/02 au 21/03/02. Celles effectuées sur le site de l'école André Bernard se sont déroulées du 22/04/02 au 02/05/02.

Les traceurs du diesel

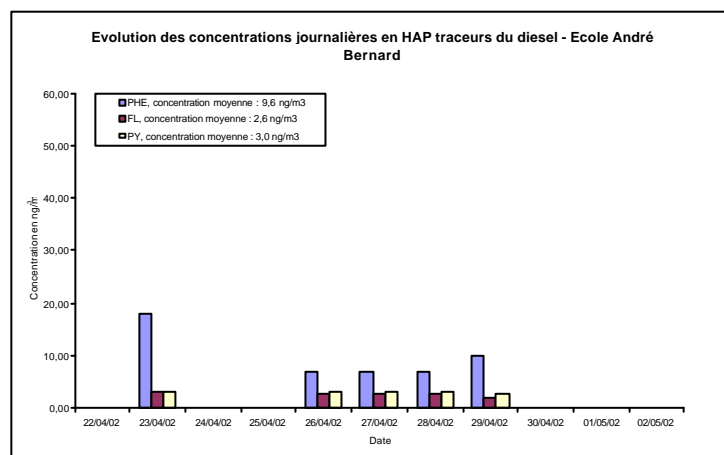
Concentrations moyennes (\bar{x}) et écart type (σ) en ng/m ³ sur la période de mesure				
	Sains en Amiénois		Ecole André Bernard	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
Phe	5.0	3.2	9.6	4.4
Fl	3.0	2.8	2.6	0.4
Py	2.1	2.1	3.0	0.1

Tableau 21 : Synthèse des résultats des HAP traceurs du diesel

De manière générale, les concentrations moyennes mesurées sont faibles sur les deux sites. L'école André Bernard présente cependant les teneurs moyennes les plus élevées (graphique 96).



Graphique 95 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel - Site de référence – Sains en Amiénois



Graphique 96 : Concentrations journalières en HAP traceurs du diesel – Site de référence – Ecole André Bernard

Les composés cancérogènes probables pour l'homme

Les résultats des HAP cancérogènes probables pour les sites de référence sont présentés sur les graphiques 97 et 98 sous la forme de moyennes journalières.

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

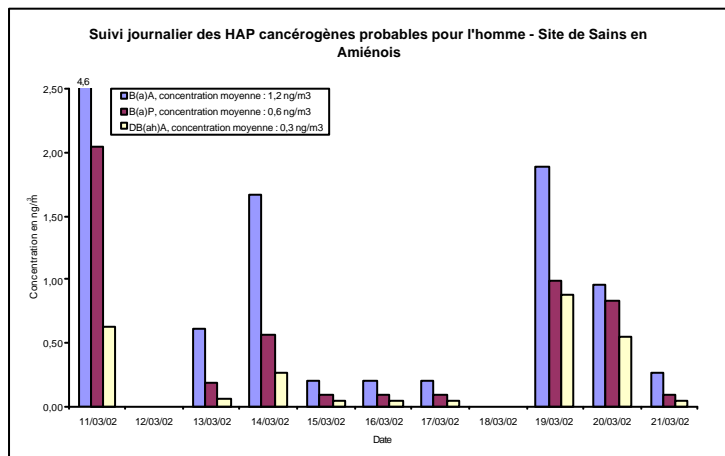
Concentrations moyennes (\bar{x}) et écart type (σ) en ng/m ³ sur la période de mesure				
Sains en Amiénois			Ecole André Bernard	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
B(a)a	1.2	1.3	0.7	0.0
B(a)p	0.6	0.6	0.8	0.0
DB(ah)a	0.3	0.3	0.8	0.1

Tableau 22 : Synthèse des résultats des HAP cancérogènes probables

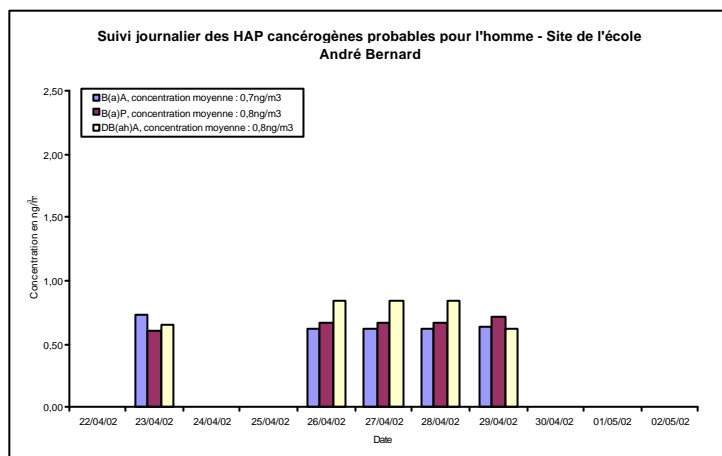
A l'école André Bernard, les concentrations journalières sont homogènes (graphique 98).

La concentration moyenne en B(a)p sur la période de mesure est de 0,8 ng/m³. Cette valeur est supérieure à la valeur limite de 0,7 ng/m³.

Sur le site de Sains en Amiénois, l'évolution des teneurs journalières est beaucoup plus irrégulière (graphique 97). Nous observons en particulier des pics importants en B(a)a et B(a)p. La valeur moyenne en B(a)p sur la période de mesure est également élevée (0,6 ng/m³).



Graphique 97: Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - Site de référence – Sains en Amiénois



Graphique 98 : Concentrations journalières en HAP cancérogènes probables - Site de référence – Ecole André Bernard

Les résultats observés sur le site de référence de Sains en Amiénois sont surprenants. Les fortes et irrégulières concentrations relevées en HAP cancérogènes pourrait s'expliquer par le fait que des travaux importants ont été réalisés à proximité du site de prélèvement durant la période de mesure.

Malgré le peu de valeurs mesurées, le site de référence de proximité automobile situé à l'école André Bernard nous permet d'avoir une idée de la pollution moyenne engendrée par la circulation automobile.

V.3.3 Poussières mesurées sur les sites de référence

Les résultats des PM10 et PM2.5 pour les sites de référence sont présentés sur les graphiques 99 et 100 sous la forme de moyennes journalières.

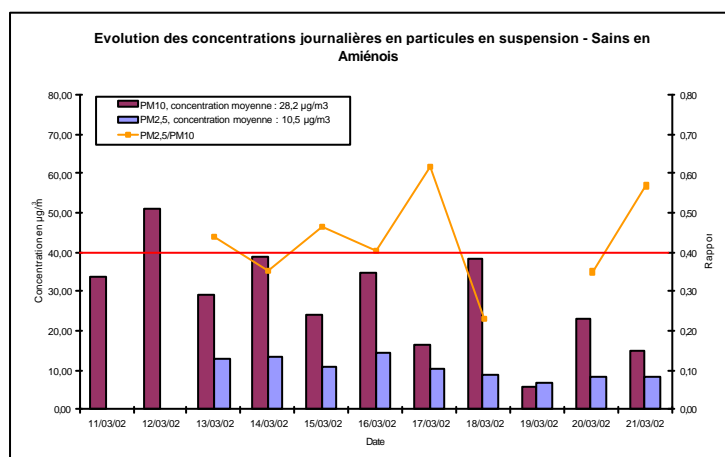
Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes et les écarts types des concentrations journalières de chaque composé au cours de chaque période de mesure.

Concentrations moyennes (\bar{x}) et écart type (σ) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période de mesure				
Sains en Amiénois		Ecole André Bernard		
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
PM10	28.2	21.2	31.0	12.4
PM2.5	10.5	2.9	11.8	2.5
rapport	0.4	0.1	0.4	0.1

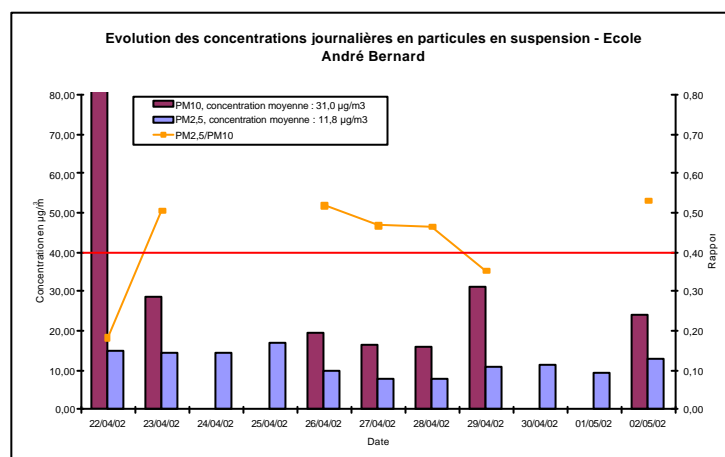
Tableau 23 : Synthèse des résultats des PM10 et PM2.5

Les teneurs moyennes en PM10 sont presque identiques sur les deux sites (environ $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il en est de même pour les PM2.5 (environ $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les profils de concentrations journalières que nous observons sont assez irréguliers.

En ce qui concerne le rapport PM2.5/PM10, celui-ci est proche de 0,5 en moyenne sur chaque site.



Graphique 99 : Concentrations journalières en particules en suspension - Site de référence – Sains en Amiénois



Graphique 100 : Concentrations journalières en particules en suspension - Site de référence – Ecole André Bernard

VI. Comparaison des différents résultats

Le tableau de synthèse ci-dessous reprend les moyennes des concentrations journalières en HAP et poussières au cours de chaque période de mesure.

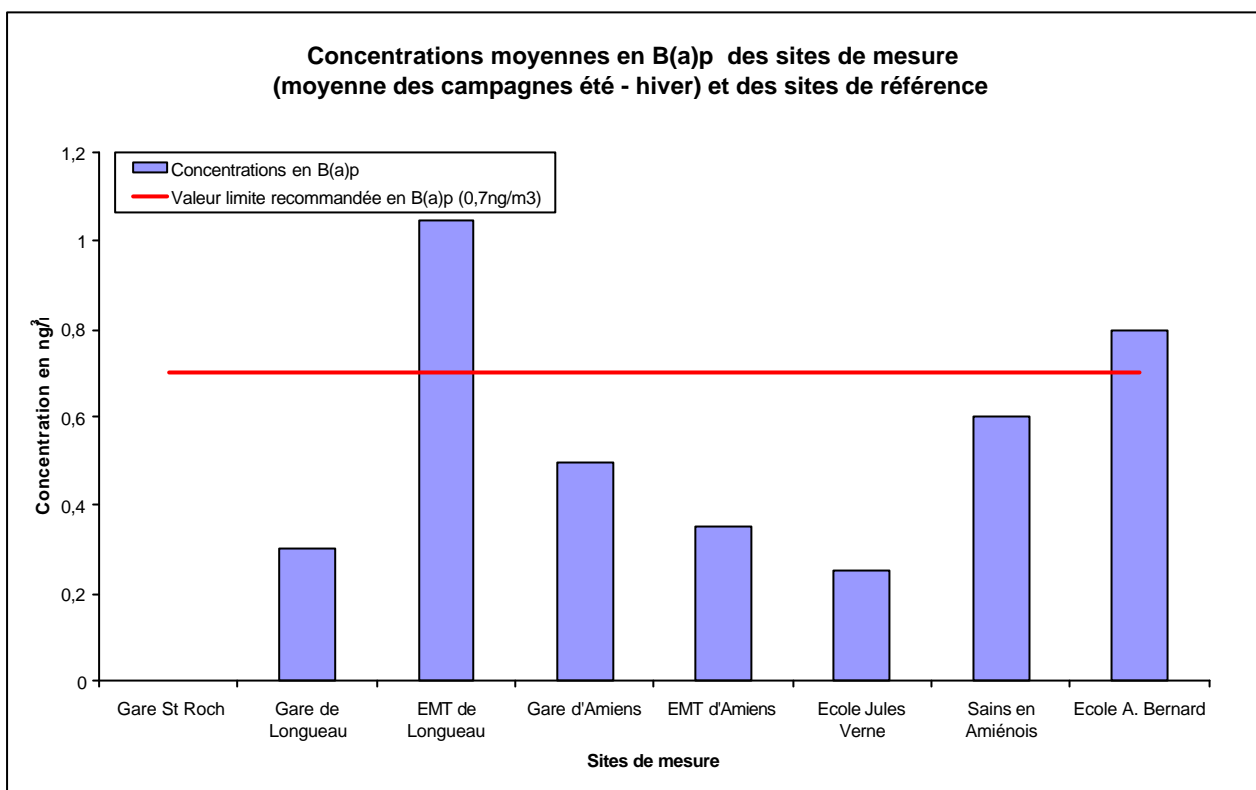
Concentrations moyennes sur la période de mesure en HAP (ng/m ³)														
	Gare St Roch		Gare Longueau		EMT Longueau		Gare Amiens		EMT Amiens		Ecole Jules Verne		Sains en Amiénois	Ecole A. Bernard
	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Mars	Avril
Phe	28.8	-	9.8	4.8	43.8	22.3	27.5	8.5	22.9	12.3	3.2	2.3	5.0	9.6
Fl	17.2	-	4.1	1.9	15.7	5.2	11.7	3.0	7.6	3.5	1.5	0.9	3.0	2.6
Py	6.5	-	1.5	1.6	5.4	4.1	5.0	3.1	4.0	3.9	1.3	1.2	2.1	3.0
B(a)a	0.5	-	0.2	0.8	0.5	3.2	0.8	0.6	0.9	0.5	0.8	0.2	1.2	0.7
B(a)p	0.1	-	0.1	0.5	0.4	1.7	0.7	0.3	0.6	0.1	0.4	0.1	0.6	0.8
DB(ah)a	0.2	-	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.1	0.7	0.0	0.4	0.0	0.3	0.8
Concentrations moyennes sur la période de mesure en PM10 (µg/m ³)														
PM10	29.2	-	24.5	19.3	33.5	20.6	37.2	8.6	27.7	19.1	24.9	6.8	28.2	31.0
PM2.5	16.2	-	10.0	9.6	14.7	20.8	13.2	8.7	10.6	11.8	12.1	7.3	10.5	11.8
rapport	0.4	-	0.4	0.7	0.5	0.9	0.4	0.9	0.4	0.6	0.5	0.9	0.4	0.4

Tableau 24: Synthèse des résultats des HAP pour les deux campagnes de mesure

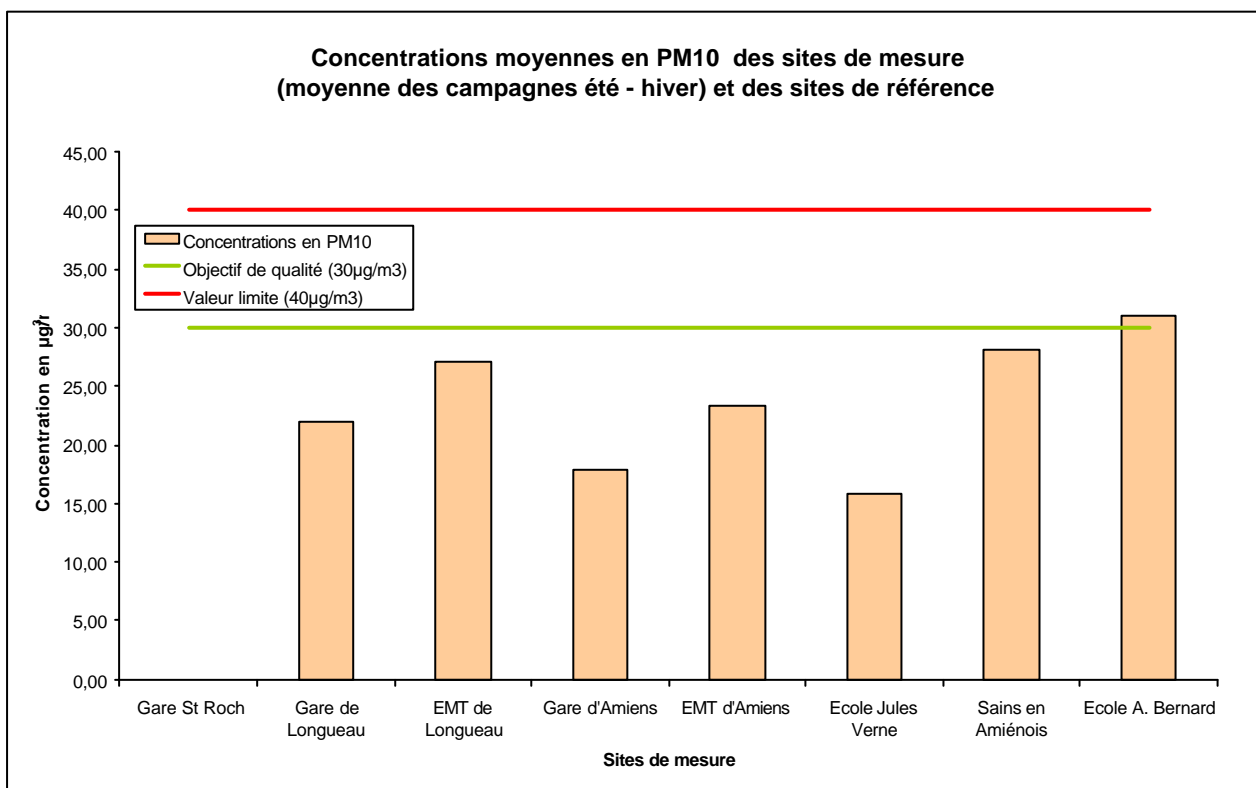
Légende du tableau

	Moyennes les plus élevées de la campagne d'été
	Moyennes les plus élevées de la campagne d'hiver

Sur la page suivante sont présentés les graphiques 101 et 102. Le graphique 101 représente les concentrations moyennes en B(a)p des sites de mesure (campagne été-hiver) et des sites de référence. Le graphique 102 représente les concentrations moyennes en PM10 des sites de mesure (campagne été-hiver) et des sites de référence.



Graphique 101 : Concentrations moyennes en B(a)p des sites de mesure (moyenne des campagnes été-hiver) et des sites de référence



Graphique 102 : Concentrations moyennes en PM10 des sites de mesure (moyenne des campagnes été-hiver) et des sites de référence

D'après le tableau 24, les HAP traceurs du diesel (Phe, Fl et Py) sont en plus grande quantité en été. Ces HAP, présents à la fois en phase particulaire et en phase gazeuse, sont mesurés en quantités plus importantes en été du fait des températures élevées. En effet, celles-ci favorisent leur volatilisation dans l'atmosphère et donc leur présence en phase gazeuse. De ce fait, les quantités de HAP piégés sur la mousse PUF sont plus importantes.

Les concentrations moyennes en HAP cancérigènes probables pour l'homme (B(a)a, B(a)p, DB(ah)a) les plus élevées sont observées en hiver. En effet, durant cette période, la pollution en particules fines est plus forte du fait du plus grand nombre de sources de pollution (chauffage domestique, automobile, locomotives diesel, industrie) et des conditions de dispersion des polluants parfois défavorables. Ces HAP, présents en phase particulaire, sont donc en quantités plus importantes.

L'EMT de Longueau est le site le plus pollué de la campagne d'hiver. Ceci peut être dû à une forte activité de la SNCF (préchauffe des motrices diesel en plus de l'activité normale). Il est également possible que cette pollution ait pour origine une accumulation de polluants favorisée par les conditions météorologiques (mauvaises conditions de dispersion).

Respect des seuils

D'après le graphique 101 de la page précédente, le site de l'EMT de Longueau et le site de référence de l'école André Bernard présentent des valeurs moyennes en B(a)p supérieures à la valeur limite de $0,7 \text{ ng/m}^3$ en moyenne annuelle.

D'après le graphique 102 de la page précédente, l'objectif de qualité de $30 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en moyenne annuelle pour les PM10 est atteint sur le site de référence de l'école André Bernard. La valeur limite de $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ en moyenne annuelle pour les PM10 est respectée sur les différents sites.

VII. Synthèse

- Les particules mesurées au cours de la campagne d'hiver sont majoritairement des particules fines (PM_{2.5}). Celles-ci ont pour origine la pollution diesel.
- Certains sites font apparaître des concentrations journalières élevées. Ces moyennes journalières peuvent masquer des pics de pollution ponctuels importants (pollution aiguë) ayant un impact sur la santé de l'homme.
- L'EMT de Longueau est le site le plus pollué de la campagne d'hiver.
- Les concentrations moyennes en B(a)p mesurées à l'EMT de Longueau et sur le site de référence de l'école André Bernard dépassent la valeur limite de 0,7ng/m³ en moyenne annuelle.
- L'impact des émissions des locomotives diesel de la SNCF est démontré dans les zones de forte activité (chauffe des motrices diesel).
- En dehors des zones de forte activité ferroviaire, il n'y a pas d'impact visible.

Conclusion

L'objectif de notre étude a été de définir la part de responsabilité de la SNCF sur la qualité de l'air de certains quartiers de l'agglomération d'Amiens. Pour apporter une réponse à cette question, notamment aux riverains des lignes de chemin de fer, nous avons procédé à diverses investigations :

- Une analyse bibliographique du risque sanitaire lié aux émissions diesel montre une relation entre santé et pollution diesel.
A la question « quels effets sanitaires engendrent les locomotives diesel », les professionnels de la santé publique estiment que la pollution locale et ponctuelle n'est pas suffisante pour procéder à une étude épidémiologique représentative et quantifiable. Cependant, les risques sanitaires sont réels. En effet, nous avons identifié les effets toxiques des émissions diesel et des différents polluants qui les composent en particulier des HAP et des particules en suspension.
Chez l'homme, une exposition aiguë à une telle pollution peut avoir des conséquences sur l'appareil respiratoire et sur le système cardio-vasculaire notamment pour les personnes sensibles. A long terme, les émissions diesel peuvent avoir des effets cancérigènes.
- Une étude des bioindicateurs tels que les lichens a mis en évidence la présence d'une diversité lichénique qui atteste globalement d'une bonne qualité de l'air sur Amiens. Les observations ne montrent pas une différence aux abords des lignes SNCF. En effet, les lichens sont des bio indicateurs plus sensibles à une pollution de fond qu'à une pollution aiguë et brève du même type que celle engendrée par les motrices diesel de la SNCF.
- Une enquête odeur a donné l'occasion aux riverains de lignes SNCF de participer au projet à travers la mise en place d'un « réseau de nez ». Cette étude a permis de mettre en évidence des niveaux de gêne globalement faibles ayant pour origines principales la circulation automobile et les émissions diesel des locomotives de la SNCF. Du fait de ces faibles niveaux de gêne, il nous a été impossible d'établir une corrélation entre émissions diesel et gêne olfactive. Cependant le nombre important de volontaires dans les quartiers de Longueau et de Saint Acheul laisse transparaître une sensibilisation certaine aux odeurs.
- Des analyses de certains polluants émis par la combustion diesel tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les particules en suspension mettent en évidence des pics de pollution importants dépendant à la fois de l'intensité de l'activité ferroviaire et des conditions météorologiques. Une telle pollution peut avoir un impact sur la santé de l'homme comme a pu le montrer l'étude sur l'impact sanitaire.
Ces analyses ont également montré que le site de l'EMT de Longueau était le plus pollué de la campagne d'hiver avec notamment une concentration moyenne en B(a)p sur la période de mesure supérieure à la valeur limite annuelle autorisée.

De manière générale, les résultats de l'étude sur les bioindicateurs lichéniques font apparaître que la pollution engendrée par les locomotives diesel est rapidement diluée avec la pollution automobile (pas de différence aux abords des lignes SNCF). De plus, il est important de

rappeler que seulement 0,5% des émissions totales sur Amiens Métropole sont imputables aux activités ferroviaires (source Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA)). De ce fait, à l'échelle de l'agglomération, nous pouvons conclure que les activités ferroviaires de la SNCF ont peu d'impact.

Cependant, au niveau local et ponctuellement, le nombre des locomotives diesel circulant sur les lignes traversant Amiens Métropole engendre une pollution non négligeable.

La grande participation des quartiers de Longueau et Saint Acheul à l'enquête odeur montre que, au delà des résultats d'indices de nuisances olfactives, les riverains sont localement gênés en particulier lors des phases de préchauffe des motrices diesel. En hiver, les phases de préchauffe plus fréquentes et les conditions de dispersion parfois réduites peuvent accentuer cette gêne.

En outre, les mesures des hydrocarbures aromatiques polycycliques et des particules en suspension ont révélé des niveaux moyens de concentration parfois élevés aux endroits où l'activité ferroviaire est importante et surtout des **pics de pollution ponctuels intenses**.

Perspectives

Conformément aux priorités identifiées par le PRQA et le Plan de Déplacement Urbain (PDU), le développement du transport ferroviaire en tant que déplacement alternatif à la voiture (premier vecteur de pollution) n'est pas à remettre en question. Ceci d'autant plus qu'Amiens Métropole dispose, avec son tissu ferroviaire, d'une situation favorable pour développer l'utilisation du train pour le trajet domicile - travail.

Néanmoins, certaines lignes nécessitent la présence de locomotives diesel qui engendrent une certaine pollution.

Notre étude portant sur les nuisances liées aux émissions des locomotives diesel montre un impact local non négligeable des polluants émis.

Il existe des solutions radicales pour limiter voire éliminer ces effets aigus. Une première solution serait d'électrifier les lignes de chemin de fer traversant Amiens Métropole. Cependant, son coût très important (915 000 €/km (source SNCF)) rend sa mise en œuvre improbable. **Une autre solution, financièrement supportable et réalisable à court terme, consisterait à centraliser le préchauffage des locomotives diesel sous un dispositif de récupération et d'épuration des fumées.**

Néanmoins, dans l'attente de ces aménagements spécifiques, il nous paraît essentiel (pour le bien être des riverains) que la SNCF mette en place et applique d'une façon continue un plan de circulation des locomotives diesel sur le sillon Boves – Dreuil les Amiens limitant les effets de pics.

Bibliographie

- [1] « Erpurs : Trois analyses pour approfondir l'étude des liens entre pollution atmosphérique et santé », ORS, 1997.
- [2] « La pollution automobile et ses effets sur la santé », Ademe - Inrets, 1995.
- [3] V. Tatry, E.Leoz, « Caractérisation chimique de la matière organique gazeuse et particulaire due aux moteurs diesel », rapport Ineris, 1998.
- [4] « Expertise collective : Diesel et santé », rapport CNRS, 1996.
- [5] « La pollution atmosphérique d'origine automobile et la santé publique », Société Française de Santé Publique, Collection Santé et Société n°4, 1996.
- [6] « Décret n°2002-213 du 15 février 2002 », Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, 2002.
- [7] A. Deloraine, C. Ségala, « Quels sont les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé », Collection Transports, Recherche et innovation, La Documentation Française, 2001.
- [8] J. Martin L.Y. Maystre « Santé et pollution de l'air », Presse polytechnique romande, 1988.
- [9] « Guidelines for Air Quality », WHO, Geneva, 2000.
- [10] « Diesel Emissions and Lung Cancer : Epidemiology and Quantitative Risk Assessment », Health Effect Institute, 1999.
- [11] S. Tissot « Toxicité des particules émises par la circulation automobile : Suivi et Synthèse bibliographique », rapport Ineris, 1999.
- [12] L.Lagadic, T. Coquet, J.C. Amiard, F. Ramade, « Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement », Edition TEC&DOC, 1998.
- [13] « Bioindicateurs végétaux de la qualité de l'air », Rapport Ademe, 1995.
- [14] « Les lichens », adresse internet : <http://www2.ac-lille.fr/lichen>
- [15] C.Dupuich, « Les lichens, bioindicateurs de la pollution atmosphérique », Maîtrise de biologie des populations et écosystèmes à l'université du littoral Cote d'Opale, 2000.
- [16] O. Jurion. Thèse pour le doctorat d'état de docteur en pharmacie « Rôle joué par les lichens épiphytiques en tant que bioindicateurs de la pollution atmosphérique : l'exemple de l'agglomération amiennoise. ». Université de Picardie (1990).

[17] C. Alvès L. Fay. Mémoire de maîtrise de sciences naturelles « Lichens témoin de la pollution atmosphérique. Application à la vallée de la Somme. ». Université de Picardie (1994).

[18] V.Tatry, « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques dans l'air ambiant », Rapport INERIS, 1999.

[19] « Analyseur de poussières en temps réel TEOM 1400 R&P », manuel d'utilisation, Ecomesure, 1997.

Annexes

Annexe 1

Rapport d'analyse « Etat des lieux de la biodiversité
des lichens campagne SNCF 2001-2002 »

Annexe 2

Résultats d'analyse des Hydrocarbures Aromatiques
Polycycliques

Annexe 1

Rapport d'analyse « Etat des lieux de la biodiversité des lichens campagne SNCF 2001-2002 »

Sommaire

I.	Avant propos	136
I.1	Réclamations	136
I.2	Responsabilité.....	136
I.3	Non-exclusivité.....	136
I.4	Avertissement	136
II.	Présentation de l'étude	137
II.1	Zone d'étude.....	137
II.2	Méthode de recensement	137
II.3	Sorties	139
III.	Résultats	140
III.1	Lichens rencontrés au cours des observations	140
III.2	Estimation de la pollution.....	145
IV.	Exploitations	151

I. Avant propos

I.1 Réclamations

Les réclamations sur la non-conformité de la livraison exécutée en regard de la commande doivent être formulées par écrit dans les huit jours de la livraison des produits. Il appartient à l'acheteur de fournir toute justification quant à la réalité des vices ou anomalies constatées. Il devra laisser à Atmo Picardie toute facilité pour procéder à la constatation de ces vices pour y apporter éventuellement remède. En cas de litige, la résolution de celui-ci s'effectuera sous l'arbitrage des autorités compétentes.

I.2 Responsabilité

Il est rappelé que les informations de Atmo Picardie ne traduisent que la mesure d'un certain nombre d'éléments en un nombre de points définis au préalable.

Atmo Picardie, par ailleurs, ne saurait être tenue pour responsable des évènements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation par le client, directe ou indirecte, des informations fournies. En conséquence, l'utilisateur s'engage à ne pas poursuivre Atmo Picardie au titre de l'interprétation qu'il pourra faire des dites informations.

I.3 Non-exclusivité

Aucun acquéreur ne pourra se prévaloir d'un usage exclusif sur les produits de Atmo Picardie.

I.4 Avertissement

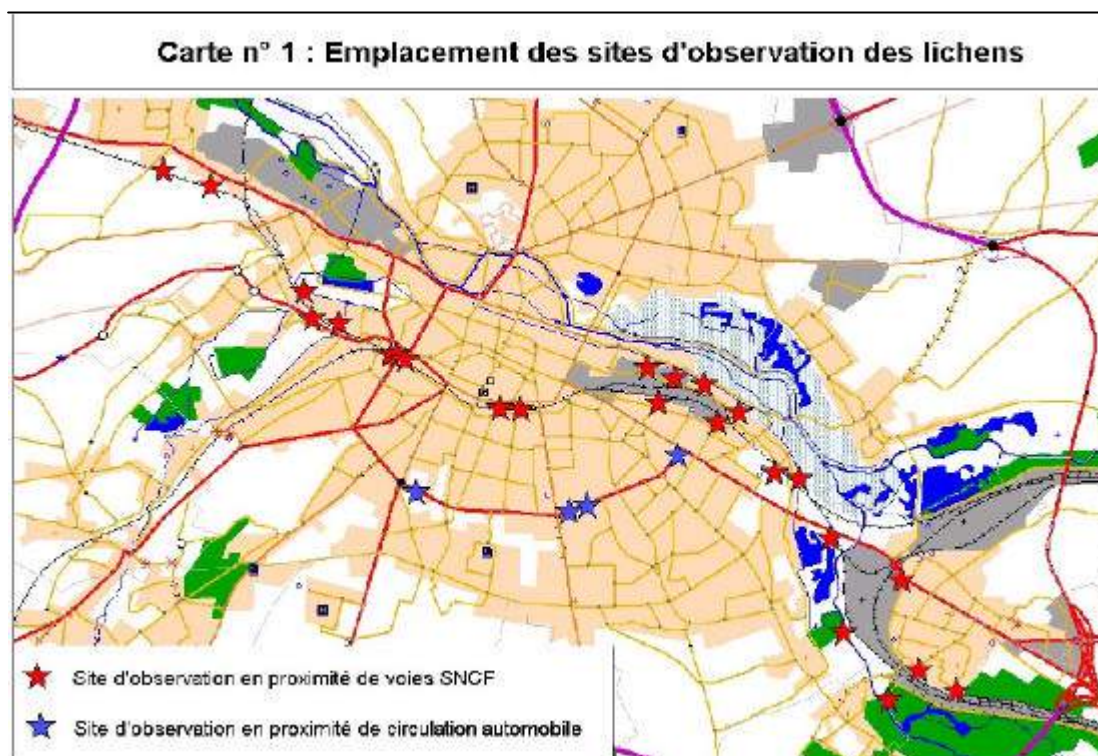
Ce rapport d'analyse ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans autorisation écrite préalable de Atmo Picardie. Toute utilisation de ce rapport et de ces données doit faire référence à Atmo Picardie dans les termes suivants «**Source Atmo Picardie, État des lieux de la biodiversité des lichens, Campagne SNCF 2001-2002 / 2001/03/RA/Version octobre 2002** »

II. Présentation de l'étude

L'étude consiste en une observation des lichens en tant que traceur de la qualité de l'air. Ceux-ci sont recensés pour déterminer l'impact sur l'environnement de sources émettrices en l'occurrence des locomotives diesel de la SNCF.

II.1 Zone d'étude

La zone d'étude est représentée sur la carte n°1 ci-dessous :



Au total 22 sites de recensement ont été observés en proximité de la voie ferrée. De plus 3 sites en proximité automobile (dits sites de référence) ont été observés.

II.2 Méthode de recensement

L'état des lieux de la diversité des lichens présents sur la zone d'étude est effectué grâce à une approche floristique faisant intervenir les lichens épiphytes (lichens présents sur les arbres). L'approche utilisée est celle proposée en 1993 par Chantal **Van Haluwyn** et Michel **Lerond**.

Cette méthode permet d'apprécier le degré de pollution directement à partir des observations sur le terrain en utilisant une échelle de correspondance entre le taux de pollution, et la diversité ainsi que l'abondance des espèces observées.

ZONES	Niveau de pollution	LICHENS RECENSES
Zone A	pollution extrêmement forte	<i>Pleurococcus viridis (algue)</i>
Zone B	pollution très forte	<i>Buellia punctata</i> <i>Lecanora conizaeoides</i>
Zone C	pollution forte	<i>Lecanora expallens</i> <i>Lepraria incana</i>
Zone D	pollution assez forte	<i>Diploicia canescens</i> <i>Lecidella elaeochroma</i> <i>Phaeophyscia orbicularis</i> <i>Physcia tenella</i> <i>Xanthoria polycarpa</i>
Zone E	pollution moyenne	<i>Candelariella xanthostigma</i> <i>Evernia prunastri</i> <i>Hypogymnia physodes</i> <i>Parmelia sulcata</i> <i>Physcia adscendens</i> <i>Physconia grisea</i> <i>Pseudevernia furfuracea</i> <i>Xanthoria parietina</i>
Zone F	pollution faible	<i>Parmelia acetabulum</i> <i>Parmelia caperata</i> <i>Parmelia glabratula</i> <i>Parmelia pastillifera</i> <i>Parmelia soledians</i> <i>Parmelia subaurifera</i> <i>Parmelia subrudecta</i> <i>Parmelia tiliacea</i> <i>Pertusaria amara</i> <i>Pertusaria pertusa</i> <i>Phlyctis argena</i> <i>Ramalina farinacea</i> <i>Ramalina fastigiata</i> <i>Xanthoria candelaria</i>
Zone G	pollution très faible	<i>Anaptychia ciliaris</i> <i>Parmelia perlata</i> <i>Parmelia reticulata</i> <i>Parmelia revoluta</i> <i>Physcia aipolia</i> <i>Physconia distorta</i> <i>Ramalina fraxinea</i>

Tableau n°1 : Echelle d'estimation de la qualité de l'air de la moitié Nord de la France (d'après Van Haluwyn et Lerond – 1986 – modifié en 1997).

II.3 Sorties

Cinq sorties sur le terrain ont été nécessaires pour choisir les sites de prélèvement et pour identifier les espèces lichéniques.

Date de la sortie	Observateurs
19 octobre 2001	G. Sulmond; P.Y. Robic; S. Taillaint
7 novembre 2001	G. Sulmond; P.Y. Robic; S. Taillaint
27 novembre 2001	G. Sulmond; P.Y. Robic
11 décembre 2001	G. Sulmond; P.Y. Robic; S. Taillaint
8 mars 2002	G. Sulmond; G. Falq

III. Résultats

III.1 Lichens rencontrés au cours des observations

Les photographies suivantes montrent les différents lichens identifiés.

Photo n°1 : Observations sur le Boulevard de Bapaume sur un tilleul :

- *Ramalina farinacea* (thalle au centre de la photo)
- *Physconia grisea* (7-8 thalles)



Photo n° 2 : Observations sur le Boulevard de Bapaume sur un tilleul :

- *Parmelia acetabulum*
- *Parmelia subrudecta*



Photo n°3 : *Observations au dessus de l'ancienne gare de Longueau sur un frêne :*

- *Pleurococcus viridis*



Photo n°4 : *Observations sur le carrefour à l'entrée du parking de l'ancienne gare de Longueau sur un sorbier :*

- *Xanthoria parietina*



Photo n°5 : *Observations dans la rue Dejean (Etablissement Delestrez) sur un érable :*

- *Parmelia Caperata*



Photo n°6 : *Observations dans la rue Dejean (Etablissement Delestrez) sur un érable :*

- *Parmelia acetabulum*



Photo n°7 : *Observations dans le square Lemerchier sur un prunier :*

- *Physconia grisea*



Photo n°8 : *Observations dans le square Lemerchier sur un buis :*

- *Physconia grisea*



Photo n°9 : *Observations en proximité du boulevard Jules Barni sur un tilleul :*

- *Physia adsendens* (vert gris) entourés de
- *Xanthoria parietina* (jaune)



Photo n°10 : *Observations près de la nouvelle gare de Longueau sur un cornouiller :*

- *Buellia Punctata*



III.2 Estimation de la pollution

Pour chaque site les différents types de lichens identifiés sont listés. En fonction de la diversité et de l'abondance des espèces rencontrés le taux de pollution est établie selon la méthode de Van Haluwyn. Les résultats des observations faites sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

Numéro de site	Nom du site - Information sur le site	Lichens observés	Type de support	Zone de Pollution selon Van Halluwyn	
				Par espèce	Ensemble du site
1	Ancienne gare de Longueau (Observations sur un tilleul isolé au bout de du parking et sur des frênes en bordure de la rue au dessus de l'ancienne gare de Longueau)	Physcia tenella	Tilleul	D	E
		Xanthonia parietina	Tilleul	E	
		Lecanora expallens	Tilleul	C	
		Pleurococcus viridis (algue)	Frêne	A	
		Lecanora conizaeoides	Frêne	B	
		Xanthonia polycarpa	Sorbier	D	
2	Carrefour à l'entrée du parking de l'ancienne gare de Longueau (Observations sur l'espace vert)	Xanthonia parietina	Sorbier	E	E
		Xanthonia parietina	Erable champêtre	E	
		Physcia tenella	Erable champêtre	D	
		Physcia adscendens	Erable champêtre	E	
		Xanthonia polycarpa	Erable champêtre	D	
		Euellia punctata	Cornouiller sanguin	B	
3	Nouvelle gare de Longueau (Observations sur l'espace vert derrière la gare)	Physcia tenella	Cornouiller sanguin	D	E
		Physcia adscendens	Cornouiller sanguin	E	
		Xanthonia parietina	Cornouiller sanguin	E	
		Lecanora chlorotera	Sycomore	Indéterminée	
		Euellia punctata	Sycomore	B	
		Parmelia subrudecta	Sycomore	F	
		Parmelia sulcata	Sycomore	E	
		Parmelia glabratula	Sycomore	F	
		Parmelia caperata	Sycomore	F	
		Ramalina farinacea	Peuplier agé	F	
4	Rue de Hollande (Observations au niveau du chemin d'accès des jardins ouvriers le long de l'Avre)	Parmelia sulcata	Peuplier agé	E	F
		Parmelia subrudecta	Peuplier agé	F	
		Xanthonia parietina	Peuplier tremble	E	
5	Rue Jules Barni en bordure du plan d'eau (Observations sur des frênes le long du plan d'eau sur des peupliers tremblants entre le bord de la route et le plan d'eau)	Physcia adscendens	Frêne	E	E
		Euellia punctata	Frêne	B	
		Evernia prunastri	Frêne	E	
		Lecanora chlorotera	Frêne	Indéterminée	
		Pleurococcus viridis (algue)	Peuplier d'Italie	A	
6	Centre technique de Longueau (Observations sur l'allée de peupliers d'Italie le long de la voie ferrée)	Parmelia sulcata	Peuplier d'Italie	E	E
		Physcia tenella	Peuplier d'Italie	D	
		Xanthonia parietina	Peuplier d'Italie	E	
		Physcia adscendens	Peuplier d'Italie	E	

Numéro de site	Nom du site - Information sur le site	Lichens observés	Type de support	Zone de Pollution selon Van Halluwyn	
				Par espèce	Ensemble du site
7	Rue Dejean (centre de tri postal) (Observations sur des épluchiers d'Italie le long de la clôture du centre de tri postal)	Phaeophyscia orbicularis Xanthonia parietina Phaeophyscia orbicularis	Peuplier d'Italie Peuplier d'Italie Peuplier d'Italie	D E F	E
8	Rue Neuve Dejean	Pleurococcus viridis (algue) Physcia tenella Physcia adscendens Physcia tenella Xanthonia polycarpa Xanthonia parietina Phaeophyscia orbicularis Parmelia glabrata Parmelia subrudecta Parmelia caperata Parmelia acetabulum Parmelia sulcata	Saule cendré Saule cendré Erable plane Erable plane Erable plane Erable plane Erable plane Erable plane Erable plane Erable plane Erable plane Erable plane	A D E D D E F F F F F E	
9	Rue Dejean (Etablissement Delestrez)	Physcia tenella Physcia adscendens Lepraria incana Evernia prunastri Parmelia glabrata Parmelia sulcata Candelariella xanthostigma Candelariella xanthostigma	Erable sycomore Erable sycomore Erable sycomore Erable sycomore Erable sycomore Erable sycomore Erable sycomore Saule pleureur	D E C E F E E	F
10	Complexe sportif « La Cheninote » (Observations au niveau du parc à l'arrière du bâtiment)	Parmelia subrudecta Physcia adscendens Physcoria grisea Xanthonia parietina Parmelia sulcata Ramalina farinacea Parmelia sulcata Parmelia subrudecta Physcia tenella Evernia prunastri Physcoria grisea	Saule pleureur Saule pleureur Saule pleureur Frêne Frêne Frêne Frêne Peuplier d'Italie Peuplier d'Italie Peuplier d'Italie Peuplier d'Italie Peuplier d'Italie	E F E E E E E E E F D E E	E

Numéro de site	Nom du site - Information sur le site	Lichens observés	Type de support	Zone de Pollution selon Van Halluwyn	
				Par espèce	Ensemble du site
11	Impasse du petit marais (Observations dans un jardin privé situé au fond de l'impasse)	Physcia adscendens	Pommier	E	E
		Xanthonia parietina	Pommier	E	
12	Chemin du réservoir (Observations à l'extrémité du chemin en empruntant le chemin d'accès aux jardins surplombant les voies de chemins de fer)	Pleurococcus viridis (algue)	Frêne	A	D
		Euellia punctata	Frêne	B	
		Physcia tenella	Peuplier	D	
		Xanthonia parietina	Peuplier	E	
		Physcia tenella	Erable sycomore	D	
13	Rue Riolan (Observations à proximité des bureaux SNCF situés entre les deux zones de parking)	Erable sycomore	Erable sycomore	D	E
		Erable sycomore	Erable sycomore	E	
		Erable sycomore	Erable sycomore	F	
		Erable sycomore	Erable sycomore	A	
		Peuplier du Canada	Peuplier du Canada	D	
		Peuplier du Canada	Peuplier du Canada	E	
		Peuplier du Canada	Peuplier du Canada	E	
		Peuplier du Canada	Peuplier du Canada	F	
		Peuplier du Canada	Peuplier du Canada	E	
		Peuplier du Canada	Peuplier du Canada	E	
14	Rue Riolan (observations entre les voies ferrées et les immeubles "SNCF")	Xanthonia parietina	Frêne	E	E
		Phaeophyscia orbicularis	Frêne	F	
		Physcia tenella	Frêne	D	
		Physcia tenella	Erable sycomore	D	
		Pleurococcus viridis (algue)	Erable sycomore	A	
		Xanthonia parietina	Erable sycomore	E	
		Physcia adscendens	Erable sycomore	E	
		Physcia tenella	Erable sycomore	D	
		Phaeophyscia orbicularis	Erable sycomore	F	
		Physcia tenella	Sycomore	D	
		Xanthonia parietina	Sycomore	E	
		Phaeophyscia orbicularis	Sycomore	F	
		Physcia adscendens	Sycomore	E	
		Pleurococcus viridis (algue)	Sycomore	A	

Numéro de site	Nom du site - Information sur le site	Lichens observés	Type de support	Zone de Pollution selon Van Halluwyn	
				Par espèce	Ensemble du site
15	Square le Mercier (place Longueville) (Observations le long du chemin allant jusqu'au cirque)	Lepraria incana	Prunus	C	E
		Parmelia sulcata	Prunus	E	
		Parmelia subrudecta	Prunus	F	
		Physcia tenella	Prunus	D	
		Pleurococcus vinidis (algue)	Prunus	A	
		Phaeophyscia orbicularis	Prunus	F	
		Physconia grisea	Prunus	E	
		Candelariella xanthostigma	Orme	E	
		Physcia tenella	Orme	D	
		Candelariella xanthostigma	Buis	E	
		Pleurococcus vinidis (algue)	Buis	A	
		Physcia tenella	Buis	D	
		Parmelia subrudecta	Buis	F	
		Pleurococcus vinidis (algue)	Marronnier	A	
		Lepraria incana	Marronnier	C	
Physcia tenella	Marronnier	D			
Xanthoria parietina	Marronnier	E			
Physcia adscendens	Marronnier	E			
Physconia grisea	Marronnier	E			
16	Gare Saint Rock (Observations au niveau du jardin au pied des bâtiments voisins de la gare)	Xanthoria parietina	Pommier	E	E
		Physcia tenella	Pommier	D	
17	Rue Bruno d'Agay	Xanthoria parietina	Tilleul	E	E
		Phaeophyscia orbicularis	Tilleul	F	
		Physcia tenella	Tilleul	D	
		Parmelia Sulcata	Tilleul	E	
18	Avenue de l'Hypodrome (Observations sur	Xanthoria parietina	Peuplier du Canada	E	E
		Physcia adscendens	Peuplier du Canada	E	
		Phaeophyscia orbicularis	Peuplier du Canada	F	
		Parmelia subrudecta	Peuplier du Canada	F	
		Phaeophyscia orbicularis	Peuplier du Canada	Indéterminée	
		Buellia punctata	Peuplier du Canada	B	
		Parmelia caperata	Peuplier du Canada	F	
		Physconia grisea	Peuplier du Canada	E	
		Lepraria incana	Peuplier du Canada	C	
		Evernia Prunastri	Peuplier du Canada	E	
		Candelariella xanthostigma	Peuplier du Canada	E	
Lecanora chlorotera	Peuplier du Canada	Indéterminée			

Numéro de site	Nom du site - Information sur le site	Lichens observés	Type de support	Zone de Pollution selon Van Halluwyn	
				Par espèce	Ensemble du site
19	Rue du Batonnier Mahiu (Observations réalisées dans l'espace vert à gauche de la route et bordant les voies de chemin de fer)	<i>Pleurococcus viridis</i> (algue)	Vieux Saules	A	E
		<i>Physcia tenella</i>	Vieux Saules	D	
		<i>Physconia grisea</i>	Vieux Saules	E	
		<i>Xanthonia parietina</i>	Vieux Saules	E	
		<i>Physcia adscendens</i>	Saule	E	
		<i>Xanthonia parietina</i>	Saule	E	
		<i>Physcia tenella</i>	Saule	D	
		<i>Parmelia subrudecta</i>	Saule	F	
		<i>Physconia grisea</i>	Saule	E	
		<i>Xanthonia parietina</i>	Frêne	E	
20	Allée des Frênes (observations entre les voies ferrées et la Haute Selle à partir du pond au dessus du cours d'eau)	<i>Physcia adscendens</i>	Frêne	E	E
		<i>Physconia grisea</i>	Frêne	E	
		<i>Buellia punctata</i>	Frêne	B	
		<i>Lecanora chlorotera</i>	Frêne	Indéterminée	
		<i>Lepraria incana</i>	Erable sycomore	C	
		<i>Parmelia sulcata</i>	Erable sycomore	E	
21	Parc de la salle des fêtes de Montières - rue de Grâce (observations sur le bord du bois et le long des voie ferrées)	<i>Physconia grisea</i>	Erable sycomore	E	E
		<i>Physcia adscendens</i>	Frêne	E	
22	Ecole Jules Verne de Montières (observations dans la cour de gauche)	<i>Physcia tenella</i>	Frêne	D	D
		<i>Parmelia sulcata</i>	Frêne	E	
		<i>Parmelia subrudecta</i>	Frêne	F	
		<i>Buellia punctata</i>	Frêne	B	
		<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	Frêne	F	
		<i>Lepraria incana</i>	Marronnier	C	
		<i>Pleurococcus viridis</i> (algue)	Marronnier	A	
		<i>Diploicia canescens</i>	Marronnier	D	
		<i>Physcia adscendens</i>	Marronnier	E	
		<i>Physcia adscendens</i>	Frêne	E	
<i>Buellia punctata</i>	Frêne	B			
<i>Xanthonia parietina</i>	Frêne	E			

Numéro de site	Nom du site - Information sur le site	Lichens observés	Type de support	Zone de Pollution selon Van Halluwyn	
				Par espèce	Ensemble du site
23	<p align="center">Boulevard de Bapaume</p> <p>(observations sur les deux terres pleins entre le boulevard et les contres allées à partir de la rue saint Fuscien et jusqu'à la rue Pierre Rollin)</p>	Xanthoria parietina	Tilleul	E	E
		Physconia grisea	Tilleul	E	
		Xanthoria parietina	Tilleul	E	
		Lepraria incana	Tilleul	C	
		Physcia adscendens	Tilleul	E	
		Physcia tenella	Tilleul	D	
		Parmelia acetabulum	Tilleul	F	
		Ramalina farinacea	Tilleul	F	
		Diploicia canescens	Tilleul	D	
		Candelariella xanthostigma	Tilleul	E	
24	<p align="center">Boulevard du pont de Noyelle</p> <p>(observations sur les deux terres pleins entre le boulevard et les contres allées uniquement du côté de la rue Jules Barni)</p>	Physcia adscendens	Sycamore	E	E
		Xanthoria polycarpa	Sycamore	D	
		Xanthoria parietina	Sycamore	E	
25	<p align="center">Boulevard de Dury</p> <p>(observations de part et d'autre du boulevard juste après le tunnel au niveau des premières résidences universitaires)</p>	Parmelia acetabulum	Tilleul	F	E
		Physconia grisea	Tilleul	E	
		Xanthoria parietina	Tilleul	E	
		Candelariella xanthostigma	Tilleul	E	
		Phaeophyscia orbicularis	Tilleul	F	

IV. Exploitations

L'ensemble de ces résultats est exploité dans la partie *Étude des impacts sur l'environnement* – *Inventaire des lichens sur la zone d'étude* figurant dans le rapport «Etude des nuisances engendrées par les locomotives de la SNCF/2001/03/R/Version du 05/12/02 »

Annexe 2

Résultats d'analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Campagne d'été

Résultats des mesures - Gare Saint Roch - Campagne Estivale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 16/7/01	Mardi 17/7/01	Mercredi 18/7/01	Jeudi 19/7/01	Vendredi 20/7/01	Samedi 21/7/01	Dimanche 22/7/01	Lundi 23/7/01	Mardi 24/7/01	Mercredi 25/7/01	Jeudi 26/7/01
Naphtalene	0,68	1,28	0,42	0,50	0,28	0,28	0,28	1,10	0,97	0,49	
Acenaphtylene	0,22	0,37	0,15	0,18	0,04	0,04	0,04	0,35	0,27	0,23	
Acenaphthene	1,55	0,65	1,69	2,44	1,07	1,07	1,07	3,83	3,20	2,53	
Fluorene	5,57	2,17	5,41	8,25	2,35	2,35	2,35	12,40	11,98	0,52	
Phenantrene	32,38	31,48	27,43	33,45	9,87	9,87	9,87	49,91	54,76	29,03	
Anthracene	1,90	1,82	1,90	2,13	0,73	0,73	0,73	3,72	4,04	1,60	
Fluoranthene	19,65	13,05	10,76	10,59	12,90	12,90	12,90	21,79	33,05	24,09	
Pyrene	8,11	5,48	4,38	3,88	4,81	4,81	4,81	7,83	12,13	9,15	
Chrysene	0,52	0,18	0,14	0,13	0,08	0,08	0,08	0,16	0,11	0,17	
Benzo(a)anthracene	1,22	0,41	0,31	0,29	0,29	0,29	0,29	0,36	0,41	0,72	
Benzo(b)fluoranthene	1,11	0,25	0,21	0,23	0,17	0,17	0,17	0,25	0,17	0,58	
Benzo(k)fluoranthene	0,40	0,12	0,10	0,13	0,07	0,07	0,07	0,11	0,08	0,15	
Benzo(a)pyrene	0,45	0,13	0,13	0,19	0,07	0,07	0,07	0,11	0,09	0,16	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,56	0,21	0,21	0,34	0,12	0,12	0,12	0,18	0,13	0,22	
Dibenzo(ah)anthracene	0,42	0,18	0,18	0,41	0,10	0,10	0,10	0,13	0,08	0,12	
Benzo(ghi)perylene	0,60	0,24	0,25	0,40	0,15	0,15	0,15	0,20	0,16	0,21	

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,3	0,6	1,3		
Acenaphtylene	0,0	0,2	0,4		
Acenaphthene	0,7	1,9	3,8		
Fluorene	0,5	5,3	12,4		
Phenantrene	9,9	28,8	54,8		
Anthracene	0,7	1,9	4,0		
Fluoranthene	10,6	17,2	33,0		
Pyrene	3,9	6,5	12,1		
Chrysene	0,1	0,2	0,5		
Benzo(a)anthracene	0,3	0,5	1,2		
Benzo(b)fluoranthene	0,2	0,3	1,1		
Benzo(k)fluoranthene	0,1	0,1	0,4		
Benzo(a)pyrene	0,1	0,1	0,5	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,1	0,2	0,6		
Dibenzo(ah)anthracene	0,1	0,2	0,4		
Benzo(ghi)perylene	0,1	0,2	0,6		

Résultats des mesures - Gare de Longueau - Campagne Estivale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 30/7/01	Mardi 31/7/01	Mercredi 1/8/01	Jeudi 2/8/01	Vendredi 3/8/01	Samedi 4/8/01	Dimanche 5/8/01	Lundi 6/8/01	Mardi 7/8/01	Mercredi 8/8/01	Jeudi 9/8/01
Naphtalene		0,19	0,43	0,23	0,06	0,06	0,06	0,24	0,19	0,13	0,30
Acenaphtalene		0,04	0,07	0,06	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0,06
Acenaphthene		0,59	1,02	0,36	0,17	0,17	0,17	0,30	0,31	0,23	0,41
Fluorene		2,44	4,18	1,68	0,54	0,54	0,54	1,02	1,55	0,86	1,97
Phenantrene		20,28	18,73	15,10	3,55	3,55	3,55	5,82	10,42	5,53	11,23
Anthracene		1,13	0,69	1,12	0,28	0,28	0,28	0,53	1,09	0,54	0,97
Fluoranthene		8,65	6,34	4,66	3,44	3,44	3,44	1,76	3,15	2,61	3,60
Pyrene		3,12	2,34	1,53	1,22	1,22	1,22	0,63	1,11	1,05	1,49
Chrysene		0,07	0,11	0,10	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,17	0,18
Benzo(a)anthracene		0,23	0,35	0,24	0,11	0,11	0,11	0,07	0,11	0,24	0,29
Benzo(b)fluoranthene		0,15	0,24	0,30	0,07	0,07	0,07	0,13	0,09	0,30	0,38
Benzo(k)fluoranthene		0,11	0,13	0,14	0,05	0,05	0,05	0,13	0,05	0,22	0,14
Benzo(a)pyrene		0,14	0,15	0,21	0,07	0,07	0,07	0,17	0,08	0,25	0,16
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,19	0,25	0,37	0,16	0,16	0,16	0,42	0,14	0,44	0,22
Dibenzo(ah)anthracene		0,17	0,24	0,46	0,11	0,11	0,11	0,51	0,16	0,42	0,13
Benzo(ghi)perylene		0,20	0,24	0,41	0,14	0,14	0,14	0,39	0,17	0,41	0,23

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,1	0,2	0,4		
Acenaphtalene	0,0	0,0	0,1		
Acenaphthene	0,2	0,4	1,0		
Fluorene	0,5	1,5	4,2		
Phenantrene	3,6	9,8	20,3		
Anthracene	0,3	0,7	1,1		
Fluoranthene	1,8	4,1	8,7		
Pyrene	0,6	1,5	3,1		
Chrysene	0,0	0,1	0,2		
Benzo(a)anthracene	0,1	0,2	0,3		
Benzo(b)fluoranthene	0,1	0,2	0,4		
Benzo(k)fluoranthene	0,1	0,1	0,2		
Benzo(a)pyrene	0,1	0,1	0,2	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,1	0,3	0,4		
Dibenzo(ah)anthracene	0,1	0,2	0,5		
Benzo(ghi)perylene	0,1	0,2	0,4		

Résultats des mesures - EMT de Longueau - Campagne Estivale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 13/8/01	Mardi 14/8/01	Mercredi 15/8/01	Jeudi 16/8/01	Vendredi 17/8/01	Samedi 18/8/01	Dimanche 19/8/01	Lundi 20/8/01	Mardi 21/8/01	Mercredi 22/8/01	Jeudi 23/8/01
Naphtalene	0,95	0,73	0,34	0,48					1,54	1,64	1,07
Acenaphtalene	0,02	0,16	0,10	0,15					0,05	0,26	0,05
Acenaphthene	2,33	1,62	1,17	1,81					0,09	5,28	2,48
Fluorene	6,91	7,38	4,54	6,00					10,57	12,10	10,76
Phenantrene	44,54	59,16	38,27	33,26					41,40	45,82	44,31
Anthracene	2,56	3,22	1,97	2,25					2,65	2,02	2,79
Fluoranthene	14,56	24,12	17,70	9,25					12,37	13,62	18,61
Pyrene	4,88	7,84	6,01	3,69					4,61	4,82	6,11
Chrysene	0,22	0,14	0,11	0,16					0,39	0,25	0,15
Benzo(a)anthracene	0,20	0,51	0,38	0,37					0,68	0,66	0,54
Benzo(b)fluoranthene	0,39	0,27	0,19	0,30					0,82	0,21	0,45
Benzo(k)fluoranthene	0,53	0,15	0,12	0,12					0,56	0,27	0,20
Benzo(a)pyrene	0,60	0,21	0,14	0,18					0,75	0,33	0,27
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,03	0,26	0,17	0,19					0,80	0,38	0,36
Dibenzo(ah)anthracene	0,96	0,32	0,18	0,17					0,87	0,45	0,31
Benzo(ghi)perylene	0,68	0,22	0,19	0,20					0,86	0,42	0,35

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,3	1,0	1,6		
Acenaphtalene	0,0	0,1	0,3		
Acenaphthene	0,1	2,1	5,3		
Fluorene	4,5	8,3	12,1		
Phenantrene	33,3	43,8	59,2		
Anthracene	2,0	2,5	3,2		
Fluoranthene	9,3	15,7	24,1		
Pyrene	3,7	5,4	7,8		
Chrysene	0,1	0,2	0,4		
Benzo(a)anthracene	0,2	0,5	0,7		
Benzo(b)fluoranthene	0,2	0,4	0,8		
Benzo(k)fluoranthene	0,1	0,3	0,6		
Benzo(a)pyrene	0,1	0,4	0,8	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,0	0,3	0,8		
Dibenzo(ah)anthracene	0,2	0,5	1,0		
Benzo(ghi)perylene	0,2	0,4	0,9		

Résultats des mesures - Gare d'Amiens - Campagne Estivale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 27/8/01	Mardi 28/8/01	Mercredi 29/8/01	Jeudi 30/8/01	Vendredi 31/8/01	Samedi 1/9/01	Dimanche 2/9/01	Lundi 3/9/01	Mardi 4/9/01	Mercredi 5/9/01	Jeudi 6/9/01
Naphtalene	2,49	3,95	2,98	1,07	0,44	0,44	0,44	0,54	0,86	0,58	
Acenaphtalene	0,34	0,78	0,84	0,60	0,27	0,27	0,27	0,53	0,81	0,23	
Acenaphthene	11,44	23,51	9,50	4,63	1,72	1,72	1,72	1,65	2,24	2,01	
Fluorene	32,30	56,40	22,13	12,37	4,88	4,88	4,88	8,21	8,26	6,98	
Phenantrene	28,22	60,01	45,99	35,43	13,67	13,67	13,67	29,84	14,75	20,20	
Anthracene	1,78	4,31	3,64	2,27	1,35	1,35	1,35	2,75	1,26	1,50	
Fluoranthene	11,13	21,96	24,49	13,12	8,64	8,64	8,64	11,61	3,37	5,19	
Pyrene	4,71	8,38	9,83	5,88	3,79	3,79	3,79	5,42	2,14	2,58	
Chrysene	0,22	0,27	0,80	0,26	0,78	0,78	0,78	0,32	0,52	0,35	
Benzo(a)anthracene	0,27	0,71	1,15	0,56	1,02	1,02	1,02	0,68	0,76	0,60	
Benzo(b)fluoranthene	0,32	0,53	1,22	0,38	1,12	1,12	1,12	0,33	0,91	0,75	
Benzo(k)fluoranthene	0,17	0,19	0,86	0,24	1,17	1,17	1,17	0,31	0,58	0,90	
Benzo(a)pyrene	0,22	0,24	1,03	0,19	1,11	1,11	1,11	0,27	0,58	0,86	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,25	0,25	0,77	0,13	0,79	0,79	0,79	0,26	0,54	0,93	
Dibenzo(ah)anthracene	0,28	0,20	0,82	0,10	1,02	1,02	1,02	0,25	0,46	1,20	
Benzo(ghi)perylene	0,22	0,19	0,65	0,13	0,66	0,66	0,66	0,24	0,56	0,71	

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,4	1,4	4,0		
Acenaphtalene	0,2	0,5	0,8		
Acenaphthene	1,6	6,0	23,5		
Fluorene	4,9	16,1	56,4		
Phenantrene	13,7	27,5	60,0		
Anthracene	1,3	2,2	4,3		
Fluoranthene	3,4	11,7	24,5		
Pyrene	2,1	5,0	9,8		
Chrysene	0,2	0,5	0,8		
Benzo(a)anthracene	0,3	0,8	1,1		
Benzo(b)fluoranthene	0,3	0,8	1,2		
Benzo(k)fluoranthene	0,2	0,7	1,2		
Benzo(a)pyrene	0,2	0,7	1,1	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,1	0,6	0,9		
Dibenzo(ah)anthracene	0,1	0,6	1,2		
Benzo(ghi)perylene	0,1	0,5	0,7		

Résultats des mesures - EMT d'Amiens - Campagne Estivale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 10/9/01	Mardi 11/9/01	Mercredi 12/9/01	Jeudi 13/9/01	Vendredi 14/9/01	Samedi 15/9/01	Dimanche 16/9/01	Lundi 17/9/01	Mardi 18/9/01	Mercredi 19/9/01	Jeudi 20/9/01
Naphtalene	0,98	0,91	0,47	0,60	0,30	0,30	0,30				0,66
Acenaphtalene	1,42	0,60	0,31	0,62	0,48	0,48	0,48				1,62
Acenaphthene	3,42	1,18	0,93	1,55	0,79	0,79	0,79				2,44
Fluorene	10,56	4,39	3,56	5,81	2,60	2,60	2,60				10,08
Phenantrene	34,91	31,85	18,94	21,87	14,02	14,02	14,02				33,38
Anthracene	2,60	2,51	1,55	1,87	1,23	1,23	1,23				2,48
Fluoranthene	7,06	10,10	5,36	5,21	8,53	8,53	8,53				7,41
Pyrene	3,46	5,20	2,78	3,16	4,30	4,30	4,30				4,31
Chrysene	0,85	0,53	0,21	0,61	0,45	0,45	0,45				0,41
Benzo(a)anthracene	1,21	1,07	0,52	0,84	0,90	0,90	0,90				0,83
Benzo(b)fluoranthene	1,76	0,83	0,18	1,07	0,66	0,66	0,66				0,83
Benzo(k)fluoranthene	1,64	0,24	0,11	0,99	0,20	0,20	0,20				0,25
Benzo(a)pyrene	2,02	0,30	0,08	1,13	0,24	0,24	0,24				0,34
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	2,84	0,30	0,10	1,35	0,23	0,23	0,23				0,29
Dibenzo(ah)anthracene	3,70	0,13	0,05	1,46	0,12	0,12	0,12				0,12
Benzo(ghi)perylene	2,14	0,35	0,09	1,09	0,27	0,27	0,27				0,34

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,3	0,6	1,0		
Acenaphtalene	0,3	0,8	1,6		
Acenaphthene	0,8	1,5	3,4		
Fluorene	2,6	5,3	10,6		
Phenantrene	14,0	22,9	34,9		
Anthracene	1,2	1,8	2,6		
Fluoranthene	5,2	7,6	10,1		
Pyrene	2,8	4,0	5,2		
Chrysene	0,2	0,5	0,8		
Benzo(a)anthracene	0,5	0,9	1,2		
Benzo(b)fluoranthene	0,2	0,8	1,8		
Benzo(k)fluoranthene	0,1	0,5	1,6		
Benzo(a)pyrene	0,1	0,6	2,0	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,1	0,7	2,8		
Dibenzo(ah)anthracene	0,1	0,7	3,7		
Benzo(ghi)perylene	0,1	0,6	2,1		

Résultats des mesures - Ecole Jules Verne - Campagne Estivale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 24/9/01	Mardi 25/9/01	Mercredi 26/9/01	Jeudi 27/9/01	Vendredi 28/9/01	Samedi 29/9/01	Dimanche 30/9/01	Lundi 1/10/01	Mardi 2/10/01	Mercredi 3/10/01	Jeudi 4/10/01
Naphtalene	-	0,91	0,14	0,79	0,06	0,06	0,06	0,15		0,15	0,25
Acenaphtalene	-	0,88	0,05	1,02	0,03	0,03	0,03	0,06	0,09	0,12	0,52
Acenaphthene	-	0,71	0,06	0,91	0,03	0,03	0,03	0,08	0,06	0,13	0,49
Fluorene	-	2,03	0,28	3,15	0,15	0,15	0,15	0,53	0,28	0,46	1,69
Phenantrene	-	6,90	3,64	5,58	0,97	0,97	0,97	1,95	1,74	4,22	5,33
Anthracene	-	0,61	0,31	0,56	0,10	0,10	0,10	0,17	0,14	0,47	0,57
Fluoranthene	-	2,31	2,49	1,26	1,46	1,46	1,46	0,58	0,53	1,65	2,18
Pyrene	-	1,99	1,88	1,13	1,30	1,30	1,30	0,41	0,40	1,26	1,84
Chrysene	-	0,63	0,76	0,25	0,48	0,48	0,48	0,46	0,21	0,34	0,86
Benzo(a)anthracene	-	1,29	1,24	0,48	0,81	0,81	0,81	0,52	0,43	0,59	1,01
Benzo(b)fluoranthene	-	1,30	1,11	0,56	0,89	0,89	0,89	0,68	0,62	0,45	1,10
Benzo(k)fluoranthene	-	0,37	0,33	0,15	0,38	0,38	0,38	0,75	0,61	0,14	0,45
Benzo(a)pyrene	-	0,38	0,00	0,25	0,35	0,35	0,35	0,82	0,69	0,17	0,63
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	-	0,35	0,36	0,16	0,46	0,46	0,46	0,87	0,77	0,15	0,34
Dibenzo(ah)anthracene	-	0,11	0,19	0,07	0,33	0,33	0,33	1,24	1,09	0,10	0,26
Benzo(ghi)perylene	-	0,42	0,44	0,24	0,44	0,44	0,44	0,68	0,55	0,13	0,30

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,1	0,3	0,9		
Acenaphtalene	0,0	0,3	1,0		
Acenaphthene	0,0	0,3	0,9		
Fluorene	0,1	0,9	3,1		
Phenantrene	1,0	3,2	6,9		
Anthracene	0,1	0,3	0,6		
Fluoranthene	0,5	1,5	2,5		
Pyrene	0,4	1,3	2,0		
Chrysene	0,2	0,5	0,9		
Benzo(a)anthracene	0,4	0,8	1,3		
Benzo(b)fluoranthene	0,4	0,8	1,3		
Benzo(k)fluoranthene	0,1	0,4	0,8		
Benzo(a)pyrene	0,0	0,4	0,8	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,1	0,4	0,9		
Dibenzo(ah)anthracene	0,1	0,4	1,2		
Benzo(ghi)perylene	0,1	0,4	0,7		

Campagne d'hiver

Résultats des mesures - Gare de Longueau - Campagne Hivernale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 26/11/01	Mardi 27/11/01	Mercredi 28/11/01	Jeudi 29/11/01	Vendredi 30/11/01	Samedi 1/12/01	Dimanche 2/12/01	Lundi 3/12/01	Mardi 4/12/01	Mercredi 5/12/01	Jeudi 6/12/01
Naphtalene		1,19	0,19	0,33	0,15	0,15	0,15	0,21	0,32	0,44	
Acenaphtalene		1,87	0,10	0,22	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,23	
Acenaphthene		6,85	1,18	4,83	0,90	0,90	0,90	2,34	0,65	0,60	
Fluorene		2,06	0,69	1,45	0,38	0,38	0,38	0,80	1,11	1,15	
Phenantrene		6,90	5,16	8,08	3,23	3,23	3,23	5,42	4,41	3,19	
Anthracene		0,72	0,36	0,90	0,31	0,31	0,31	0,50	0,35	0,24	
Fluoranthene		2,38	2,27	2,67	1,89	1,89	1,89	1,99	1,27	0,98	
Pyrene		1,97	2,04	2,34	1,52	1,52	1,52	1,69	1,21	0,86	
Chrysene		0,92	0,27	1,30	0,52	0,52	0,52	0,42	0,09	0,03	
Benzo(a)anthracene		1,22	0,51	1,74	0,86	0,86	0,86	0,78	0,24	0,10	
Benzo(b)fluoranthene		1,56	0,42	2,17	1,17	1,17	1,17	0,98	0,29	0,06	
Benzo(k)fluoranthene		0,64	0,18	1,50	0,36	0,36	0,36	0,31	0,05	0,01	
Benzo(a)pyrene		0,93	0,20	1,55	0,47	0,47	0,47	0,37	0,05	0,01	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,98	0,23	1,88	0,43	0,43	0,43	0,52	0,07	0,02	
Dibenzo(ah)anthracene		0,54	0,14	1,58	0,17	0,17	0,17	0,19	0,01	0,00	
Benzo(ghi)perylene		1,03	0,25	1,84	0,49	0,49	0,49	0,60	0,10	0,03	

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,2	0,3	1,2		
Acenaphtalene	0,1	0,3	1,9		
Acenaphthene	0,6	2,1	6,9		
Fluorene	0,4	0,9	2,1		
Phenantrene	3,2	4,8	8,1		
Anthracene	0,2	0,4	0,9		
Fluoranthene	1,0	1,9	2,7		
Pyrene	0,9	1,6	2,3		
Chrysene	0,0	0,5	1,3		
Benzo(a)anthracene	0,1	0,8	1,7		
Benzo(b)fluoranthene	0,1	1,0	2,2		
Benzo(k)fluoranthene	0,0	0,4	1,5		
Benzo(a)pyrene	0,0	0,5	1,6	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,0	0,6	1,9		
Dibenzo(ah)anthracene	0,0	0,3	1,6		
Benzo(ghi)perylene	0,0	0,6	1,8		

Résultats des mesures - EMT de Longueau - Campagne Hivernale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 10/12/01	Mardi 11/12/01	Mercredi 12/12/01	Jeudi 13/12/01	Vendredi 14/12/01	Samedi 15/12/01	Dimanche 16/12/01	Lundi 17/12/01	Mardi 18/12/01	Mercredi 19/12/01	Jeudi 20/12/01
Naphtalene	3,08	0,88		3,18				4,06	13,02	6,47	2,44
Acenaphtalene	2,52	0,56		1,00				3,83	6,03	3,09	1,94
Acenaphthene	14,55	6,43		8,41				15,38	28,27	21,56	12,65
Fluorene	7,03	2,68		4,72				10,57	13,50	8,91	9,89
Phenantrene	24,54	16,27		7,17				33,54	30,74	23,80	20,17
Anthracene	2,60	1,61		0,62				5,50	4,23	2,34	1,87
Fluoranthene	6,67	4,40		1,48				7,05	6,56	4,58	5,41
Pyrene	5,74	3,76		1,16				4,48	4,54	3,93	4,84
Chrysene	4,47	1,22		0,42				1,22	0,99	0,74	1,31
Benzo(a)anthracene	6,91	2,14		0,77				4,43	2,98	2,49	2,73
Benzo(b)fluoranthene	8,60	2,47		0,90				4,21	2,47	2,75	3,36
Benzo(k)fluoranthene	2,62	0,74		0,25				1,34	0,71	1,12	1,11
Benzo(a)pyrene	4,24	0,94		0,35				2,12	1,06	1,51	1,40
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	3,41	1,01		0,34				2,39	0,86	1,65	1,36
Dibenzo(ah)anthracene	0,91	0,21		0,06				0,96	0,21	0,84	0,45
Benzo(ghi)perylene	3,59	1,16		0,38				2,76	1,00	1,84	1,63

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,9	4,7	13,0		
Acenaphtalene	0,6	2,7	6,0		
Acenaphthene	6,4	15,3	28,3		
Fluorene	2,7	8,2	13,5		
Phenantrene	7,2	22,3	33,5		
Anthracene	0,6	2,7	5,5		
Fluoranthene	1,5	5,2	7,1		
Pyrene	1,2	4,1	5,7		
Chrysene	0,4	1,5	4,5		
Benzo(a)anthracene	0,8	3,2	6,9		
Benzo(b)fluoranthene	0,9	3,5	8,6		
Benzo(k)fluoranthene	0,3	1,1	2,6		
Benzo(a)pyrene	0,4	1,7	4,2	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,3	1,6	3,4		
Dibenzo(ah)anthracene	0,1	0,5	1,0		
Benzo(ghi)perylene	0,4	1,8	3,6		

Résultats des mesures - Gare d'Amiens - Campagne hivernale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 4/2/02	Mardi 5/2/02	Mercredi 6/2/02	Jeudi 7/2/02	Vendredi 8/2/02	Samedi 9/2/02	Dimanche 10/2/02	Lundi 11/2/02	Mardi 12/2/02	Mercredi 13/2/02	Jeudi 14/2/02
Naphtalene		0,42	0,75	0,58				0,33	0,52	0,45	1,23
Acenaphtalene		0,29	0,80	0,40				0,17	0,53	0,13	1,48
Acenaphthene		0,66	1,22	1,04				0,66	0,52	0,67	0,84
Fluorene		2,08	3,09	2,74				1,88	1,27	1,83	2,64
Phenantrene		8,98	8,07	11,65				9,04	8,22	8,42	5,03
Anthracene		0,71	0,62	0,94				0,71	0,79	0,62	0,47
Fluoranthene		3,36	1,89	3,33				3,76	4,14	2,94	1,61
Pyrene		3,31	1,80	3,58				3,92	4,33	2,89	1,55
Chrysene		0,27	0,19	0,29				0,31	0,50	0,22	0,59
Benzo(a)anthracene		0,45	0,41	0,56				0,57	0,69	0,51	0,85
Benzo(b)fluoranthene		0,45	0,39	0,49				0,48	0,71	0,60	1,13
Benzo(k)fluoranthene		0,13	0,11	0,21				0,17	0,54	0,17	0,80
Benzo(a)pyrene		0,15	0,15	0,23				0,14	0,40	0,13	0,80
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,13	0,15	0,24				0,18	0,25	0,11	0,52
Dibenzo(ah)anthracene		0,03	0,03	0,16				0,09	0,17	0,03	0,42
Benzo(ghi)perylene		0,17	0,21	0,26				0,18	0,30	0,12	0,52

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,3	0,6	1,2		
Acenaphtalene	0,1	0,5	1,5		
Acenaphthene	0,5	0,8	1,2		
Fluorene	1,3	2,2	3,1		
Phenantrene	5,0	8,5	11,7		
Anthracene	0,5	0,7	0,9		
Fluoranthene	1,6	3,0	4,1		
Pyrene	1,5	3,1	4,3		
Chrysene	0,2	0,3	0,6		
Benzo(a)anthracene	0,4	0,6	0,9		
Benzo(b)fluoranthene	0,4	0,6	1,1		
Benzo(k)fluoranthene	0,1	0,3	0,8		
Benzo(a)pyrene	0,1	0,3	0,8	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,1	0,2	0,5		
Dibenzo(ah)anthracene	0,0	0,1	0,4		
Benzo(ghi)perylene	0,1	0,3	0,5		

Résultats des mesures - EMT d'Amiens - Campagne hivernale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 21/1/02	Mardi 22/1/02	Mercredi 23/1/02	Jeudi 24/1/02	Vendredi 25/1/02	Samedi 26/1/02	Dimanche 27/1/02	Lundi 28/1/02	Mardi 29/1/02	Mercredi 30/1/02	Jeudi 31/1/02
Naphtalene		1,12	0,52	1,00	0,13	0,13	0,13	0,60		0,19	
Acenaphtalene		0,59	0,46	0,82	0,05	0,05	0,05	0,45		0,31	
Acenaphthene		0,57	0,46	0,80	0,12	0,12	0,12	0,40		0,18	
Fluorene		2,94	2,40	2,96	0,50	0,50	0,50	2,51		1,29	
Phenantrene		16,34	24,19	15,52	5,86	5,86	5,86	10,54		13,92	
Anthracene		1,14	1,63	1,19	0,41	0,41	0,41	0,75		0,96	
Fluoranthene		3,42	4,49	3,43	3,52	3,52	3,52	2,33		3,65	
Pyrene		3,90	5,58	3,98	4,01	4,01	4,01	2,64		3,17	
Chrysene		0,22	0,32	0,46	0,16	0,16	0,16	0,17		0,41	
Benzo(a)anthracene		0,48	0,69	0,76	0,39	0,39	0,39	0,19		0,79	
Benzo(b)fluoranthene		0,36	0,49	0,67	0,18	0,18	0,18	0,28		0,72	
Benzo(k)fluoranthene		0,11	0,14	0,20	0,05	0,05	0,05	0,10		0,20	
Benzo(a)pyrene		0,11	0,14	0,30	0,02	0,02	0,02	0,12		0,21	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,14	0,17	0,22	0,04	0,04	0,04	0,14		0,26	
Dibenzo(ah)anthracene		0,03	0,04	0,05	0,01	0,01	0,01	0,07		0,06	
Benzo(ghi)perylene		0,18	0,20	0,28	0,04	0,04	0,04	0,17		0,30	

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,1	0,5	1,1		
Acenaphtalene	0,1	0,3	0,8		
Acenaphthene	0,1	0,3	0,8		
Fluorene	0,5	1,7	3,0		
Phenantrene	5,9	12,3	24,2		
Anthracene	0,4	0,9	1,6		
Fluoranthene	2,3	3,5	4,5		
Pyrene	2,6	3,9	5,6		
Chrysene	0,2	0,3	0,5		
Benzo(a)anthracene	0,2	0,5	0,8		
Benzo(b)fluoranthene	0,2	0,4	0,7		
Benzo(k)fluoranthene	0,0	0,1	0,2		
Benzo(a)pyrene	0,0	0,1	0,3	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,0	0,1	0,3		
Dibenzo(ah)anthracene	0,0	0,0	0,1		
Benzo(ghi)perylene	0,0	0,2	0,3		

Résultats des mesures - Ecole Jules Verne - Campagne hivernale - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 18/2/02	Mardi 19/2/02	Mercredi 20/2/02	Jeudi 21/2/02	Vendredi 22/2/02	Samedi 23/2/02	Dimanche 24/2/02	Lundi 25/2/02	Mardi 26/2/02	Mercredi 27/2/02	Jeudi 28/2/02
Naphtalene	0,19	0,14	0,17	0,13	0,05	0,05	0,05	0,16	0,48	0,18	0,60
Acenaphtalene	0,07	0,02	0,11	0,14	0,02	0,02	0,02	0,11	0,29	0,38	0,15
Acenaphthene	0,25	0,07	0,12	0,16	0,04	0,04	0,04	0,09	0,13	0,09	0,70
Fluorene	1,03	0,27	0,47	0,69	0,14	0,14	0,14	0,42	0,56	0,36	0,85
Phenantrene	3,78	1,52	1,92	4,21	1,40	1,40	1,40	3,21	2,67	2,47	1,67
Anthracene	0,22	0,11	0,17	0,33	0,10	0,10	0,10	0,26	0,23	0,27	0,15
Fluoranthene	1,22	0,69	0,72	1,45	0,84	0,84	0,84	1,16	0,93	0,82	0,62
Pyrene	1,28	0,65	1,06	1,76	1,24	1,24	1,24	1,66	1,61	0,71	0,50
Chrysene	0,12	0,06	0,22	0,15	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,12	0,12
Benzo(a)anthracene	0,27	0,14	0,26	0,32	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,19	0,18
Benzo(b)fluoranthene	0,32	0,10	0,30	0,35	0,14	0,14	0,14	0,11	0,12	0,19	0,21
Benzo(k)fluoranthene	0,12	0,04	0,24	0,12	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,07	0,08
Benzo(a)pyrene	0,12	0,04	0,25	0,14	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,09	0,10
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,10	0,04	0,25	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,09
Dibenzo(ah)anthracene	0,06	0,02	0,24	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03
Benzo(ghi)perylene	0,12	0,05	0,24	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	0,09

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,1	0,2	0,6		
Acenaphtalene	0,0	0,1	0,4		
Acenaphthene	0,0	0,2	0,7		
Fluorene	0,1	0,5	1,0		
Phenantrene	1,4	2,3	4,2		
Anthracene	0,1	0,2	0,3		
Fluoranthene	0,6	0,9	1,4		
Pyrene	0,5	1,2	1,8		
Chrysene	0,1	0,1	0,2		
Benzo(a)anthracene	0,1	0,2	0,3		
Benzo(b)fluoranthene	0,1	0,2	0,3		
Benzo(k)fluoranthene	0,0	0,1	0,2		
Benzo(a)pyrene	0,0	0,1	0,2	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,0	0,1	0,2		
Dibenzo(ah)anthracene	0,0	0,0	0,2		
Benzo(ghi)perylene	0,0	0,1	0,2		

Sites de référence

Résultats des mesures - Site en zone rurale : Sains en Amienois - Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 11/3/02	Mardi 12/3/02	Mercredi 13/3/02	Jeudi 14/3/02	Vendredi 15/3/02	Samedi 16/3/02	Dimanche 17/3/02	Lundi 18/3/02	Mardi 19/3/02	Mercredi 20/3/02	Jeudi 21/3/02
Naphtalene	0.57		0.29	0.18	0.13	0.13	0.13		0.30	1.89	0.22
Acenaphtalene	0.08		0.04	0.08	0.03	0.03	0.03		0.15	0.69	0.09
Acenaphthene	0.17		0.13	0.05	0.05	0.05	0.05		0.13	0.68	0.07
Fluorene	1.50		0.58	0.38	0.32	0.32	0.32		0.42	2.02	0.40
Phenantrene	11.96		5.73	7.56	1.87	1.87	1.87		5.00	5.49	3.36
Anthracene	1.23		0.22	0.57	0.06	0.06	0.06		0.61	0.58	0.24
Fluoranthene	9.24		2.32	6.31	0.67	0.67	0.67		3.32	2.23	1.23
Pyrene	6.94		1.33	4.24	0.41	0.41	0.41		2.64	1.74	0.87
Chrysene	3.46		0.26	0.76	0.11	0.11	0.11		0.39	0.75	0.12
Benzo(a)anthracene	4.58		0.61	1.67	0.21	0.21	0.21		1.89	0.97	0.26
Benzo(b)fluoranthene	4.49		0.58	1.82	0.20	0.20	0.20		1.78	1.24	0.24
Benzo(k)fluoranthene	1.33		0.17	0.54	0.07	0.07	0.07		1.12	0.73	0.08
Benzo(a)pyrene	2.05		0.18	0.57	0.09	0.09	0.09		0.99	0.84	0.09
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1.78		0.23	0.80	0.12	0.12	0.12		0.97	0.77	0.11
Dibenzo(ah)anthracene	0.63		0.06	0.27	0.05	0.05	0.05		0.89	0.55	0.04
Benzo(ghi)perylene	1.75		0.23	0.78	0.11	0.11	0.11		0.95	0.84	0.13

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,1	0,4	1,9		
Acenaphtalene	0,0	0,1	0,7		
Acenaphthene	0,1	0,2	0,7		
Fluorene	0,3	0,7	2,0		
Phenantrene	1,9	5,0	12,0		
Anthracene	0,1	0,4	1,2		
Fluoranthene	0,7	3,0	9,2		
Pyrene	0,4	2,1	6,9		
Chrysene	0,1	0,7	3,5		
Benzo(a)anthracene	0,2	1,2	4,6		
Benzo(b)fluoranthene	0,2	1,2	4,5		
Benzo(k)fluoranthene	0,1	0,5	1,3		
Benzo(a)pyrene	0,1	0,6	2,0	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,1	0,6	1,8		
Dibenzo(ah)anthracene	0,0	0,3	0,9		
Benzo(ghi)perylene	0,1	0,6	1,8		

Résultats des mesures - Site en proximité automobile : Ecole André Bernard rue Saint Fus cien
Concentration dans l'air en ng/m³

	Lundi 22/4/02	Mardi 23/4/02	Mercredi 24/4/02	Jeudi 25/4/02	Vendredi 26/4/02	Samedi 27/4/02	Dimanche 28/4/02	Lundi 29/4/02	Mardi 30/4/02	Mercredi 1/5/02	Jeudi 2/5/02
Naphtalene		1,38			0,30	0,30	0,30	2,90			
Acenaphtalene		1,07			0,18	0,18	0,18	1,74			
Acenaphthene		1,69			0,21	0,21	0,21	1,61			
Fluorene		3,40			0,71	0,71	0,71	4,24			
Phenantrene		18,06			6,70	6,70	6,70	9,87			
Anthracene		1,56			0,64	0,64	0,64	1,21			
Fluoranthene		3,21			2,56	2,56	2,56	2,07			
Pyrene		3,07			3,04	3,04	3,04	2,71			
Chrysene		0,53			0,00	0,00	0,00	0,45			
Benzo(a)anthracene		0,73			0,61	0,61	0,61	0,63			
Benzo(b)fluoranthene		0,79			0,75	0,75	0,75	0,75			
Benzo(k)fluoranthene		0,69			0,65	0,65	0,65	0,63			
Benzo(a)pyrene		0,61			0,67	0,67	0,67	0,72			
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		0,74			0,85	0,85	0,85	0,73			
Dibenzo(ah)anthracene		0,65			0,84	0,84	0,84	0,63			
Benzo(ghi)perylene		0,79			0,84	0,84	0,84	0,89			

	Minimum	Moyenne	Maximum	Valeur Limite	Objectif qualité de l'air
Naphtalene	0,3	1,0	2,9		
Acenaphtalene	0,2	0,7	1,7		
Acenaphthene	0,2	0,8	1,7		
Fluorene	0,7	2,0	4,2		
Phenantrene	6,7	9,6	18,1		
Anthracene	0,6	0,9	1,6		
Fluoranthene	2,1	2,6	3,2		
Pyrene	2,7	3,0	3,1		
Chrysene	0,0	0,2	0,5		
Benzo(a)anthracene	0,6	0,6	0,7		
Benzo(b)fluoranthene	0,7	0,8	0,8		
Benzo(k)fluoranthene	0,6	0,7	0,7		
Benzo(a)pyrene	0,6	0,7	0,7	0,7	0,1
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,7	0,8	0,8		
Dibenzo(ah)anthracene	0,6	0,8	0,8		
Benzo(ghi)perylene	0,8	0,8	0,9		