

Juillet-Août 2002

**Campagne de mesures de la qualité de
l'air dans les parcs naturels régionaux de
la Champagne-Ardenne :**

*Parc naturel régional de la Forêt d'Orient
Parc naturel régional de la Montagne de Reims*



ATMO Champagne Ardenne - 2, esplanade Roland Garros
BP 236 - 51686 REIMS cedex 2



Remerciements

Nous tenons à remercier Mr Tournebize, directeur adjoint de l'Environnement du Parc naturel de la Forêt d'Orient, et Mme Gaunet, directrice du Parc naturel de la Montagne de Reims, de leur accueil ainsi que de leur disponibilité qui ont permis le bon déroulement des campagnes de mesures.

SOMMAIRE

<u>I. INTRODUCTION</u>	<u>1</u>
<u>II. PRESENTATION DES POLLUANTS ETUDIES</u>	<u>2</u>
II.1. OZONE – O ₃	2
II.1.A SOURCE.....	2
II.1.B EFFETS.....	2
II.2. OXYDES D’AZOTE - NOX	2
II.2.A SOURCE.....	2
II.2.B EFFETS.....	2
II.3. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS - COV.....	3
II.3.A SOURCE.....	3
II.3.B EFFETS.....	3
<u>III. TECHNIQUES DE MESURE UTILISEES.....</u>	<u>3</u>
III.1. MESURES EN CONTINU PAR ANALYSEURS AUTOMATIQUES	3
III.2. MESURES PAR ECHANTILLONNAGE PASSIF	3
<u>IV. PRESENTATION DES SITES.....</u>	<u>4</u>
<u>V. CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....</u>	<u>7</u>
V.1. TEMPERATURE.....	7
V.2. VENT.....	7
V.3. PLUVIOMETRIE	8
<u>VI. BILAN DES MESURES EFFECTUEES DANS LE PARC NATUREL REGIONAL DE LA FORET D’ORIENT A L’AIDE DU CAMION-LABORATOIRE ..</u>	<u>8</u>
VI.1. MOYENNES OBSERVEES SUR LES ANALYSEURS DES STATIONS AUBOISES.....	8
VI.2. MOYENNES JOURNALIERES.....	9
VI.3. MAXIMA HORAIRES	9
VI.4. REGLEMENTATION DE L’OZONE	12
VI.5. COMPARAISON AVEC LE RESEAU TROYEN.....	12
<u>VII. RESULTATS DES ECHANTILLONNEURS PASSIFS.....</u>	<u>14</u>
<u>VIII. CONCLUSION</u>	<u>15</u>

ANNEXES

I. INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans l'une des orientations préconisées par le Plan Régional de Qualité de l'Air en Champagne Ardenne. En effet, les mesures de la qualité de l'air dans les parcs naturels régionaux permettent d'améliorer la connaissance de la qualité de l'air sur la région, et notamment de caractériser les teneurs d'ozone en milieu rural sous influence, ou à proximité, de grandes agglomérations.

Deux campagnes ont été organisées simultanément dans les parcs naturels régionaux de la Forêt d'Orient (Aube) et de la Montagne de Reims durant les mois de juillet et août 2002. Les mesures d'ozone et d'oxydes d'azote ont été réalisées à partir du camion-laboratoire et d'une cabine de mesure, acquise quelques jours avant le début de la campagne. L'emploi d'échantillonneurs passifs a permis d'évaluer les teneurs en composés organiques volatils (benzène, toluène...).

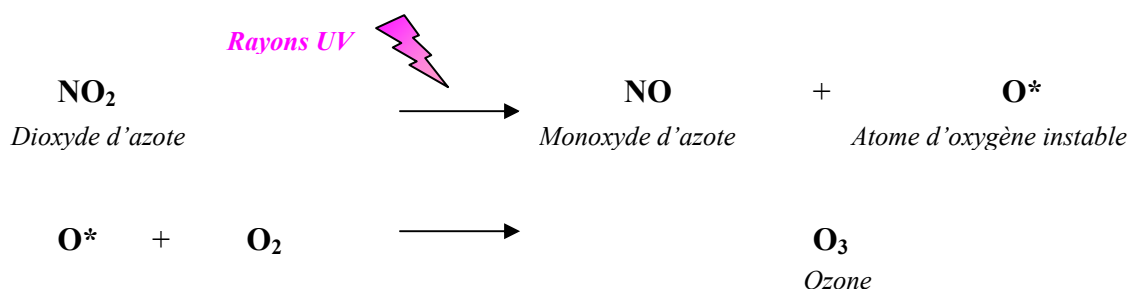
Une pollution liée à l'environnement intérieur de la cabine de mesure ne nous a pas permis d'exploiter les résultats d'ozone et d'oxydes d'azote du parc naturel de la Montagne de Reims. En effet, des émanations de produits non encore identifiés, provenant de la tête de prélèvement des gaz, ont altéré les mesures réalisées par les différents analyseurs de la cabine. Ce rapport ne prend donc en compte que les mesures réalisées dans le parc naturel régional de la Forêt d'Orient.

II. PRESENTATION DES POLLUANTS ETUDIES

II.1. Ozone – O₃

II.1.a Source

L'ozone présent naturellement dans l'atmosphère est également un polluant appelé « secondaire », car il n'est pas émis directement dans l'atmosphère comme les polluants primaires (hydrocarbures, NO_x et SO₂..). En présence de dioxyde d'azote, sous l'action de rayons solaires, l'ozone est formé selon la réaction suivante :



II.1.b Effets

L'ozone, gaz très réactif et instable, est de ce fait irritant et agressif pour l'être humain (irritations des membranes et des muqueuses des yeux, du nez et du larynx) et les végétaux. Lors d'activités physiques de plein air, en présence d'ozone les symptômes sont plus prononcés et plus fréquents.

L'impact de la pollution par l'ozone sur la végétation peut être visible : ce sont par exemples de petites taches nécrotiques sur la face supérieure des feuilles. L'ozone réduit l'activité photosynthétique.

L'ozone, par son caractère très oxydant, est également susceptible d'avoir des effets nocifs sur les matériaux. (corrosion, noircissement...)

II.2. Oxydes d'azote - NO_x

II.2.a Source

Ce terme NO_x désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont issus de l'oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles. Le monoxyde d'azote est rapidement oxydé en dioxyde d'azote.

II.2.b Effets

Le dioxyde d'azote intervient activement dans le processus de formation de l'ozone dans la basse atmosphère.

Le dioxyde d'azote entraîne une altération de la fonction respiratoire et une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques. Les oxydes d'azote contribuent également au phénomène du dépérissement forestier dit « pluies acides ».

II.3. Composés Organiques Volatils - COV

II.3.a Source

Le terme Composés Organiques Volatils regroupe un grand nombre de molécules : les Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les aldéhydes, les cétones...

Les composés organiques volatils proviennent des sources mobiles et des procédés industriels. La nature libère une quantité non négligeable de COV, notamment les terpènes et isoprènes issus des forêts, qui en présence d'oxydes d'azote en provenance des villes, peuvent former de l'ozone.

II.3.b Effets

Ils interviennent en tant que précurseurs dans le phénomène de la pollution photo-oxydante (formation d'ozone) en réagissant notamment avec les oxydes d'azote.

Chez l'homme, les effets sont très variables selon la nature du polluant. Ils vont d'une certaine gêne olfactive à des effets mutagènes et cancérigènes (cas du benzène), en passant par des irritations diverses et une diminution de la capacité respiratoire.

III. TECHNIQUES DE MESURE UTILISEES

III.1. Mesures en continu par analyseurs automatiques

Pour établir un bilan initial et estimer l'importance des dépassements de valeurs réglementaires, il est indispensable de disposer de données précises déclinées de manière horaire. Dans le cas de campagnes ponctuelles, ATMO Champagne Ardenne possède depuis 1998 un camion-laboratoire comportant les analyseurs d'oxydes d'azote, d'ozone, de poussières fines, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone. L'association a également acquis, récemment, une cabine de mesure pouvant être équipée des mêmes analyseurs que le camion.

Pour cette étude, seuls les oxydes d'azote et l'ozone seront pris en compte.

III.2. Mesures par échantillonnage passif

La mesure des COV a été réalisée à l'aide de cette méthode.

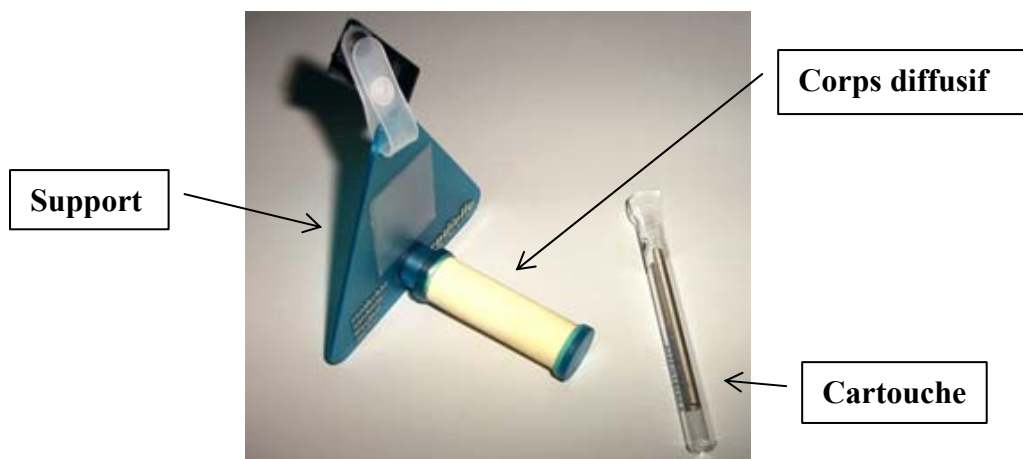
L'échantillonneur se présente sous la forme d'une cartouche de carbone graphitisé (*Carbograph 4*) que l'on insère dans un corps diffusif cylindrique microporeux en polyéthylène jaune.

La cartouche de Carbograph 4 a la propriété d'adsorber les composés organiques volatils.

Après exposition à l'air ambiant, pendant 7 jours dans notre étude, les cartouches ont été acheminées au laboratoire d'analyse par envoi rapide.

La désorption des composés accumulés sur la cartouche est réalisée thermiquement. Les différents composés sont séparés, puis analysés par chromatographie en phase gazeuse.

Matériel :



IV. PRESENTATION DES SITES

La recherche des sites appropriés s'est réalisée avec l'aide du personnel des parcs naturels régionaux.

Le site choisi au niveau du parc naturel régional de la Forêt d'Orient se situe au cœur du parc, au Centre d'Etudes et de Pédagogie de l'Environnement (CEPE), sur la route départementale reliant Vendevre-sur-Barse à Piney (**figure 1**).

En ce qui concerne, le site du parc naturel régional de la Montagne de Reims, notre choix s'est porté vers le domaine de Commétreuil, à l'écart du trafic routier (**figure 2**).

Camion laboratoire au CEPE



Cabine au domaine de Commétreuil

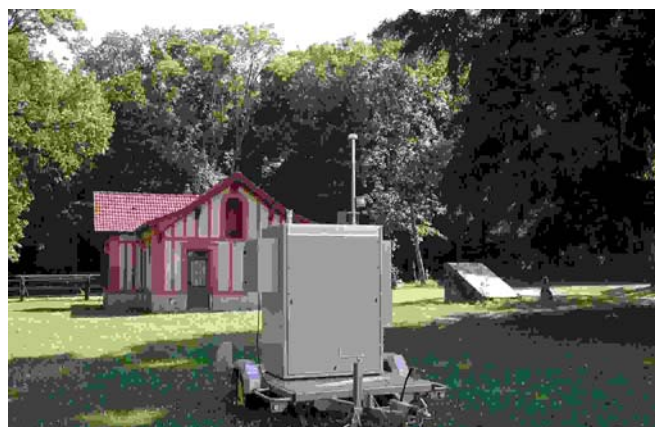


Figure 1 : SITUATION DU CAMION-LABORATOIRE AU PARC NATUREL REGIONAL DE LA FORÊT D'ORIENT

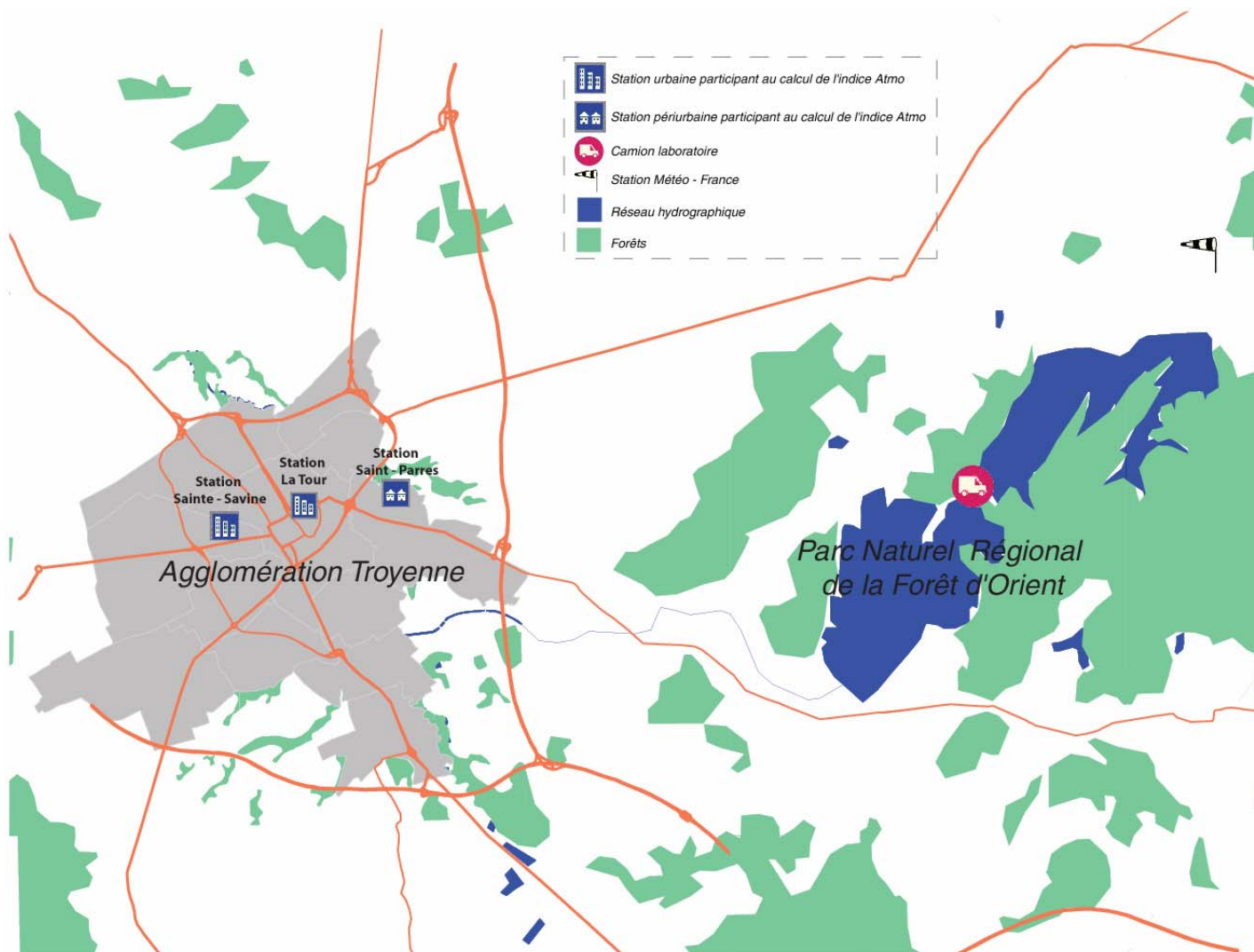
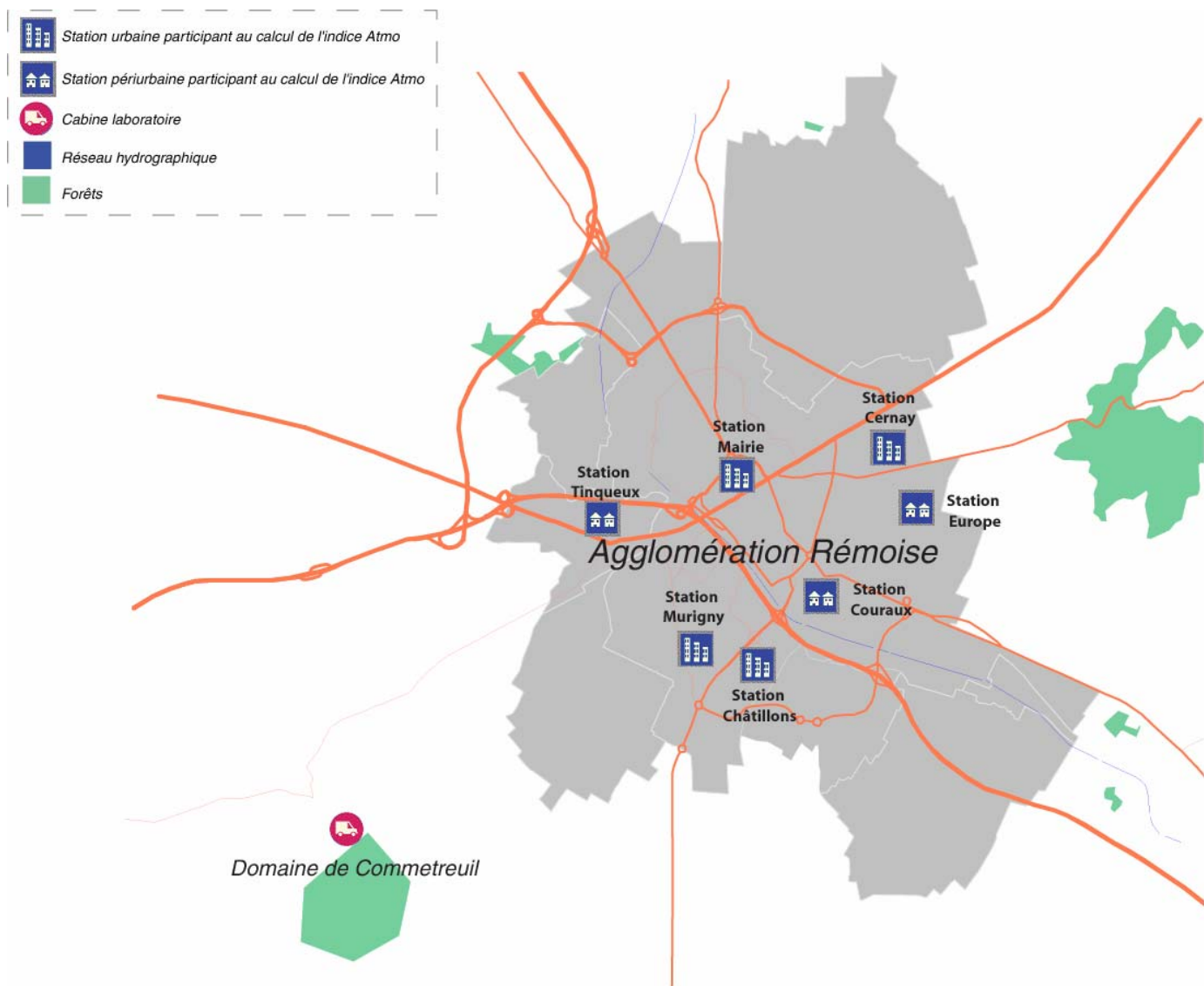


Figure 2 : SITUATION DE LA CABINE LABORATOIRE AU PARC NATUREL REGIONAL DE LA MONTAGNE DE REIMS

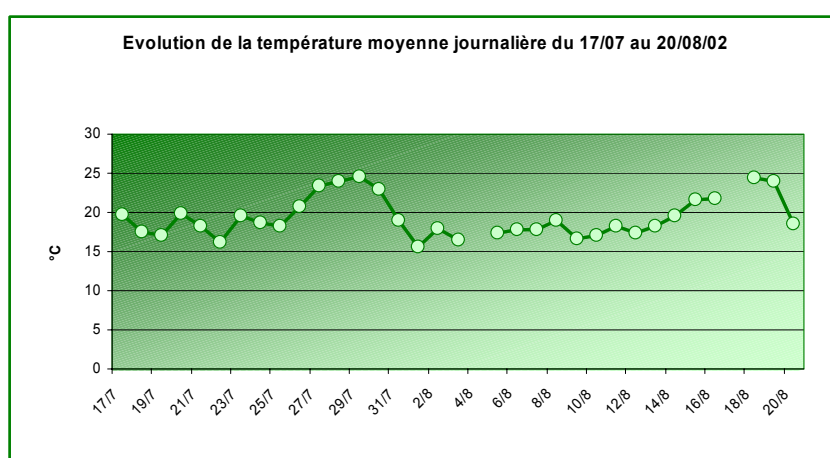


V. Conditions météorologiques

Seules les données météorologiques de l'Aube sont exploitées compte tenu de l'absence de résultats valides obtenus avec la cabine-laboratoire installée dans le parc naturel régional de la Montagne de Reims.

Les données météorologiques proviennent de la station Météo-France située à Mathaux.

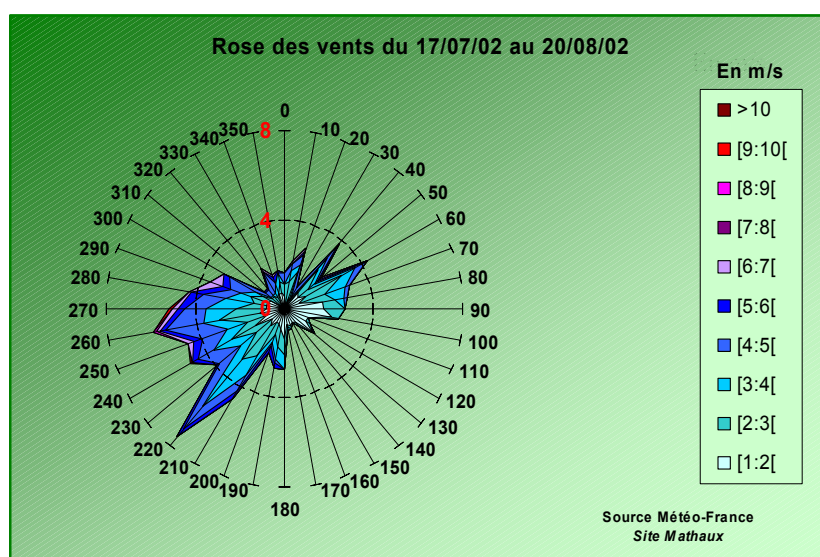
V.1. Température



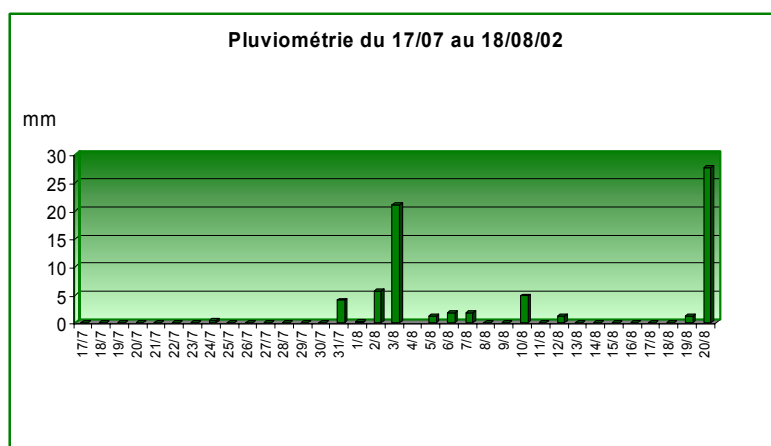
T° max : 34 °C le 18/08 à 16h
Des températures supérieures à 30°C ont été enregistrées du 27 au 30/07 et du 15 au 19/08.

V.2. Vent

Les vents dominants sont de secteurs sud-ouest-ouest.



V.3. Pluviométrie



La pluie était principalement due à des épisodes orageux.
Hauteur max : 28 mm le 20/08

VI. Bilan des mesures effectuées dans le parc naturel régional de la Forêt d'Orient à l'aide du camion-laboratoire

VI.1. Moyennes observées sur les analyseurs des stations auboises

Le tableau (a) ci-dessous donne les moyennes pour chacun des polluants mesurés par le camion-laboratoire et par les stations de l'agglomération troyenne pour la durée de la campagne.

Tableau (a) : Moyennes durant la campagne

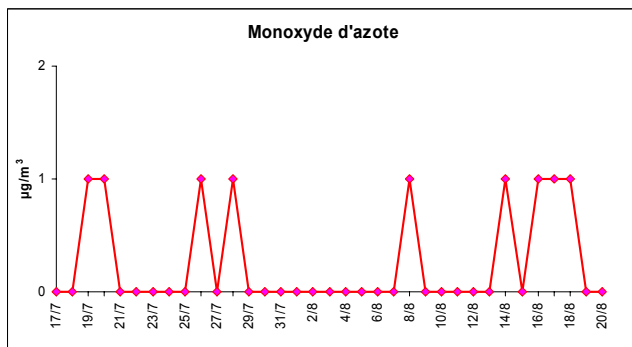
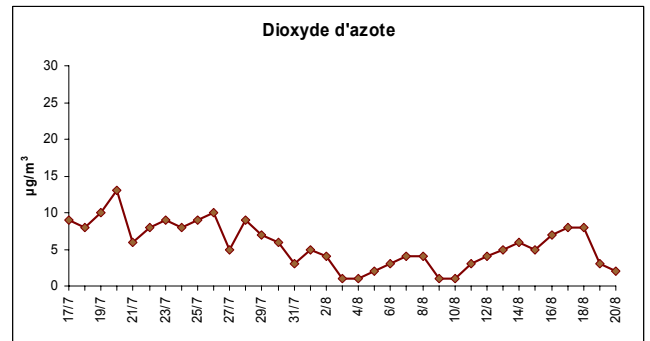
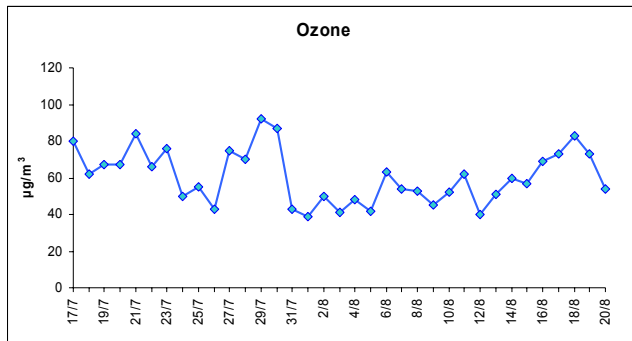
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Camion-laboratoire	La Tour	Ste-Savine	St-Parres
Ozone	61	64	66	66
Dioxyde d'azote	6	15	9	-
Monoxyde d'azote	0	3	7	-

Les concentrations des polluants mesurées au niveau du parc sont inférieures à celles des stations fixes de l'agglomération troyenne.

Le site rural est moins influencé par le trafic routier, compte tenu des faibles valeurs d'oxydes d'azote.

VI.2. Moyennes journalières

Les graphiques ci-dessous représentent les moyennes journalières des polluants mesurés à l'aide du camion-laboratoire, au cours de l'étude.



Les concentrations moyennes en ozone sont variables au cours de la campagne. Elles peuvent être élevées (>60 µg/m³), ou a contrario atteindre des niveaux plus faibles de l'ordre de 40 µg/m³.

Il en est de même pour le dioxyde d'azote.

Le monoxyde d'azote reste très faible tout au long de la campagne.

L'influence de la météorologie, notamment la pluviométrie et la température moyenne, sur les teneurs des polluants est mise en évidence. En effet, des concentrations plus faibles en ozone et dioxyde d'azote sont constatées entre le 31/08 et le 12/08, correspondant au passage d'une dépression accompagnée de pluies et de températures fraîches.

VI.3. Maxima horaires

Les valeurs maximales horaires des polluants enregistrées par le camion et les stations fixes de l'agglomération troyenne au cours de la campagne figurent dans le tableau (b) ci-dessous.

STOP : les heures sont en TU (temps universel), il faut donc rajouter 2h pour avoir l'heure légale.

Tableau (b) : Valeurs maximales horaires

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Camion	La Tour	Ste-Savine	St-Parres
Ozone	171 le 30/07 à 12h	157 le 30/07 à 12h	167 le 30/07 à 12h	165 le 30/07 à 12h
Dioxyde d'azote	61 le 28/07 à 19h et le 17/08 à 19h	62 le 17/08 à 22h	56 le 26/07 à 22h	-
Monoxyde d'azote	19 le 18/08 à 18h	59 le 08/08 à 7h	60 le 08/08 à 6h	-

Les mesures effectuées par le camion-laboratoire mettent bien en évidence que les épisodes de pollution liés à l'ozone touchent également les zones rurales (le site rural présente la valeur la plus élevée de la période de mesures).

Les maxima en dioxyde d'azote mesurés par le camion-laboratoire sont très proches de ceux de la zone urbaine. Ils sont relevés soit des vendredis soirs, samedis soirs ou même des dimanches, contrairement à la zone urbaine où les maxima ont lieu en semaine.

Ce site est donc influencé par le trafic routier engendré par les vacanciers, les citadins, les week-ends....

Il s'agit en outre d'une pollution diffuse compte tenu des faibles teneurs en monoxyde d'azote.

① 30 juillet 2002 : concentrations importantes d'ozone dans la région

Sur le graphique suivant, sont représentées les concentrations d'ozone mesurées le 30 juillet 2002, par les 3 stations de l'agglomération de Troyes (valeur moyenne) ainsi que par le camion-laboratoire.

Durant cette journée, une différence du comportement de l'ozone entre la zone urbaine et le site rural (camion-laboratoire) est mise en évidence. Les teneurs mesurées par le camion-laboratoire sont plus élevées (de 11h15 à 15h30 TU) qu'en zone urbaine, et le maximum horaire est décalé d'une heure par rapport aux maxima horaires des stations. Cette courbe confirme que le site rural choisi était sous le vent de l'agglomération.

En effet, le dioxyde d'azote et les Composés Organiques Volatils produits en zone urbaine ont permis la formation progressive d'ozone au cours du transport de la masse d'air jusqu'en zone rurale.

La figure 3 illustre le fait que l'ozone n'est pas un polluant se limitant aux grandes agglomérations, mais au contraire, a la particularité de voyager et de se trouver à de fortes concentrations à des dizaines, voire des centaines de kilomètres des émissions de ses précurseurs.

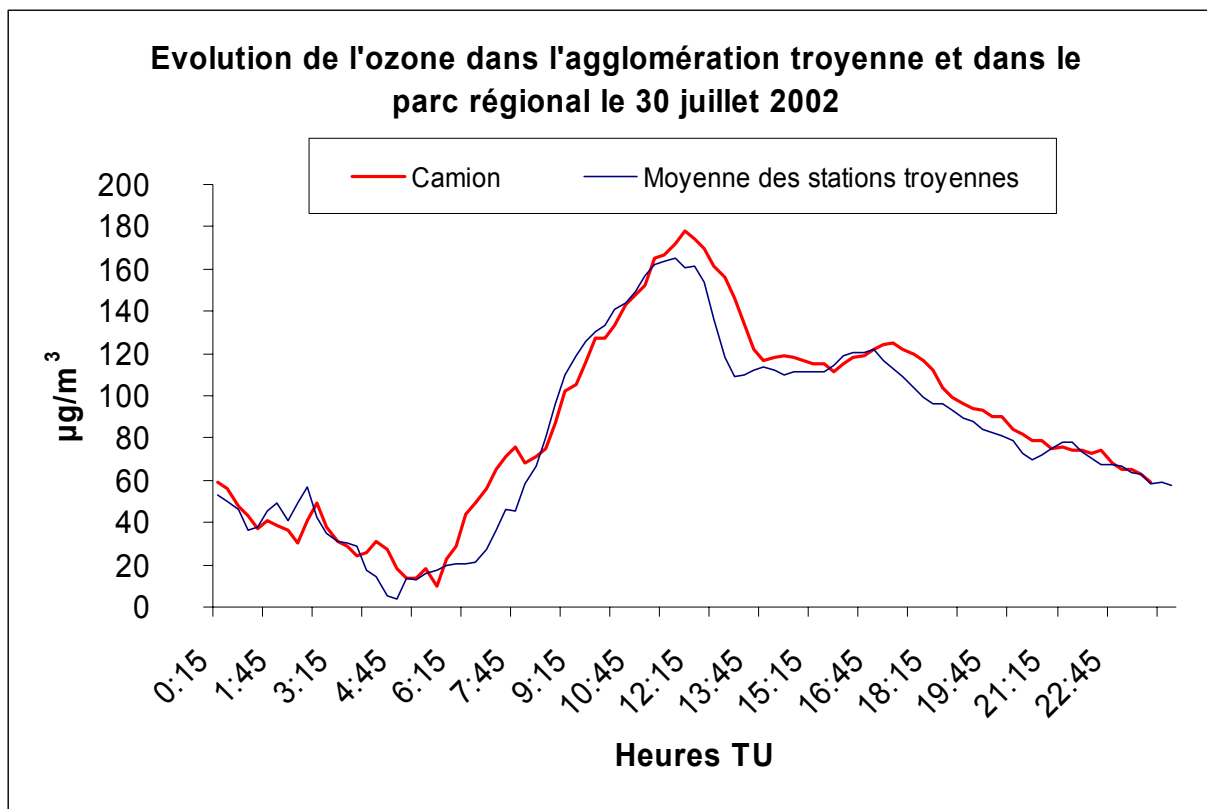
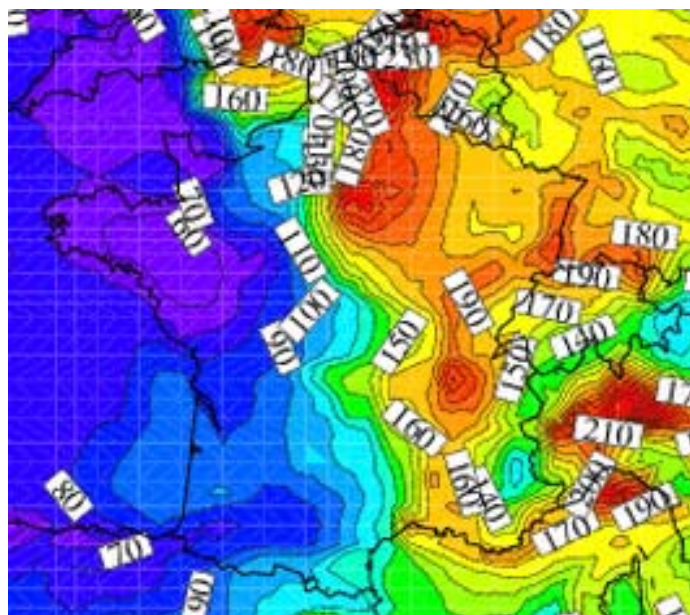


Figure 3 : Prédiction expérimentale de l'ozone en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 30 juillet 2002



Source : Ecole Polytechnique
Laboratoire de Météorologie Dynamique

VI.4. Réglementation de l'ozone

Le tableau (c) ci-dessous compare les mesures d'ozone enregistrées par le camion laboratoire et celles des stations fixes troyennes aux normes issues du décret n°2002-213 du 15 février 2002.

Tableau (c) : Dépassements de la réglementation

		Camion	La Tour	Ste-Savine	St-Parres
Protection de la santé humaine	110 µg/m³ sur 8h	12	9	13	13
	Nb d'heures à 110 µg/m³	96	72	104	104
	180 µg/m³ sur 1h	0	0	0	0
Protection de la végétation	65 µg/m³ sur 24h	14	15	20	20

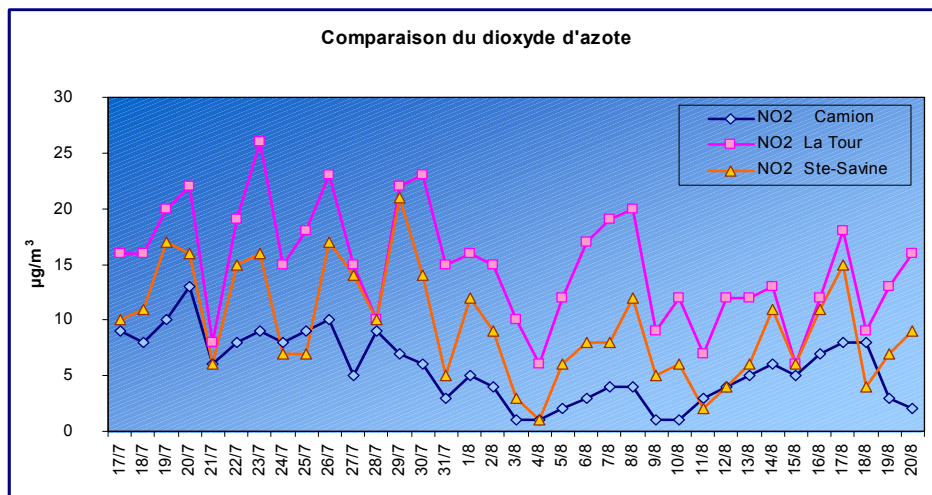
La valeur de 110 µg/m³ sur 8h a été dépassée à de nombreuses reprises sur l'ensemble des capteurs. Il n'y a pas de différences significatives du nombre de dépassements entre le site rural et les stations de l'agglomération troyenne. Les effets chroniques liés à l'ozone (effet à long terme) sur la santé des citoyens s'ajoutent à ceux engendrés par les polluants primaires, caractéristiques d'une zone urbaine.

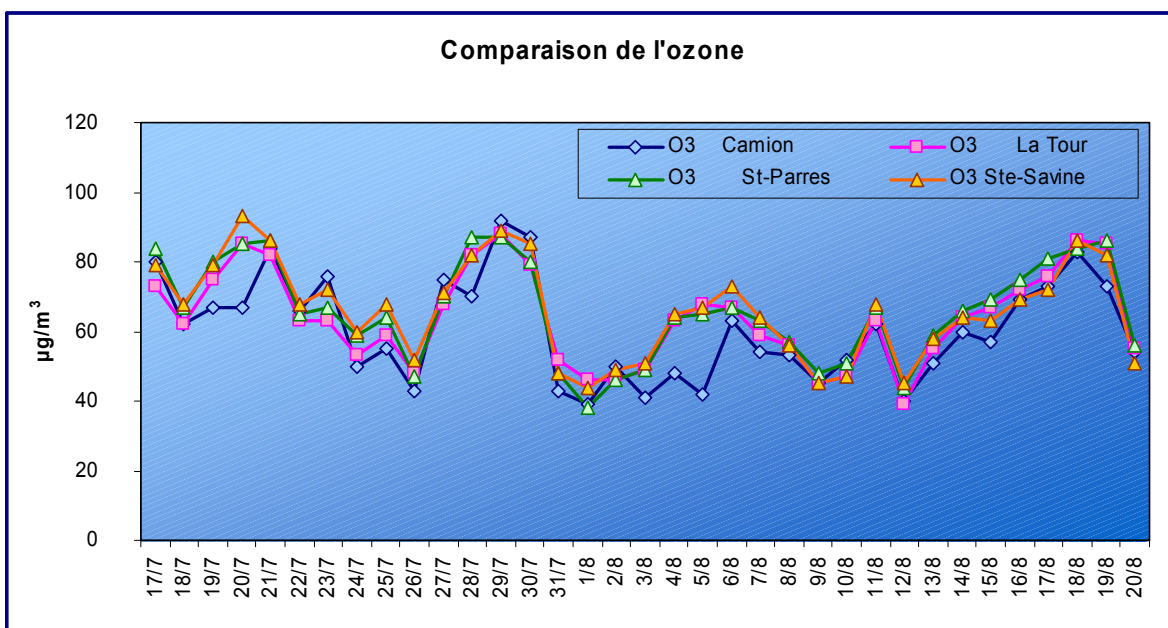
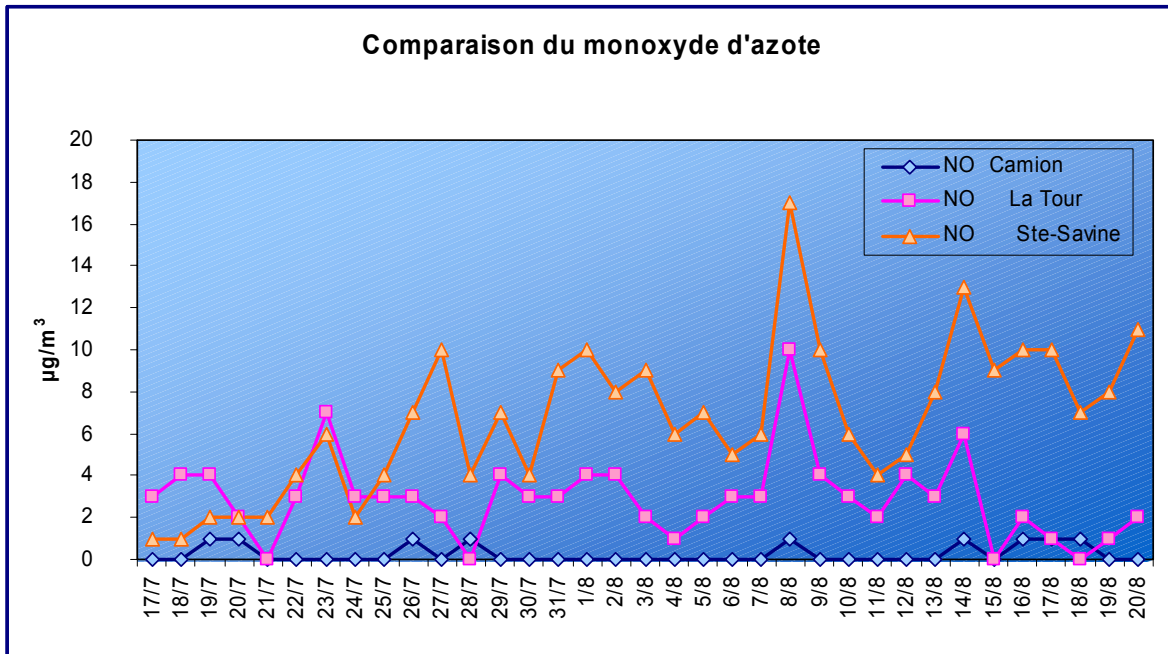
La valeur de 180 µg/m³ a été approchée de très près au niveau du parc. Elle correspond en outre au seuil d'information et de recommandation fixée dans la directive européenne du 12 février 2002 relative à l'ozone. Ce niveau a été repris dans l'arrêté préfectoral n°99-2666 A de l'agglomération troyenne établissant la procédure d'information du public en cas de pic de pollution.

La valeur de 65 µg/m³ a été dépassée plus souvent au niveau des stations Ste-Savine et St-Parres.

VI.5. Comparaison avec le réseau troyen

Les graphiques suivants comparent les teneurs des différents polluants mesurés par le camion à celles des stations de l'agglomération troyenne.





Le monoxyde d'azote est plus élevé en zone urbaine qu'en milieu rural. La différence est moins prononcée pour le dioxyde d'azote, où certains jours les teneurs journalières mesurées dans le parc sont équivalentes, voire plus élevées (week-end). Pour l'ozone, les moyennes journalières sont relativement homogènes sur l'ensemble des sites. Sans la présence de monoxyde d'azote à certaines heures, qui agit comme un puits d'ozone, les concentrations auraient pu être plus élevées.

VII. Résultats des échantillonneurs passifs

Les composés organiques volatils recherchés figurent dans le tableau (d) ci-dessous :

Tableau (d) : Liste des COV mesurés

Ethane	n- Pentane	Benzène
Ethylène	i- Pentane	Toluène
Acétylène	1- Pentène	Ethylbenzène
Propane	2- Pentène	mp - Xylène
Propène	Isoprène	o - Xylène
n- Butane	n- Hexane	1.2.4 Triméthylbenzène
i- Butane	i- Héxène	1.2.3 Triméthylbenzène
1-Butène	n- Heptane	1.3.5 Triméthylbenzène
trans-2-Butène	n- Octane	
cis-2-Butène	i- Octane	
1.3-Butadiène		

Le tableau (e) compare les teneurs des COV observées à Reims par 2 méthodes de mesures différentes (canister¹ et échantillonneurs passifs) à celles observées dans les 2 parcs durant la campagne de mesures.

Tableau (e) : Comparaison des teneurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des COV

Composés	Reims			Rural
	Canister 12-août	Canister 16-août	Echantillonneurs passifs	Moyenne des 2 parcs
Ethane	1.5	1.5		<0.1
Ethylène	1.7	2.2		<0.1
Propane	0.8	0.7		<0.1
Propène	0.8	1.1		<0.1
n- Hexane	0.5	0.4		0.2
Benzène	0.7	0.5	0.7	0.5
n- Heptane	0.3	0.2		0.3
Toluène	4.1	1.7	4.5	0.5
Octane	0.5	0.5		0.6
Ethylbenzène	0.7	0.3	0.7	0.1
mp - Xylène	2.3	0.8	2.4	0.2
o - Xylène	0.7	0.3	0.8	<0.1
1.3.5 Triméthylbenzène	0.2	0.1		<0.1
1.2.4 Triméthylbenzène	0.5	0.2		<0.1
1.2.3 Triméthylbenzène	0.2	0.1		<0.1

¹ Canister : bonbonne sous vide dans laquelle l'échantillon est introduit par aspiration naturelle

f Pour cette période de mesure, les teneurs en benzène mesurées dans les 2 parcs semblent être proches de celles relevées en zone urbaine. Par contre, les autres hydrocarbures sont à des teneurs nettement plus faibles.

VIII. CONCLUSION

Cette campagne a permis d'évaluer la qualité de l'air, notamment les teneurs en ozone, polluant majoritaire en été, dans une zone rurale, influencée certains jours par le trafic routier local.

Le parc naturel régional de la Forêt d'Orient étant sous les vents de l'agglomération troyenne, une influence de celle-ci sur les variations des concentrations d'ozone mesurées par le camion-laboratoire est mise en évidence.

Le trafic routier, important le week-end, engendré par les vacanciers et les citadins à la recherche d'air pur est loin d'être négligeable, puisque les valeurs maximales en dioxyde d'azote peuvent être supérieures à celles mesurées dans l'agglomération troyenne.

Une nouvelle campagne sera mise en place l'été prochain dans le parc naturel régional de la forêt d'Orient dans un site moins influencé par le trafic local.

La campagne de mesure dans le parc naturel régional de la Montagne de Reims sera également reconduite l'été prochain sur le même site (domaine de Commétreuil), une fois les problèmes résolus.

ANNEXES

Données du camion-laboratoire