

suivi de la qualité de l'air à Nantes

NOx et NO2 - novembre 2017

contexte général

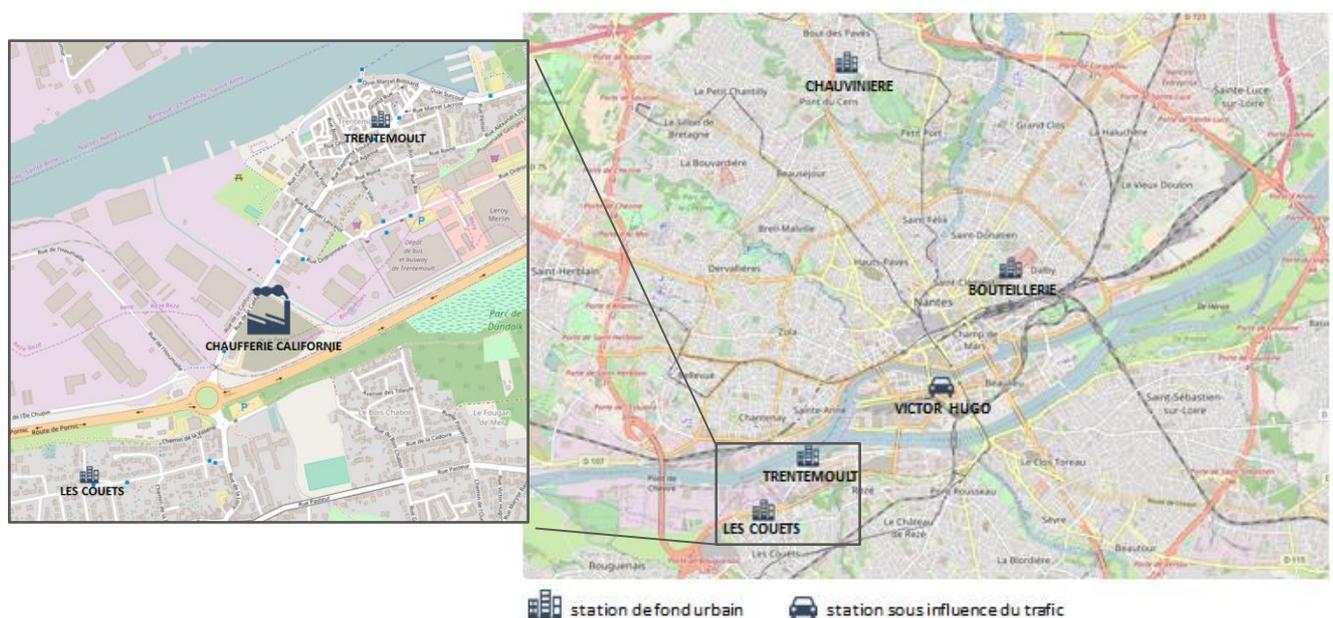
En raison d'interrogations de la population riveraine de la chaufferie collective Californie sur son exposition aux polluants de l'air, Air Pays de la Loire a réalisé plusieurs études de modélisation des niveaux de pollution liés aux émissions de l'établissement. Suite à ces travaux et afin d'affiner la connaissance et le suivi des niveaux d'oxydes d'azote, de particules PM10 et de dioxyde de soufre en sud-Loire deux stations de surveillance de la qualité de l'air ont été installées, la première aux Couëts à Bouguenais, la seconde à Trentemoult à Rezé pour une durée de 4 ans.

A l'issue des trois premiers mois de mesure, correspondant à la période de mars à mai 2017, un premier bilan a été dressé :

- aucune norme réglementaire n'a été dépassée ;
- les normes réglementaires annuelles, dans ces conditions d'exploitation de la chaufferie Californie, ne devraient pas être dépassées ;
- aucune influence significative de la chaufferie Californie sur la qualité de l'air n'a été mise en évidence ;
- des pics ponctuels de particules fines PM10 ont été mesurés sans toutefois affecter notablement les niveaux moyens, en lien possible avec des sources parasites locales ;
- quelques élévations de SO₂ ont par ailleurs été constatées en lien probablement avec les activités de raffinage de Donges et/ou de la centrale thermique de Cordemais.

En novembre 2017, alors même que la chaufferie ERENA était remise en service, la population riveraine s'est interrogée sur les élévations ponctuelles de NOx mesurées au niveau des stations de surveillance des Couëts et de Trentemoult.

Cette note se focalise sur la pollution par les oxydes d'azote et vise à qualifier et préciser l'origine de ces phénomènes en apportant des éléments d'aide à la compréhension. Un bilan portant sur l'ensemble des polluants surveillés sera réalisé à l'issue de la saison de chauffe.



éléments de contexte

rappel sur la réglementation

Les oxydes d'azotes (NOx) correspondent à la somme du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO₂). Seul le dioxyde d'azote est réglementé dans l'air pour la protection de la santé humaine.

VALEURS REGLEMENTAIRES POUR LE DIOXYDE D'AZOTE NO₂ :

Les différentes valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote sont reportées ci-dessous :

Objectif de qualité : 40 µg/m³ en moyenne annuelle

Valeurs limites pour la protection de la santé humaine :

1. 200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (percentile 99.8)
2. 40 µg/m³ en moyenne annuelle

Seuil d'information et de recommandation : 200 µg/m³ en moyenne horaire

Seuil d'alerte : 400 µg/m³ en moyenne horaire (dépassé pendant 3 heures consécutives) abaissé à 200 µg/m³ en cas de persistance (c'est-à-dire si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille, le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain)

La valeur limite horaire 200 µg/m³ et la valeur limite annuelle 40 µg/m³ correspondent aux recommandations actuelles de l'OMS.

Il n'existe pas de normes réglementaires pour la protection de la santé humaine pour les NOx

La situation stricte des niveaux de pollution par le dioxyde d'azote par rapport à la réglementation doit donc se faire à partir des concentrations en dioxyde d'azote (et non en NOx) sur le même pas de temps que celui mentionné pour la valeur réglementaire considérée (horaire ou annuel).

Les différents types de valeurs réglementaires peuvent être représentés dans le schéma ci-dessous :



NOx : NO₂ et NO

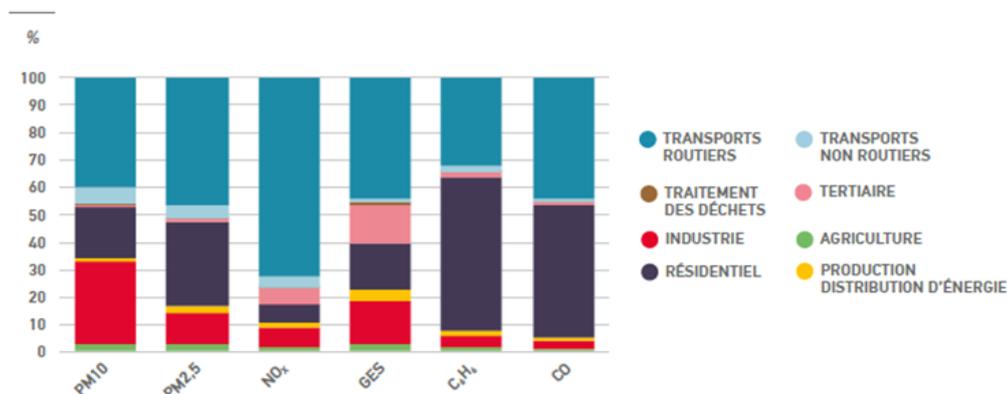
Les réseaux de surveillance de la qualité de l'air mesurent les concentrations de monoxyde d'azote NO et de dioxyde d'azote NO₂.

PRINCIPALES SOURCES D'EXPOSITION ;

Les NOx peuvent se former par combinaison de l'oxygène et de l'azote de l'air lors des phénomènes naturels (orages, éruptions volcaniques). Ils peuvent également se former lors d'incendies de forêts ou de matières azotées.

La principale source est anthropique : combustion des combustibles fossiles (charbon, fioul et gaz naturel). Les échappements d'automobiles représentent une fraction importante de la pollution atmosphérique par les NOx (INERIS, 2011).

Répartition sectorielle des émissions de polluants de l'agglomération de Nantes En 2014



COMPORTEMENT DANS L'AIR:

A température ambiante, le monoxyde d'azote est instable et réagit avec l'ozone pour former du dioxyde d'azote

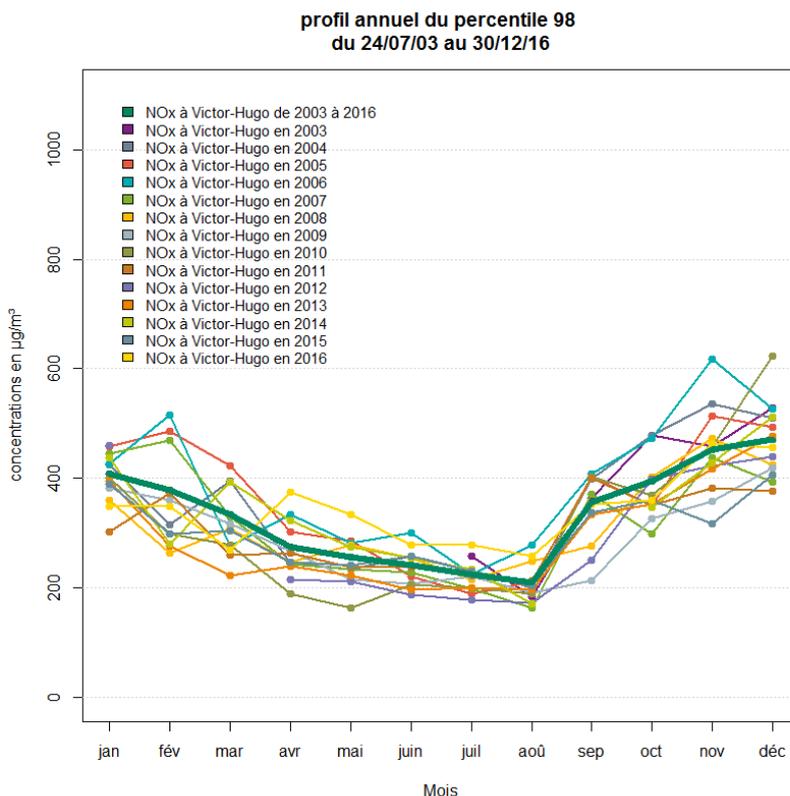
EFFETS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX :

Le NO₂ est irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les affections pulmonaires.

Les NOx participent à la formation des pluies acides via la formation d'acide nitrique. Sous l'effet du soleil, ils favorisent la formation d'ozone et contribuent ainsi directement à l'accroissement de l'effet de serre.

saisonnalité

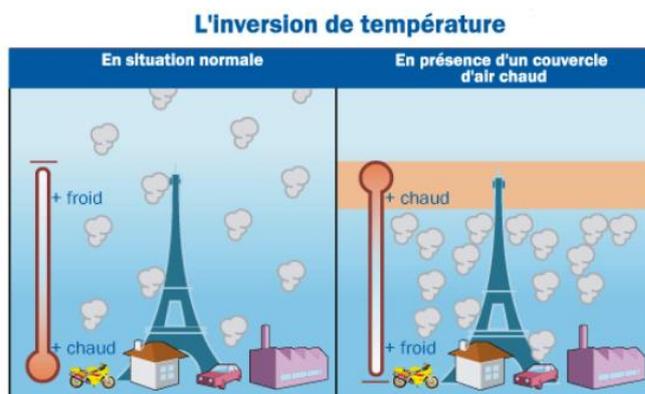
Le graphique ci-dessous représente les profils annuels des concentrations les plus fortes de NOx (percentile 98) mesurés boulevard Victor Hugo à Nantes. Il illustre l'effet de saisonnalité sur les niveaux de NOx avec une augmentation des niveaux à partir de l'automne avec l'arrivée du froid entraînant une augmentation des émissions anthropiques liés au chauffage et au trafic automobile notamment et l'apparition de conditions météorologiques peu dispersives



effet des conditions météorologiques

En situation normale, la température de l'air diminue avec l'altitude et l'air chaud contenant les polluants tend à s'élever naturellement.

En situation anticyclonique hivernale, le sol se refroidit plus vite. Il peut alors arriver qu'il fasse plus froid en surface qu'à 1500m d'altitude. On parle alors de couche d'inversion, laquelle agit comme un couvercle et concentre les polluants au niveau du sol (conditions peu dispersives)

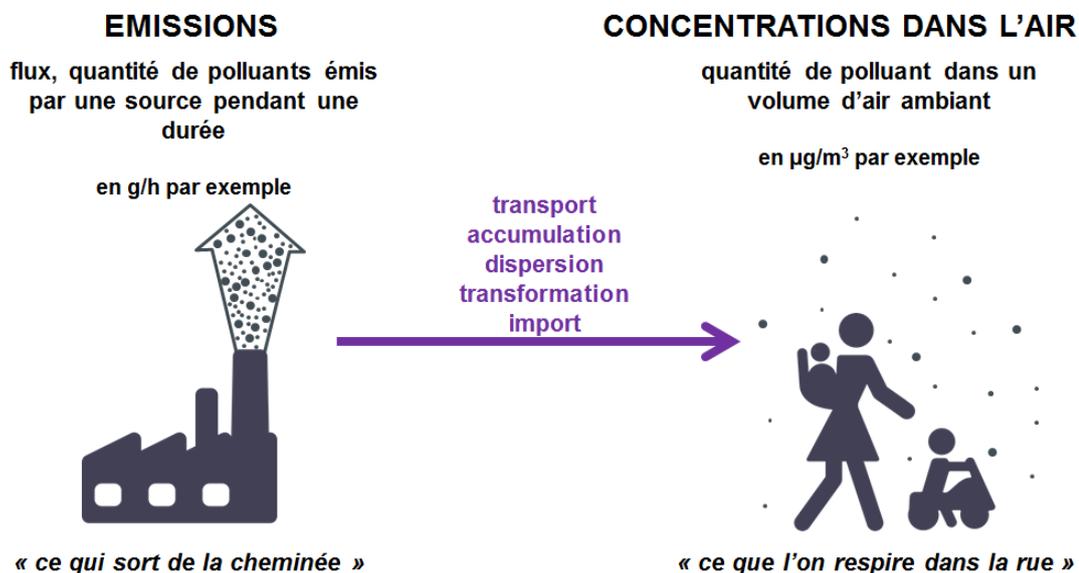


source : Airparif

A l'inverse, les conditions dépressionnaires avec des vents modérés à forts d'Ouest et Sud-Ouest sont favorables à la dispersion des polluants.

émissions et concentrations

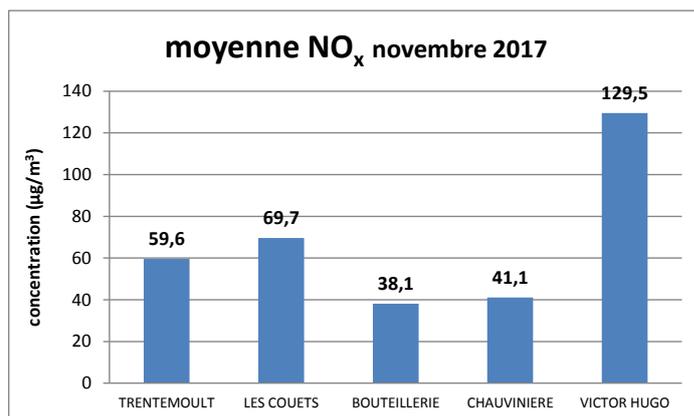
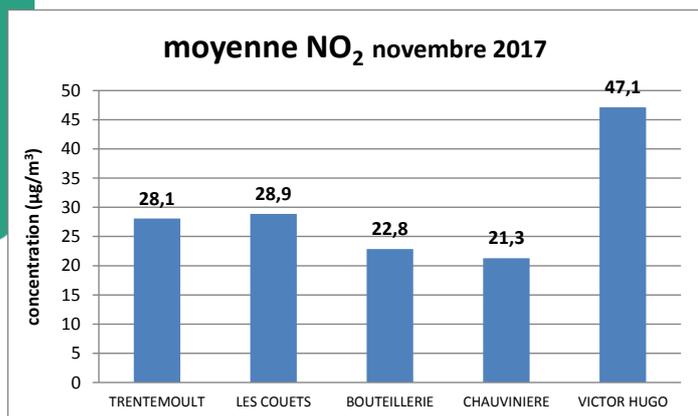
La concentration caractérise l'exposition des populations à un polluant atmosphérique. Elle est le plus souvent exprimée en microgrammes de polluant par mètre cube d'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les concentrations sont à distinguer des émissions de polluants qui correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par des activités anthropiques (industrie, chauffage résidentiel, pot d'échappement...) ou par des sources naturelles. Ce sont des flux et sont exprimés en kg/an dans cette note.



bilan de la qualité de l'air : NO₂ et NO_x en novembre à Nantes

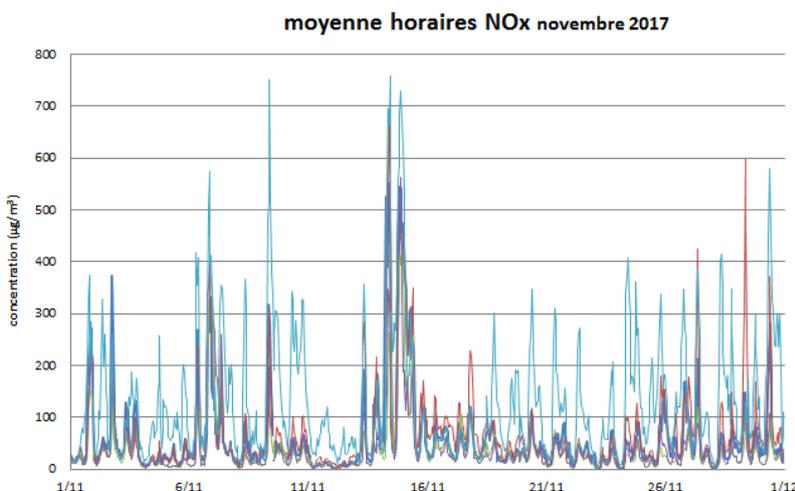
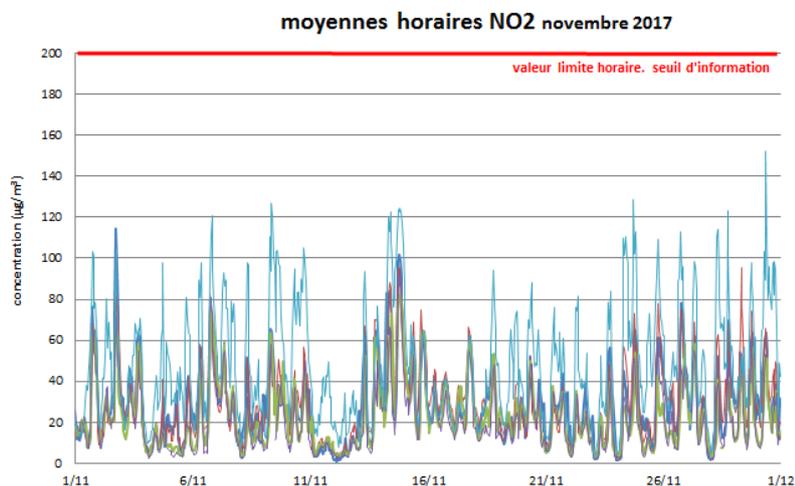
DES NIVEAUX MOYENS PLUS ELEVES QUE SUR LES AUTRES SITES DE FOND

En novembre, les niveaux moyens mesurés pour le NO₂ et les NO_x à Trentemoult et aux Couëts sont plus élevés que sur les 2 autres sites urbains de Nantes. Les niveaux moyens de NO_x aux Couëts sont par ailleurs plus élevés qu'à Trentemoult. A titre de comparaison, les concentrations à proximité du trafic automobile au niveau du boulevard Victor Hugo sont mentionnées sur les graphiques ci-dessous. Pour le dioxyde d'azote, les concentrations moyennes mesurées à Trentemoult et aux Couëts restent près de 1.6 fois plus faibles que celles enregistrées au niveau du boulevard V. Hugo.



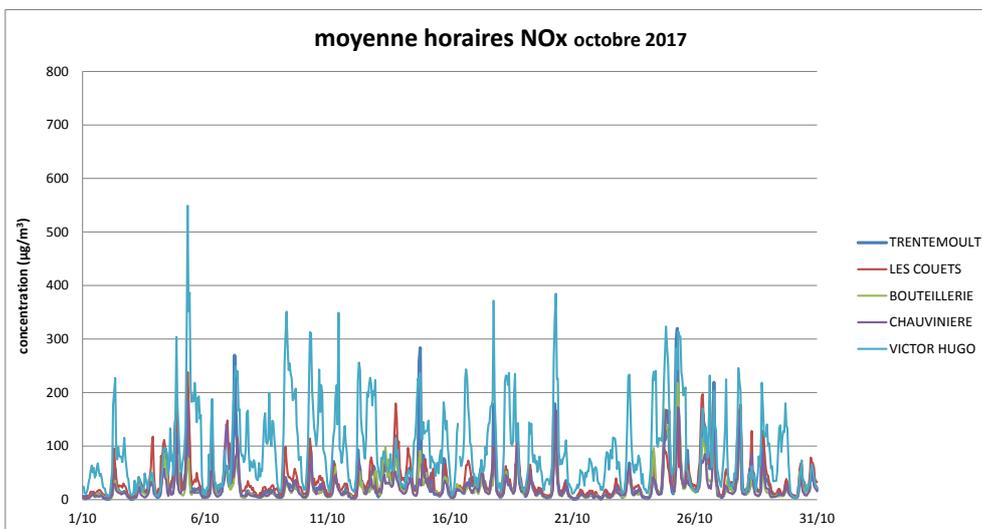
DES ELEVATIONS PONCTUELLES DE NO_x SANS DEPASSEMENT DE LA VALEUR LIMITE HORAIRE POUR LE NO₂

Si les concentrations de NO_x à Trentemoult et aux Couëts ont à plusieurs reprises dépassé les 300 µg/m³ en moyenne horaire, les concentrations horaires de NO₂ (maximum horaire de 114 µg/m³ à Trentemoult et 95 µg/m³ aux Couëts) n'ont jamais dépassé le seuil d'information fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire.



DES ELEVATIONS DE NO_x DEJA CONSTATEES EN OCTOBRE

Des élévations de NO_x similaires à celles enregistrées en novembre étaient déjà enregistrées en octobre à des niveaux inférieurs sous l'effet de conditions météorologiques plus favorables à la dispersion et d'émissions probablement moins importantes.

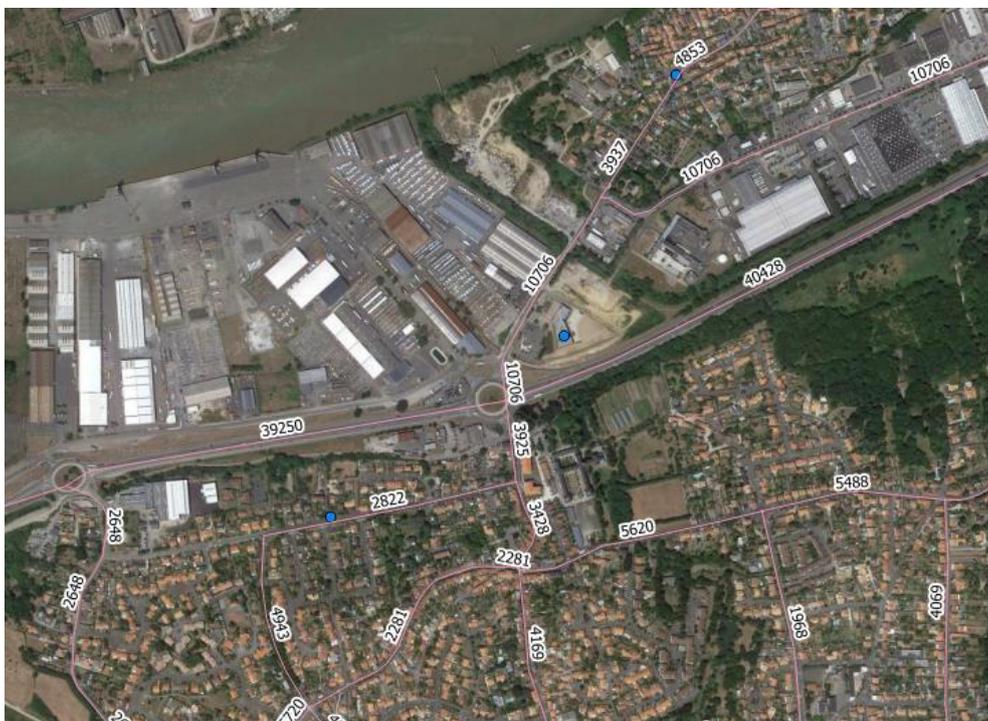


sources anthropiques d'émissions de NO_x dans la zone trafic routier

Les oxydes d'azote sont principalement émis par le trafic routier.

La carte ci-dessous recense les trafics moyens journaliers (TMJA) en véhicules par jour pour les principales voies de circulation dans l'environnement des stations de surveillance de Trentemoult et des Couëts.

Avec près de 40 000 véhicules par jour, la route de Pornic apparaît comme la voie de circulation la plus fréquentée intrapériphérique nantaise. Cette route étant située à 150m du site des



Couëts, les émissions liées à son trafic peuvent avoir une influence sur les niveaux de NO_x. Ce phénomène a été constaté à Angers au niveau de la station des Beaux-Arts dont les niveaux se trouvent influencés par la circulation des boulevards à proximité.

Outre le TMJA, la vitesse de circulation et la composition du parc influent directement sur les émissions de NO_x.

La vitesse moyenne apparaît comme le paramètre déterminant des émissions de polluants pour un véhicule. Pour les véhicules légers, l'allure des courbes émissions en fonction de la vitesse présente une forme de U telle que les émissions sont plus importantes pour les basses vitesses caractéristiques des trajets urbains, minimum aux alentours de 70-80 km/h puis en augmentation.

Pour une distance parcourue identique, un trajet urbain ou autoroutier est donc plus émetteur qu'un trajet périurbain fluide ou interurbain à une vitesse de 40-90 km/h.

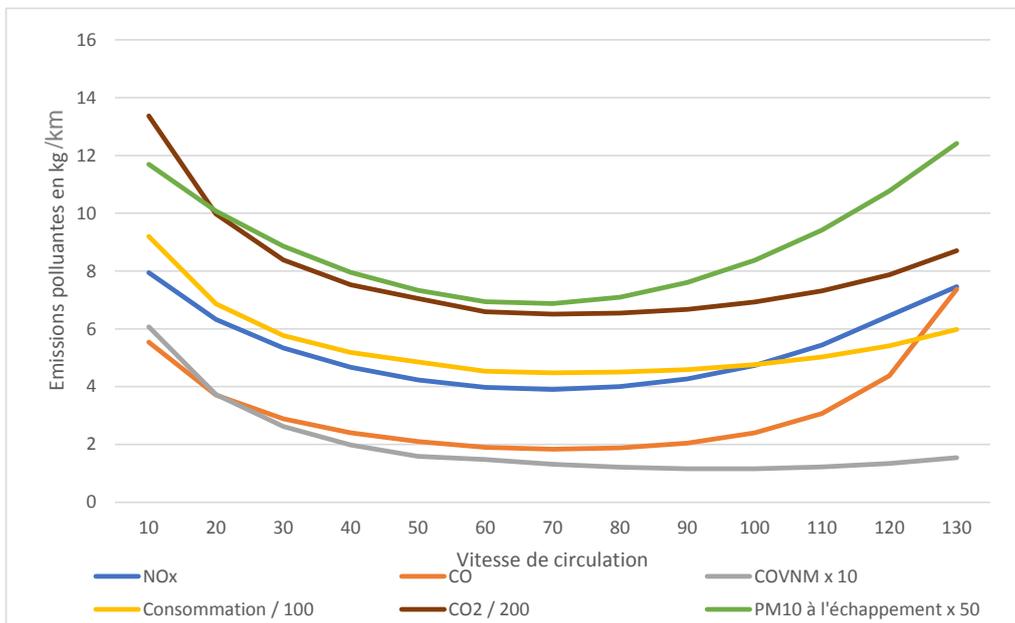
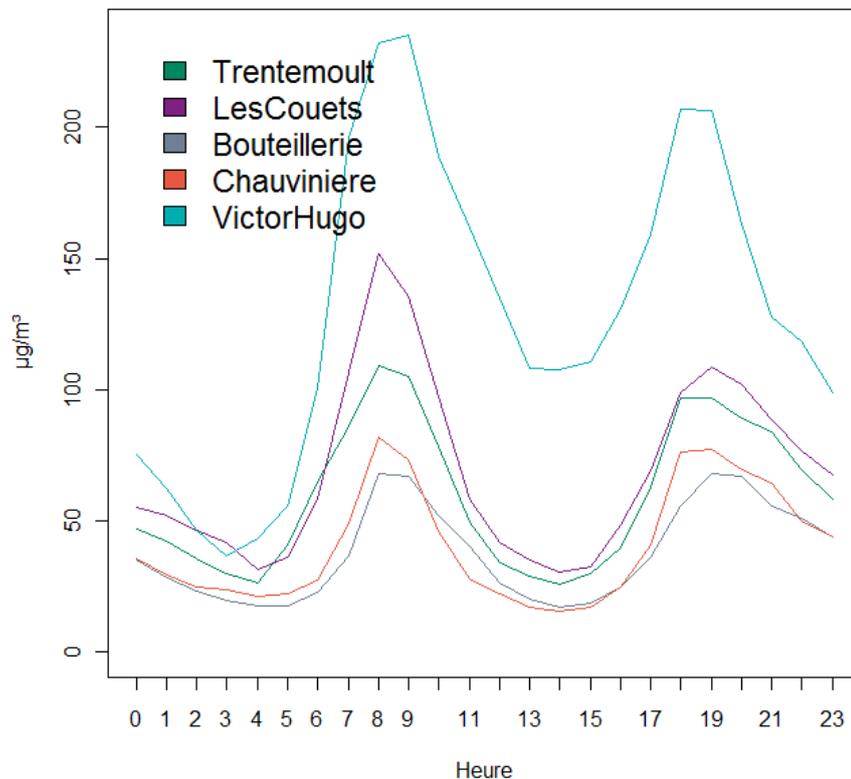


Figure 1: facteurs d'émissions polluantes (en kg/km) en fonction de la vitesse de circulation pour 10 000 véhicules légers (parc roulant 2015, source : ASPA)

PROFILS MOYENS JOURNALIERS

Les courbes ci-dessous représentent les profils moyens journaliers de NOx en novembre pour les sites de Trentemoult et des Couëts ainsi que pour le site de trafic boulevard Victor Hugo et les sites de fond du cimetière de la Bouteillerie et de la Chauvinière. Elles montrent bien la corrélation de ces profils avec les heures de pointe de trafic du matin et du soir liée aux trajets domicile-travail plus marquée pour le site situé à proximité immédiate de la voie de circulation.

Profils journaliers moyens des concentrations de NOx à Nantes - novembre 2017



Ainsi les pics de NOx mesurés aux heures de pointe sont généralement plus marqués en période anticyclonique froide par effet combiné du trafic routier et de mauvaises conditions de dispersion, notamment en cas d'inversion de température.

sources industrielles répertoriées

CHAUFFERIE ERENA CALIFORNIE

D'après l'exploitant les émissions de NOx de la chaufferie, sont restées inférieures à la valeur limite à l'émission au mois de novembre. Le graphique suivant représente l'évolution journalière des quantités totales de NOx émises par ERENA durant le mois de Novembre.

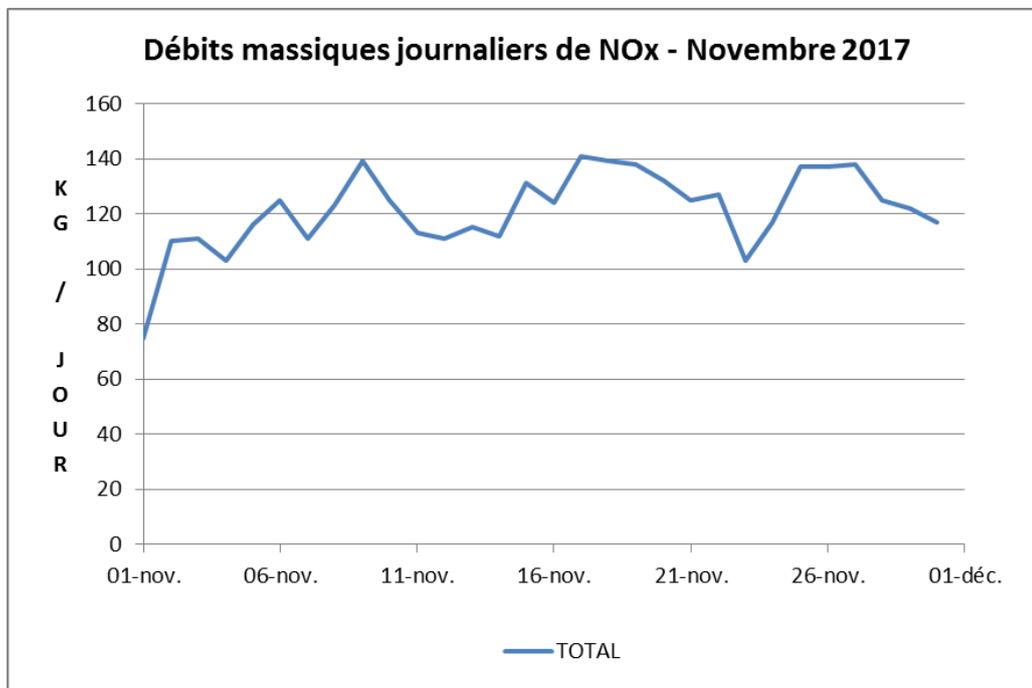


Figure 2: émissions de NOx de la chaufferie ERENA Californie (source : ERENA)

AUTRES INSTALLATIONS CLASSEES REPERTORIEES DECLARANT DES EMISSIONS DE NOx

Outre la Chaufferie Californie, d'autres émetteurs industriels de NOx peuvent potentiellement impacter les concentrations mesurées aux stations.

Les émetteurs industriels de NOx les plus importants recensés dans un rayon de 3 km sont localisés sur la carte ci-dessous avec les tonnages annuels émis en 2014 (source : Basemis). Cette représentation cartographique montre que les concentrations de NOx mesurées au niveau des sites de Trentemoult et des Couëts peuvent être influencées par ces émissions industrielles par vents de secteurs Nord-Ouest, Est-Nord-Est et dans une moindre mesure par vents de Sud-Est.

Pour rappel et à titre de comparaison, les débits annuels théoriques de NOx émis figurant dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter de la chaufferie ERENA Californie sont respectivement de 17 600, 850 et 31 000 kg/an pour les moteurs gaz, la chaufferie gaz et la chaufferie bois.

Ce recensement n'est pas exhaustif. D'autres activités non répertoriées (petites chaufferies, chauffage urbain...) peuvent par ailleurs potentiellement influencer les niveaux de NOx.

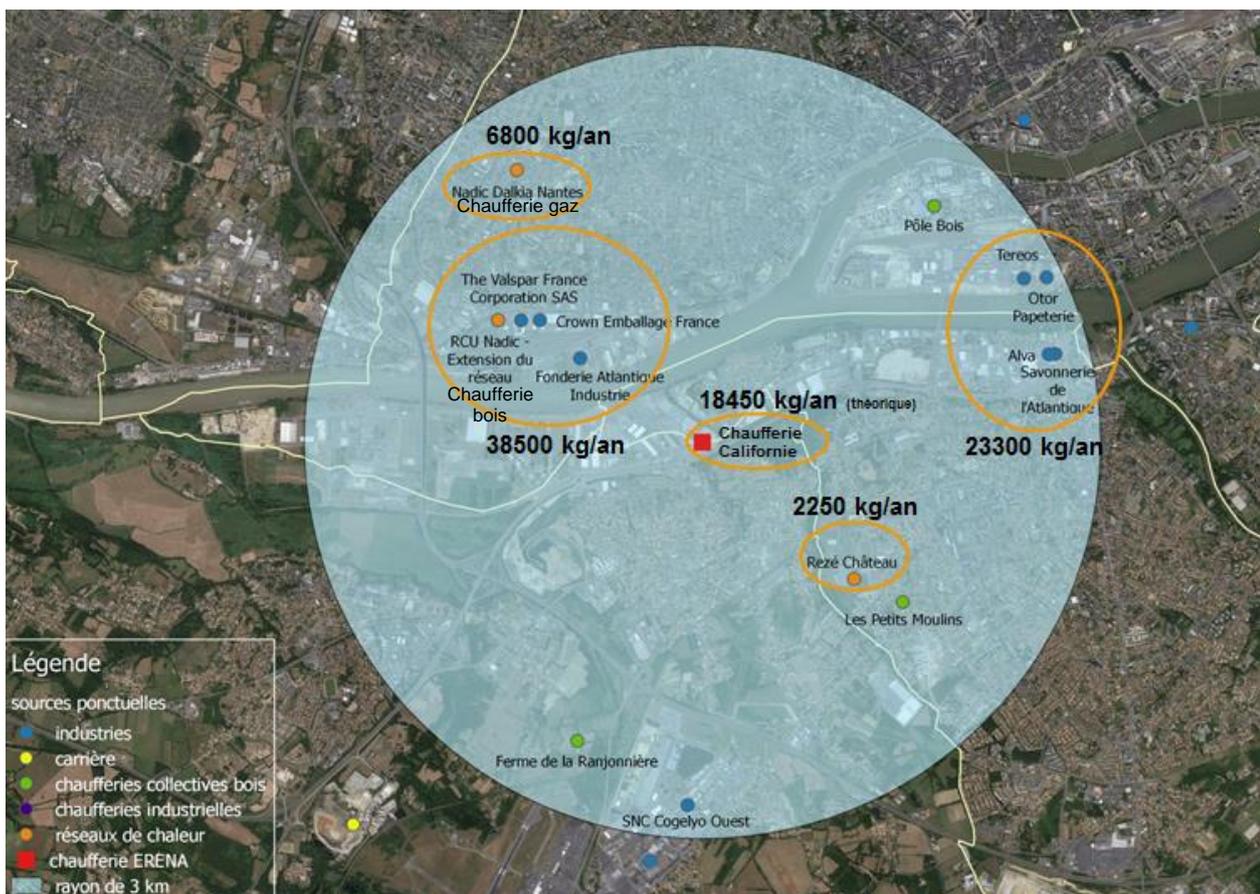


Figure 3: émissions de NOx en kg/an déclarées ou calculées en 2014 dans un rayon de 3 km autour de la chaufferie

effet de l'agglomération

Lors des évaluations de la qualité de l'air réalisées en périphérie de Nantes, notamment dans l'environnement du centre de traitement et de valorisation des déchets Arc en Ciel à Couëron et dans celui de l'aéroport Nantes Atlantique à Bouguenais, l'influence de l'agglomération nantaise sur les niveaux de NOx a été mise en évidence.

En fonction des conditions météorologiques et de la période de l'année, les concentrations de NOx de fond peuvent différer d'un site à l'autre pour une grande agglomération comme celle de Nantes.

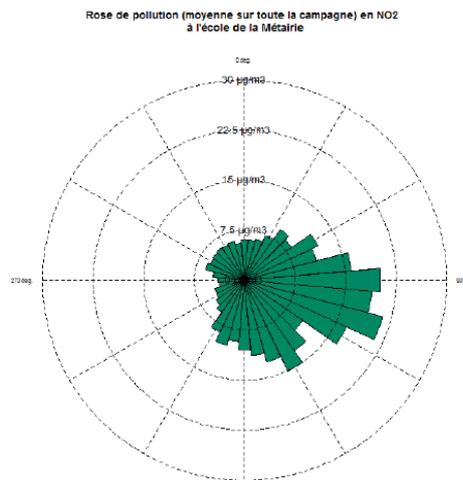


Figure 4: rose de pollution de NO2 du 7 mars au 9 mai 2017 à Couëron

appréciation des influences

Les figures suivantes représentent les roses de pollution des NOx et du NO2 mesurés aux Couëts, à Trentemoult et au cimetière de la Bouteillerie pour comparaison. Cette représentation indique l'intensité de la pollution mesurée en fonction de la direction des vents et permet ainsi d'identifier les secteurs de vent pour lesquels la concentration est maximale.

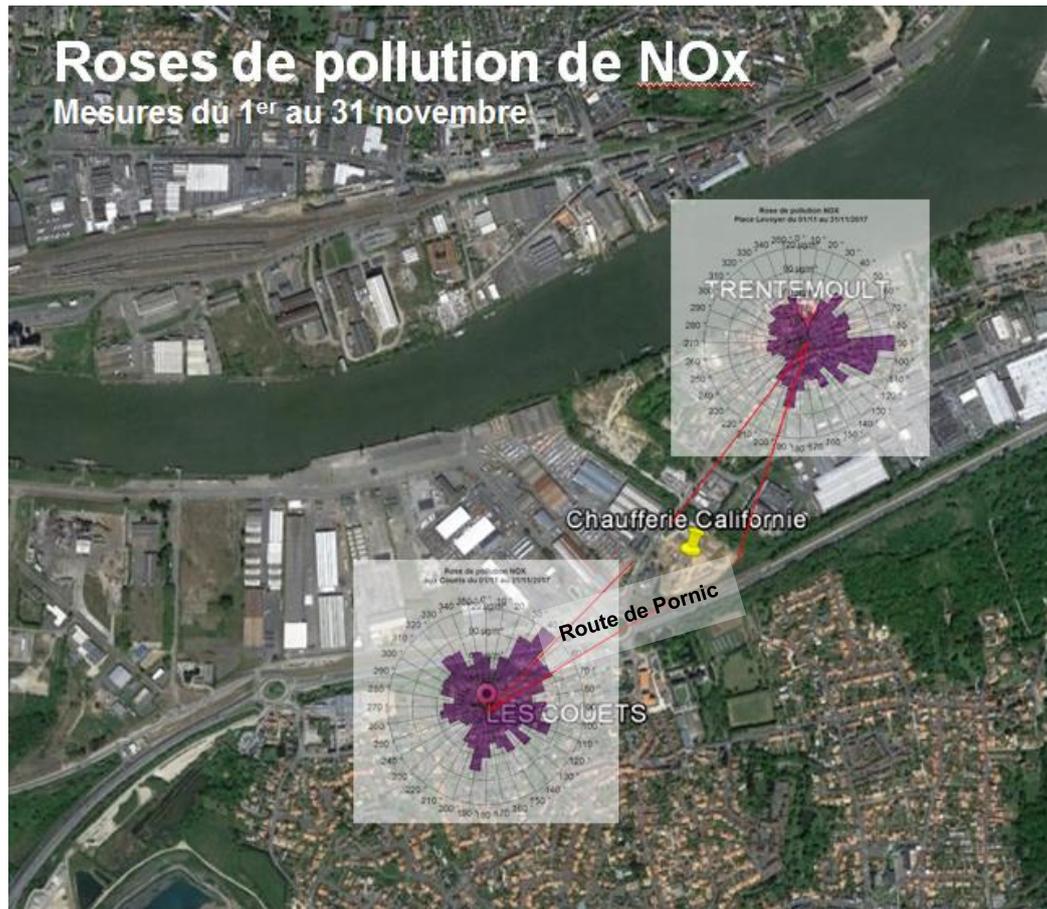
Ainsi, l'influence de la chaufferie sur la qualité de l'air aux Couëts et à Trentemoult peut être appréciée en considérant les variations relatives des concentrations de polluants pour les secteurs de vent en provenance de l'établissement, c'est-à-dire respectivement [40°-60°] et [190°-210°].

De manière générale, les conditions de dispersion sont plus favorables par flux de Sud-Ouest expliquant que les niveaux sont plus faibles pour les secteurs de vent correspondants aux Couëts et au cimetière de la Bouteillerie. A Trentemoult, les concentrations de NOx/NO2 semblent influencées, possiblement par les émissions de la chaufferie et/ou le trafic. De même, une influence de la chaufferie et ou du trafic aux Couëts est probable bien que les valeurs limites à l'émission soient respectées.

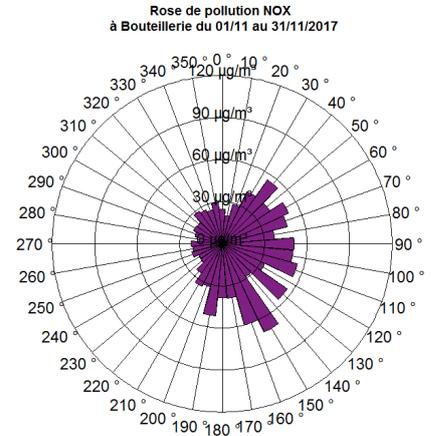
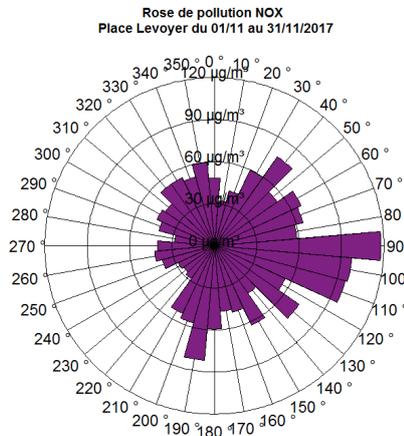
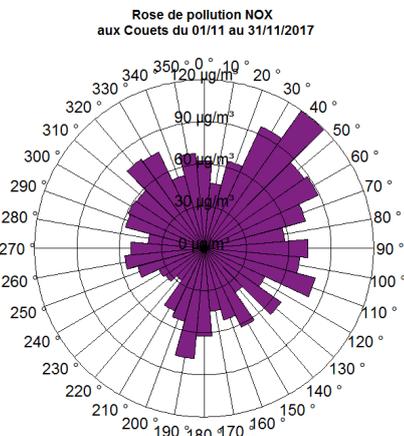
Par ailleurs, ces roses de pollution laissent supposer une influence plus locale de la circulation

- au niveau du parking à Trentemoult (secteur est)
- de la rue de la Chabossière aux Couëts (secteur sud).

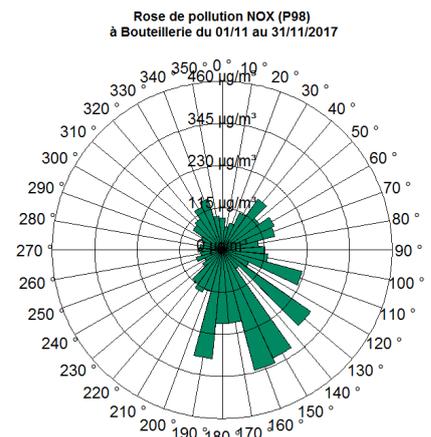
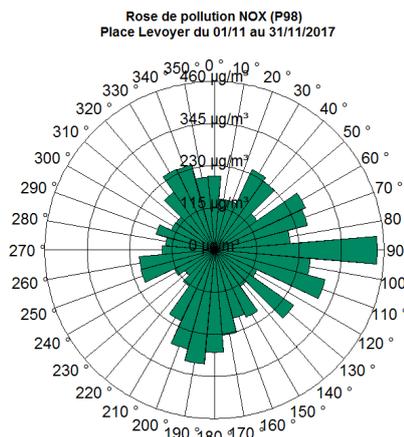
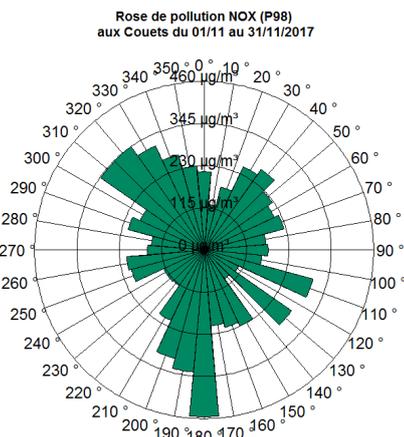
oxydes d'azote NOx



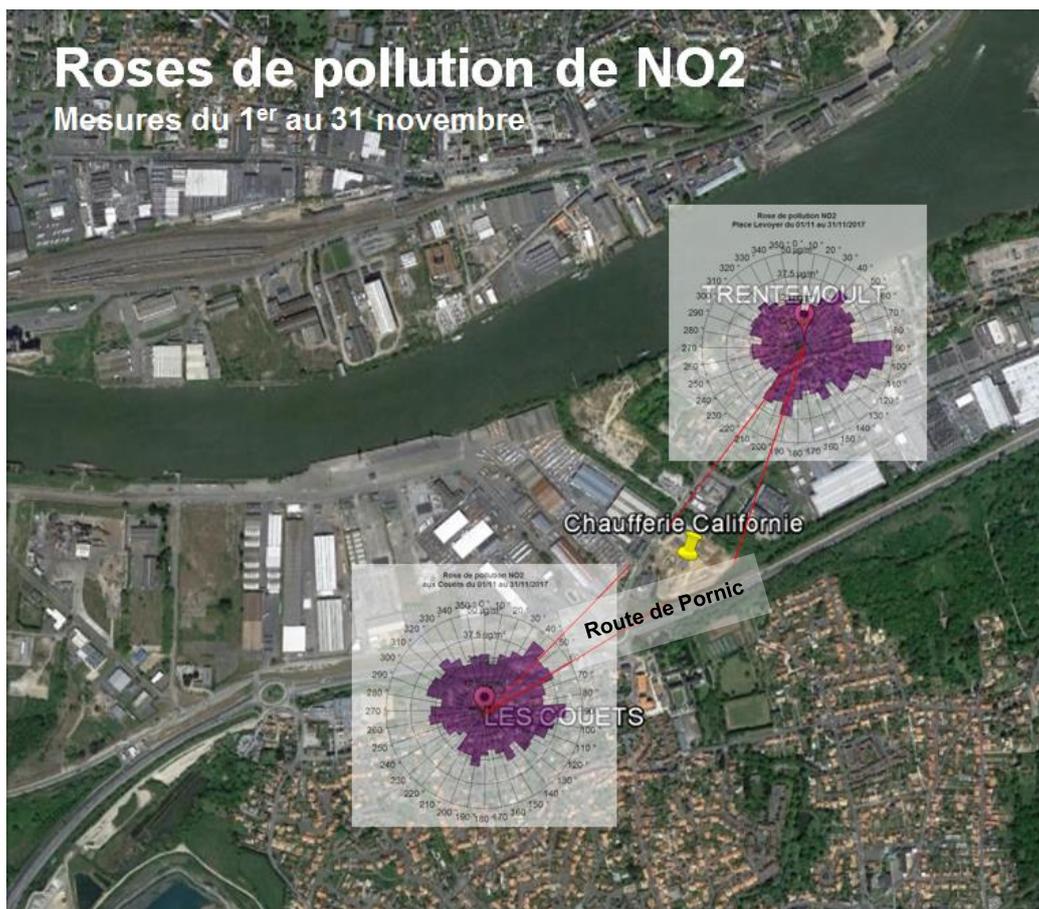
ROSES DE POLLUTION MOYENNE DE NOx



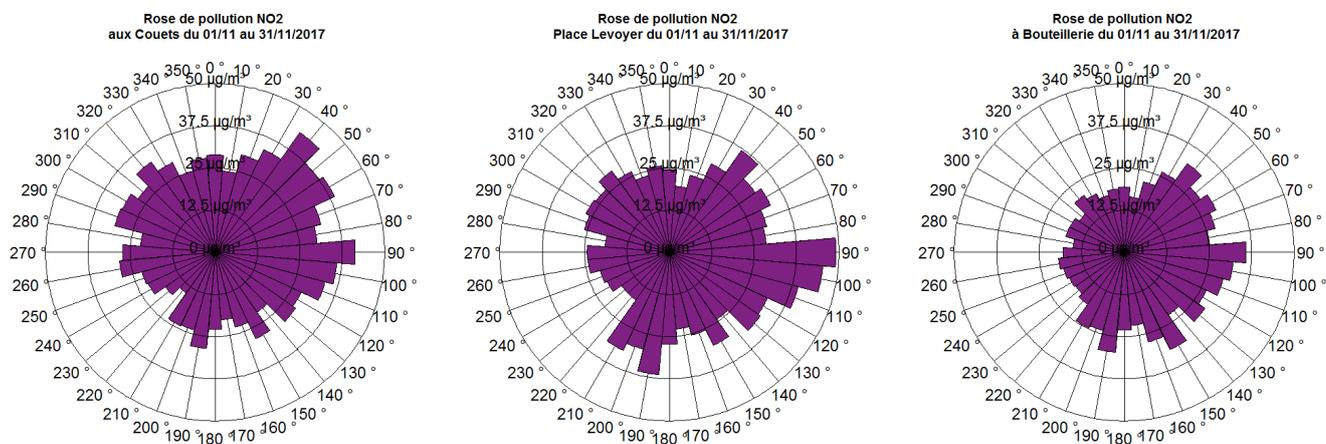
ROSES DE POLLUTION POUR LES NIVEAUX DE POINTE DE NOx (PERCENTILE 98)



dioxyde d'azote NO₂



ROSES DE POLLUTION MOYENNE DE NO₂

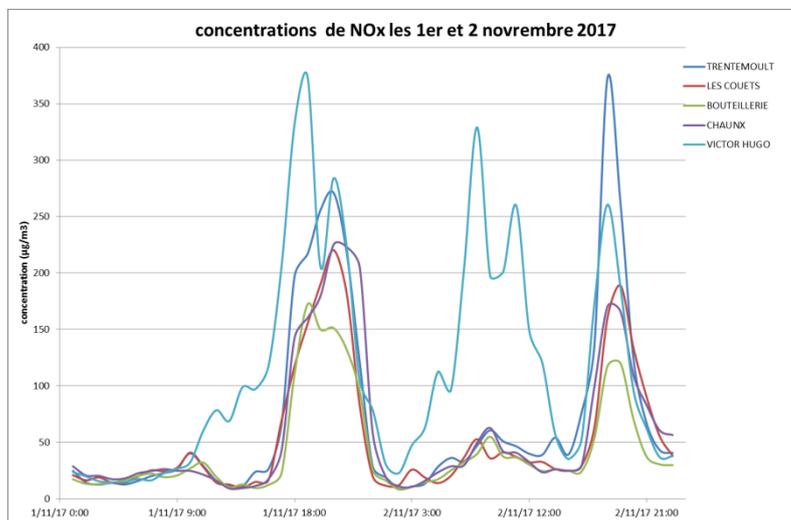


pollutions ponctuelles

Examen des pics de NOx observés en novembre

Les 01 et 02 novembre

Une hausses de NOx sur l'ensemble des sites a été mesurée les 1^{er} et 2 novembre en soirée. Les concentrations horaires maximales en NO₂ (114 µg/m³ à Trentemoult et 66 µg/m³ au Couëts) sont 1.7 et 3 fois plus faibles que le seuil d'information de la population fixé à 200 µg/m³

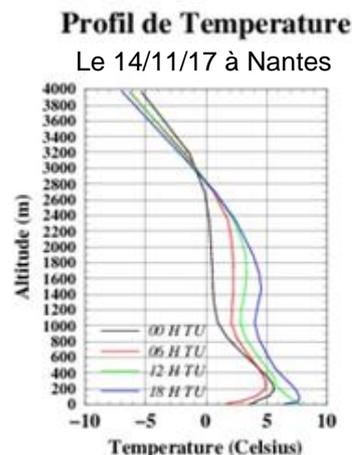
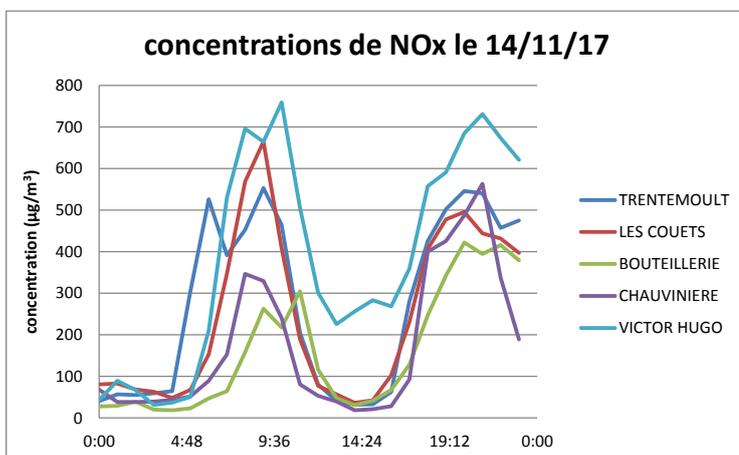


Ces élévations sont à mettre en relation avec le trafic automobile à cette période de la journée (retour vers l'agglomération nantaise) ; et le brusque arrêt des vents en fin d'après-midi.

Le 14 novembre

Les moyennes horaires de NOx les plus élevées ont été relevées le 14 novembre avec des moyennes respectives de 550 et 660 µg/m³ à Trentemoult et aux Couëts aux heures de pointe du matin. Durant cette journée, les maxima horaires pour le dioxyde d'azote ont atteints respectivement 101 et 95 µg/m³ à Trentemoult et aux Couëts ; valeurs près de deux fois plus faibles que le seuil d'information. Des températures négatives alors enregistrées étaient à l'origine d'un phénomène d'inversion de température concentrant les polluants à basse altitude. Les concentrations ont à nouveau augmenté en fin de journée sous l'effet combiné du trafic et de la baisse des températures.

Les conditions météorologiques étaient alors particulièrement défavorables à la dispersion des polluants affectant par ailleurs les niveaux de particules fines à l'origine d'un déclenchement de procédure d'information sur l'ensemble du département

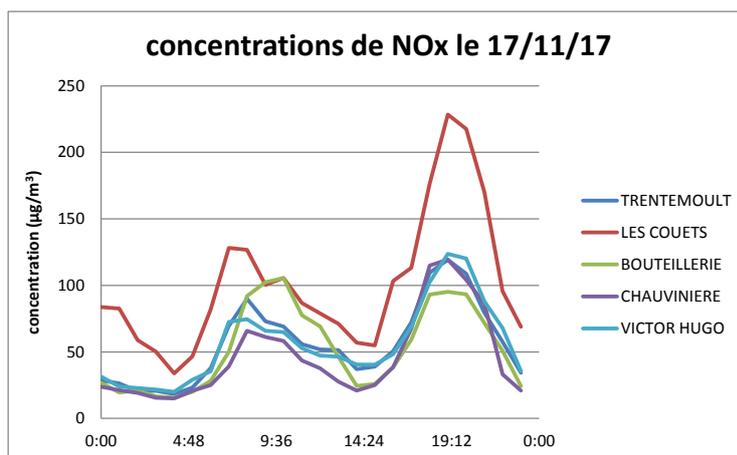


Globalement, les élévations de NOx mesurées à Trentemoult

et aux Couëts étaient corrélées avec les courbes mesurées sur les autres sites nantais de fond et trafic et correspondaient aux heures de pointe du matin et du soir. Elles sont donc largement liées au trafic et aux conditions de dispersion.

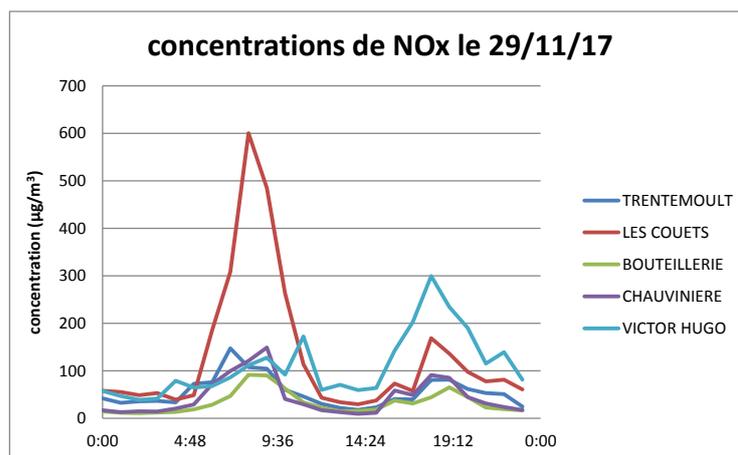
Le 17 novembre

Le 17 novembre, alors que les vents soufflaient de secteur Nord-Est les concentrations de NOx mesurées aux Couëts étaient supérieures à celles des autres sites avec une concentration horaire maximale en fin de journée de $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondant au double des niveaux mesurés au même moment à Nantes. Durant cette journée, la concentration horaire maximale a atteint $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$; valeur qui demeure plus de 3 fois plus faible que le seuil d'information. Compte de tenu de la direction des vents, une influence de de la chaufferie Californie n'est pas à exclure. Le trafic automobile à proximité conjugué avec des conditions peu dispersives pourraient également expliquer la différence de concentrations enregistrée en soirée.



Le 29 novembre

Enfin un pic isolé avec une concentration maximale de $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, d'une durée d'environ 6 heures a été enregistré sur ce même site des Couëts le 29 novembre par vents de Nord. Le maximum horaire (NO_2) a atteint durant cette période $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et est donc demeuré plus de 2 fois plus faible que le seuil d'information. L'amplitude du pic, le fait que le site ne soit pas sous les vents de la chaufferie, un rapport NO_2/NOx très faible par rapport aux autres sites urbains suggère une origine locale proche de la station de mesure pour cet épisode.



conclusion

En novembre 2017, à la remise en service de la chaufferie ERENA Californie, les riverains ont souhaité s'assurer que les pics de NOx mesurés n'étaient pas liés à la chaufferie.

L'examen des niveaux de NOx et NO₂ pour le mois de novembre révèle :

- des maxima horaires en dioxyde d'azote qui demeurent près de 2 fois plus faibles que le seuil d'information de la population;
- des concentrations de NOx et NO₂ plus élevées aux Couëts et à Trentemoult que sur les autres sites de fond de Nantes.
- des niveaux de NOx aux Couëts plus élevés qu'à Trentemoult.
- plusieurs élévations ponctuelles des concentrations de NOx ont été enregistrées à Trentemoult et aux Couëts en lien majoritairement avec le trafic et les conditions météorologiques, sans toutefois que la valeur limite horaire NO₂ pour la santé humaine (200 µg/m³) ne soit dépassée.
- une influence de la chaufferie ERENA Californie sur les niveaux de NOx qui n'est pas à exclure

Les prochains mois de mesure devraient permettre de préciser ces éléments.

Avec l'arrivée de l'hiver et de conditions froides et peu dispersives, des concentrations de NOx comparables à celles enregistrées en novembre pourraient à nouveau être mesurées.