

Lignes à haute tension et qualité d'air

High voltage lines and air quality

F. DESCHAMPS, B. MILLANCOURT (*)

RÉSUMÉ

Du 5 juillet au 30 octobre 1996, des mesures de concentrations de l'air ambiant en ozone et en oxydes d'azote ont été effectuées à l'aplomb d'une ligne de transport à très haute tension de 400 kV et à distance de celle-ci, en référence. Les différences mesurées sont faibles et, toutes situations météorologiques confondues, après plus de 2 000 heures de mesure, les moyennes générales des écarts journaliers en O_3 , NO et NO_2 s'avèrent inférieures à $0,1 \mu g/m^3$.

ABSTRACT

From July 5th, 1996, to October 30th, ozone and nitrogen oxides monitoring in ambient air have been performed under and in the vicinity of a 400 kV high voltage line. Light concentrations differences between air sampling under the line and reference sampling are noticed. With miscellaneous meteorological situations encountered over more than 2 000 hours monitoring, general averages of daily differences for O_3 , NO and NO_2 appear to be lower than $0,1 \mu g/m^3$.

Introduction

En 1995, EDF a transporté 471 TWh grâce à son réseau de lignes aériennes à très haute tension (THT), constitué de 26 000 km de circuits 225 kV et 20 550 km de circuits 400 kV.

Les pertes lors du transport s'élevaient pour cette même année à 8 TWh, soit près de 1,7 %, dues pour une très large part aux dissipations calorifiques. L'extension progressive du réseau 400 kV se traduit par une diminution parallèle des pertes par effet Joule (et donc des pertes globales), mais favorise l'apparition de l'effet couronne par l'accroissement des valeurs de champs électriques engendrés au voisinage immédiat des conducteurs.

Une étude aussi complète que possible de l'impact environnemental des émissions d'ozone et d'oxydes d'azote par les ouvrages de transport d'électricité a été engagée par EDF sous la forme d'un contrat de recherche avec le CNRS initié en 1993 et auquel la Direction des Etudes et Recherches d'EDF a apporté son concours par le biais de moyens humains et logistiques. Cette étude dont les résultats complets seront disponibles en 1998 devrait par ailleurs permettre de répondre d'une manière objective aux préoccupations des riverains des ouvrages à très haute tension.

Cet article présente les résultats obtenus au cours d'une campagne de mesure sur site de trois mois, conduite par la DER s'intégrant à l'ensemble de l'étude.

La décharge couronne

L'« effet couronne » désigne l'ensemble des phénomènes électriques, acoustiques, optiques et radioélectriques produits dans un milieu gazeux soumis à un champ électrique hétérogène localement assez élevé pour provoquer une ionisation des gaz, responsable de la décharge couronne.

Lors de la décharge couronne dans l'air ambiant, diverses espèces réactives ioniques, neutres ou radicalaires sont formées, parmi lesquelles O° , OH° et HO_2° jouent un rôle important dans la mesure où, en se combinant aux constituants atmosphériques, elles sont susceptibles de former des espèces oxydantes et de réagir avec les polluants éventuellement présents.

Site de mesure et méthodologie

Afin d'évaluer l'incidence, en situation réelle, d'une ligne aérienne de 400 kV sur la qualité de l'air ambiant, une campagne de mesure de trois mois a été réalisée au cours de l'été 1996 à Auvernaux (91), sur un terrain agricole situé à environ 10 km au Sud d'Evry, en zone suburbaine préservée de l'influence directe de sources de pollution locales, et traversé par deux lignes de 400 kV et une ligne de 225 kV.

L'air ambiant a été échantillonné à 1,50 m du sol, en quatre points : deux situés dans l'axe de l'une des lignes 400 kV et deux autres à une distance de 70 m, en référence, selon le schéma présenté en figure 1.

(*) EDF Direction des Etudes et Recherches.

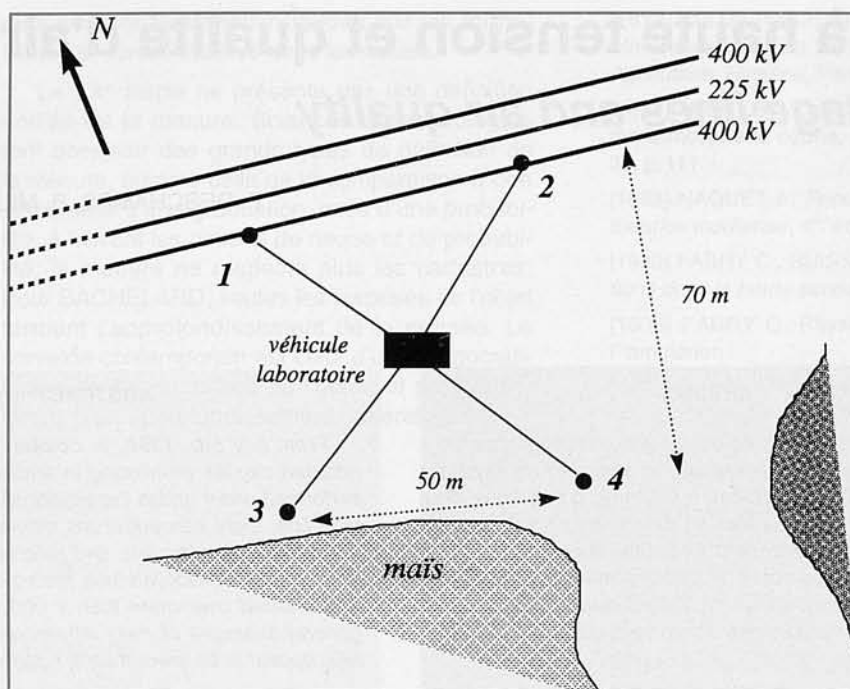


Figure 1.
Localisation des points
de mesure
(la représentation
des lignes ne respecte
pas l'échelle, la largeur
totale des trois lignes
parallèles est en réalité
voisine de 100 m).
Sample points location
(the scale is not in accordance
with the total width of the three
high voltage lines which is
in fact nearly 100 m)

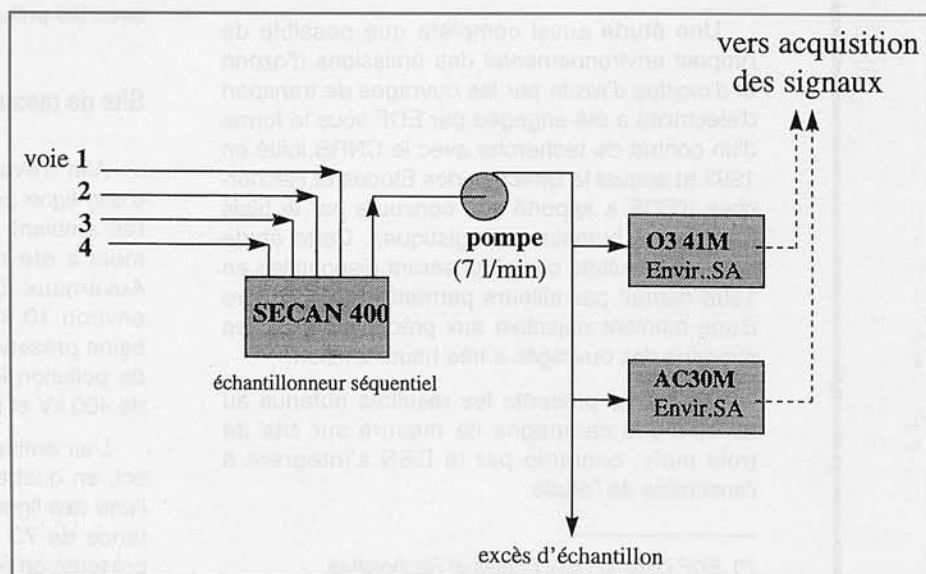
Les mesures ont été réalisées à l'aide de deux analyseurs couplés à un échantillonneur séquentiel assurant 30 minutes d'analyse en chacun des points de prélèvement selon le montage schématisé en figure 2.

Les analyseurs utilisés dans cette étude sont du type de ceux équipant les stations de mesure des réseaux de surveillance de qualité d'air : analyse par absorption dans l'UV pour O_3 et analyse par chimiluminescence pour les NO_x .

L'ensemble du matériel d'analyse et d'acquisition des données a été placé à bord d'un véhicule laboratoire.

L'appréciation de l'apport de la ligne a été effectuée par la détermination des différences entre les mesures obtenues sous la ligne (à 8 m au-dessous des conducteurs) et celles mesurées à l'écart de la ligne, prises en référence ; le choix de cette référence est important : elle doit être suffisamment éloignée de la source potentielle tout en restant représentative de la qualité de l'air du site, la distance de 70 m retenue représente un bon compromis entre ces deux critères et les impératifs techniques liés en particulier à la limitation des longueurs de tubulures d'échantillonnage.

Figure 2.
Schéma du montage
Sampling and
monitoring



Compte tenu des faibles écarts attendus, une seule chaîne d'analyse a été utilisée afin de pallier les erreurs d'interprétation liées à d'éventuelles dérives des analyseurs.

L'inertie des tubulures d'échantillonnage a fait l'objet de tests initiaux et de vérifications périodiques lors des opérations de contrôle de calibrage des analyseurs ; l'incertitude liée au dispositif d'échantillonnage s'est avérée comprise entre 0,2 et 0,5 ppbV en moyenne quotidienne.

Le caractère cyclique de l'évolution des teneurs en ozone atmosphérique et les fluctuations importantes des teneurs en oxydes d'azote nous ont conduits à déterminer des écarts basés sur les moyennes quotidiennes de ces deux espèces ; les écarts horaires « sous ligne » - « référence » apparaissant soit positifs soit négatifs au cours des phases croissantes ou décroissantes des courbes d'évolution journalières, comme l'illustrent les deux graphes suivants (figures 3 et 4).

Dans cet exemple, les écarts bi-horaires atteignent + ou - 13 ppbV alors que la moyenne sur 24 h de ces mêmes écarts est de 0,2 ppbV, largement incluse dans le domaine d'incertitude expérimentale.

Synthèse des résultats obtenus

Les différences journalières des trois espèces analysées ont été établies pour l'ensemble de la période et sont présentées dans les graphes des figures 5, 6 et 7 ci-après.

Les différences n'excèdent pas 2 à 3 ppbV et apparaissent positives ou négatives sans qu'il ait été possible d'établir une relation nette avec les conditions météorologiques rencontrées, notamment les directions et vitesses de vent (fig. 8) ; une différence négative traduit une valeur de référence supérieure à la valeur mesurée à l'aplomb de la ligne.

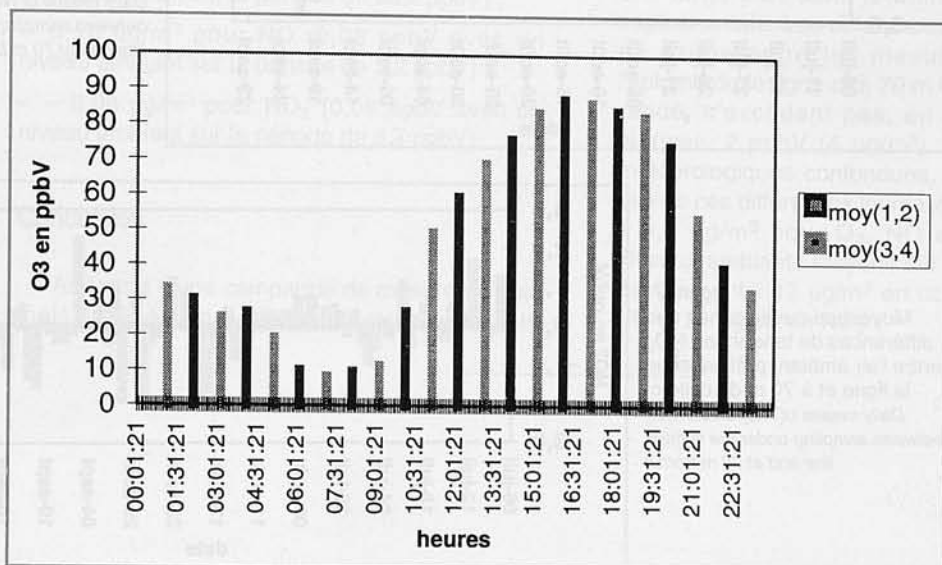


Figure 3.
Moyennes
horaires en O_3
relevées sous
la ligne et
à distance
de celle-ci
le 27/07/1996
July 27th hourly
means of O_3
noticed under the
voltage line and out
of it, on July 27th

Figure 4.
Evolution
instantanée
des teneurs en
 O_3 et écarts
moyens horaires
le 27/07/1996
July 27th
instantaneous O_3
levels and hourly
differences

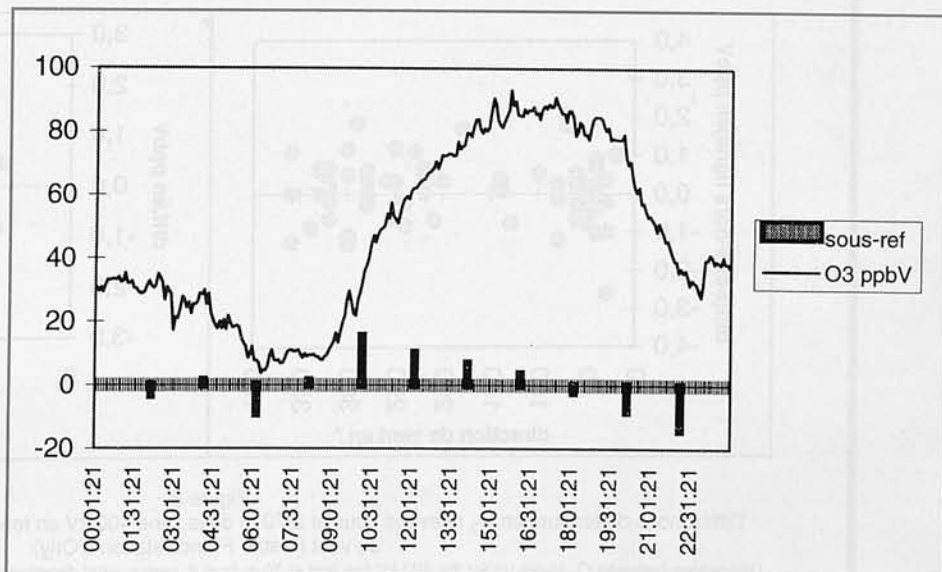


Figure 5.
Moyennes quotidiennes des
différences de teneurs en O_3
entre l'air ambiant prélevé sous
la ligne et à 70 m de celle-ci
*Daily means of O_3 differences
between sampling under the voltage
line and at 70 m from it*

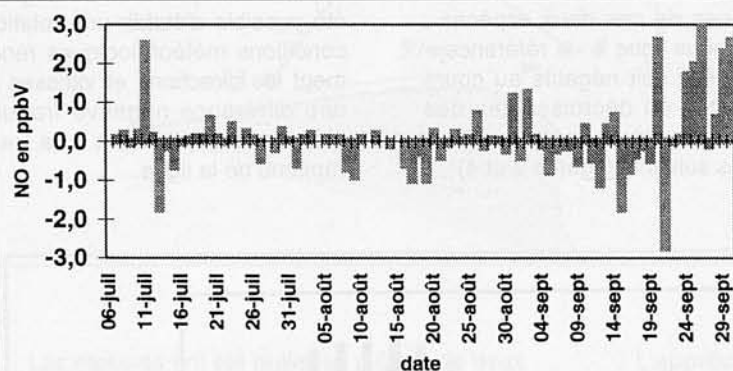
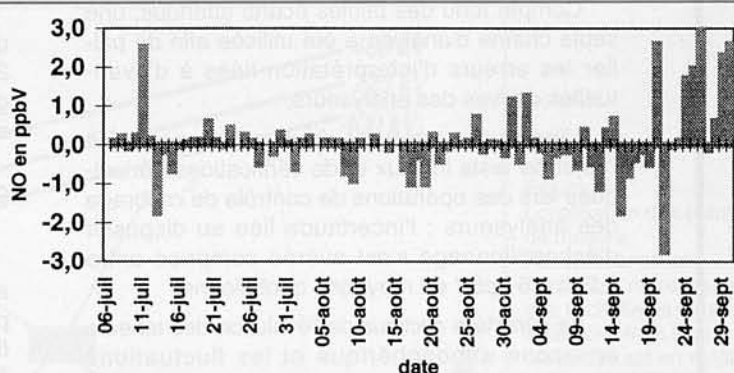


Figure 6.
Moyennes quotidiennes
des différences de teneurs en
NO entre l'air ambiant prélevé
sous la ligne et à 70 m
de celle-ci
*Daily means of NO differences
between sampling under the voltage
line and at 70 m from it*

Figure 7.
Moyennes quotidiennes des
différences de teneurs en NO_2
entre l'air ambiant prélevé sous
la ligne et à 70 m de celle-ci
*Daily means of NO_2 differences
between sampling under the voltage
line and at 70 m from it*

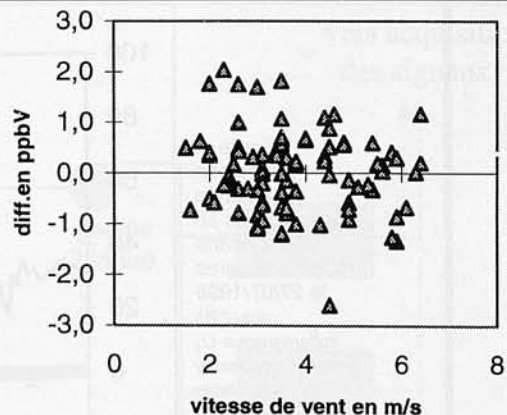
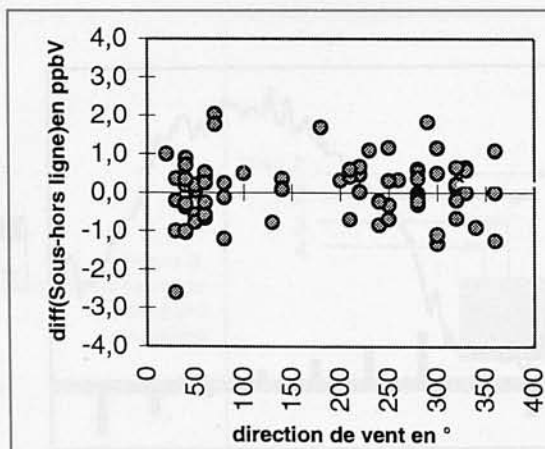
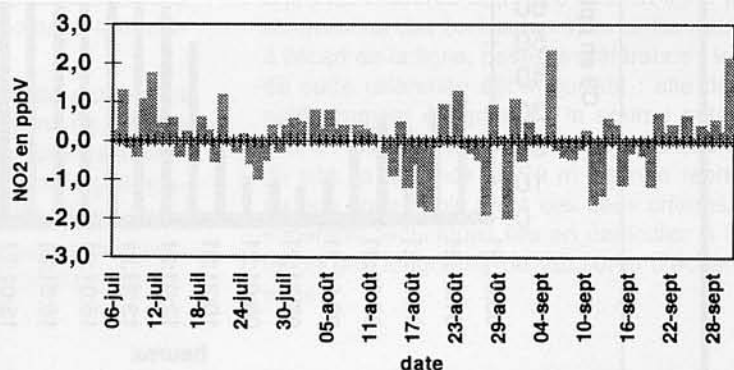


Figure 8.
Différences de teneurs en O_3 relevées sous et à 70 m de la ligne 400 kV en fonction de la direction et de la vitesse
du vent (Météo France station d'Orly)
Differences between O_3 levels under the 400 kV line and at 70 m from it, versus wind direction and wind speed (Orly Météo-France Station)

Tableau I.
Concentrations moyennes et différences quotidiennes relevées sous et hors ligne
Daily means and daily differences noticed under and out of the line

Période	O ₃ en ppbV			NO en ppbV			NO ₂ en ppbV		
	moyenne 24 h	différence sous/hors	écart-type (sur diff.)	moyenne 24 h	différence sous/hors	écart-type (sur diff.)	moyenne 24 h	différence sous/hors	écart-type (sur diff.)
06 au 31/07	23,2	0,04	0,8	4,7	0,01	0,7	10,5	0,13	0,6
01 au 31/08	23,7	0,14	0,9	3	- 0,08	0,5	8,4	- 0,09	0,8
01 au 30/09	15,1	- 0,13	0,7	7,5	0,24	1,3	12,8	0	0,8
06/07 au 30/09	20,8	- 0,02	0,8	5,2	0,08	0,9	10,9	0,04	0,7

Les moyennes des différences quotidiennes (écarts sous/hors ligne) pour l'ensemble de la période de mesure sont très faibles pour les trois paramètres mesurés et n'excèdent pas 0,1 µg/m³ (teneurs massiques dans l'air à 20 °C) :

- 0,04 µg/m³ pour O₃ (- 0,02 ppbV avec un niveau ambiant sur la période de 20,8 ppbV) ;
- 0,10 µg/m³ pour NO (0,08 ppbV avec un niveau ambiant sur la période de 5,2 ppbV) ;
- 0,08 µg/m³ pour NO₂ (0,08 ppbV avec un niveau ambiant sur la période de 5,7 ppbV).

Conclusion

Au terme d'une campagne de mesure de trois mois réalisée en période estivale sur un site

représentatif d'une zone suburbaine sur le plan de la qualité de l'air mais peu influencé par des émissions émanant de sources ponctuelles locales, l'incidence d'une ligne THT de 400 kV apparaît très faible et, dans les conditions expérimentales mises en œuvre, s'avère incluse pour une large part dans le domaine d'incertitude expérimentale. Les différences de concentrations en ozone entre les mesures effectuées à l'aplomb de la ligne et à 70 m de celle-ci, en référence, n'excèdent pas, en moyennes quotidiennes, 2 ppbV (4 µg/m³) ; toutes situations météorologiques confondues, la moyenne générale de ces différences journalières reste inférieure à 0,1 µg/m³ pour O₃, NO et NO₂, pour des niveaux ambiants moyens sur la période de, respectivement : 42 µg/m³ en ozone, 6,5 µg/m³ en NO et 21 µg/m³ en NO₂.