



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Traitements numériques

Classification des stations selon l'environnement de mesure et les données d'émissions

Juillet 2013

Programme 2012

Marjorie Délias - Laure Malherbe





PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Ils sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique au MEDDE et aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.



Classification des stations selon l'environnement de mesure et les données d'émissions

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Traitements numériques

Programme financé par la
Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGECC)

2012

MARJORIE DELIAS ET LAURE MALHERBE

Ce document comporte 35 pages (hors couverture et annexes)

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	DELIAIS Marjorie MALHERBE Laure	BESSAGNET Bertrand	ROUIL Laurence
Qualité	Ingénieurs de l'unité Modélisation Atmosphérique et Cartographie Environnementale (MOCA) Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'unité Modélisation Atmosphérique et Cartographie Environnementale (MOCA) Direction des Risques Chroniques	Responsable du pôle Modélisation Environnementale et Décision (DECI) Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	9
2. CLASSIFICATION DES STATIONS EN FONCTION DE LEUR ENVIRONNEMENT	11
2.1 Méthodologie	11
2.1.1 Stations et mesures prises en compte	11
2.1.2 Données d'environnement de la station	11
2.1.3 Principe de l'analyse en composantes principales.....	12
2.2 Résultats de l'analyse en composantes principales	13
2.2.1 Cercle des corrélations dans le plan 1-2.....	13
2.2.2 Projection des individus dans le plan 1-2.....	15
2.3 Classification des stations	16
2.3.1 Résultats de la Classification Hiérarchique sur Composantes Principales	16
2.3.2 Caractérisation des « clusters ».....	17
2.4 Conclusions.....	23
3. COMPARAISON ENTRE LA CLASSIFICATION FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT DES STATIONS ET LA CLASSIFICATION METEO-FRANCE	25
3.1 Classification hiérarchique versus Classification Météo-France.....	25
3.2 Différenciation des stations de fond urbain appartenant aux clusters 1 et 226	
3.3 Conclusions.....	27
4. CLASSIFICATION DES CLUSTERS 1 ET 2 EN INTRODUISANT LES VALEURS D'EMISSIONS.....	28
4.1 Méthodologie	28
4.2 Résultats de l'Analyse en Composantes Principales.....	28
4.2.1 Cercle des corrélations dans le plan 1-2.....	28
4.2.2 Positionnement des clusters par rapport à cette ACP.....	29
4.2.3 Classification hiérarchique sur les composantes de cette ACP	30
5. CONCLUSION	34
6. REFERENCES.....	35
7. LISTE DES ANNEXES	38

RESUME

La révision du guide sur la classification et l'implantation des stations et les réflexions actuelles sur le réseau de mesure, avec le développement d'une surveillance combinant adéquatement la mesure et la modélisation, nécessitent une connaissance fine des sites de mesure opérationnels en France. La classification des stations de mesure constitue également un sujet d'investigation au niveau européen, abordé dans le cadre du réseau AQUILA (JRC) et du forum FAIRMODE.

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est de développer une sous-classification des stations plus détaillée, complémentaire de la typologie usuelle

Cette étude de classification consiste à caractériser chaque station par un ensemble de paramètres relatifs aux relations entre polluants (rapport NO/NO_2 ou $\text{PM}_{10}/\text{NO}_2$) et à l'environnement de mesure (population, occupation du sol, topographie...), grâce à une analyse en composantes principales dont les résultats sont présentés en première partie. Ceux-ci montrent que la typologie de fond rural peut être divisée en deux groupes, ou « clusters », selon l'influence de l'altitude ou de l'agriculture. Les stations situées dans des environnements urbanisés sont, quant à elles, réparties dans deux autres groupes, dont l'un se distingue par une plus grande proportion de sites de proximité routière et l'autre, une plus grande part de sites périurbains.

Parallèlement à cette étude, un travail similaire a été conduit en 2012 dans un contexte européen afin de compléter la description des stations de mesure disponible dans la base AirBase. Fondée sur l'étude de Joly et Peuch (2012), une classification propre à chaque polluant (NO_2 , O_3 , PM_{10}) a été établie en fonction du comportement temporel des données de concentration, permettant de qualifier les stations d'une manière objective et comparable sur toute l'Europe. La deuxième partie de ce rapport compare les classifications obtenues pour les stations françaises selon cette approche à la classification issue de l'analyse en composantes principales. Les résultats sont cohérents et les deux méthodologies de classification se justifient mutuellement.

Les variables d'environnement et les paramètres relatifs aux relations entre polluants n'ont pas permis de caractériser finement les stations situées en milieu urbanisé ; une seconde analyse en composantes principales a donc été réalisée sur ces stations en incluant des données d'émissions. Cette analyse, dont les résultats sont présentés en troisième partie, permet de distinguer trois nouveaux groupes de stations : celles qui sont influencées par le trafic routier, celles qui appartiennent à un environnement très urbanisé mais sont peu influencées par le trafic et des stations situées dans un environnement urbanisé mais influencées par des émissions particulières d'origine agricole.

Cette étude fournit ainsi une classification supplémentaire des stations de mesure composée de cinq classes, chacune associée à un type de milieu et d'influence.

1. INTRODUCTION

Au niveau national comme au niveau européen, une bonne connaissance du réseau de mesures et une utilisation adéquate des données selon l'usage considéré (information du public, rapportage, modélisation, cartographie....) nécessitent la mise en place d'une classification pertinente.

La classification en vigueur en France (guide ADEME, 2002) se compose de sept catégories : rurale nationale, rurale régionale, périurbaine, urbaine, industrielle, trafic, observation spécifique. Les stations des quatre premières catégories sont définies comme des stations de fond ; celles des deux catégories suivantes comme des stations de proximité. Cette classification évoluera prochainement pour se conformer à la classification européenne et aux exigences réglementaires (Décision 2011/150/EU¹). Pour chaque polluant mesuré, une station sera classée d'après la combinaison de deux critères : le type de zone (rural, périurbain, urbain) et le type de site (fond, proximité industrielle, trafic).

La classification fondée sur le type de zone et de site est aisée à interpréter et peut être exploitée dans de nombreuses études à caractère réglementaire ou scientifique. Certaines classes cependant, en particulier la classe des stations urbaines de fond, rassemblent sous une même appellation une grande diversité de situations, ce qui rend la comparaison entre sites délicate. Le développement de classifications complémentaires destinées à affiner la description des stations est en conséquence encouragé (JRC-AQUILA, 2013).

Pour les besoins du projet européen GMES/MACC (<http://gmes-atmosphere.eu>), Météo-France a mis au point une nouvelle méthodologie de classification fondée sur la variabilité temporelle des données de mesure (Joly et Peuch, 2012). L'hypothèse est que la représentativité spatiale d'une station est liée à son comportement temporel, ici synthétisé par huit indicateurs caractéristiques du cycle diurne, de l'effet « week-end » et de la variabilité de haute fréquence. La méthode repose sur une analyse linéaire discriminante de ces indicateurs. Elle aboutit, pour chaque polluant, à une classification qui va de la classe 1 (comportement typique d'un site de fond rural) à la classe 10 (comportement typique d'un site de trafic urbain). Elle a été appliquée par l'INERIS à l'ensemble des stations européennes (AirBase v6) dans le cadre de travaux réalisés pour l'Agence Européenne pour l'Environnement (ETC/ACM, 2013). Les résultats de ces travaux et leur exploitation sont disponibles à l'adresse http://acm.eionet.europa.eu/reports/ETCACM_TP_2012_17_analysis_AQstation_classification.

¹ Décision d'exécution de la Commission du 12.12.2011 portant modalités d'application des directives 2004/107/CE et 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil concernant l'échange réciproque d'informations et la déclaration concernant l'évaluation de la qualité de l'air ambiant

Complémentaire de la typologie usuelle et des travaux mentionnés ci-dessus, la présente étude cherche à tirer parti des différentes bases de données disponibles (qualité de l'air, population, occupation des sols, émissions) pour proposer une nouvelle classification fondée sur des paramètres relatifs aux relations entre polluants, à l'environnement de mesure et aux données d'émissions.

2. CLASSIFICATION DES STATIONS EN FONCTION DE LEUR ENVIRONNEMENT

Dans cette partie, on s'est attaché à classer les stations en fonction de leur environnement et de ratios de concentrations caractéristiques de certaines activités grâce à une analyse en composantes principales.

2.1 METHODOLOGIE

2.1.1 STATIONS ET MESURES PRISES EN COMPTE

Les stations prises en compte sont les stations françaises opérationnelles au 1^{er} mai 2012 pour lesquelles on disposait de données de mesure de NO₂, de NO et/ou PM₁₀ entre 2007 et 2011. Les données ont été agrégées sous forme de moyennes annuelles pour les années 2007 à 2011. Afin de pouvoir réaliser une analyse statistique pertinente, lorsque sur une année la station a été opérationnelle moins de 75% du temps, l'année en question a été écartée.

L'ensemble de stations est donc constitué de 520 stations dont 234 de fond urbain, 98 de fond périurbain, 53 de fond rural, 68 de proximité trafic, 59 industrielles et 8 dites « d'observation spécifique ».

Les données de concentrations sont prises en compte dans cette étude sous la forme de ratios NO/NO₂ et PM₁₀/NO₂, le premier étant supposé caractéristique du trafic car le monoxyde d'azote produit par les voitures n'est pas instantanément oxydé en NO₂.

2.1.2 DONNEES D'ENVIRONNEMENT DE LA STATION

L'environnement de la station a été pris en compte dans l'étude par l'utilisation d'informations dans un rayon d'un kilomètre autour de celle-ci :

- **altitude moyenne** : moyenne d'altitude provenant de la base SRTM² de la NASA
- **population** : population 2009 issue du carroyage INSEE 1km corrigé avec les données de population à l'IRIS³

² Shuttle Radar Topography Mission : données altimétriques recueillies par interférométrie radar en 2000 par la navette spatiale Endeavour à une altitude de 233 km.

³ Ilots Regroupés pour l'Information Statistique : base de données infra-communales développée par l'INSEE

- composition du tissu autour de la station : proportion de tissu sur 1km autour de la station selon la classification Corine Land Cover⁴ (année 2006) au niveau 1 (couche 1 « **Territoires artificialisés** », couche 2 « **Territoires agricoles** », couche 3 « **Forêts et milieux semi-naturels** » et couche 5 « **Surfaces en eau** »). La couche 4 « Zones Humides » n'a pas été prise en compte dans l'étude car elle n'était présente que dans le voisinage d'une petite minorité de stations. Cette variable n'était donc pas discriminante.

2.1.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

Pour réaliser une classification de l'ensemble des 520 points par rapport à l'ensemble des 8 variables explicatives (ratios de concentrations et données d'environnement), il convient de positionner chaque point par ses « coordonnées » dans l'espace formé par les 8 variables. Une telle représentation est difficile à appréhender et en pratique, on utilise la statistique multivariée, et en particulier l'analyse en composantes principales, pour réduire l'information en un nombre de composantes plus limité que le nombre initial de variables.

Cette analyse consiste à transformer des variables liées entre elles (dites "corrélées" en statistique) en nouvelles variables décorrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales", ou axes. On peut alors expliquer les premières variables par rapport aux nouvelles composantes. Les deux premiers axes permettent une projection graphique de l'échantillon, en limitant la perte d'information.

L'analyse en composantes principales normées de cette étude a été réalisée à l'aide du langage R⁵, en utilisant le package FactoMineR⁵. L'avantage d'une analyse normée est de manipuler des variables dont les unités diffèrent.

Remarque : Les stations de l'échantillon ne mesurent pas toutes les 3 polluants simultanément. Il existe donc des données manquantes dans le tableau de données. L'analyse en composantes principales n'accepte pas des données manquantes. Dans le package FactoMineR, la fonction impute par défaut la moyenne des valeurs existantes. Dans cette étude, on a fait le choix d'utiliser un package additionnel missMDA⁶, qui estime les valeurs manquantes en fonction des autres variables.

⁴ Base de données géographiques produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement CORINE.

⁵ <http://www.r-project.org/>

⁶ Packages développés par le Laboratoire de Mathématiques Appliquées Agrocampus Ouest, <http://math.agrocampus-ouest.fr/infoglueDeliverLive/developpement/missMDA>

2.2 RESULTATS DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

2.2.1 CERCLE DES CORRELATIONS DANS LE PLAN 1-2

La Figure 1 présente la projection des 8 variables explicatives dans le plan formé par les composantes principales 1 et 2. La longueur de chaque vecteur renseigne sur la façon dont la variable est représentée dans ce plan. Ainsi les variables « % Territoires artificialisés » et « rapport PM_{10}/NO_2 » sont représentées dans ce plan par des vecteurs de norme proche de 1 donc sont bien représentées par ce plan. À l'inverse, la projection du vecteur « % Surfaces en eau » est de faible norme dans ce plan : l'information contenue par la variable est mal représentée par ces deux dimensions.

Le Tableau 1 complète l'information en donnant le pourcentage d'information sur l'échantillon contenue dans les 3 premières composantes : respectivement 40,74%, 23,59% et 13,33%. Ainsi une représentation des variables et des individus dans le plan 1-2 fournit 64% de la variance totale.

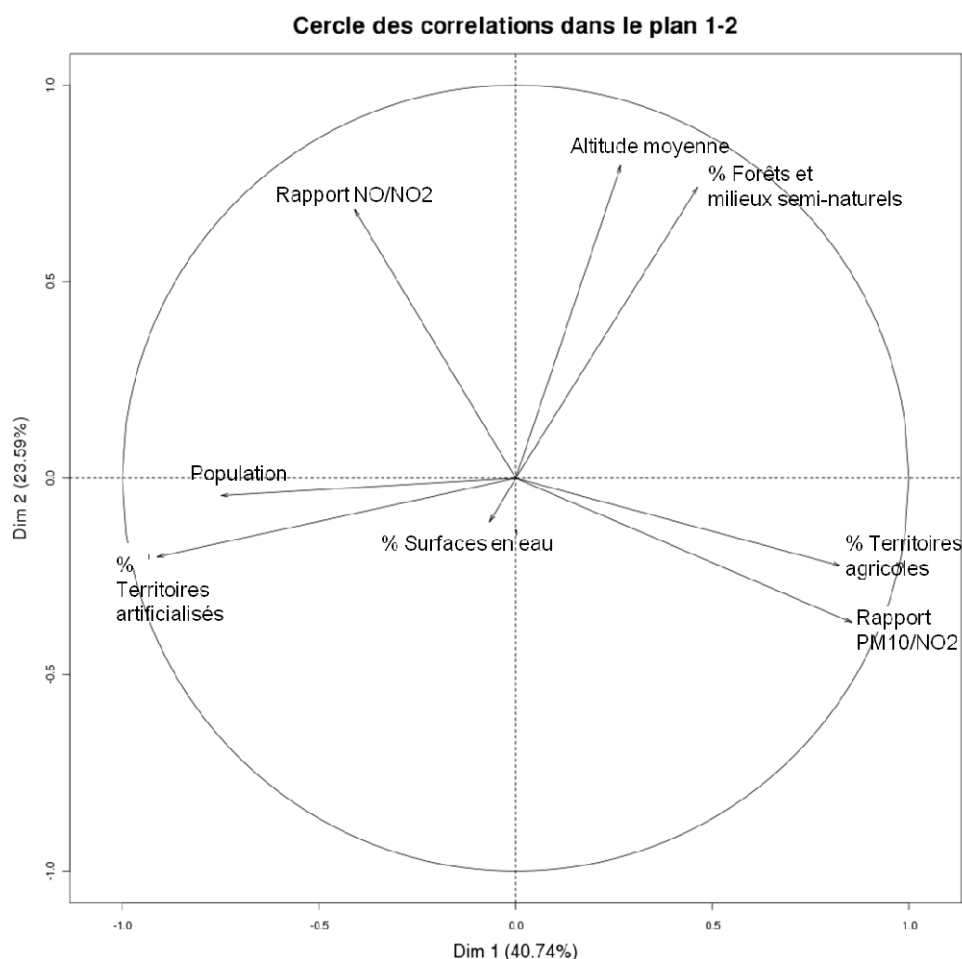


Figure 1: Cercle des corrélations dans le plan formé par les composantes principales 1 et 2

Tableau 1 : Tableau des corrélations entre les 3 premières composantes principales et les 8 variables explicatives utilisées

Dimension 1 (40,74%)			Dimension 2 (23,59%)		
	correlation	p value		correlation	p value
% Territoires artificialisés	-0,912	3,67E-202	Altitude moyenne	0,795	9,10E-113
Rapport PM10/NO2	0,654	1,65E-149	% Forêts et milieux semi-naturels	0,740	2,54E-91
% Territoires agricoles	0,625	3,34E-130	Rapport NO/NO2	0,684	7,08E-73
Population	-0,749	1,50E-94	Rapport PM10/NO2	-0,367	4,67E-18
% Forêts et milieux semi-naturels	0,462	5,71E-29	% Territoires agricoles	-0,223	2,86E-37
Rapport NO/NO2	-0,410	1,80E-22	% Territoires artificialisés	-0,200	4,23E-36
Altitude moyenne	0,267	5,74E-10	% Surfaces en eau	-0,111	1,14E-32

Dimension 3 (11,33%)		
	correlation	p value
% Surfaces en eau	0,976	0,00E+00
% Territoires artificialisés	0,200	4,18E-06
Altitude moyenne	-0,153	4,67E-04
Rapport NO/NO2	0,144	3,82E-04
Population	-0,122	5,44E-03

Ce cercle des corrélations et ce tableau permettent également de caractériser les 3 premières composantes principales par rapport aux variables explicatives.

L'**axe 1** est bien caractérisé (négativement) par la variable « % Territoires artificialisés » (avec un coefficient de corrélation de -0,912) et graphiquement on remarque que la projection du vecteur correspondant sur l'axe 1 est proche de -1. Ainsi l'axe 1 pourrait-il correspondre à une information sur le caractère plus ou moins urbanisé de l'environnement de la station.

Pour l'**axe 2**, la caractérisation est moins nette. Il est assez bien corrélé avec la variable « altitude moyenne » (0,795) même si la projection de ce vecteur sur l'axe n'est graphiquement pas proche de 1. Cet axe pourrait être considéré comme donnant une information d'altitude autour de la station.

Pour l'**axe 3** (non représenté sur la Figure 1), il est intéressant de remarquer qu'il est confondu avec la variable « % Surfaces en eau » avec une p value (qui représente la probabilité que le couple axe/vecteur ne soit pas confondu), nulle. En revanche, cet axe apporte moins d'information que les deux premiers. On se contentera donc de travailler avec les deux premières dimensions (64% de l'information).

Enfin, l'analyse du cercle des corrélations permet, comme son nom l'indique, d'identifier des liens entre les différentes variables. Ainsi on observe logiquement des corrélations positives entre les variables « altitude moyenne » et « % Forêts et milieux semi-naturels » ; entre « population » et « % Territoires artificialisés ». De même, il existe une corrélation positive entre les variables « PM₁₀/NO₂ » et « % Territoires agricoles » : les activités agricoles générant du NO₂ en moindre importance par rapport aux particules émises.

Dans le groupe des variables corrélées négativement, on retrouve logiquement la variable « % Territoires artificialisés » opposée d'une part à la variable « % Forêts et milieux semi-naturels » ainsi qu'à la variable « % Territoires agricoles ». Enfin il existe une corrélation négative forte entre le rapport PM_{10}/NO_2 et le rapport NO/NO_2 (représentatif, lorsqu'il est élevé, d'une très forte proximité trafic).

2.2.2 PROJECTION DES INDIVIDUS DANS LE PLAN 1-2

Dans cette partie, les stations (initialement représentées par leurs « coordonnées » dans l'ensemble formé par les 8 variables explicatives) sont représentées dans le plan formé par les axes 1 et 2 (Figure 2). Les couleurs permettent de distinguer les stations selon leur typologie. On observe ainsi que les stations de proximité trafic et de fond urbain sont principalement situées dans le demi-plan des valeurs négatives de l'axe 1 donc sont sur des territoires artificiels. En revanche, les stations de fond rural sont logiquement situées dans le demi-plan des valeurs positives de l'axe 1 (défini précédemment comme représentatif du caractère plus ou moins urbanisé d'un site).

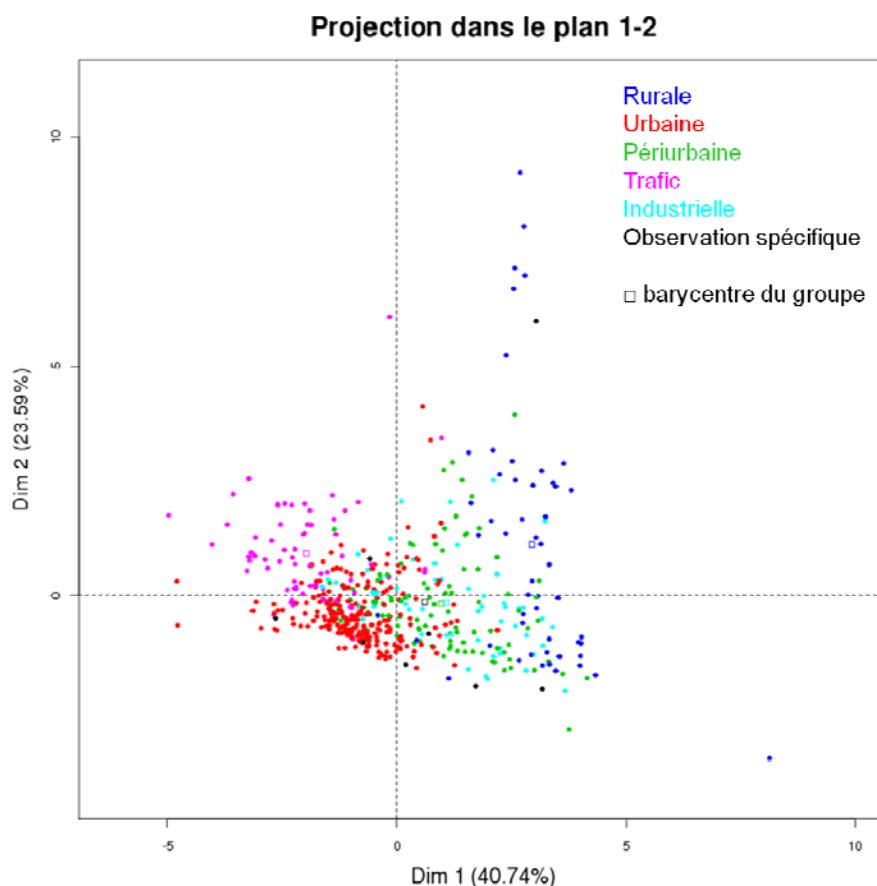


Figure 2 : Projection des individus dans le plan formé par les deux premières composantes principales

On observe également un certain étalement des stations, rurales principalement, selon l'axe 2, ce qui laisserait envisager une différenciation selon l'altitude du site.

2.3 CLASSIFICATION DES STATIONS

2.3.1 RESULTATS DE LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE SUR COMPOSANTES PRINCIPALES

Sur la base de ces résultats, une Classification Hiérarchique sur Composantes Principales est réalisée afin de regrouper les stations selon leur profil. La Figure 3 représente le dendrogramme en sortie de cette classification et suggère une partition en 4 groupes ci-après dénommés « clusters ».

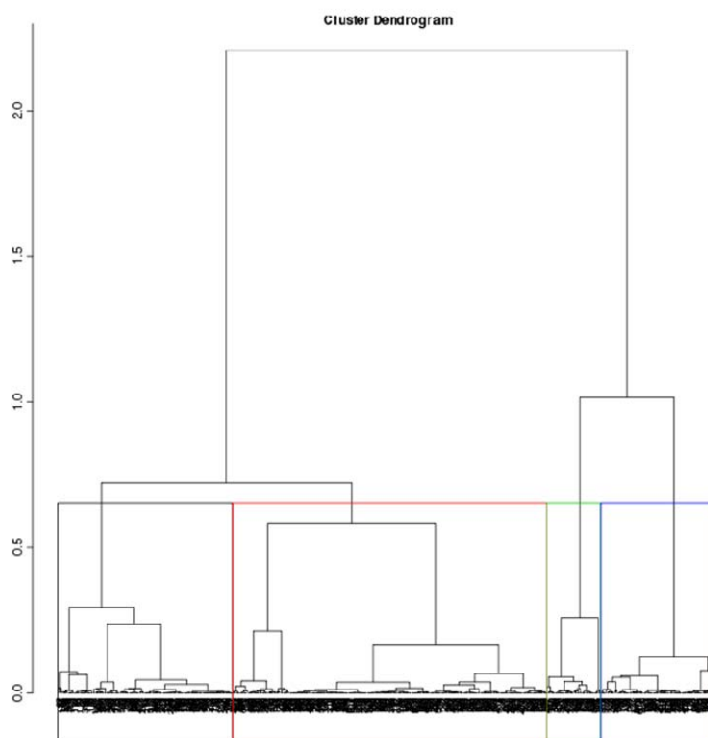


Figure 3 : Dendrogramme (ou arbre hiérarchique) issu de la classification hiérarchique sur composantes principales.

La Figure 4 représente, comme la Figure 2, le plan factoriel 1-2 mais avec un code couleur correspondant aux différents clusters identifiés. Ainsi on distingue le cluster 1 dans le demi-plan des valeurs négatives de l'axe 1, le cluster 2 au centre du plan, le cluster 3 dans le cadran correspondant aux valeurs positives de l'axe 1 et de l'axe 2 et le cluster 4 dans le cadran inférieur droit.

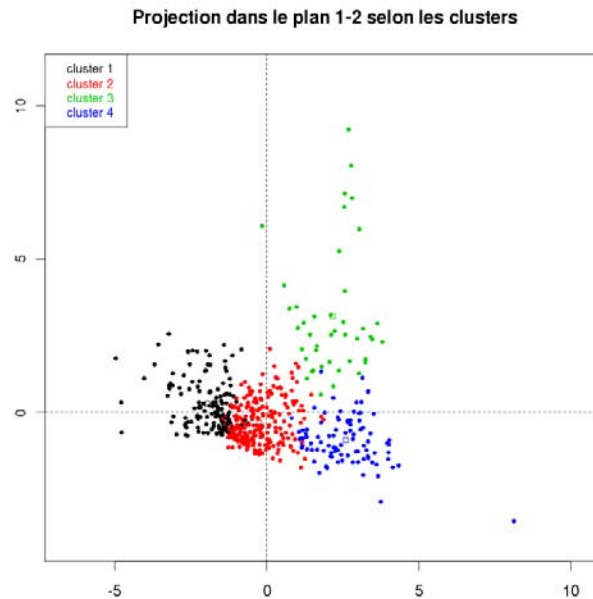


Figure 4 : Projection des stations sur le plan factoriel 1-2 et représentation des clusters établis par classification hiérarchique.

2.3.2 CARACTERISATION DES « CLUSTERS »

Clusters et typologies :

La Figure 5 représente la répartition des différentes typologies au sein des clusters. Le code couleur est le même que dans la Figure 2.

Le **cluster 1**, constitué de 138 stations, est en majorité composé de stations de fond urbain (53%) et de stations de proximité trafic (39%). C'est le groupe qui réunit le plus de stations de proximité trafic (79% de cette typologie) et les stations de fond rural en sont absentes.

Le **cluster 2**, le plus important avec 248 stations, est majoritairement constitué de stations de fond urbain (63%) et dans une moindre mesure de fond périurbain (32%). Dans ce groupe aussi, les stations de fond rural sont peu représentées.

Le **cluster 3**, le moins important avec 43 stations, est majoritairement formé de stations de fond rural (53%) et représente 43% de cette typologie. On y retrouve également une dizaine de stations de fond périurbain.

Enfin le **cluster 4** (91 stations) est dépourvu de stations de proximité trafic, représente 51% des stations de fond rural et se décompose équitablement entre stations de fond périurbain (35 %), de proximité industrielle (29 %) et de fond rural (30 %).

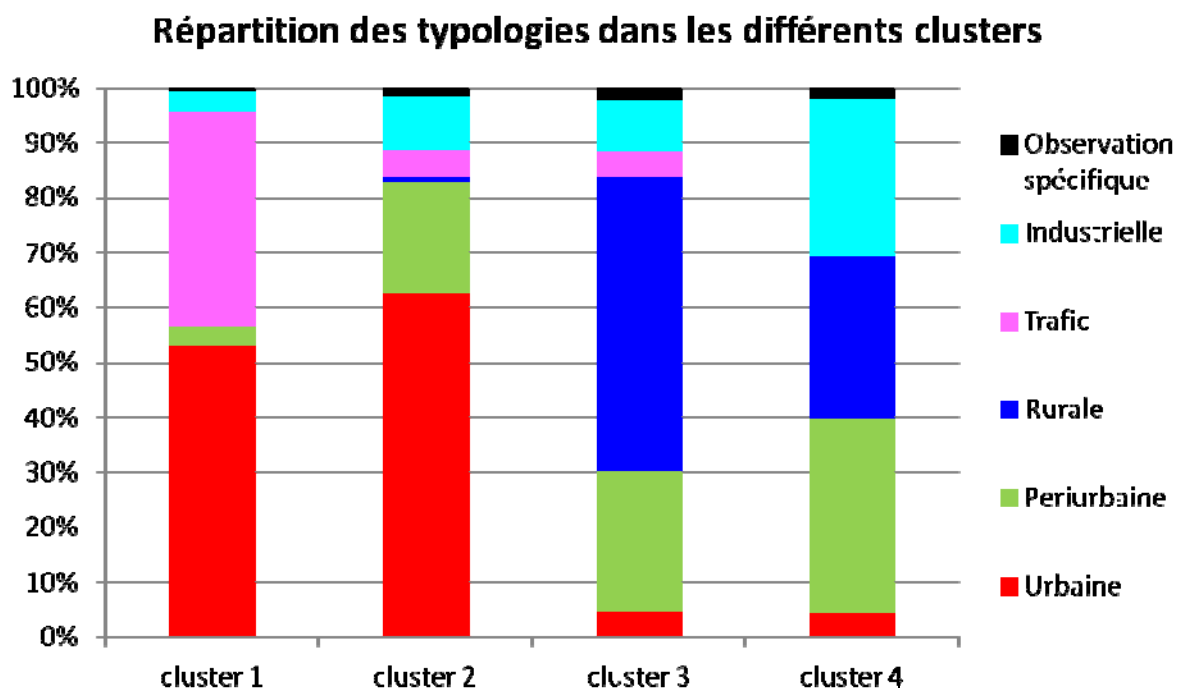


Figure 5 : Répartition des typologies dans les différents clusters

Ainsi, grâce à cette analyse en fonction de la typologie des stations, on peut caractériser les clusters 1 et 2 comme étant plutôt de nature « urbaine-traffic » et les clusters 3 et 4 comme étant plutôt de nature « rurale-habitat peu dense ».

Clusters et variables explicatives :

Une analyse de ces clusters à travers le filtre des variables explicatives devrait permettre d'affiner cette caractérisation.

La Figure 6 présente les statistiques par cluster des variables explicatives liées à l'environnement de la station. La couche 5 « Surfaces en eaux » n'a pas été représentée car elle ne permettait pas de discrimination entre les clusters.

La comparaison deux à deux des clusters grâce à un t-test indépendant permet d'identifier la ou les variables caractéristiques de chaque groupe (Tableau 2). Dans ce test, une p-value (notée p) inférieure à 5% permet de conclure que les moyennes sont significativement différentes.

Tableau 2 : Tableau des p-values (probabilité de se tromper en concluant que les moyennes des clusters désignés sur les lignes sont significativement plus élevées que les moyennes des clusters désignés en colonnes)

Population dans un rayon de 1km				Territoires agricoles			
	cluster2	cluster3	cluster4		cluster1	cluster2	cluster3
cluster1	<2.2e-16	<2.2e-16	<2.2e-16	cluster4	<2.2e-16	<2.2e-16	<2.2e-16
Territoires artificialisés				Population dans un rayon de 1km			
	cluster2	cluster3	cluster4		cluster3	cluster4	
cluster1	<2.2e-16	<2.2e-16	<2.2e-16	cluster2	<2.2e-16	<2.2e-16	
Altitude moyenne dans un rayon de 1km				Territoires artificialisés			
	cluster1	cluster2	cluster4		cluster3	cluster4	
cluster3	1.51E-09	1.51E-09	4.728E-10	cluster2	<2.2e-16	<2.2e-16	
Forêts et milieux semi-naturels							
	cluster1	cluster2	cluster4				
cluster3	<2.2e-16	<2.2e-16	<2.2e-16				

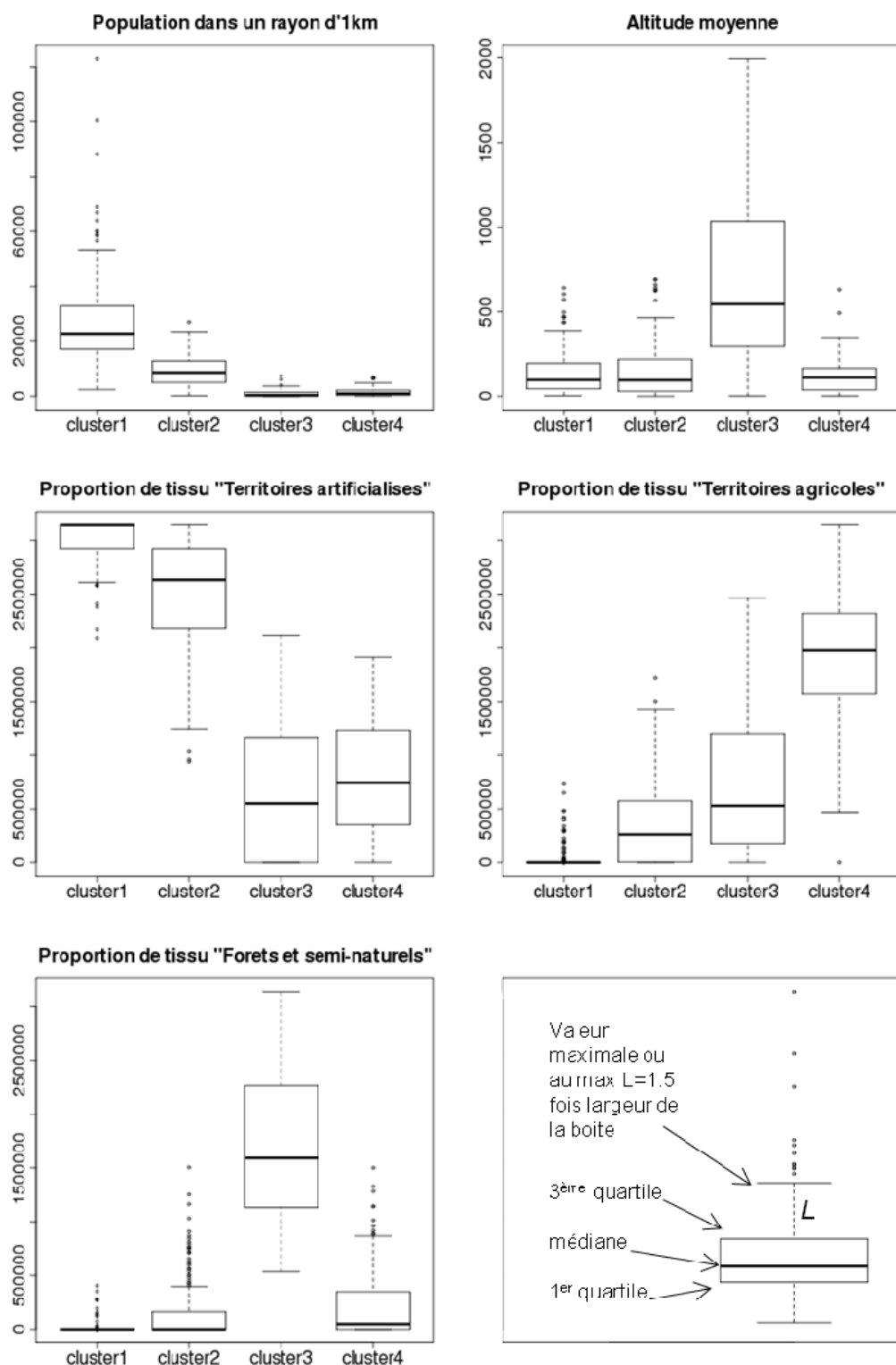


Figure 6 : Diagrammes en « boîtes à moustaches »⁷ décrivant les statistiques des variables explicatives liées à l'environnement de la station en fonction des différents clusters. Population : en nombre d'habitants, altitude : en m, proportion de tissu : en m² dans un cercle de rayon 1km.

⁷ Le principe de tels diagrammes est représenté sur la figure en bas à droite. La boîte représente 50% de l'échantillon, ce qui donne une information sur la dispersion de l'échantillon. Les moustaches donnent une information sur les valeurs extrêmes.

Dans les observations suivantes, chacun des quatre groupes est analysé par comparaison avec les trois autres groupes.

Le **cluster 1** se caractérise par une densité de population significativement plus élevée ($p < 2,2.10^{-16}$) et par une part de tissu artificialisé significativement plus grande ($p < 2,2.10^{-16}$). Il regroupe presque en exclusivité des stations dont l'environnement proche ne comporte que très peu de forêts et de terrains agricoles.

Le **cluster 3** se caractérise par une proportion significativement plus importante de forêts et de milieux semi-naturels par rapport aux autres clusters dans l'environnement proche de ses stations ($p < 2,2.10^{-16}$). Logiquement (par rapport aux corrélations observées en Figure 1), ce cluster se caractérise également par une altitude moyenne autour des stations significativement plus élevée que les autres groupes ($p < 2.10^{-9}$), même si les altitudes moyennes dans ce groupe sont très dispersées. Enfin, ce groupe se distingue par sa très faible densité de population dans le voisinage immédiat des stations qui le composent.

En outre, le **cluster 4** se caractérise par une proportion significativement plus importante de territoire agricole par rapport aux autres clusters ($p < 2,2.10^{-16}$) et tout comme le cluster 3, on remarque que le voisinage des stations qui le constituent est très peu peuplé.

Le **cluster 2** n'est pas caractérisé par une variable particulière. Etant le plus large des groupes de stations, il semble regrouper les stations intermédiaires, qui n'appartiennent à aucun des clusters cités ci-dessus. On peut dire que le voisinage à 1km des stations est constitué d'une densité de population plus élevée et d'un tissu artificialisé plus dense qu'autour des stations appartenant aux clusters 3 et 4,

Les statistiques des variables explicatives liées aux rapports de concentrations mesurées aux stations sont, de la même façon, analysées suivant les différents clusters. Même si les différences entre clusters sont moins visibles sur la Figure 7, un t-test indépendant permet de montrer que :

- Pour le rapport NO/NO₂, le cluster 4 se distingue par une moyenne significativement plus faible que les autres clusters (p-values inférieures à 7.10^{-8}). Il est suivi par le cluster 2 (p-values inférieures à $1,6.10^{-8}$). On ne peut rien conclure sur les deux derniers clusters.

- Pour le rapport PM10/NO2, les clusters s'ordonnent par valeur croissante du ratio :

$$\text{Cluster 1} < \text{Cluster 2} < \text{Cluster 3} < \text{Cluster 4}$$

$$p < 2,2 \cdot 10^{-16} \quad p = 1,3 \cdot 10^{-2} \quad p = 9,35 \cdot 10^{-11}$$

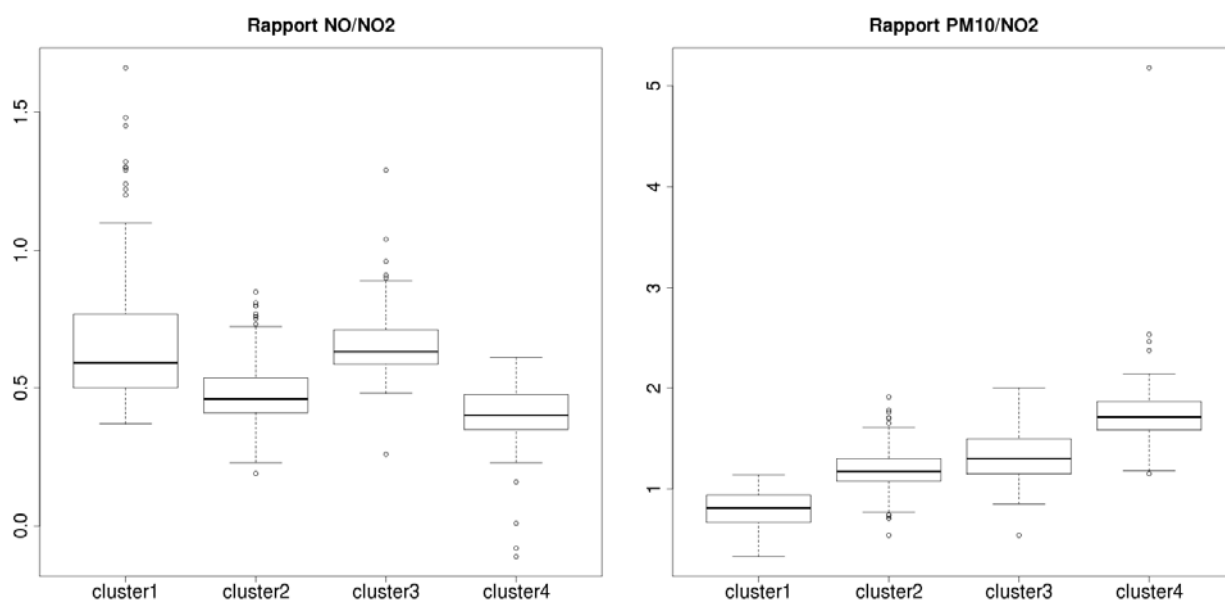


Figure 7 Diagrammes en « boîtes à moustaches » décrivant les statistiques des variables explicatives liées aux concentrations mesurées à la station en fonction des différents clusters.

Clusters et répartition spatiale :

La carte suivante (Figure 8) montre la répartition spatiale des stations selon les clusters. La plupart des stations appartenant au cluster 3 sont situées logiquement sur les massifs montagneux. Quant aux stations du cluster 1, elles se concentrent en majorité sur les grosses agglomérations. Les deux autres clusters se répartissent sur la France.

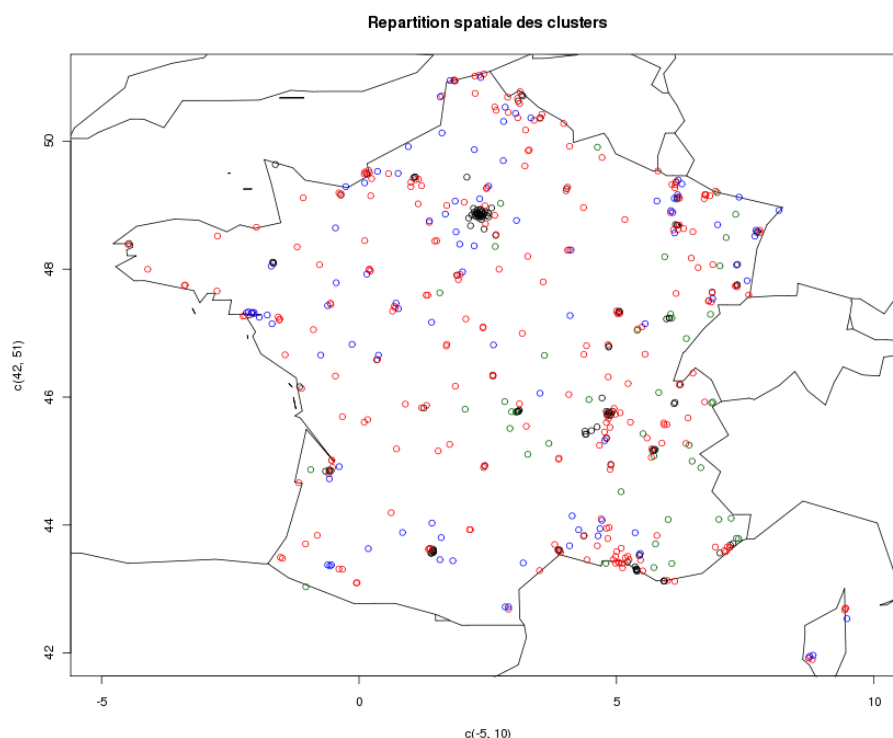


Figure 8 : Répartition spatiale des stations selon les clusters (noir : 1 ; rouge : 2 ; vert : 3 ; bleu : 4)

2.4 CONCLUSIONS

Cette étude sur la classification des stations, qui repose sur une analyse en composantes principales de variables d'environnement des stations ainsi que de ratios de concentrations, permet de regrouper les stations en 4 « clusters » :

- Le cluster 1 des stations situées dans un environnement très urbanisé, un tissu « artificiel » dense et une forte densité de population, surtout dans les grandes agglomérations ; ce cluster regroupe la grande majorité (79%) des stations de proximité automobile ;
- Le cluster 3 des stations situées dans un environnement semi-naturel et de forêt, plutôt en altitude et peu peuplé ;
- Le cluster 4 des stations situées dans un environnement agricole et peu peuplé. La particularité de ces stations est d'avoir un ratio PM_{10}/NO_2 plus élevé que dans les autres groupes, ce qui s'explique probablement par la faible contribution des activités agricoles aux émissions de dioxyde d'azote mais par une contribution plus élevée aux émissions et à la formation de particules (par émissions de NH_3 et production de HNO_3 dans l'atmosphère) ;
- Le cluster 2 des stations intermédiaires, majoritairement urbaines et n'appartenant pas aux autres clusters.

Si l'on revient à la classification usuelle (typologie), on remarque que les stations de fond rural sont presque exclusivement réparties entre le cluster 3 et le cluster 4. Les stations de fond urbain se répartissent entre les clusters 1 et 2 et celles de proximité trafic appartiennent plutôt au cluster 1.

La comparaison de cette classification avec la classification obtenue selon la méthodologie de Joly et Peuch (2012) et l'introduction des émissions dans une analyse en composantes principales pourraient permettre de mieux distinguer les deux clusters 1 et 2.

3. COMPARAISON ENTRE LA CLASSIFICATION FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT DES STATIONS ET LA CLASSIFICATION METEO-FRANCE

3.1 CLASSIFICATION HIERARCHIQUE VERSUS CLASSIFICATION METEO-FRANCE

L'appartenance des stations françaises à l'un des clusters précédemment définis est examinée conjointement à leur position sur l'échelle de la classification Météo-France appliquée aux données O₃, NO₂ et PM₁₀. La Figure 9 permet d'étudier la répartition des différents clusters sur cette échelle pour les trois polluants. Si pour l'échelle O₃, il n'est pas aisé de conclure quant à une éventuelle correspondance cluster/classification, on remarque une tendance plus marquée avec la classification appliquée aux PM₁₀ et au NO₂.

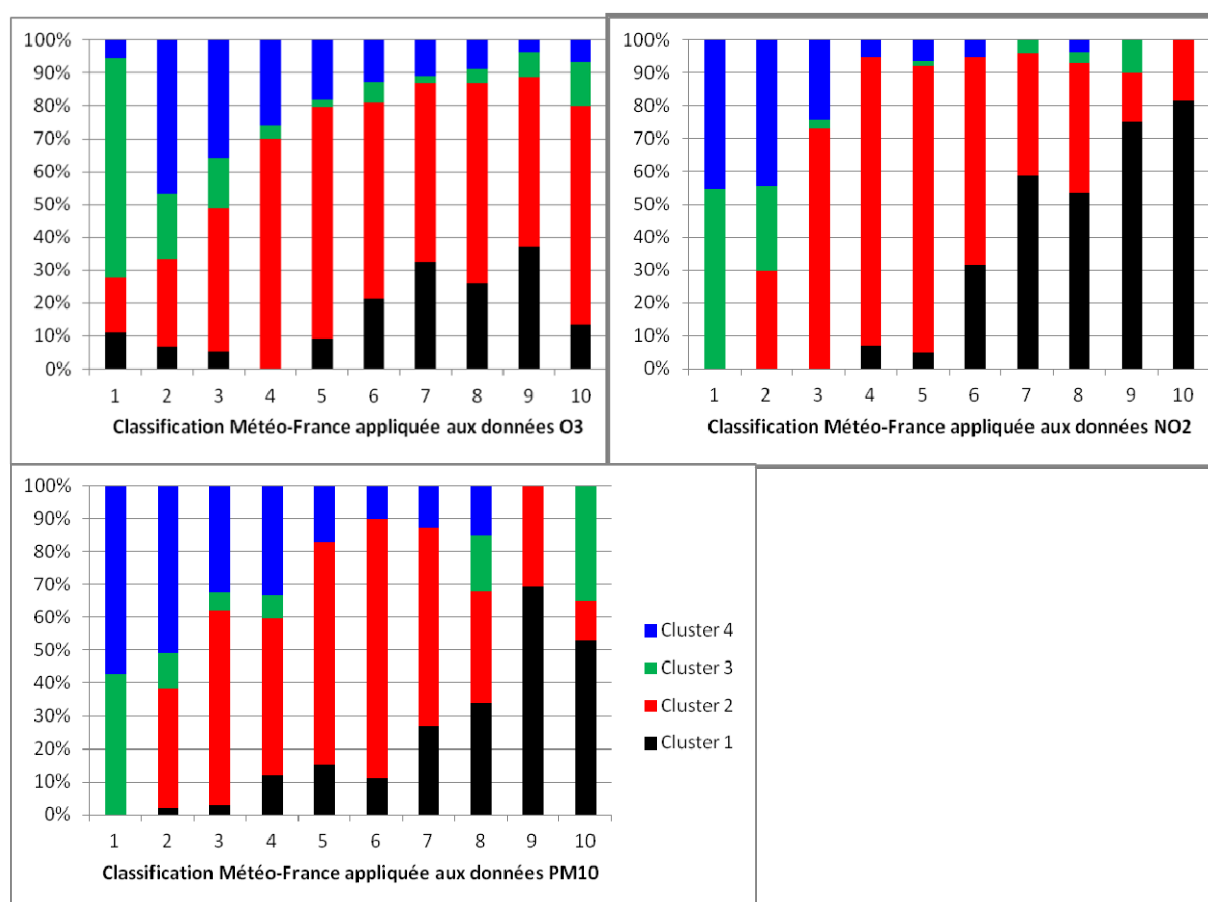


Figure 9 : Répartition des différents clusters dans les classes issues de la classification Météo-France. On rappelle que ces classes vont de 1 à 10, du comportement le moins influencé (fond rural) au comportement le plus influencé (forte influence du trafic)

Les stations ayant les numéros de classes les plus élevés pour les PM₁₀ et le NO₂ se retrouvent majoritairement dans le cluster 1, celles qui ont les numéros les plus faibles se retrouvent majoritairement (voire uniquement pour le numéro #1) dans les clusters 3 et 4. Les classes intermédiaires sont en majorité constituées de stations regroupées dans le cluster 2.

Ces observations sont cohérentes avec l'identification des différents clusters faite précédemment : les clusters 3 et 4 sont plutôt « ruraux », le cluster 1 correspond à un « territoire artificialisé » et le cluster 2 représente un lot de stations dites « intermédiaires ».

3.2 DIFFERENCIATION DES STATIONS DE FOND URBAIN APPARTENANT AUX CLUSTERS 1 ET 2

Les stations de typologie de fond urbain se répartissent quasi exclusivement entre les clusters 1 et 2 (respectivement 31% et 66%). La classification Météo-France appliquée aux données NO₂ permet de les différencier (Figure 10). Plus de 90% des stations de fond urbain du cluster 1 se caractérisent par un numéro de classe pour le NO₂ supérieur à 6. L'ensemble des stations de fond urbain du cluster 2 se caractérise quant à lui par des numéros de classe plus faibles, majoritairement compris entre 2 et 6.

Les stations de fond urbain du cluster 1 seraient donc plus influencées par le trafic que les stations de même typologie dans le cluster 2. C'est d'ailleurs dans le cluster 1 que l'on retrouve la grande majorité des stations de proximité trafic (79%).

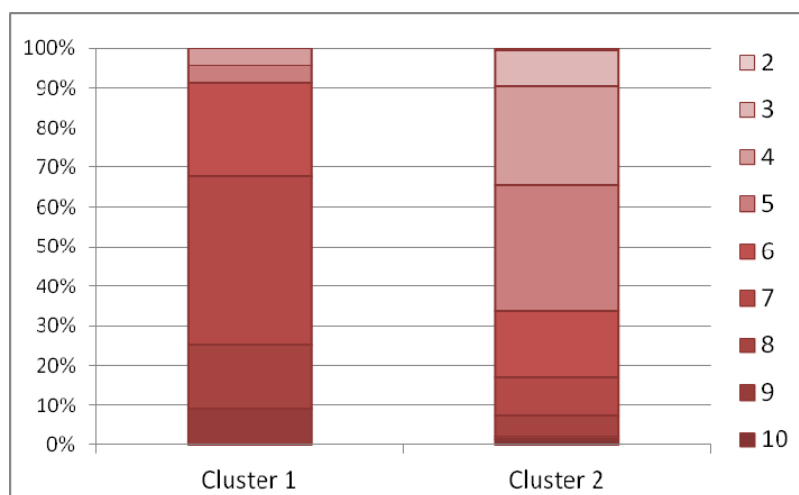


Figure 10 : Stations de fond urbain : Répartition des numéros de classe (NO₂) dans les clusters 1 et 2

3.3 CONCLUSIONS

La comparaison entre les résultats de la classification hiérarchique sur composantes principales et la classification Météo-France a permis d'évaluer la pertinence de la première et de mieux caractériser les clusters 1 et 2.

Le cluster 1, caractérisé par des numéros de classe élevés pour le NO₂ et les PM₁₀, correspond à des stations de proximité routière ou sous influence du trafic, alors que le cluster 2, caractérisé par des numéros de classe plus faibles pour les deux polluants, correspond à des stations moins influencées par la pollution automobile, mesurant le « véritable » fond urbain.

4. CLASSIFICATION DES CLUSTERS 1 ET 2 EN INTRODUISENT LES VALEURS D'EMISSIONS

Comme il ressort des résultats précédents, les clusters 1 et 2 se caractérisent par une forte proportion de stations de fond urbain et de proximité routière. En outre, d'après la comparaison avec la classification Météo-France, les stations du cluster 1 subiraient une influence du trafic plus marquée que les stations du cluster 2.

Afin de préciser ces observations, de nouveaux calculs sont réalisés en intégrant les données d'émissions dans une analyse en composantes principales.

4.1 METHODOLOGIE

Les données d'émissions par SNAP de niveau 1 ont été extraites de l'Inventaire National Spatialisé pour l'année 2004 et agrégées sur un rayon de 1km autour des stations.

Afin de confirmer le caractère « influence du trafic », il a été décidé d'utiliser les émissions de NO_x de la SNAP 7 à 1km. Pour le caractère « fond urbain », la variable « émissions de PM₁₀ de la SNAP 2 à 1km » a été retenue et pour tenter de différencier les stations plus rurales la variable « émissions de PM₁₀ de la SNAP 10 à 1km » a été choisie⁸.

Deux autres variables, précédemment utilisées, ont été ajoutées : la donnée Corine Land Cover « % Territoires artificialisés » et la donnée « Rapport NO/NO₂ ».

4.2 RESULTATS DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

4.2.1 CERCLE DES CORRELATIONS DANS LE PLAN 1-2

L'Analyse en Composantes Principales a été réalisée sur les stations du cluster 1 et du cluster 2 avec 5 variables explicatives. La Figure 11 présente la répartition de ces variables sur le cercle des corrélations dans le plan 1-2 qui représente 58% de l'information.

⁸ SNAP2 : combustion non industrielle ; SNAP7 : transport routier ; SNAP10 : agriculture

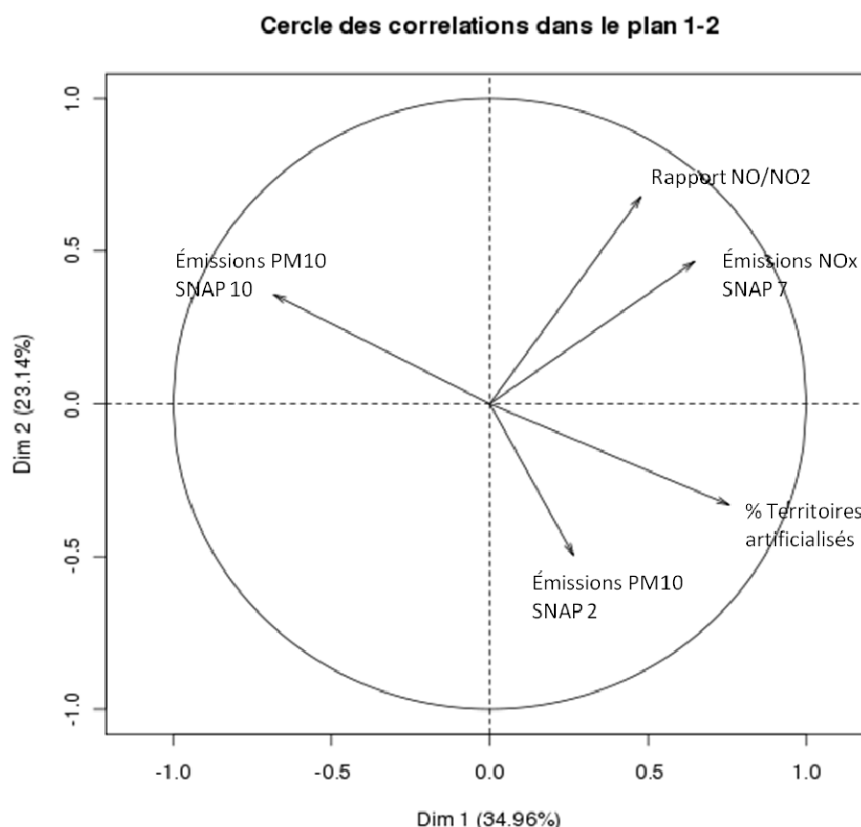


Figure 11 : Cercle des corrélations dans le plan formé par les composantes principales 1 et 2 pour les stations des clusters 1 et 2

L'analyse du cercle des corrélations montre que la variable « % Territoires artificialisés » et la variable « Émissions PM10 SNAP 10 » sont très bien corrélées négativement. Cette dernière représentant les émissions de particules dans le secteur agricole, ce constat n'est pas surprenant et rejoint les résultats observés sur la Figure 1.

On observe également que ces deux variables sont décorrélées par rapport à la variable « Rapport NO/NO₂ », caractéristique du trafic et qui est elle-même corrélée positivement à la variable « Émissions NOx SNAP 7 ».

4.2.2 POSITIONNEMENT DES CLUSTERS PAR RAPPORT A CETTE ACP

L'examen de la Figure 12 confirme que les stations du cluster 1 sont plus influencées par le trafic que les stations du cluster 2, puisqu'elles suivent la direction des vecteurs « Rapport NO/NO₂ » et « Émissions NOx SNAP 7 ». Les projections liées aux stations du cluster 2 suivent la ligne droite formée par les vecteurs « % Territoires artificialisés » et « Émissions PM10 SNAP 10 ». Néanmoins on n'observe pas une coupure nette entre les deux clusters suivant ces directions. Une sous-classification hiérarchique de ces clusters basée sur cette ACP devrait permettre de différencier plus nettement ces stations.

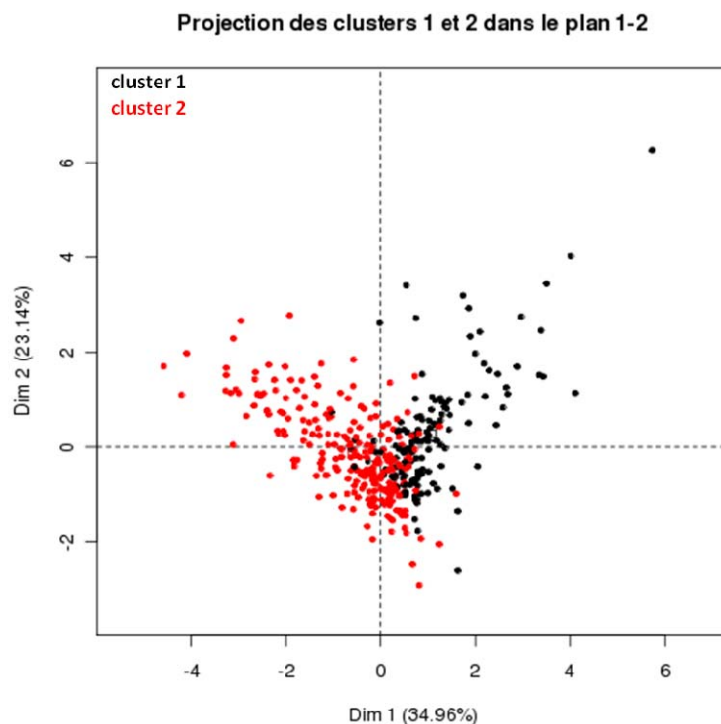


Figure 12 : Plan factoriel 1-2 en fonction des clusters 1 et 2 établis dans le premier paragraphe.

4.2.3 CLASSIFICATION HIERARCHIQUE SUR LES COMPOSANTES DE CETTE ACP

Une classification hiérarchique est réalisée à partir de l'ACP des stations des clusters 1 et 2 ; elle fait apparaître trois sous-groupes *a*, *b* et *c* (Figure 13 et Figure 14). Le sous-cluster *c* (constitué de stations identifiées de typologie trafic et de stations de typologie de fond urbain - Figure 15) représenterait les stations influencées par la proximité automobile, le sous-cluster *b* rassemblerait les stations mesurant un fond urbain et le sous-cluster *a*, celles qui mesurent un fond plus rural.

Les variables « Rapport NO/NO₂ » et « Émissions NO_x Transport routier » ont été examinées selon les différents sous-groupes et les typologies des stations (Figure 16). Le sous-cluster *a* correspond bien à des stations peu influencées par le trafic, contrairement au sous-cluster *c*. Les stations de typologie trafic de ce dernier présentent des valeurs élevées pour les deux variables alors que les stations de fond urbain ne se distinguent de celles du sous-cluster *b* que par la variable « Émissions ».

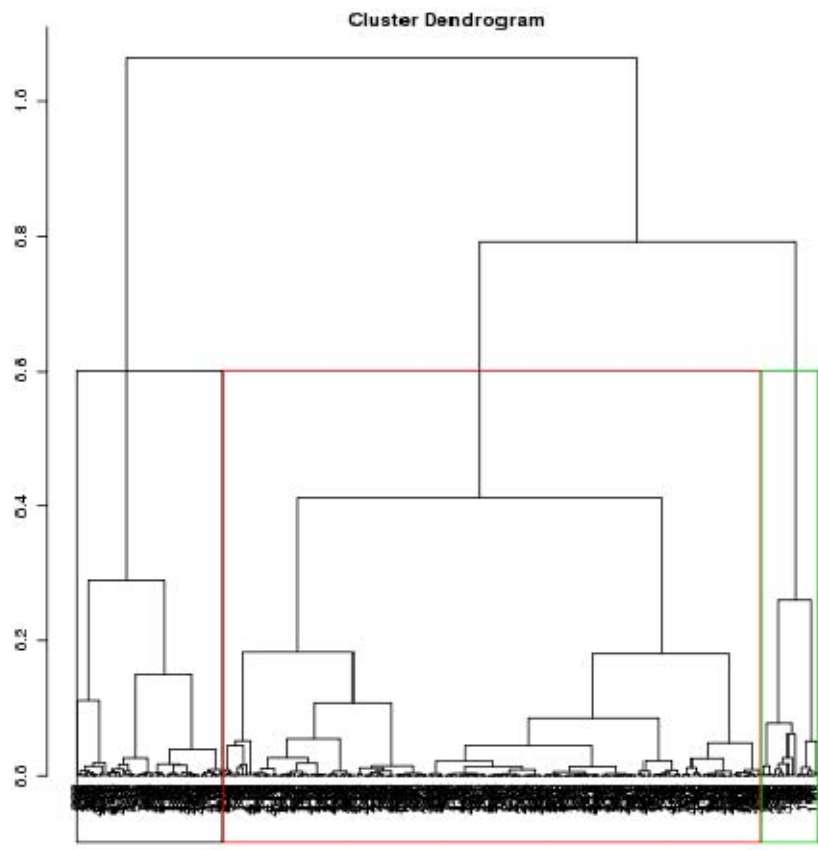


Figure 13 : Dendrogramme (ou arbre hiérarchique) issu de la classification hiérarchique sur composantes principales permettant de subdiviser les clusters 1 et 2 en 3 sous-clusters

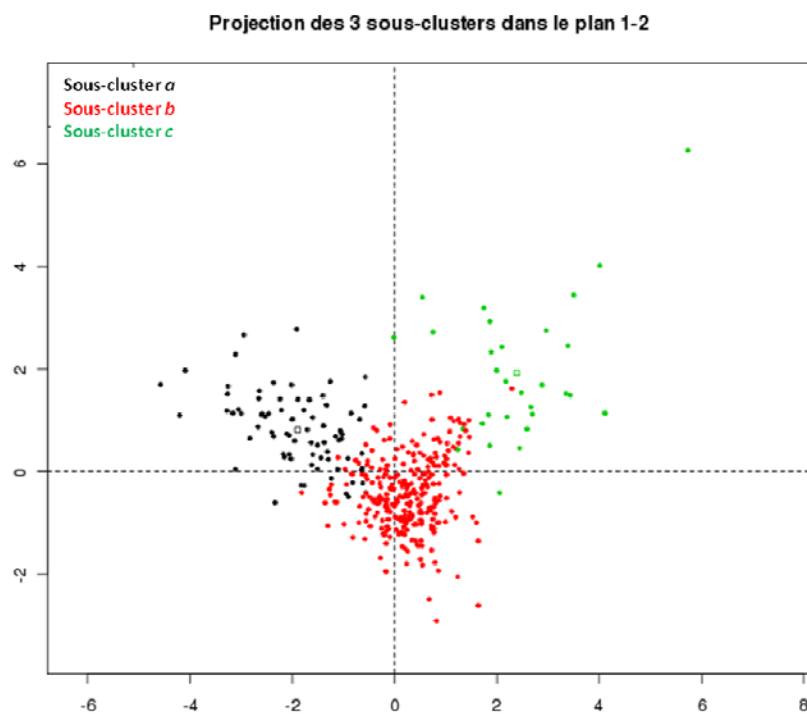


Figure 14 : Projection des sous-clusters a, b et c dans le plan 1-2

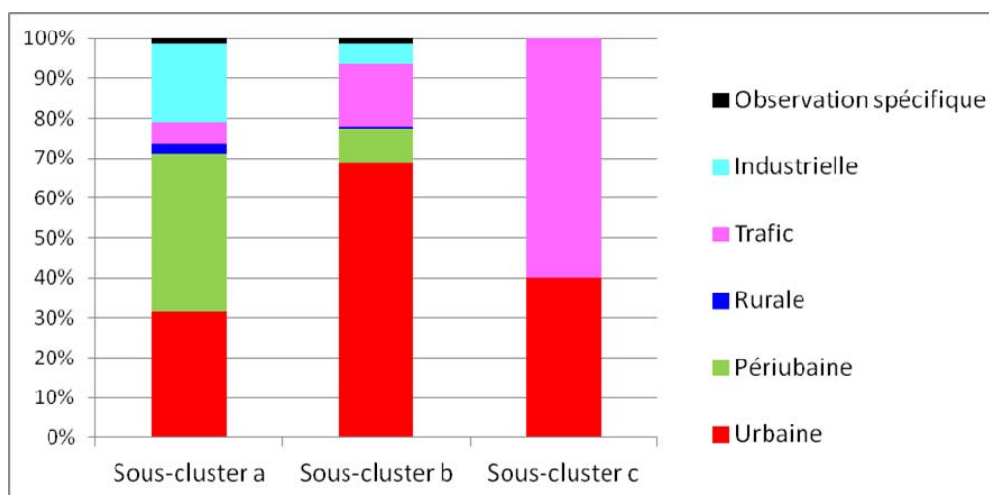


Figure 15 : Répartition des typologies dans les différents sous-clusters

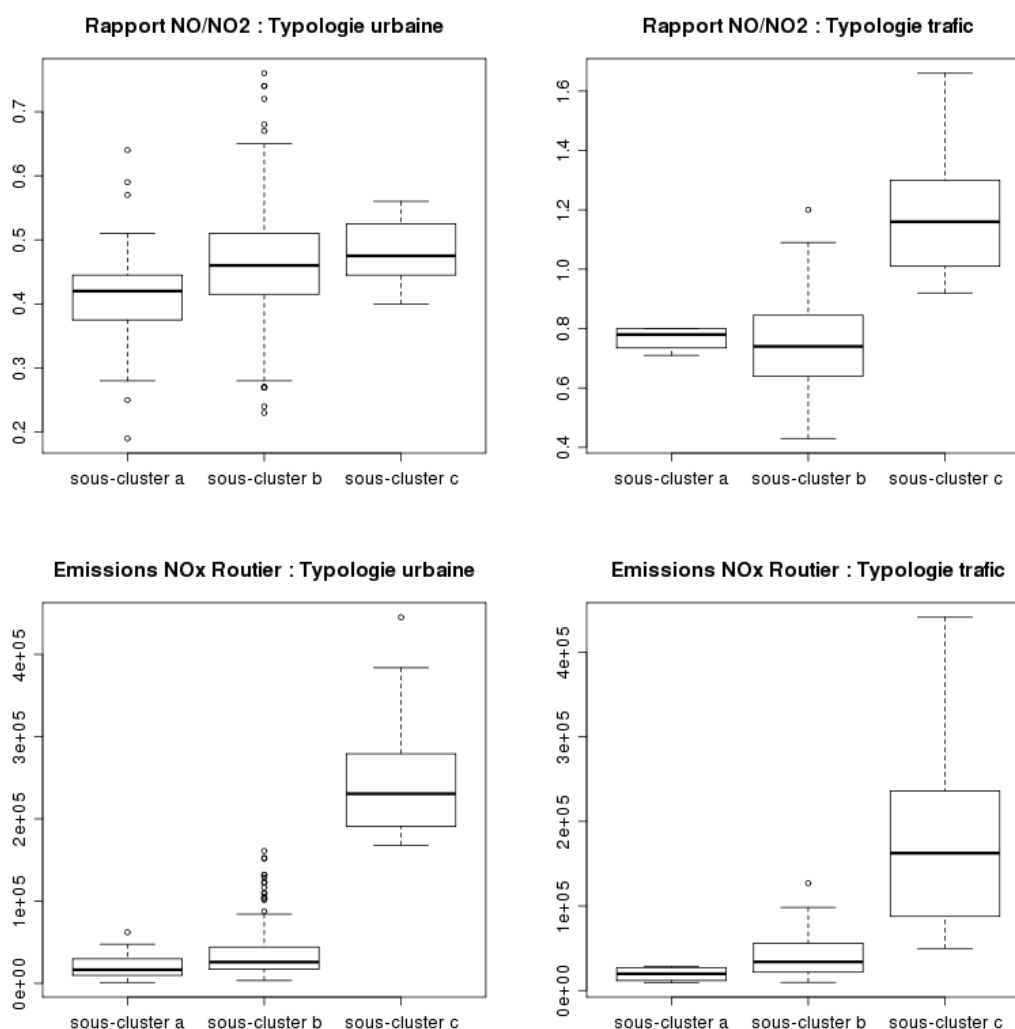


Figure 16 : Diagrammes en « boîtes à moustaches » décrivant les statistiques des variables explicatives liées au trafic en fonction des différents sous-clusters et de la typologie.

Ainsi le sous-cluster *c* représente bien les stations influencées par le trafic ; il regroupe à la fois des stations qualifiées de « trafic » et des stations « de fond urbain » situées dans un environnement fortement émetteur de NO_x d'origine routière.

Tout en étant inclus dans les clusters 1 et 2, caractérisés par des variables explicatives liées à l'urbanisation et au trafic, le sous-cluster *a* regroupe des stations influencées par les activités agricoles comme l'atteste la Figure 17 et la valeur élevée des émissions de PM₁₀ dues à l'agriculture. Les stations du sous-cluster *b* sont, quant à elles, très peu influencées par les activités agricoles, elles sont situées dans un environnement très urbanisé.

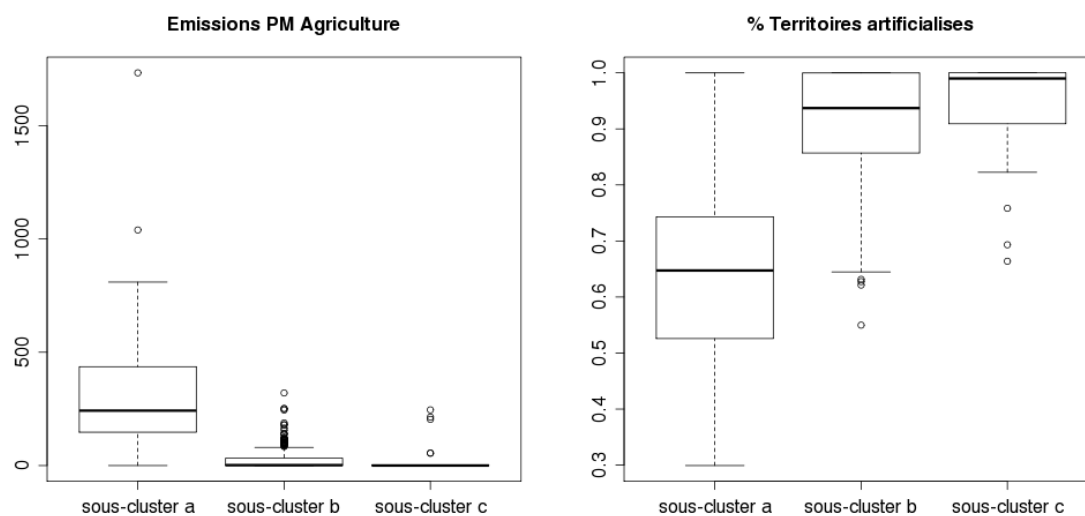


Figure 17 : Diagrammes en « boîtes à moustaches » décrivant les statistiques des variables explicatives liées à l'agriculture et à l'urbanisation suivant les différents sous-clusters.

5. CONCLUSION

Cette étude a permis de définir une nouvelle classification des stations françaises, fondée à la fois sur les données d'environnement de la station, sur des indicateurs de qualité de l'air à la station et enfin sur des données d'émissions autour de la station.

On a ainsi identifié et caractérisé **cinq groupes de stations** :

1. Un groupe de **stations influencées par le trafic routier** (précédemment noté sous-cluster c), qui regroupe à la fois des stations de fond urbain et des stations de typologie trafic, caractérisées par des valeurs élevées de variables représentatives du trafic ;
2. Un groupe de **stations situées dans un environnement très urbanisé mais peu influencées par le trafic routier** (précédemment noté sous-cluster b), qui regroupe en majorité des stations « de fond urbain » caractérisées par une forte densité de bâti mais un environnement peu émetteur de NO_x routiers ;
3. Un groupe de **stations situées dans un environnement urbanisé et influencées par les émissions de particules d'origine agricole** (précédemment noté sous-cluster a), qui se compose en majorité de stations dites « de fond périurbain » ;
4. Un groupe de **stations d'altitude** (précédemment noté cluster 3) situées dans un environnement semi-naturel et de forêt, qui comprend en majorité des stations dites « rurales » ;
5. Un groupe de **stations influencées par les émissions agricoles** (précédemment noté cluster 4), qui comprend en majorité des stations dites « rurales », caractérisées par un rapport élevé de concentrations mesurées PM₁₀/NO₂.

Ces différents groupes sont cohérents avec la classification établie selon la méthodologie de Joly et Peuch (2012). Ce bon accord confirme le bien-fondé des deux approches qui se complètent avantageusement et permettent d'approfondir les analyses conduites selon la typologie usuelle.

La classification des stations suivant l'approche Météo-France sera réactualisée en 2013 conformément au programme d'étude du Centre thématique ETC/ACM. S'il est besoin, une mise à jour des analyses en composantes principales et de la classification hiérarchique pourra être réalisée en 2014 avec les bases de données les plus récentes.

6. REFERENCES

Guide ADEME, 2002. Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air. ADEME Éditions, Paris.

Joly, M., Peuch, V.-H, 2012. Objective classification of air quality monitoring sites over Europe. *Atmospheric Environment*, 47, 111-123.

JRC- AQUILA Position Paper, 2013. Assessment on siting criteria, classification and representativeness of air quality monitoring stations.

ETC/ACM – L. Malherbe, A. Ung (INERIS); P. Schneider (NILU); F. de Leeuw (RIVM) -, 2013. Analysis of station classification. ETC/ACM Technical Paper 2012/17.

7. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Liste des stations appartenant aux différents groupes identifiés dans cette étude	6

Annexe 1 :

Liste des stations appartenant aux différents groupes identifiés dans cette étude

Groupe stations influencées trafic			
Code station	Typologie affichée	Code station	Typologie affichée
04002	fond urbain	04146	fond urbain
04012	proximité trafic	04150	fond urbain
04014	fond urbain	04323	fond urbain
04017	fond urbain	11025	fond urbain
04018	fond urbain	12048	proximité trafic
04031	proximité trafic	15039	proximité trafic
04053	proximité trafic	16034	proximité trafic
04058	proximité trafic	16040	proximité trafic
04059	fond urbain	20004	fond urbain
04071	proximité trafic	20008	proximité trafic
04099	fond urbain	20013	proximité trafic
04105	fond urbain	20063	proximité trafic
04122	proximité trafic	27008	proximité trafic
04123	proximité trafic	29429	proximité trafic
04141	proximité trafic	36003	proximité trafic

Groupe Environnement très urbanisé/peu influencé trafic							
Code station	Typologie affichée	Code station	Typologie affichée	Code station	Typologie affichée	Code station	Typologie affichée
01005	proximité industrielle	07009	fond urbain	16056	fond urbain	26016	fond urbain
01011	fond urbain	07010	proximité trafic	16057	fond urbain	26017	fond urbain
01012	fond urbain	07011	proximité trafic	16066	fond urbain	26019	fond urbain
01015	proximité industrielle	07012	fond urbain	17001	proximité trafic	27002	fond urbain
01017	fond urbain	07013	fond urbain	17004	fond urbain	27003	proximité industrielle
01019	fond urbain	07016	fond périurbain	17009	fond urbain	27004	fond urbain
01020	fond urbain	07017	fond urbain	17011	proximité trafic	28028	fond urbain
01022	proximité industrielle	07034	proximité trafic	17016	fond urbain	29421	fond périurbain
02001	fond urbain	07038	fond urbain	18019	fond périurbain	29423	fond urbain
02004	fond urbain	07039	proximité trafic	18036	fond périurbain	29424	fond urbain
02005	fond urbain	08003	fond urbain	18040	fond périurbain	29426	fond urbain
02012	fond urbain	08004	proximité trafic	18042	fond urbain	29428	proximité trafic
02013	fond urbain	08016	fond urbain	18043	fond urbain	30016	fond urbain
02016	fond urbain	08022	fond périurbain	18049	fond urbain	30018	fond urbain
02019	fond urbain	08030	proximité trafic	19002	proximité trafic	30019	fond urbain
02022	fond urbain	08614	fond urbain	19005	fond urbain	30020	fond urbain
02023	fond rural	08616	proximité trafic	19007	proximité trafic	30022	fond urbain
02026	fond urbain	08713	fond urbain	19012	fond urbain	30023	fond urbain
02031	fond urbain	09003	fond urbain	19014	proximité trafic	30024	fond périurbain
03002	proximité trafic	09009	fond urbain	19021	fond urbain	30030	fond urbain
03004	proximité trafic	09015	fond périurbain	19031	fond urbain	30034	fond urbain
03006	proximité trafic	09017	fond urbain	19051	fond urbain	30036	proximité trafic
03014	fond urbain	09019	fond urbain	19081	fond urbain	31001	fond urbain
03021	proximité trafic	09103	fond urbain	19091	fond urbain	31002	fond urbain
03029	fond urbain	10007	fond urbain	20003	proximité trafic	31003	proximité trafic
03030	proximité industrielle	10016	fond urbain	20017	fond urbain	31005	proximité trafic
03037	fond périurbain	10024	proximité trafic	20019	proximité trafic	31006	proximité trafic
03043	fond urbain	10026	fond urbain	20031	proximité industrielle	31007	fond urbain
03047	fond urbain	10027	proximité industrielle	20037	fond périurbain	31016	fond urbain
03062	fond urbain	10031	proximité trafic	20046	fond urbain	31032	fond urbain
03063	fond urbain	10041	fond urbain	20061	fond urbain	31033	fond urbain
03064	fond périurbain	11016	fond urbain	20062	fond urbain	31035	fond urbain
03068	proximité trafic	11022	fond urbain	21001	fond urbain	32001	proximité trafic
03069	fond urbain	11027	fond urbain	21016	proximité trafic	32005	fond urbain
03080	fond urbain	11034	proximité trafic	21021	fond urbain	32007	fond périurbain
03084	fond périurbain	12001	fond périurbain	21035	fond urbain	32014	fond urbain
04001	fond urbain	12004	fond urbain	22004	fond urbain	33101	fond urbain
04004	fond urbain	12008	proximité trafic	22011	proximité industrielle	33103	fond périurbain
04008	fond urbain	12009	proximité trafic	23078	fond urbain	33111	fond urbain
04029	fond périurbain	12017	fond périurbain	23092	fond urbain	33121	fond urbain
04034	fond urbain	12021	fond urbain	23107	fond urbain	33201	fond urbain
04037	fond urbain	12026	fond urbain	23110	fond urbain	33202	fond urbain
04051	fond urbain	12030	fond urbain	23120	fond urbain	33211	fond urbain
04060	fond urbain	12039	proximité industrielle	23123	fond urbain	33212	fond urbain
04063	fond périurbain	12040	proximité industrielle	23140	proximité trafic	33220	fond urbain
04069	fond périurbain	12042	fond urbain	23152	fond urbain	33260	fond urbain
04098	fond urbain	12043	proximité industrielle	23174	fond urbain	33305	fond urbain
04100	fond urbain	12044	proximité industrielle	23181	fond urbain	34011	fond urbain
04101	fond urbain	12045	proximité trafic	23182	fond urbain	34012	fond urbain
04145	fond urbain	13002	fond périurbain	23188	fond urbain	34013	proximité trafic
04149	fond urbain	13005	proximité trafic	24003	proximité trafic	34014	fond urbain
04156	fond urbain	13007	fond urbain	24006	proximité trafic	34018	fond urbain
04160	fond urbain	13009	proximité trafic	24007	fond périurbain	34025	fond urbain
04299	observation spécifique	13014	fond urbain	24009	fond urbain	34028	proximité trafic
04319	fond périurbain	13016	fond urbain	24011	fond urbain	34034	fond urbain
05040	observation spécifique	14004	fond urbain	24015	fond urbain	34041	fond urbain
05054	proximité industrielle	14012	fond urbain	24018	fond urbain	34042	fond urbain
05070	fond urbain	14022	fond urbain	24020	fond urbain	34046	fond urbain
05074	fond urbain	14031	fond urbain	25032	observation spécifique	34052	fond urbain
05078	fond urbain	14051	fond urbain	25035	proximité industrielle	34062	fond urbain
05079	fond périurbain	15002	observation spécifique	25036	fond urbain	35002	fond urbain
05086	fond urbain	15017	fond urbain	25037	proximité trafic	35003	fond urbain
06001	fond urbain	15038	fond urbain	25039	fond urbain	35004	fond urbain
06003	fond urbain	15043	fond urbain	25043	fond urbain	35005	fond urbain
06006	proximité trafic	15045	fond périurbain	25048	fond urbain	35006	fond urbain
06007	fond urbain	15046	proximité trafic	26001	fond urbain	36002	fond urbain
06009	fond urbain	15048	fond périurbain	26002	fond urbain	36004	fond urbain
06011	fond urbain	16029	fond urbain	26005	fond urbain	41001	fond urbain
07004	fond urbain	16038	fond urbain	26007	fond urbain	41002	fond urbain
07008	fond urbain	16054	fond urbain	26014	proximité trafic	41020	proximité trafic

Groupe environnement urbanisé /influencé particules agricoles			
Code station	Typologie affichée	Code station	Typologie affichée
01001	fond périurbain	21031	fond urbain
01006	proximité industrielle	21040	fond urbain
01009	proximité industrielle	22007	proximité industrielle
02008	fond urbain	22009	proximité industrielle
02020	proximité industrielle	22016	fond urbain
02021	proximité industrielle	22019	fond urbain
02024	fond rural	23150	fond urbain
02029	proximité industrielle	23178	proximité industrielle
04023	fond urbain	24030	observation spécifique
04024	fond périurbain	25040	fond périurbain
04049	fond périurbain	25049	fond rural
05084	proximité industrielle	26010	fond périurbain
06023	fond urbain	27007	fond urbain
07014	fond périurbain	28010	fond périurbain
07018	fond périurbain	28020	fond périurbain
07032	fond urbain	30021	fond périurbain
08017	fond périurbain	30026	proximité trafic
08018	fond périurbain	31010	proximité industrielle
08250	proximité industrielle	31013	fond urbain
09008	fond périurbain	31014	fond urbain
09016	fond périurbain	31017	proximité trafic
10004	fond urbain	31026	proximité industrielle
10012	proximité industrielle	31034	fond périurbain
11026	fond périurbain	31036	fond urbain
11033	fond périurbain	32002	fond périurbain
14010	fond périurbain	32006	fond périurbain
14033	fond urbain	33102	fond urbain
16060	fond périurbain	34024	fond urbain
16065	fond périurbain	34031	fond urbain
17007	proximité industrielle	34032	fond urbain
18008	fond périurbain	34051	fond urbain
19032	fond urbain	34061	fond urbain
19061	fond urbain	35007	fond périurbain
20029	proximité industrielle	35010	proximité trafic
20045	fond périurbain	36001	fond périurbain
20047	fond périurbain	41005	fond périurbain
20048	fond périurbain	41017	fond périurbain
21019	fond urbain	41022	proximité trafic

Groupe environnement forestier / en altitude			
Code station	Typologie affichée	Code station	Typologie affichée
02009	proximité industrielle	17018	fond périurbain
03027	fond rural	17023	fond périurbain
03031	fond rural	20049	fond rural
03067	fond périurbain	22014	fond périurbain
04142	fond rural	24013	fond rural
04328	fond rural	24014	fond rural
07001	fond périurbain	24017	fond périurbain
07015	observation spécifique	24021	fond périurbain
07022	fond rural	24023	fond périurbain
07023	fond rural	24024	fond urbain
07028	proximité industrielle	30028	fond rural
07029	fond rural	30029	fond périurbain
07031	fond rural	31008	fond rural
13011	fond rural	31027	fond rural
14008	fond rural	33112	proximité trafic
15001	fond rural	33120	fond urbain
15013	fond périurbain	33232	proximité trafic
15031	fond rural	33302	proximité industrielle
16031	fond rural	34003	fond rural
16302	fond rural	35012	fond rural
17006	fond périurbain	36005	fond rural
17014	proximité industrielle		

Groupe environnement rural /influencé agriculture			
Code station	Typologie affichée	Code station	Typologie affichée
01004	fond rural	16064	fond périurbain
01010	proximité industrielle	17008	proximité industrielle
01014	fond urbain	18035	fond périurbain
01016	proximité industrielle	18039	fond rural
01018	fond périurbain	18045	fond rural
01021	fond périurbain	18046	proximité industrielle
03048	fond périurbain	19003	fond périurbain
03086	fond rural	21017	observation spécifique
04038	fond rural	21050	fond rural
04048	fond rural	22017	fond rural
04066	fond rural	23001	proximité industrielle
04158	fond rural	23003	proximité industrielle
04322	fond rural	23046	proximité industrielle
04324	fond rural	23068	proximité industrielle
05010	fond périurbain	23070	proximité industrielle
05082	fond périurbain	23075	proximité industrielle
05087	fond rural	23124	fond rural
06022	proximité industrielle	23153	proximité industrielle
07020	fond rural	23157	fond périurbain
08020	proximité industrielle	23163	fond périurbain
08023	fond rural	23175	fond périurbain
08204	proximité industrielle	23177	fond rural
08209	proximité industrielle	25045	fond rural
08251	proximité industrielle	26012	fond rural
08617	fond périurbain	27005	fond périurbain
08618	fond périurbain	28022	fond périurbain
08712	fond périurbain	28027	observation spécifique
08714	fond urbain	30027	proximité industrielle
09010	fond périurbain	30032	proximité industrielle
09301	proximité industrielle	30033	fond rural
10025	fond périurbain	31019	proximité industrielle
10029	fond périurbain	31021	proximité industrielle
10032	fond périurbain	31024	proximité industrielle
11030	fond périurbain	31030	fond périurbain
12020	fond rural	31031	fond périurbain
12029	fond rural	34017	fond périurbain
12031	fond rural	34021	fond urbain
12041	fond périurbain	34026	fond périurbain
12046	fond périurbain	34038	fond rural
12047	proximité industrielle	34043	fond rural
13012	fond périurbain	34044	fond urbain
14032	fond périurbain	34054	fond rural
16001	fond périurbain	41003	proximité industrielle
16017	fond rural	41004	proximité industrielle
16041	fond périurbain	41007	fond périurbain
16059	proximité industrielle		