



L'Air
et Moi

GUIDE PEDAGOGIQUE

MODULE 4



m⁴
module

SOMMAIRE

Introduction	3
Informations générales	4
L'exemple des particules fines	5
N'oublions pas les autres polluants	9
Les facteurs influents	16
Remerciements	21



L'Air et Moi : un support pédagogique unique !

La qualité de l'air est un sujet majeur et de santé publique. Après l'écriture de *Marie, pourquoi tu tousses ?*, Victor Hugo Espinosa a imaginé la création d'un support pédagogique gratuit, accessible à tous, pour sensibiliser les enfants à l'importance de l'air. L'Air et Moi répond à ce besoin en offrant, partout, aux enseignants, parents et animateurs, des diaporamas, quizz, guides pédagogiques, travaux pratiques et vidéos sur la qualité de l'air. Ces supports ont été conçus avec Air PACA, association agréée par le Ministère de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air. De nombreux acteurs ont participé à sa création et à faire évoluer ce support : enseignants, enfants, parents, experts, médecins, animateurs... L'Air et Moi a été traduit et adapté à la réalité italienne par les ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) de la Vallée d'Aoste et du Piémont dans le cadre du projet européen SH'AIR de coopération transfrontalière entre la France et l'Italie. Dès à présent, l'équipe L'Air et Moi vous invite à utiliser cet outil et à commencer votre première animation avec le module transversal, pour ensuite approfondir avec les autres modules. Nous attendons vos remarques et critiques pour continuer à faire évoluer L'Air et Moi. Vous pouvez aussi devenir école ou collège pilote pour le projet en devenant ami de L'Air et Moi sur le site internet www.noielaria.it. Bonne animation !



Victor-Hugo Espinosa

Concepteur et pilote du projet L'Air et Moi

Victor Hugo Espinosa, ingénieur Docteur en Risques Majeurs et auteur du livre *Marie, pourquoi tu tousses ?* sur la pollution de l'air (Les aventures d'Ecololo et Lala). Il a, à son actif, plus de 1000 interventions en écoles, collèges, lycées et facultés.



Matériel et conditions nécessaires à l'utilisation des supports L'Air et Moi

- Vidéo projecteur,
- Ordinateur équipé d'un logiciel* permettant la lecture des diaporamas,
- Multiprise à 2 fiches et si besoin rallonge,
- Un écran de projection (ou, si vous n'avez pas, un pan de mur de couleur claire de la salle où sera réalisée la projection. La projection peut être réalisée aussi sur un drap blanc ou de couleur claire bien tendu. Nous vous conseillons un espace minimum de projection d'environ 1 m²,
- Conseil : bien que cela ne soit pas nécessaire, l'utilisation d'une souris non filaire est un grand plus car elle permet de pouvoir se déplacer dans la salle pendant l'animation.



- * Si vous ne disposez pas d'un tel logiciel, vous pouvez télécharger gratuitement :
- la suite bureautique LibreOffice compatible MS-Windows (XP et suivants), Linux (rpm / deb) et MacOS-X (x86 et ppc),
 - la visionneuse MS-Windows PowerPoint compatible Windows 7, Windows Server 2003 R2 (32-Bit x86), Windows Server 2003 R2 x64 editions, Windows Server 2008, Windows Vista, Service Pack 1, Windows Vista Service Pack 2, Windows XP Service Pack 3.

Installation du matériel et lancement du diaporama animé L'Air et Moi

- Reliez ordinateur et vidéo projecteur grâce au câble approprié,
- Branchez les deux appareils au secteur,
- Ouvrez le module L'Air et Moi grâce au logiciel de lecture approprié,
- Lancez le mode « diaporama » (Sur Microsoft Office 2007 allez dans l'onglet affichage puis cliquez sur « diaporama »),
- Suivez le mode d'emploi de votre vidéo projecteur jusqu'à ce que l'image qui se trouve sur votre écran d'ordinateur soit visible sur l'écran de projection de votre salle d'animation,
- Si vous voulez, en cours d'utilisation, sortir du mode « diaporama », il vous suffira de cliquer sur la touche « Echap » de votre clavier, habituellement située tout en haut à gauche du clavier d'ordinateur.



Mode d'emploi des diaporamas L'Air et Moi

Les questions

Vous verrez parfois apparaître une question en haut à gauche de la diapositive et le reste de la diapositive sera blanc (ou illustré d'une image). Le but est de vous laisser le temps de réfléchir à la question posée avant de voir la réponse. Dès que vous voudrez la réponse, il vous suffira d'un clic pour l'obtenir.

L'abeille

L'abeille indique que tout le contenu de la diapositive n'est pas encore apparu. Elle vous laisse le temps de réfléchir. Dès que vous voulez le complément d'information, il vous suffit de cliquer.

Diapositive avant le(s) clic(s)	Diapositive après le 1 ^{er} clic	Diapositive après le 2 ^{ème} clic
La voiture pollue-t-elle l'air ? 	La voiture pollue-t-elle l'air ? OUI	La voiture pollue-t-elle l'air ? OUI Les véhicules à moteur sont les premiers responsables de la pollution de l'air.

Les numéros

A chaque fois que vous verrez apparaître de grands numéros oranges, il vous suffira de cliquer sur les numéros pour avoir les réponses.

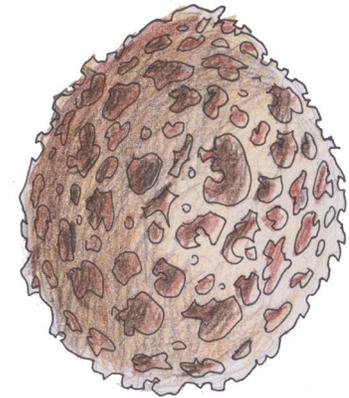
Diapositive avant le(s) clic(s)	Diapositive après le 1 ^{er} clic	Diapositive après le 2 ^{ème} clic
Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 	Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 1	Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 1



Voir la vidéo de présentation

Liens vidéos

L'exemple des particules fines





diapo 4



diapo 5



La limite de visibilité à l'œil nu est d'environ 40 micromètres (un micromètre est un million de fois plus petit qu'un mètre ; le symbole de l'unité de mesure est : μm). Les particules fines se mesurent en micromètre et sont invisibles à l'œil nu.

Les Agences pour la Protection de l'Environnement mesurent les particules fines dans l'air à travers :

- Les particules PM10, inférieures à $10\ \mu\text{m}$ (4 à 10 fois plus petites que l'épaisseur d'un cheveu), qui pénètrent dans l'appareil respiratoire.
- Les particules fines ou PM2,5, inférieures ou égales à $2,5\ \mu\text{m}$ (comme la plupart des bactéries), qui peuvent atteindre les ramifications les plus profondes des voies respiratoires (alvéoles) et même notre système sanguin.

Plus les particules fines sont de petite taille, plus elles sont dangereuses pour la santé, et particulièrement pour les systèmes respiratoire et cardiovasculaire. Elles proviennent notamment :

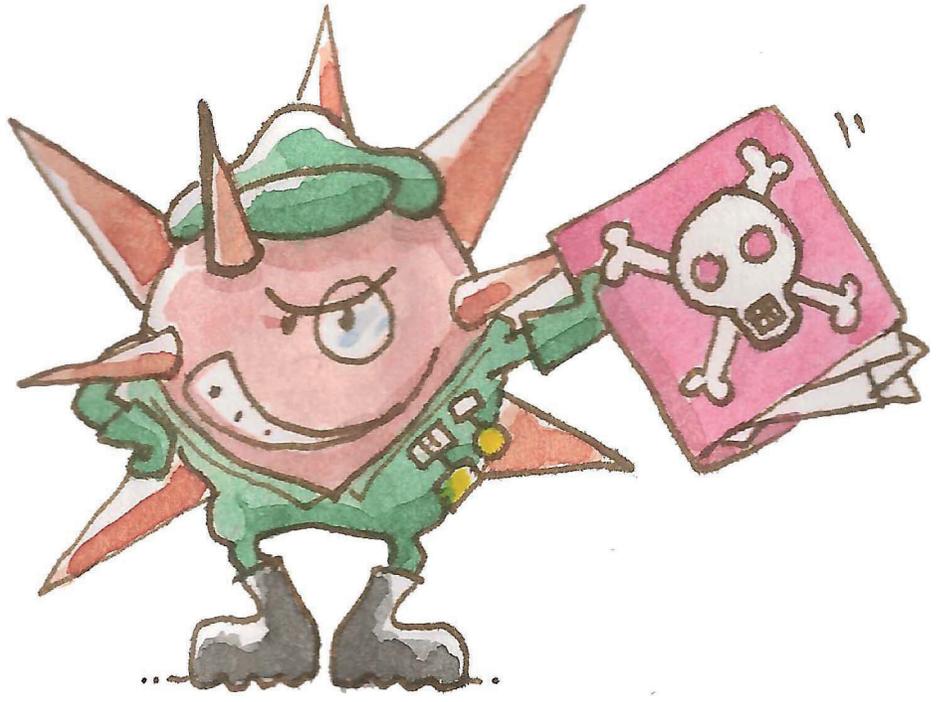
- Des rejets directs dans l'atmosphère : les transports, les industries et le chauffage en produisent une grande part.
- Des remises en suspension, sous l'action du vent ou des déplacements de véhicules, des particules qui s'étaient déposées au sol.
- De la transformation chimique de gaz. Par exemple, dans certaines conditions, le dioxyde d'azote pourra se transformer en particules de nitrates et le dioxyde de soufre en sulfates.



55 000 litres d'air ont circulé à travers le filtre noir. Un tel filtre peut être obtenu en une journée sur certaines routes à forte circulation (plus de 80 000 voitures par jour) et parfois même en une heure dans certains tunnels très fréquentés.



N'oublions pas les autres polluants



Les Agences pour la Protection de l'Environnement mesurent la pollution aux particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) et à 2.5 µm (PM2.5).

Les méthodes de mesure les plus fréquemment utilisées sont :

- les méthodes qui utilisent l'atténuation des rayons bêta
Les particules fines sont aspirées à travers un filtre. Avant le prélèvement, un flux de rayons bêta passe à travers le filtre blanc et est mesuré par un détecteur approprié. Après le prélèvement, d'une durée de 24 heures, le filtre à travers lequel les particules ont été aspirées est de nouveau traversé par le flux de rayons bêta ; la masse des particules sur le filtre augmente l'absorption des rayons bêta ; la différence entre les deux absorptions sera proportionnelle à la quantité de particules présentes sur le filtre.
Cette méthode de mesure est conforme à la norme technique européenne transposée en loi italienne.
- la méthode gravimétrique
Les particules fines présentes dans l'air ambiant sont aspirées à travers un filtre. Ce dernier est pesé en laboratoire avec une balance de précision. La différence de poids entre le filtre vierge, avant l'aspiration des particules, et le filtre chargé de particules permet de connaître la quantité de particules.

1D.Lgs 155/2010.



Quel est le nombre de molécules connues ?

Suivant les sources, le nombre de molécules connues varie de :

- 1 180 à 200 molécules
- 2 18 000 à 25 000 molécules
- 3 18 millions à 25 millions de molécules

Parmi ces substances, 300 000 se trouvent dans les produits qui sont échangés, vendus et achetés en Europe et 3 000 sont classés dangereux.

diapo 11



Mesurons-nous tous les polluants ?

NON

Les polluants étant très nombreux, on ne peut pas tous les mesurer. C'est pour cela qu'on en surveille seulement quelques uns dont la plupart sont des indicateurs.

- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Hydrogène sulfuré (H₂S)
- Particules (PM)
- Fumées noires (FN)
- Fumée (F)
- Oxydes d'azote (NO_x)
- Ammoniac (NH₃)
- Ozone (O₃)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Dioxyde de carbone (CO₂)
- Hydrocarbures (HC)
- Méthane (CH₄)
- Composé Organique Volatile (COV)
- Chloro-fluorocarbure (CFC)
- Acide chlorhydrique (HCl)
- Etc...

diapo 13



La bonne réponse est la réponse 3 : 18 millions à 25 millions de molécules.



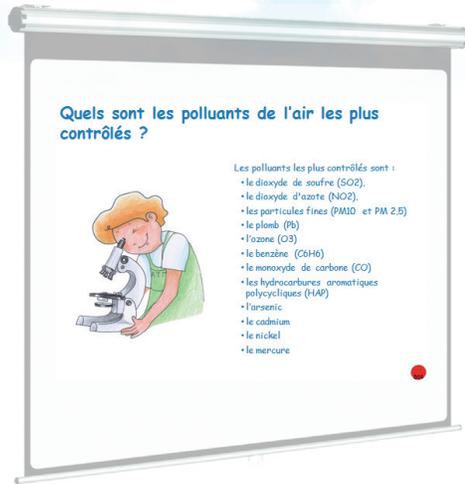
Parmi toutes les substances présentes dans l'atmosphère seulement certaines sont particulièrement nocives pour la santé humaine et pour l'environnement.

Le nombre de molécules naturelles et d'artefacts chimiques connus varie de 18 à 37 millions. Parmi ces substances, 30 000 sont évaluées dans le cadre du programme « Reach ».

Les Agences pour la Protection de l'Environnement évaluent en permanence la présence dans l'air ambiant des 13 polluants réglementés par des directives européennes et la législation nationale. Cette réglementation comporte des seuils à ne pas dépasser dans l'air ambiant, ainsi que des seuils d'information et d'alerte.

Les polluants concernés par ces dispositions sont les suivants : dioxyde de soufre (SO₂), dioxyde d'azote (NO₂), PM10, PM2.5, plomb (Pb), ozone (O₃), benzène (C₆H₆), monoxyde de carbone (CO), hydrocarbures aromatiques polycycliques, arsenic, cadmium, nickel et mercure.

D'autres polluants spécifiques pour lesquels il n'existe pas de normes dans l'air ambiant (formaldéhyde, polluants organiques persistants, ammoniac, odeurs...) font également, au cas par cas, l'objet d'études et de campagnes de surveillance. Notons que ces polluants font l'objet de réglementations en matière d'émissions.

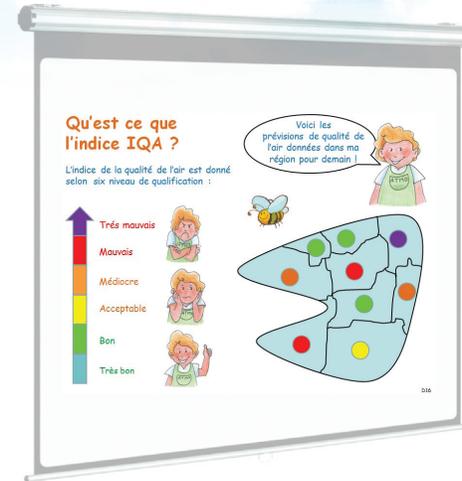


diapo 14



- Les oxydes d'azote (NO_x) proviennent des combustions, de combustibles fossiles comme le charbon, fuel, pétrole... Le secteur du trafic routier est responsable de plus de la moitié des émissions de NO_x et le chauffage de 20%.
- Les particules fines (PM) proviennent notamment des transports, des industries et du chauffage (cf page 6).
- L'ozone (O₃), polluant secondaire, n'est pas directement rejeté dans l'atmosphère : il provient de la transformation chimique de l'oxygène au contact de polluants issus notamment de l'automobile ou de l'industrie, en présence de rayonnements ultra-violet et de chaleur. (cf page 18).
- Le dioxyde de soufre (SO₂) est rejeté lors des combustions (gazole, fuel, charbon...), majoritairement par les industries et le chauffage.
- Les composés organiques volatils (COV) proviennent des gaz émis par les transports, les industries, les cheminées, l'usage domestique de solvants, les végétaux...
- Le monoxyde de carbone (CO) provient des combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois).
- Les métaux lourds comprennent le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Ils proviennent de la combustion (charbon, pétrole, ordures ménagères, industries...).

Les Agences pour la Protection de l'Environnement surveillent même quelques polluants de l'air non réglementés.



diapo 16



L'indice de qualité de l'air (IQA) utilise le même principe qu'un thermomètre, pour la qualité de l'air. Il est destiné à qualifier globalement, chaque jour, la qualité de l'air d'une ville ou d'une agglomération. Trois polluants sont pris en compte dans son calcul : les particules fines inférieures à 10 µm (PM10), le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃). L'indice permet d'expliquer simplement à la population, et de manière immédiate, la qualité de l'air que l'on respire. Il est capable de fournir, grâce à une échelle numérique et chromatique, l'état de la qualité de l'air et le niveau de risque pour la santé de la population.

1 <http://www.arpa.vda.it/it/inquinamento-atmosferico/indice-di-qualita-dellaria-iqa>
<http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/inquinamento/aria/qualita/ipqa/index>



diapo 17



Réponses

- Réponse 1 : A prévoir et à anticiper les pics de pollution
- Réponse 2 : A informer au quotidien et en cas d'épisodes de pollution
- Réponse 3 : A comprendre les phénomènes de pollution
- Réponse 4 : A comprendre les liens entre l'air et la santé, l'air et l'environnement
- Réponse 5 : A contribuer aux réflexions relatives à l'aménagement du territoire et aux déplacements



diapo 19



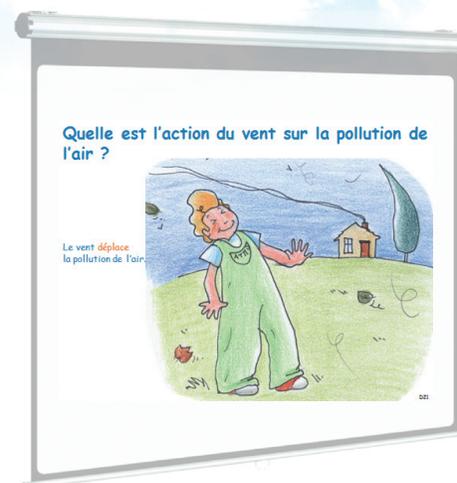
Réponses

- Réponse 1 : La pollution de l'air se déplace
- Réponse 2 : La pollution de l'air est plus ou moins importante selon le moment de la journée
- Réponse 3 : L'air n'est pas pollué de la même manière selon que l'on s'intéresse à un polluant ou à un autre. Il existe des milliers de polluants différents.
- Réponse 4 : La pollution de l'air varie avec la météo et l'activité humaine



Les Agences pour la Protection de l'Environnement produisent des cartes indiquant le niveau de pollution pour chaque polluant de l'air réglementé.

Les facteurs influents



L'atmosphère est composée de masses d'air plus ou moins indépendantes, dont les caractéristiques physiques (température, humidité, pression) déterminent des déplacements réciproques, générant des phénomènes atmosphériques (ex. les vents).

Les polluants de l'air se concentrent quand il n'y a pas de vent, se dispersent quand il y en a modérément et, selon la température, la densité et la vitesse d'éjection de l'effluent, retombent en panache provoquant une pollution localisée.

La pollution de l'air peut se déplacer sur des milliers de kilomètres (exemple : lors de l'éruption volcanique du volcan islandais Eyjafjöll en 2010, les cendres se déplaçaient si loin qu'il a fallu interrompre une immense part du trafic aérien au niveau mondial).

diapo 24



L'ozone (O₃) est un polluant qui pose essentiellement problème en été car, pour produire beaucoup d'ozone, la chaleur et un ensoleillement suffisant sont nécessaires.

L'ozone, comme les autres polluants secondaires, n'est pas directement rejeté dans l'atmosphère mais provient de réactions chimiques de gaz entre eux sous l'action des rayons UV du soleil.

L'ozone résulte ainsi de la transformation chimique de l'oxygène au contact d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures, polluants issus notamment de l'automobile ou de l'industrie, en présence de rayonnements ultra-violettes solaires et d'une température élevée.

L'ozone ainsi que d'autres polluants photochimiques (les PAN ou nitrates de peroxyacétyle, aldéhydes, cétones...) constituent le smog, ce nuage brunâtre qui stagne parfois au-dessus des grandes villes.

La formation d'ozone nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air se déplacent. Ce qui explique pourquoi les niveaux d'ozone sont souvent plus soutenus en zone rurale que dans les agglomérations où leurs précurseurs ont été produits. C'est un polluant qui voyage et qui peut traverser toute l'Europe.

La nuit (en l'absence du soleil) ce polluant est détruit par les mêmes composés qui ont favorisé la formation au cours de la journée.

L'ozone peut s'accumuler aussi à très haute altitude, loin des sources de pollution, lors de la livraison au sol pour l'effet des vents de chute, et en particulier du Phoen, typique des saisons d'hiver et de printemps. Ce phénomène est caractéristique de toutes les zones à proximité des Alpes.

A très haute altitude, dans la haute atmosphère (entre les 15 et les 60 km), l'ozone protège les organismes vivants en absorbant une partie des rayons UV. Mais à basse altitude, là où nous vivons et respirons, c'est un polluant qui irrite les yeux et l'appareil respiratoire, et qui a des effets sur la végétation.

diapo 26



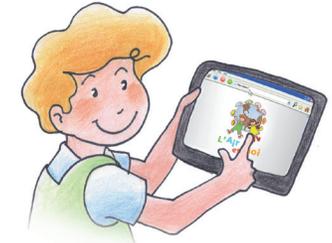
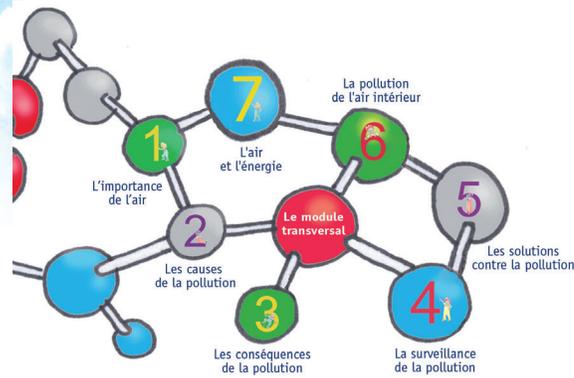
On admet que l'air, en s'élevant, perdra 1 °C pour 100 m d'ascension (gradient vertical de température).

La température de l'air décroît habituellement avec l'altitude. Ceci permet une bonne dispersion verticale des polluants en favorisant l'ascension de masses d'air près du sol, celles-ci étant plus chaudes, et donc plus légères.

Dans certains cas on observe des inversions de température. Dans ces situations on rencontre des couches d'air plus chaudes en altitude qu'au niveau du sol. Ceci freine la dispersion verticale des polluants. Les polluants se trouvent alors bloqués sous une «couche d'inversion» qui joue le rôle de couvercle thermique. Si, au même moment, il y a peu de vent, la pollution augmente dans des proportions importantes.

Les inversions peuvent avoir diverses causes. Elles se produisent notamment par rayonnement, en hiver et par ciel clair. Le sol se refroidit de façon importante pendant la nuit et, au matin, la température de l'air près du sol est notablement plus faible que la température de l'air en altitude.

diapo 27



Remerciements

Nous remercions le comité pédagogique de L'Air et Moi pour sa précieuse participation à la réalisation de ce guide :

- Mme Roselyne Bailly (Ecole Saint-Tronc La Rose, Marseille),
- Mme Céline Vincent (Ecole Mazargues Beauchêne, Marseille),
- Mme Violaine Millet (Ecole Arenc Bachas, Marseille),
- Mme Françoise Sivan (Ecole La Rose Val Plan, Marseille),
- Mme Anne Claire Latuyère (Ecole La Rose Val Plan, Marseille),
- Mme Mireille Pally (Ecole Marius Roussel, Simiane Collongue),
- Mme Isabelle Mollard (Ecole Sainte-Cécile, Marseille),
- M. Philippe Oddou (enseignant, ancien coordinateur des classes de Mer de la Ville de Marseille au Frioul).

Nous remercions aussi notre comité scientifique L'Air et Moi et notre équipe d'ingénieurs d'Air PACA. Enfin nous remercions tous ceux qui ont participé, directement ou indirectement à la réalisation de ce support.

Réalisation : Air PACA, ARPA Vallée d'Aoste et ARPA Piemont dans le cadre du projet ALCOTRA SH'AIR

Conception du projet : Victor-Hugo Espinosa

Coordination : Marie-Anne Le Meur

Assistance à la coordination : Isabelle Arab-Desmaréaux

Illustration : Isabelle Nègre-François

Maquette : Graficea

info@noielaria.it



On appelle les Agences pour la Protection de l'Environnement les ARPA¹, au niveau régional, et APPA au niveau provincial. L'ensemble des Agences constitue le Système National pour la Protection de l'Environnement.

Un Conseil Fédéral, présidé par le Président de l'Institut pour la Protection de l'Environnement (ISPRA) et composé du Directeur Général et des représentants légaux des ARPA-APPA, agit à titre consultatif sur la convention entre l'ISPRA et le Ministère de l'Environnement, en particulier sur la répartition des financements et l'utilisation des ressources, les méthodes techniques d'exécution des activités des Arpa-Appa et le rôle de coordination de l'Institut dans les Arpa-Appa.

Les principales fonctions des ARPA pour la surveillance de la qualité de l'air sont :

- le contrôle des facteurs physiques, chimiques et biologiques;
- la gestion technique-opérationnelle des réseaux régionaux de recueil des données qui assurent le bon fonctionnement du système, la fiabilité des mesures et la qualité des données;
- le traitement des données et la rédaction de rapports périodiques;
- le soutien aux autorités compétentes dans les activités de divulgation et d'information.

¹ loi régionale pour l'institution de l'ARPA de la Vallée d'Aoste http://www.arpa.vda.it/images/stories/ARPA/chi_siamo/legge_istitutiva_ARPA.pdf
loi régionale pour l'institution de l'ARPA du Piémont <http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it/base/coord/c1995060.html>



www.noielaria.it