



# GUIDE PEDAGOGIQUE

## MODULE TRANSVERSAL A



## SOMMAIRE

Introduction	3
Informations générales	4
L'importance de l'air	5
Les causes de la pollution de l'air	13
Les conséquences de la pollution de l'air	28
Les solutions contre la pollution de l'air	40
Remerciements	47



## 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](http://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 m<sup>2</sup>,
- 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 <sup>er</sup> clic	Diapositive après le 2 <sup>ème</sup> clic
Le véhicule pollue-t-il l'air ? 	Le véhicule pollue-t-il l'air ? 	Le véhicule pollue-t-il 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.

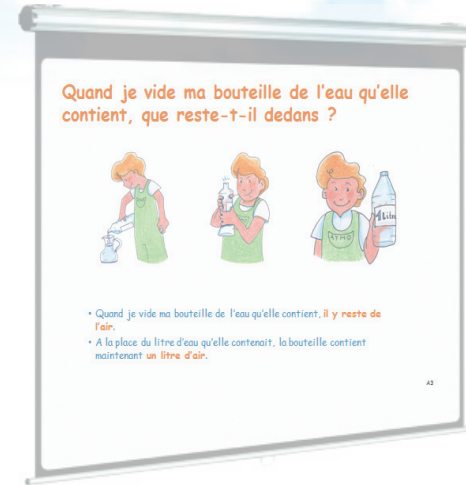
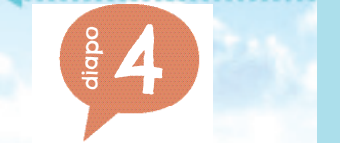
Diapositive avant le(s) clic(s)	Diapositive après le 1 <sup>er</sup> clic	Diapositive après le 2 <sup>ème</sup> clic
Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 	Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 	Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 



Voir la vidéo de présentation

# L'importance de l'air





- Réponse 1 : Respirer
- Réponse 2 : Boire
- Réponse 3 : Manger
- Réponse 4 : Dormir
- Réponse 5 : Faire ses besoins
- Réponse 6 : Et d'autres encore !



**Pour prendre conscience de l'existence de l'air :**

Prendre une bassine d'eau et y plonger une bouteille vide fermée. Enlever le bouchon alors que la bouteille est sous l'eau. Des bulles apparaîtront, preuve qu'il y avait de l'air dans la bouteille.



Com combien de litres d'air est-ce que je respire par jour ?

1 ~~100 litres~~

2 ~~1 500 litres~~

3 ~~10 000 litres~~

4 15 000 litres

Non! C'est pas la bonne réponse!

diapo 5



Chaque jour, je respire environ...

15 000 litres d'air

Je respire donc environ 10 litres d'air par minute.

En comparaison, on recommande de boire 1.5 litre à 2 litres d'eau par jour pour être en bonne santé!

diapo 6



La réponse 4 est la bonne réponse.



Alors que le temps qu'on peut vivre sans boire, sans manger, sans dormir ou sans faire ses besoins se compte en jours, on ne peut pas vivre sans respirer plus de quelques minutes. L'air constitue le premier des éléments nécessaires à la vie.

	De combien en a-t-on besoin en moyenne ?	Combien de temps peut-on s'en passer ?
Air	15 000 litres par jour	Quelques minutes
Eau	1,5 à 2 litres par jour <sup>1</sup>	Quelques jours
Nourriture	3 repas équilibrés par jour <sup>2</sup>	Quelques jours voire semaines
Sommeil	7 à 8 heures par nuit <sup>3</sup>	Quelques heures voire jours
Excrétion	Entre 3 par jour et 3 par semaine <sup>4</sup>	Quelques jours
Mictions	Environ 7 fois par jour et 1 à 2 fois par nuit <sup>5</sup>	Quelques jours

15 000 litres d'air, c'est le volume d'1 mètre par 3 mètres par 5 mètres. Le volume d'une salle de classe de 6 mètres par 11 mètres par 3 mètres représente environ 13,2 fois le volume d'air qu'une personne respire sur une journée. Il y aurait donc assez d'air dans cette salle de classe aux fenêtres et portes colmatées pour qu'environ treize enfants y respirent pendant une journée !

1-2 mangerbouger.fr ; 3 institut-sommeil-vigilance.org ; 4 science.gouv.fr et canal-u.tv ; 5 irips.org



diapo 7

**Une personne respire-t-elle plus d'air quand elle fait du sport ?**

**OUI**

- Une personne respire jusqu'à 7 fois plus d'air quand elle fait du sport.
- C'est pour cette raison qu'on recommande d'éviter de faire du sport lors des pics de pollution.

Pic de pollution : période durant laquelle la concentration d'un ou plusieurs polluants est particulièrement élevée dans l'air ambiant.



Chiffres clés

Activité pratiquée	Consommation d'air par minute
Au repos	Moins de 10 litres
Activité tranquille (exemple : marche normale (4 km/h), vélo ou natation tranquille)	25 litres
Activité intensive (exemple : vélo, course à pied, foot, rugby, sports de compétition)	25 à 100 litres

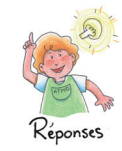


diapo 8

**De quoi se compose l'air ? \***

- 1 : 78% d'azote (N<sub>2</sub>)
- 2 : 21% d'oxygène (O<sub>2</sub>)
- 3 : 1% de gaz divers et particules fines (argon, CO<sub>2</sub>, etc.)

\* Composition de l'air sec.



Réponse 1 : 78% d'azote (N<sub>2</sub>)  
 Réponse 2 : 21% d'oxygène (O<sub>2</sub>)  
 Réponse 3 : 1% de gaz divers et particules fines (argon, CO<sub>2</sub>...)



Les polluants représentent moins de 1% de la composition de l'air. Même si l'activité humaine (transports, usines, chauffage, activité agricole et autres activités) ne fait augmenter que de manière presque imperceptible cette quantité de polluants de l'air, cette augmentation a un impact important sur la santé et les écosystèmes.



# Les causes de la pollution de l'air



Les sacs plastiques à usage unique mettent de 100 à 400 ans pour se décomposer. Ils sont bien souvent en PEHD (polyéthylène Haute Densité), matériau constitué de dérivés du pétrole. Leur fabrication nécessite beaucoup d'eau. C'est une pollution pour la faune et la flore et une pollution visuelle. Lorsqu'ils sont brûlés, leur combustion provoque des dégagements de gaz nocifs pour la santé et pour la planète.

Il existe d'autres possibilités que ces sacs. Parmi elles, les sacs biofragmentables sont à éviter. Ils ne sont pas compostables et se décomposent sous l'effet de la lumière en de multiples particules invisibles de plastique, dispersées mais bien présentes et dangereuses pour la santé.

Les sacs biodégradables à base d'amidon de maïs peuvent représenter une alternative intéressante puisque d'origine végétale mais seulement s'ils proviennent d'une agriculture respectueuse de l'environnement.

Enfin, il y a des gestes à intégrer : réutiliser (sacs en coton ou en jute, boîtes en carton, cagettes, paniers), ne pas jeter de sacs dans la nature, composter ses sacs en fin de vie s'ils sont biodégradables, réduire le plastique à la source, refuser les emballages inutiles ou non recyclables, choisir des produits durables, réparables et emballés dans du verre ou du papier...





diapo 11



- Réponse 1 : Les transports
- Réponse 2 : Les usines
- Réponse 3 : Le chauffage
- Réponse 4 : L'activité agricole
- Réponse 5 : L'activité domestique



La pollution de l'air issue de l'activité agricole provient des pesticides et des engrais (fabrication et épandage), de l'élevage, du transport (marchandises agricoles et exploitation) et de la climatisation et du chauffage des exploitations.

Les pesticides (insecticides, raticides, fongicides, et herbicides) sont des composés chimiques dotés de propriétés toxicologiques, utilisés par les agriculteurs pour lutter contre les animaux (insectes, rongeurs) ou les plantes (champignons, mauvaises herbes) jugés nuisibles aux plantations. Le premier usage intensif d'un pesticide, le DDT, remonte à l'époque de la 2<sup>nde</sup> guerre mondiale.

La filière de l'élevage émettrait plus de gaz à effet de serre que le secteur des transports.

L'activité domestique (bricolage, ménage, utilisation d'appareils de combustion, fumée de tabac, présence d'animaux domestiques, de certains matériaux de construction et mobilier) pollue l'air intérieur.

Traiter les déchets (incinération, décharges) pollue aussi l'air.



diapo 12



- Réponse 1 : Les éruptions volcaniques
- Réponse 2 : Les pollens
- Réponse 3 : Les ruminants
- Réponse 4 : Les incendies
- Réponse 5 : Et d'autres encore telles que les sables du Sahara, les marécages...



- Les **éruptions volcaniques** libèrent des poussières, du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et d'autres gaz,
- Les **pollens** des arbres et plantes provoquent des allergies,
- Les **ruminants** produisent du méthane,
- Les **incendies** libèrent des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et des composés organiques volatils (COV),
- Le **Sahara et le Sahel** sont la source de milliards de tonnes de poussières (PM10), transportées annuellement sur de longues distances, en atteignant l'Italie aussi. Les brumes du Sahara, un jour sur dix, survolent la Vallée d'Aoste et le Piémont. Quand il pleut ou il neige, à l'occasion de ces phénomènes, les poussières sont emmenées au sol : on le perçoit par la couleur jaunâtre de la neige ou du dépôt de la pluie.
- Les **marécages** (marais ou autres zones humides) produisent du méthane,
- Les **rizières** produisent du méthane et les océans des sulfates<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Diémoz H. et al., 2014: One year of measurements with a POM-02 sky radiometer at an alpine EuroSkyRad Station. Journal of Meteorological Society of Japan, Vol 92A, 1-16  
<sup>2</sup> ORA Guyane



diapo 14



- Il faut 1/4 d'heure pour faire 3 km à vélo et, dans les grandes villes, 1 trajet en voiture sur 2 fait moins de 3 km,
- 10 km de vélo tous les jours évitent le rejet, par l'usage d'une voiture, de 700 kg de CO<sub>2</sub> par an,
- 1 place de stationnement voiture, c'est 10 places de stationnement vélo.



### Le vélo présente de nombreux avantages :

- **Santé** : le vélo permet de faire du sport, ce qui est essentiel pour la santé. Pour réduire l'effort physique, il est possible de se doter d'un vélo à assistance électrique,
- **Gain de temps** : sur des distances inférieures à 6 km, c'est lui qui va le plus vite en ville,
- **Moindre exposition à la pollution de l'air** : sur son vélo, on est moins exposé à la pollution de l'air que dans l'habitacle fermé d'un véhicule comme la voiture,
- **Economique** : le vélo est relativement peu cher et prend peu de place. Il demande peu d'investissements publics ou collectifs (pistes cyclables, parkings à vélo...). Pour la sécurité de tous, les cyclistes doivent respecter le code de la route et tenir leur vélo à la main sur l'espace réservé aux piétons. Peuvent rouler sur les trottoirs seulement les petits vélos prévus par le code de la route.

diapo 16



**Tram** : Grand véhicule de transport en commun, à l'intérieur d'une ville, qui circule sur des rails et avance grâce au courant électrique.

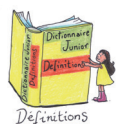


Une rame de tram transporte à peu près l'équivalent en passagers de 170 voitures.

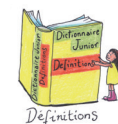
diapo 17



diapo 18



**Métro** : Chemin de fer électrique, souvent souterrain, dans une grande ville.



**Combustion** : Fait, pour un combustible, de s'unir à un comburant (souvent l'oxygène) en dégageant de la chaleur.



Un passager du métro consomme environ 14 fois moins d'énergie qu'en utilisant sa voiture.



- 80 % des conducteurs sont seuls dans leur voiture,
- 92 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports sont générées par l'automobile,
- 80 % des déplacements de personnes se font en voiture, contre 10 % pour le train et 5,5 % pour l'avion.

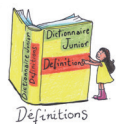


Bien que leur mise en place coûte cher et qu'ils n'existent pas dans toutes les villes, le tram et le métro sont des transports parfaitement adaptés aux villes : ils ne polluent pas l'air sur le lieu de leur utilisation, ils peuvent transporter de nombreuses personnes et permettent d'éviter les embouteillages.



Pour réduire la pollution de l'air liée aux voitures, il faut que l'usage des transports ne polluant pas l'air se développe. S'il n'est pas possible d'éviter l'utilisation de la voiture (pas ou peu de transports en commun mis à disposition...), on peut choisir de préférence des voitures utilisant des technologies propres et développer des comportements éco-responsables au volant (réduire sa vitesse de conduite, éviter la climatisation...).

diapo 20



**GNV (gaz naturel véhicule) :** Gaz naturel identique à celui dont on se sert pour le chauffage des logements ou la cuisine. C'est aussi un carburant. En Italie est communément nommé « metano ».



Un bus peut transporter en passagers l'équivalent de 40 à 50 voitures. Pour un même trajet, on consomme en bus 2 fois moins d'énergie et on émet 2 fois moins de CO<sub>2</sub> qu'en voiture. Une voiture coûte à l'année, en moyenne, 20 fois plus qu'un abonnement moyen de bus.



Bien que les centres-villes et les banlieues soient souvent mieux desservis par les bus que les campagnes, les bus présentent l'avantage d'être présents partout, en ville comme à la campagne. Ils circulent de plus en plus souvent sur des voies réservées (ou sites propres), ce qui leur permet d'être plus rapides et plus ponctuels.

Les bus qui fonctionnent aux biocarburants (diester, etc.), au GPL, au GNV (méthane) ou à l'électricité consomment moins d'énergie et rejettent moins de CO<sub>2</sub> que la voiture.

Dans les grandes villes, il existe des bus à haut niveau de service. Ce système de transport est caractérisé par une forte fréquence (5 à 10 min en heures pleines et moins de 15 min en heures creuses) avec amplitude horaire élevée (circulation la semaine, en soirée et le week-end), un parcours rationalisé avec un itinéraire intégralement ou partiellement en sites propres et un système de priorité aux feux tricolores et aux ronds-points garanti par des aménagements spécifiques, un plancher bas pour faciliter l'accès aux personnes à mobilité réduite et la vente de titres de transports effectuée au niveau des stations.

diapo 21



Un poids lourds émet 79g de CO<sub>2</sub> par tonnes transportées et par km parcourus, la voie d'eau en émet 37,68 g/t.km et le train 6,1 g/t.km. La pollution atmosphérique causée par les camions génère 45 milliards d'euros de coûts sanitaires (près de la moitié du coût total de la pollution atmosphérique générée par l'ensemble des moyens de transport routier).



Pour réduire au plus strict nécessaire l'utilisation des poids lourds qui pollue beaucoup l'air, on peut se tourner vers des modes de transport qui le polluent moins (ferroviaire ou fluvial), réduire la consommation et les émissions des poids lourds en agissant sur les carburants (GNV, émulsion eau-gazole, biocarburants), sur les motorisations (électrique seule ou hybridation) ou sur les équipements (filtre à particule, systèmes antiNO<sub>x</sub>).



diapo 22



80 % des déplacements de personnes se font en voiture, contre 10 % pour le train et 5,5 % pour l'avion. Entre Torino et Roma, le passager d'un train à grande vitesse émet 5 kg de CO<sub>2</sub>, celui d'un avion 75 kg de CO<sub>2</sub>.



Le train permet de réaliser de courtes distances comme de moyennes ou de longues distances. Il est utilisé pour tout type de trajets : pour les loisirs comme pour le travail.

Différents types de trains existent : train à grande vitesse, train régional ou la ligne internationale.

Quant à son coût, il diffère notamment selon le type de train et de voyages choisis, la fréquence des voyages, l'âge du passager.

Le train est le moyen de transport qui consomme le moins d'énergie et qui pollue le moins l'air pour les longues distances.



diapo 24



Sur environ 1000 km (équivalent approximatif d'un Torino – Bari), le train émet 25 fois moins de gaz à effet de serre par passager que l'avion.

En général, l'altitude de vol des avions de ligne long courrier est de 10 000 à 12 000 mètres. A cette altitude, la température de l'air est d'en moyenne -56 °C et il y a très peu d'oxygène disponible.



Pour que nous puissions respirer dans l'avion à haute altitude, un système permet de prélever de l'air de l'extérieur pour le traiter grâce à des compresseurs et l'injecter dans la cabine<sup>2</sup>.

### Les traînées de condensation des avions :

Les émissions des avions à réaction contiennent de nombreux polluants de l'air ainsi qu'une grande quantité de vapeur d'eau qui se mélange avec l'atmosphère. A l'altitude à laquelle évoluent ces avions, l'atmosphère présente une température et une pression de vapeur saturante (la pression maximale que peut atteindre la vapeur sous forme gazeuse avant de se liquéfier) bien plus faibles que ces émissions.

La vapeur d'eau qu'elles contiennent se condense donc rapidement, sous la forme de cristaux de glace. Ces cristaux de glace agissent alors comme des noyaux de condensation autour desquels encore plus de vapeur d'eau présente dans l'air avoisinant vient se condenser. Il en résulte la formation d'une traînée de condensation nuageuse qui s'étire en travers du ciel, matérialisant le passage de l'avion<sup>3</sup>.

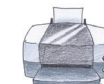
1-2 sante.lefigaro.fr  
3 futura-sciences.com



diapo 27



diapo 28



70% de la navigation se faisant à moins de 400 kilomètres du trait de côte, cette pollution de l'air peut aussi dériver vers les terres.



Les fumées et gaz émis par les navires augmentent l'acidité des pluies sur les littoraux et sont à l'origine de la formation d'une grande part de l'ozone troposphérique de plusieurs régions côtières (plus exposées aux ultraviolets solaires dont une partie est réverbérée par l'eau de mer).

Les émissions de CO2 produites par le transport maritime pourraient être 3 fois supérieures au niveau actuellement estimé à 400 millions de tonnes. Le transport maritime émet du dioxyde de carbone, mais aussi d'autres polluants atmosphériques, dont l'oxyde d'azote (NOx) et l'oxyde de soufre (SOx), responsables des pluies acides.

Selon le rapport, les émissions du secteur maritime auraient déjà atteint 1,2 milliard de tonnes de CO2, soit 4,5% des émissions mondiales. Les émissions de dioxyde de carbone du transport maritime seraient également deux fois plus importantes que celles du transport aérien (650 millions de tonnes).



Cette diapositive peut faire l'objet d'un exercice en classe. Cliquez sur l'imprimante pour télécharger et imprimer le document.



En Italie, les transports sont à l'origine d'un tiers de la consommation totale d'énergie.



Depuis plusieurs décennies, la pollution de l'air occasionnée par les transports devient plus marquante et affecte notamment les grandes agglomérations urbaines.

Elle est impliquée dans de nombreux problèmes de santé publique : maladies respiratoires, migraines, irritations, cancers, etc.

Les principaux polluants automobiles sont le gaz carbonique (CO2), qui est un gaz à effet de serre, le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote NOx, les hydrocarbures imbrûlés (HC) et les particules émises par les moteurs Diesel.



diapo 30



Même si elles polluent, les usines servent à produire de nombreux biens de consommation qui sont présents partout dans notre quotidien.

Les usines émettent des polluants spécifiques en fonction des produits fabriqués et des processus mis en œuvre. Depuis plusieurs décennies, leurs émissions sont en régression dans les pays occidentaux concernant les polluants réglementés.



diapo 32



• **Malgré les inconvénients qu'ils présentent, le gaz et le fioul sont très employés.** Si nous ne pouvons pas faire autrement que de les utiliser, l'idéal est de le faire avec des équipements performants limitant la pollution de l'air,

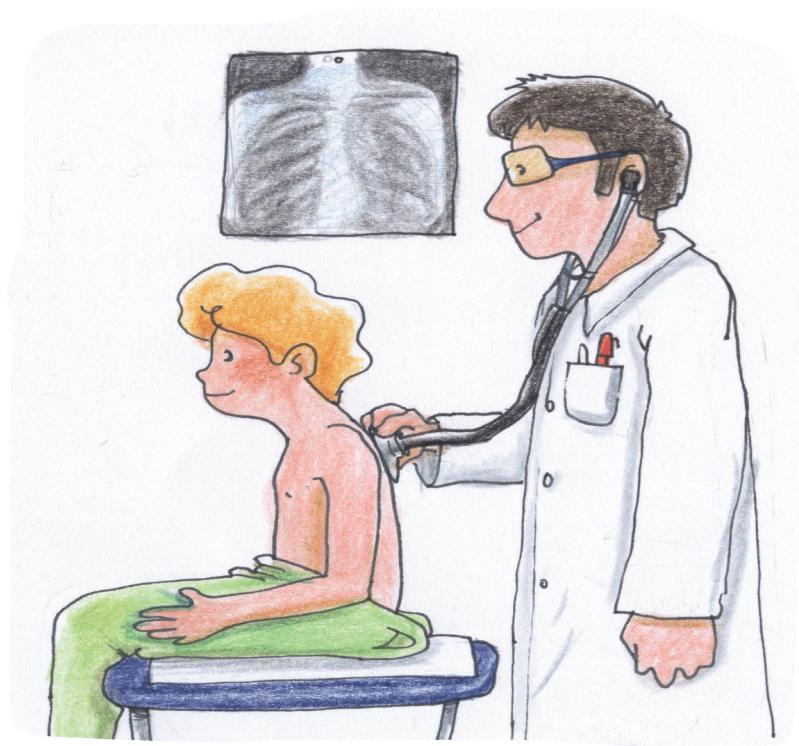
• **Bien que le bois soit la première énergie renouvelable en Italie,** il reste souvent très émetteur de polluants. Utilisé dans de mauvaises conditions, il peut émettre plus de polluants que d'autres combustibles et notamment des polluants ayant un impact sur la santé : des particules fines, du monoxyde de carbone, des composés organiques volatils (COV) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP),

• **L'électricité** est une bonne solution car elle n'émet pas de polluants de l'air. Elle est bien souvent produite à partir de ressources polluants l'air, mais elle pourrait l'être à partir de ressources ne polluant pas l'air (solaire, éolien...),

• **Le solaire** est une énergie gratuite qui n'émet, à l'usage, ni polluant, ni gaz à effet de serre,

• **La pompe à chaleur (PAC),** système électrique qui récupère l'énergie gratuite et inépuisable stockée dans le sol, l'air ou l'eau des nappes et la restitue pour chauffer la maison, est performante et économique : pour 1 kWh d'électricité consommé, une PAC restitue de 2 à 4 kWh de chaleur.

# Les conséquences de la pollution de l'air



Selon l'Agence Européenne de l'Environnement, la pollution de l'air est responsable de 64000 morts prématurées par an en Italie<sup>1</sup>. Plus inquiétant, leur impact se ferait sentir sans attendre de fortes concentrations.

Les polluants de l'air (gaz ou particules irritants et agressifs) pénètrent plus ou moins loin dans l'appareil respiratoire. Ils peuvent induire notamment une :

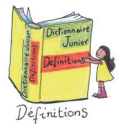
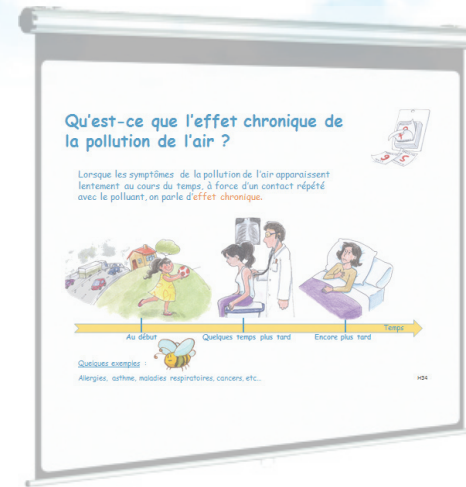
- Augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhino-pharyngites, etc...
- Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme,
- Hypersécrétion bronchique
- Augmentation des irritations oculaires
- Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire
- Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes,
- Incidence sur la mortalité à court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires,
- Incidence sur la mortalité à long terme par effets mutagènes et cancérigènes.



diapo 35



diapo 36



**Effet** : ce qui est produit par une cause  
**Immédiat** : qui se produit tout de suite.



Durant des épisodes de pollution atmosphérique aiguë, et pendant les quelques jours qui suivent, on constate :

- Une augmentation des taux d'hospitalisation, de mortalité, de crises cardiaques et de troubles pulmonaires.
- Une aggravation des maladies chroniques existantes, cardiaques (arythmie, angine, infarctus, insuffisance cardiaque) ou respiratoires (maladie pulmonaire obstructive chronique, infection respiratoire, crise d'asthme).
- L'apparition d'irritations oculaires et d'inflammation des muqueuses des voies respiratoires et des bronches.
- La respiration et l'activité à l'effort peuvent devenir ardues.

<sup>1</sup> Dictionnaire Robert Junior



« Une maladie chronique, c'est une maladie qui dure longtemps et revient souvent »<sup>1</sup>.

### Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé peuvent se répartir schématiquement en deux groupes :



- Les effets d'une exposition à court terme : il s'agit de « manifestations » cliniques, fonctionnelles ou biologiques aiguës survenant dans des délais brefs (quelques jours, semaines) après l'exposition à la pollution atmosphérique
- Les effets d'une exposition à long terme : il s'agit de la responsabilité de l'exposition à la pollution atmosphérique dans le développement de processus pathogènes au long cours qui peuvent conduire au final à un événement morbide ou même au décès.

### Une exposition à des polluants atmosphériques, même légère, mais sur une longue période, peut contribuer à l'apparition et à l'aggravation de nombreuses affections :

- Maladies cardiovasculaires comme l'athérosclérose.
- Maladies pulmonaires comme l'asthme et la bronchite chronique.
- De nombreux cancers, en particulier des poumons et de la vessie.
- Développement déficient des poumons des enfants.
- Plus grande propension à développer diverses allergies.
- Accroissement des problèmes de fertilité, risques de malformations congénitales et mortalité infantile.
- Affaiblissement du système immunitaire et de l'imperméabilité des muqueuses (gastro-intestinale, buccale, respiratoire).

<sup>1</sup> Dictionnaire Robert Junior

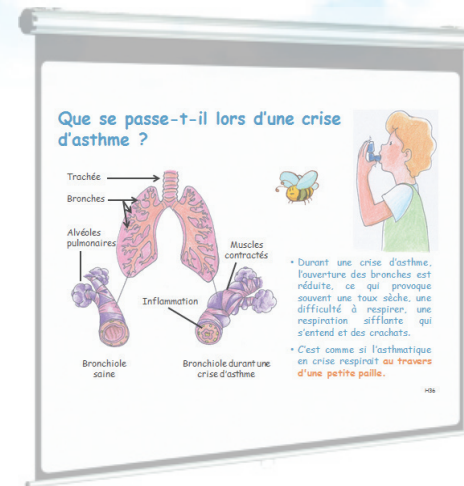


diapo 37



- Le tabac est le principal facteur de risque du cancer,
- Le tabagisme reste la première cause de mortalité évitable en Italie,
- Entre 70 000 et 83000 décès prématurés par an sont liés au tabac en Italie<sup>1</sup>,
- Le tabagisme tue un adulte sur dix sur la planète où il constitue la deuxième cause de mortalité avec 5 millions de décès prématurés par an<sup>2</sup>.

diapo 38



Une cause allergique est retrouvée chez 70 à 80 % des adultes asthmatiques et chez 95 % des enfants atteints.



L'asthme est une maladie caractérisée par une inflammation plus ou moins grave des voies respiratoires, et surtout des bronches et des bronchioles. C'est une maladie chronique, qui se manifeste le plus souvent par des crises entrecoupées de périodes où la respiration est normale. Chez certaines personnes, cependant, l'asthme induit une gêne respiratoire permanente, qui interfère avec les activités quotidiennes.

On distingue trois mécanismes expliquant l'obstruction des conduits aériens :

- Lors de la crise, le muscle bronchique se contracte : c'est la **bronchoconstriction**,
- La paroi de la bronche s'épaissit : c'est l'**œdème**,
- La paroi interne secrète d'importantes mucosités : c'est l'**hypersécrétion**.

<sup>1</sup> [http://www.salute.gov.it/portale/salute/p1\\_5.jsp?lingua=italiano&id=53&area=Vivi\\_sano](http://www.salute.gov.it/portale/salute/p1_5.jsp?lingua=italiano&id=53&area=Vivi_sano)  
<sup>2</sup> OMS <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs339/en/>

<sup>1</sup> [asthme-allergies.org](http://asthme-allergies.org)  
<sup>2</sup> [passeportsante.net](http://passeportsante.net)



diapo 39

Cite quelques causes d'allergies ?



- Réponse 1 :** Les acariens  
**Réponse 2 :** Les pollens  
**Réponse 3 :** Certains aliments  
**Réponse 4 :** Certains produits chimiques  
**Réponse 5 :** Certains médicaments  
**Réponse 6 :** Et d'autres encore tels que les poils d'animaux...



L'allergie est une réaction anormale, inadaptée et excessive de l'organisme lors d'un contact avec une substance étrangère (allergène). Ces substances, habituellement bien tolérées par notre système immunitaire, sont, pour une raison inexpliquée, considérées à tort comme des ennemies. L'allergie survient souvent sur un terrain génétiquement prédisposé et se manifeste par divers symptômes : rhinite, asthme, eczéma, urticaire, allergie alimentaire, conjonctivite.



De nos jours, l'augmentation de la fréquence des allergies peut s'expliquer par une exposition plus importante aux allergènes. Quant aux pollens, ils seraient plus nombreux (réchauffement climatique) et plus agressifs sous l'influence des polluants de l'air qui fragilisent les voies respiratoires et les rendent plus réceptives à ces allergènes. La pollution de l'air est en effet suspectée d'exacerber les allergies polliniques.

1 Asthme et Allergies  
 2 Allergolor



diapo 40

Pourquoi recommande-t-on de respirer par le nez ?



- La première fonction du nez est de conditionner l'air inspiré destiné aux échanges respiratoires en le filtrant, l'humidifiant et le réchauffant,
- Sa seconde fonction est immunitaire, de nombreuses aéropartées (pollution, poussières, pollens, virus, bactéries, champignons...) devant être éliminées. Le nez a les capacités de contenir les agressions aéropartées, empêchant leur propagation à l'oreille moyenne et aux bronches, et leur diffusion dans l'organisme,
- Sa troisième fonction est olfactive.



diapo 41



- Réponse 1 : Les enfants
- Réponse 2 : Les personnes malades
- Réponse 3 : Les personnes âgées
- Réponse 4 : Les femmes enceintes



L'exposition à la pollution de l'air des personnes sensibles augmenterait de 22 % à 32 % leur risque de succomber à une quelconque maladie.



- Les enfants, et plus particulièrement les nourrissons, voient la formation et la maturation de leur appareil respiratoire se poursuivre jusqu'à l'âge de 8 ans,
- Les personnes malades ont un système immunitaire affaibli,
- Les moyens de défense respiratoire des personnes âgées sont diminués.



diapo 43



- Réponse 1 : Effet à court terme : acidification des feuillages sous l'effet des pluies acides
- Réponse 2 : Effet à long terme : problèmes de croissance liés à une mauvaise qualité des sols.



De fortes concentrations de certains polluants peuvent conduire à des nécroses visibles sur les plantes. La pollution de l'air peut également entraîner une réduction de la croissance des plantes, même sans dommages visibles (par exemple l'ozone peut provoquer une baisse de la production agricole de céréales comme le blé) ou une résistance amoindrie des plantes à certains agents infectieux.

<sup>1</sup> Chercheurs de l'Université Harvard qui ont dévoilé ces données, en 2006, lors d'un colloque de l'American Thoracic Society



diapo 44



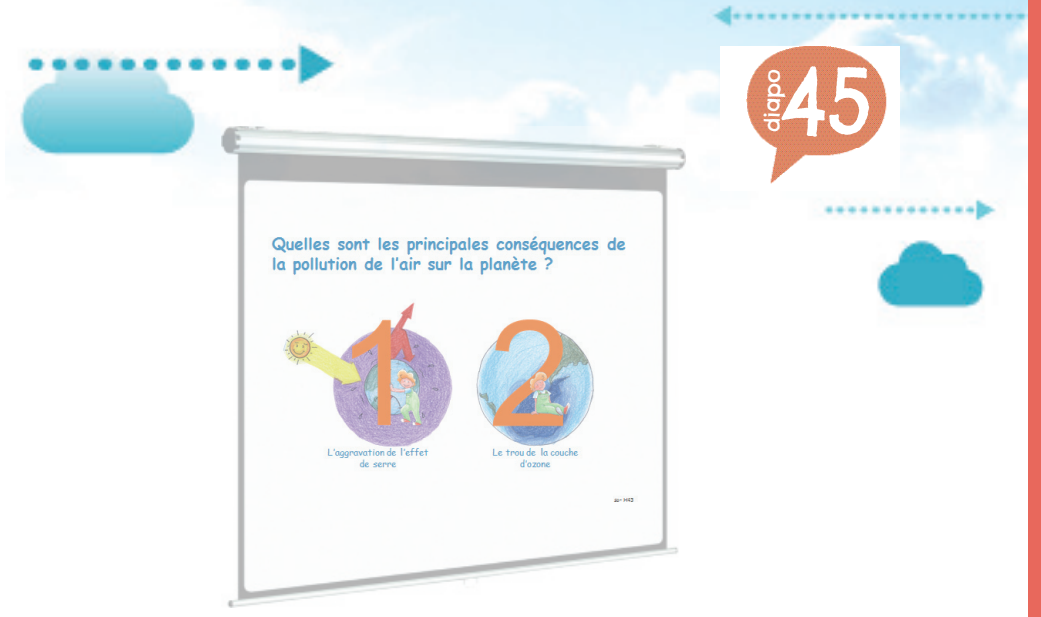
Corrosion à cause du dioxyde de soufre, noircissement et encroûtement des bâtiments à cause des particules fines (notamment issues de la combustion du pétrole et de ses dérivés), altérations diverses associées au gel, à l'humidité et aux micro-organismes, la pollution de l'air a, sans conteste, des impacts sur les matériaux, monuments et bâtiments.

Depuis plus de 200 ans, le développement des transports, des industries et du chauffage a provoqué d'importantes émissions de polluants de l'air. Ces polluants peuvent se présenter sous la forme de gaz ( $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  ...) ou de particules fines.

Les cendres volantes sont des particules dont la taille est habituellement supérieure au mm. Elles sont issues quand il y a combustion du charbon et du fioul lourd. Quant à elles, les suies sont des particules de très petite taille et invisibles à l'œil nu (environ 50 nm). Elles peuvent former des chapelets ou des amas et sont issues de tout type de combustion.

Avec le temps, ces polluants de l'air détériorent les matériaux des murs tels que la pierre, le ciment et le verre.

Quand des bâtiments sont rénovés, on voit bien la différence entre les façades remises à neuf et les façades abîmées par la pollution de l'air.

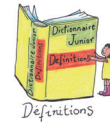


diapo 45



Réponse 1 : L'aggravation de l'effet de serre

Réponse 2 : Le trou de la couche d'ozone



**Effet de serre** : Phénomène naturel permettant à la Terre d'avoir une température vivable. Il est dû à la présence des gaz à effet de serre (dioxyde de carbone...) dans l'atmosphère.

Les activités humaines en produisent de grandes quantités, ce qui aggrave l'effet de serre et provoque des perturbations climatiques lourdes de conséquences (montée des eaux, fonte des glaciers, inondations, multiplication des tempêtes, etc...).



Si l'ozone que nous respirons (de basse altitude) est mauvais pour la santé, l'ozone situé à haute altitude (stratosphère) nous protège en absorbant les rayons ultraviolets.

Mais la couche le contenant (couche d'ozone) a été trouée par l'activité humaine et notamment par les Chlorofluorocarbones (CFC), gaz utilisés principalement dans les appareils réfrigérants, les solvants, les bombes aérosol, et dans l'industrie plastique.

Sous le trou de la couche d'ozone, il y a plus de cas de cancers de la peau.

# Les solutions contre la pollution de l'air



## Pour faire 3 km en ville, il faut en moyenne :

- 36 minutes à pied
- 12 minutes à vélo
- 7 minutes en voiture si le trafic est fluide et si le stationnement est facile
- 27 minutes en voiture s'il y a des bouchons et que le stationnement est rare
- 7 minutes en bus si le trafic est fluide
- 18 minutes en bus s'il y a des bouchons

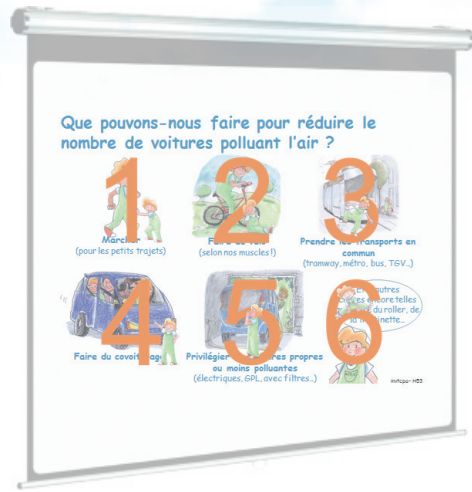
Pour des trajets courts, le vélo, les rollers et même la marche à pied sont souvent plus rapides que la voiture. En plus, pas d'énerverment et de temps perdu à rechercher une place, pas de pollution, pas d'embouteillage, pas de frais. Et c'est bon pour la santé !

Marcher une demi-heure par jour correspond au temps d'activité physique recommandé pour réduire les risques de surcharge pondérale. L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) préconise 30 minutes de marche par jour pour se maintenir en forme et diminuer les risques de maladies cardiovasculaires. Un automobilisme en fait seulement 8 minutes.

A pied, choisir de préférence les voies piétonnes ou les rues les moins encombrées par le trafic et les plus aérées.



diapo 50



- Réponse 1 : Prendre les transports en commun
- Réponse 2 : Faire du covoiturage
- Réponse 3 : Marcher
- Réponse 4 : Faire du vélo
- Réponse 5 : Privilégier les voitures propres ou moins polluantes.



• Le Pedibus est un dispositif de ramassage scolaire pédestre. Un groupe d'enfants réalise à pied le trajet domicile-école ou domicile-collège, encadré par des bénévoles (souvent des parents d'élève) qui ouvrent et ferment la marche. Comme une vraie ligne de bus, le trajet suit un parcours bien défini et respecte des horaires de passage fixes à différents arrêts. La démarche peut être initiée par des parents d'élèves, par la mairie, par des associations, ou des écoles.

Soi en Vallée d'Aoste, soi en Piémont ont été fait quelques expériences intéressantes.

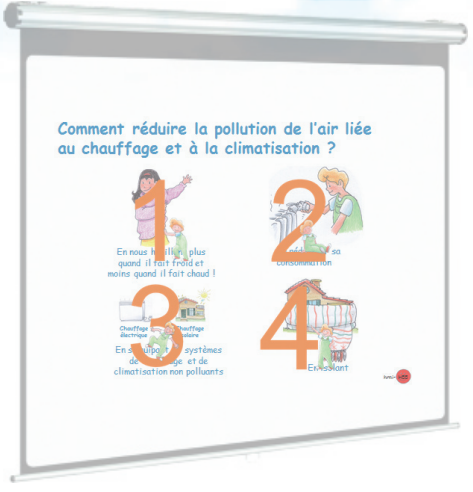
- Transports doux : modes de transport utilisant l'énergie humaine (marche à pied, vélo, roller, etc.)
- 80 % des conducteurs italiens roulent seuls dans leur voiture. En faisant du covoiturage, le nombre de véhicules sur les routes est réduit et les frais sont partagés.
- Les transports en commun permettent de réduire le nombre de véhicules sur les routes, la consommation d'énergie et la pollution de l'air. En ville, ils sont souvent plus rapides que la voiture.

Une rame de tram transporte à peu près l'équivalent en passagers de 170 voitures.  
Un passager du métro consomme environ 10 fois moins d'énergie qu'en utilisant sa voiture.

- L'autopartage (car sharing) est un service qui permet la location de véhicule de courte durée (une demi-heure minimum) par plusieurs abonnés. Ceux-ci paient un droit d'entrée et un abonnement annuel qui leur donnent la possibilité de réserver une voiture dans un parking situé à proximité de chez eux. La location se fait grâce à un système de réservation et de livraison des véhicules reposant sur l'utilisation des nouvelles technologies. Les voitures sont ainsi disponibles 24h/24 et 7j/7.



diapo 52



- Réponse 1 : En s'habillant plus quand il fait froid et moins quand il fait chaud
- Réponse 2 : En réduisant sa consommation
- Réponse 3 : En s'équipant de systèmes de chauffage et de climatisation non polluants
- Réponse 4 : En isolant



Pour la santé et pour économiser de l'énergie, on conseille de ne pas surchauffer son habitation en hiver : 20°C dans les pièces à vivre (avec une tolérance de deux degrés) ; 1°C en plus représente 7% de consommation en plus.

On conseille aussi d'entretenir régulièrement son installation de chauffage et de favoriser les énergies ne polluant pas l'air :

- **Le chauffage solaire**, bien adapté pour les maisons neuves, est de plus en plus prisé par les particuliers car, après l'investissement de départ, c'est une énergie gratuite et inépuisable, dont l'utilisation ne génère pas de pollution,
- **Les pompes à chaleur** sont une bonne solution aussi. Comme il en existe de plusieurs types, vérifiez bien que le système choisi est adapté à votre terrain et à votre climat.



diapo 53



Réponse 1 : En aérant en moyenne 10 minutes par jour  
Réponse 2 : En évitant d'utiliser des produits toxiques



Nous passons l'essentiel de notre temps à l'intérieur (habitations, habitacles des moyens de transports, lieux de travail et de loisirs, écoles, commerces).

Les sources de pollution de l'air intérieur sont nombreuses :

- Extérieur du bâtiment : radon par le sol ou polluants de l'air extérieur (monoxyde de carbone, oxydes d'azote, particules et certains composés organiques volatils (COV)),
- Produits de construction, d'ameublement, de décoration, d'entretien et de bricolage (nombreux COV et particules),
- Appareils de chauffage, production d'eau chaude, cuisinière (monoxyde de carbone, oxydes d'azote, particules, COV),
- Plantes et animaux : pollens, allergènes de chat, de chien et d'acariens,
- Fumées de tabac.



diapo 54



• Un seul pot de yaourt à la fraise peut parcourir plus de 9 000 km (si l'on additionne le trajet parcouru par chacune des matières premières),

• Un fruit importé hors saison consomme pour son transport 10 à 20 fois plus de pétrole que le même fruit produit localement et acheté en saison,

• 1 kg de fraises d'hiver peut nécessiter l'équivalent de 5 litres de gasoil pour arriver dans notre assiette !



Avant qu'il n'arrive dans notre assiette, un aliment est cultivé, transformé, conservé, emballé, transporté et, à toutes ces étapes, il émet de la pollution de l'air.

Notre manière de nous alimenter agit considérablement sur la pollution de l'air.

Nous pouvons agir contre ce fléau en choisissant nos aliments en magasin :

• En consommant des fruits et légumes variés, frais, de saison, produits localement et de manière respectueuse de l'environnement. Avantage : on redécouvre des fruits et légumes oubliés (panais, topinambour...),

• En ne consommant pas plus de protéines animales (viande et produits laitiers) que les nutritionnistes le recommandent. Nous pourrions ainsi alterner des menus végétariens et non végétariens, ce qui nous permettra de varier nos repas.



diapo 55



## 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),
- Mme Sophie Lombardi (Ecole Candolle, 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](mailto:info@noielaria.it)



**Photosynthèse** : Processus par lequel les plantes absorbent le gaz carbonique et produisent des glucides et de l'oxygène sous l'effet de la lumière du soleil.



Il existe une polémique autour de l'efficacité des plantes dites « dépolluantes » qui doit être approfondie à l'avenir.

1 Le Robert Junior





[www.noielaria.it](http://www.noielaria.it)