

POLLUTION DE L'AIR EN CLAIR



Dr Sophie Rabourdin

POLLUTION DE L'AIR EN CLAIR



Dr Sophie Rabourdin
Pour le collectif "Strasbourg Respire"

STRASBOURG RESPIRE

Lutter contre la pollution de l'air



*Les dernières données scientifiques publiées
confirment l'impact de la pollution atmosphérique
sur la santé des habitants des grandes villes.
Ce qui, aujourd'hui, fait de la qualité de l'air
un enjeu majeur de santé publique.*

*«Strasbourg Respire» est un collectif de citoyens lanceurs d'alerte
qui souhaitent faire de la pollution de l'air
un sujet de discussion primordial.*

*Composé de professionnels de tous horizons
et notamment de médecins,
ce collectif a vu le jour en mars 2014 à la suite d'un épisode majeur de pollution
dans une indifférence quasi générale.*

*En avril 2015, le collectif lance une pétition appelant les pouvoirs publics
à agir «efficacement» contre la pollution atmosphérique,
signée par plus de 120 médecins de la capitale alsacienne.*

*Conférences, flyers, expositions, tous les médias sont bons
pour en parler ...*

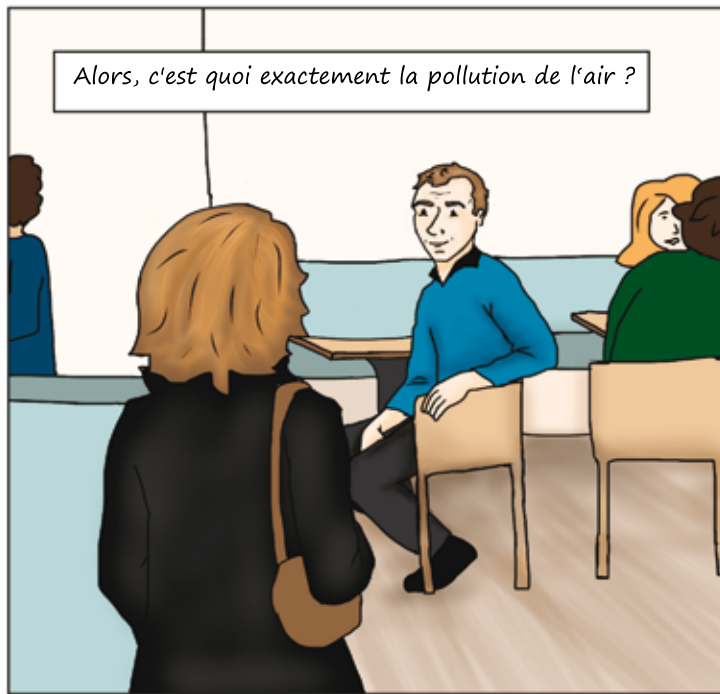
Alors, pourquoi pas la BD ?

Chapitre 1

LES POLLUANTS DE L'AIR







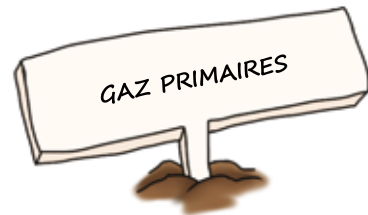
Alors, c'est quoi exactement la pollution de l'air ?

Disons qu'elle pourrait être définie par le dépassement d'un certain seuil d'éléments gazeux ou particulaires contenus dans l'air que l'on respire et jugés nocifs pour la santé.



Thomas Bourdrel, médecin radiologue, président de l'association "Strasbourg respire".

Nous trouvons tout d'abord des éléments gazeux. Certains sont dits primaires et d'autres, naissant à partir des premiers sous l'action de réactions diverses sont dits secondaires.



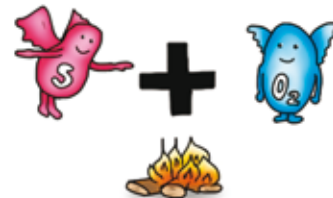
Le dioxyde de soufre (SO_2)



Il est connu pour les smogs ou pluies acides.

Il est produit par réaction chimique ou thermique entre des composés soufrés et de l'oxygène.

Aujourd'hui, il est encore émis lors de la combustion de produits soufrés (charbon, fioul, pétrole), retrouvée notamment dans l'industrie et le transport maritime (paquebots, cargos).



En France les émissions de SO_2 ont été diminuées par 10 entre 1960 et 2014.

Les Composés organiques volatils (COV)



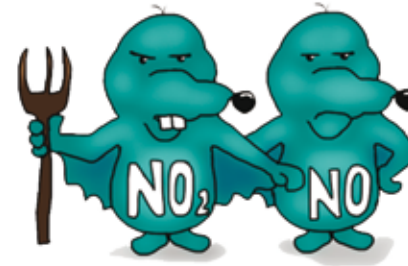
Ils sont issus de la combustion (raffinage du pétrole) ..

.. ou de l'évaporation (solvants, peintures, colles, produits d'entretien).



La production de COV a globalement été divisée par 2 depuis 2000.

Les oxydes d'azote ($\text{NO}_x = \text{NO}_2 + \text{NO}$)



Les principaux émetteurs de NO_x sont le transport routier (surtout les moteurs diesel), les grandes installations de combustion de produits fossiles (pétrole, charbon) et de bois ainsi que les incinérateurs d'ordures ménagères.

Ils se forment par combinaison dans l'air de diazote (N_2) et de dioxygène (O_2), sous l'effet de la combustion, N_2 et O_2 étant des constituants de l'air. Les oxydes d'azote sont au coeur du scandale du Dieselgate (logiciels truqués minimisant les émissions de gaz polluants lors des tests d'homologation).



Un gaz secondaire est issu de la transformation dans l'atmosphère de composés gazeux primaires par association.

L'Ozone (O_3)

L'ozone est issu de la réaction entre NO_x et COV ou O_2 , induite par le rayonnement solaire.



C'est un polluant de l'air mais aussi un gaz à effet de serre.



Parlons maintenant des stars des médias : les fameuses particules fines. D'où viennent-elles ?

Celles qui nous intéressent sont les toutes petites, parce qu'elles pénètrent bien au fond de nos poumons.



En fonction de leur mécanisme de formation, nous distinguons les particules primaires ou secondaires.

Les particules primaires sont classées par taille et appelées PM pour "particulate matter" : les PM10 ont un diamètre $< 10\text{ }\mu\text{m}$, les PM 2,5 $< 2,5\text{ }\mu\text{m}$ et les PM 0,1 $< 0,1\text{ }\mu\text{m}$.

Section d'un cheveu
60 μm

PM10 PM2,5

PARTICULES PRIMAIRES

LES PM10

Les PM10 représentent la fraction grossière, composée d'espèces issues de processus mécaniques (érosion, broyage). Ce sont des poussières minérales ou organiques, des ions inorganiques et des métaux.

Erosion
Pollen
Sable
Débris de béton
Poussières minérales
Sels marins
Débris de chaussée
Usure plaquettes de frein

LES PM2,5 et PM 0,1

Les PM 2,5 et PM 0,1 sont respectivement les particules fines et ultra fines (UFP). Elles sont si fines qu'elles sont insédimentables. Elles voyagent plus et contaminent les plus hautes couches atmosphériques.

Elles sont d'origine thermique, et composées essentiellement d'espèces carbonées, encore appelées carbone suie.

Trafic routier
Essence
Fumées métallurgiques
Fioul
Feux de bois
Cheminées, Poêles
Fumées de tabac
Diesel

En France, les principales sources d'émission de particules ultra fines sont le parc automobile (diesel) et le chauffage au bois. 90 % des émissions diesel sont des UFP.

Comment se fait-il que les espèces carbonées soient considérées comme les particules les plus nocives alors que le carbone est un constituant essentiel à la vie ?

L'atome de carbone seul est effectivement inoffensif. Mais lors de la formation de la suie, il va être associé à d'autres éléments qui lui confèrent son côté obscur.

En effet, les espèces carbonées sont constituées d'une molécule de carbone élémentaire ...

... entourée d'un mélange d'éléments organiques : les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), considérés comme extrêmement cancérigènes ...

... et de métaux lourds.

Bouhhh

Les HAP ont la propriété d'être semi-volatiles, c'est à dire présents à l'état gazeux et particulaire.

La suie est émise sous forme d'une sphère de quelques dizaines de nanomètres mais elle s'agrège très rapidement sous forme d'agglutinats.

Ces particules ultra fines sont les plus toxiques, de par leur composition et leur taille.

PARTICULES SECONDAIRES

Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Ce sont essentiellement des particules fines (PM 2,5) et des particules de taille comprise entre 2,5 et $10\text{ }\mu\text{m}$.

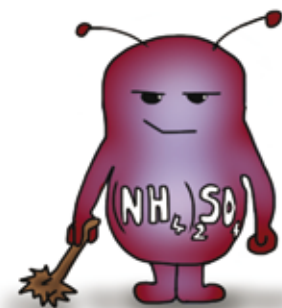
Le nitrate d'ammonium (NH_4NO_3)

Il est issu de réactions entre les oxydes d'azotes (NO_x) et l'ammoniac (NH_3) émanant des épandages agricoles (lisiers, fumiers).

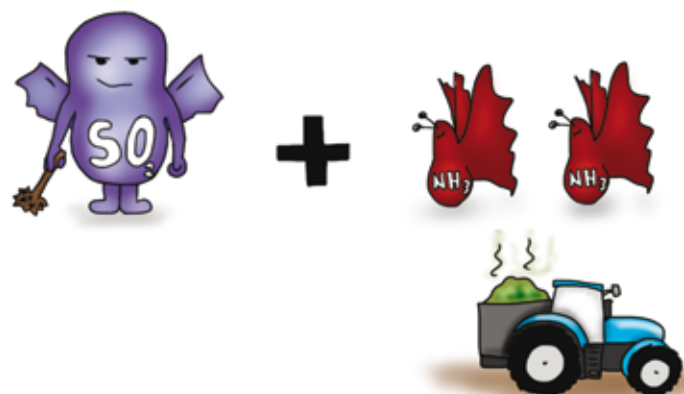
NH_4NO_3

NO_x + NH_3

Le sulfate d'ammonium ((NH₄)₂SO₄)



Il est issu de réactions entre le dioxyde de soufre et l'ammoniac.



Bon, ok, il existe donc un sacré paquet de polluants dans l'air mais qu'est-ce qui favorise les pics de pollution ?

Certaines conditions météorologiques vont favoriser l'accumulation de pollution au niveau local, comme c'était le cas dans la vallée du Mont Blanc.

L'hiver, le sol est froid mais l'air au dessus est encore plus froid. Dans certaines conditions de temps stable et ensoleillé, la masse d'air en altitude va se réchauffer créant une inversion de température (air plus chaud en haut que en bas). Cela forme un couvercle plaquant les masses d'air au sol. La pollution va alors stagner dans la vallée.

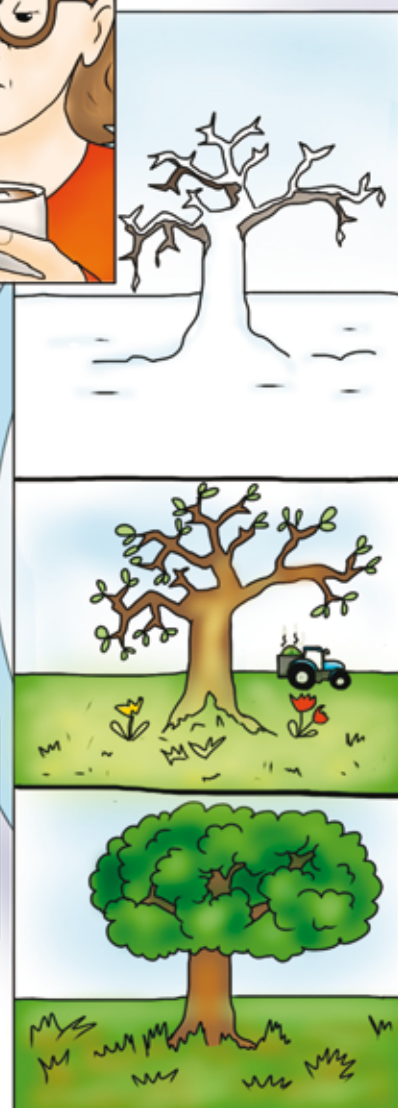
L'hiver les particules sont également plus toxiques en raison du froid. Comme nous l'avons vu précédemment, les HAP sont un constituant très dangereux des espèces carbonées. Le froid va favoriser la précipitation des HAP de l'état gazeux vers l'état particulaire qui se fixeront sur les composés carbonés. Or les HAP à l'état particulaire sont bien plus agressifs qu'à l'état gazeux, rendant cette pollution bien plus délétère.

Au printemps, l'épandage d'engrais par les agriculteurs favorise la formation de particules secondaires (nitrate et sulfate d'ammonium).

L'été, le soleil contribue à l'apparition des pics d'ozone.

Ces diverses conditions contribuent à la survenue de pics de pollution saisonniers.

Certains épisodes de pollution vont provenir de libération de poches formées ailleurs et ramenées par des grands courants.

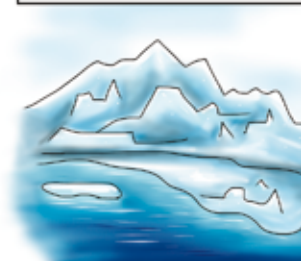


Les particules vont influencer le climat.

Elles absorbent la lumière (sensation de brume) et entraînent une modification des nuages.

Les très fines particules vont faire condenser la vapeur d'eau à leur contact, former des gouttelettes et provoquer des précipitations. L'hiver ces pluies peuvent se transformer en neige de pollution.

Elles se déposent sur les glaciers et favorisent la fonte des glaces.



Les précipitations vont baisser le taux de particules dans l'air par lavage, ce qui contribue à polluer les sols.

Quels sont les critères d'alerte ?

Les premières normes européennes relatives aux particules PM₁₀ sont fixées par une directive en 1999, transposées en droit français en 2002.

Depuis 2005 les normes ont été durcies pour les PM₁₀. Elles doivent être inférieures à 40 microg/m³ (en moyenne par jour) et ne pas dépasser 50 microg/m³ plus de 35 jours par an.

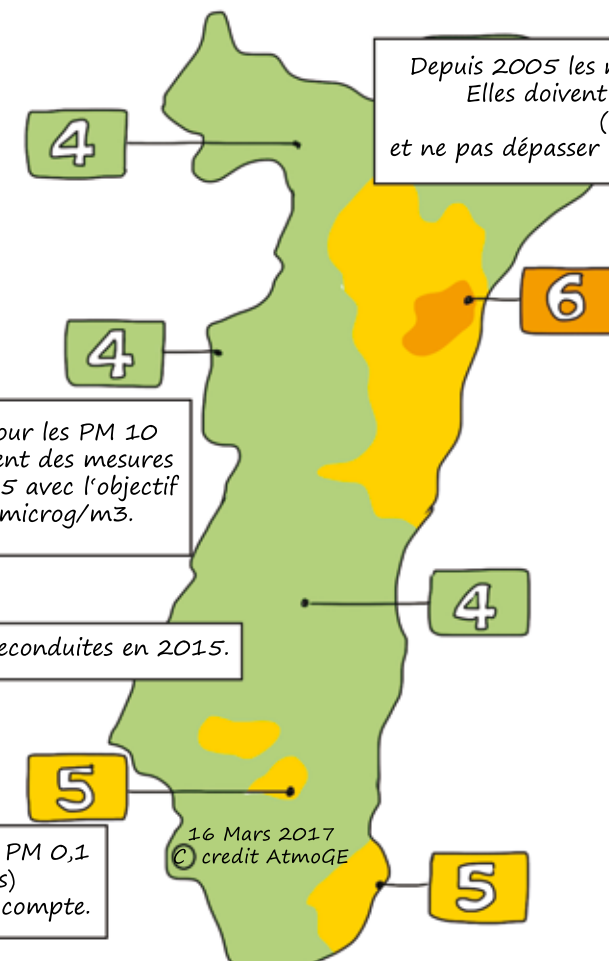
Certains polluants particuliers spécifiques font l'objet de directives européennes ; des métaux : plomb, arsenic, cadmium, nickel et un HAP, considéré comme cancérigène : le benzopyrène.

En 2008 ces normes pour les PM₁₀ sont reprises et s'y ajoutent des mesures de surveillance des PM_{2,5} avec l'objectif d'être inférieur à 25 microg/m³.

Ces normes sont reconduites en 2015.

À l'heure actuelle, les PM_{0,1} (les plus nocives) ne sont pas prises en compte.

Ces seuils d'alerte européens sont encore trop élevés par rapport aux seuils préconisés par l'Organisation mondiale de la santé.



QUALITE DE L'AIR ALSACE

| | |
|---------------|----|
| très mauvaise | 10 |
| | 9 |
| mauvaise | 8 |
| | 7 |
| médiocre | 6 |
| | 5 |
| moyenne | 4 |
| | 3 |
| bonne | 2 |
| | 1 |
| très bonne | |

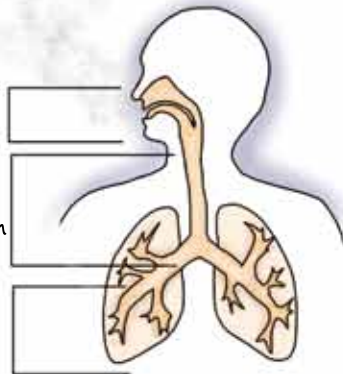


Pénétration des polluants dans le système respiratoire selon leur diamètre.

Segment nasopharyngien :
particules > 10 µm
et gaz

Segment trachéobronchique :
particules entre 2,5 et 10 µm
et gaz

Segment pulmonaire :
particules < 2,5 µm
et gaz



La première réaction au polluant est macroscopique, c'est à dire, à l'échelle de l'organe.



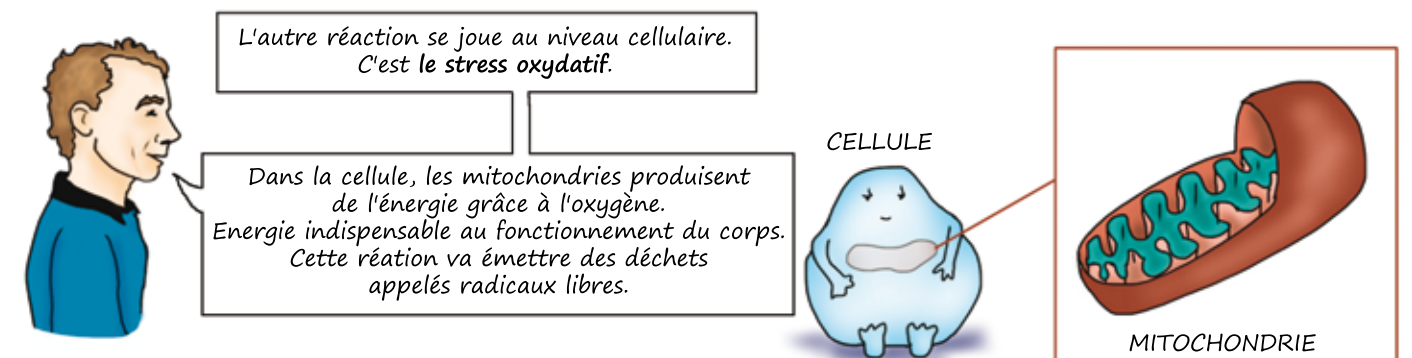
Je déclenche l'état d'urgence. Je répète : état d'alerte maximale. J'ai un retour alarmant des globules blancs de la zone pulmonaire. Je ne sais pas ce que c'est que ce bordel mais il y a du grabuge. Je veux du monde sur zone et que ça saute !

Tous ces petits corps étrangers vont créer une réaction inflammatoire répétée responsable d'un remodelage des voies aériennes (fibrose).

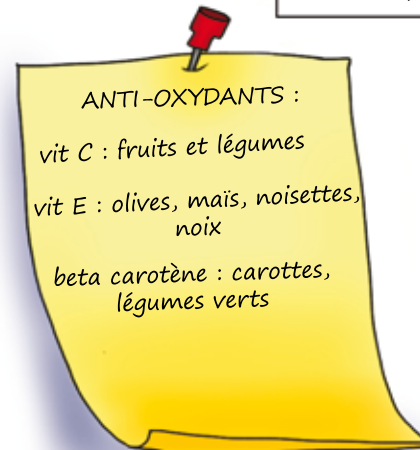


Cela va se traduire par une augmentation des sécrétions de mucus riches en cellules de défense et de réparation. Les premiers symptômes apparaissent alors : toux, conjonctivites, sinusites, dilatation des bronches et développement progressif de pathologies chroniques tel que l'asthme, la bronchite chronique ou le cancer du poumon.

Les UFP peuvent gagner la circulation sanguine et toucher tous les organes. Elles sont retrouvées notamment au niveau du placenta ou du cerveau (pathologies neurodégénératives).



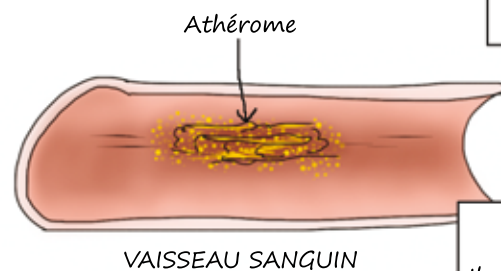
Ceux-ci, en très petite quantité sont éliminés grâce à des anti-oxydants apportés par l'alimentation ou produits par le corps.



Lors d'un déséquilibre entre oxydants (polluants de l'air) et anti-oxydants un nombre important de radicaux libres est relâché.

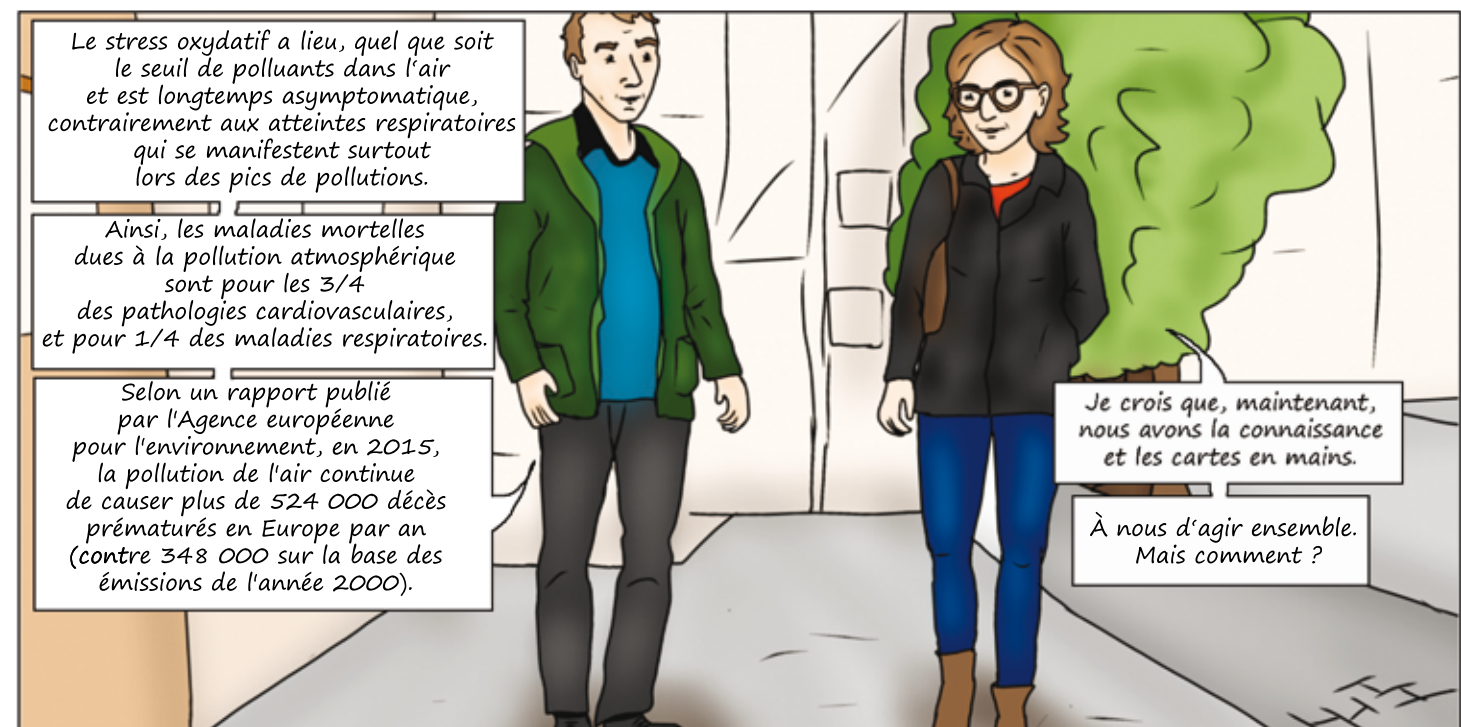
Ces derniers deviennent alors toxiques à plusieurs niveaux : ils abîment l'ADN entraînant potentiellement la mort cellulaire mais agissent également à distance en déclenchant des réactions inflammatoires ou endommageant les membranes tissulaires.

C'est le cas notamment au niveau des vaisseaux sanguins et cela entraîne une dysfonction endothéliale. Le LDL cholestérol qui se balade dans le sang va alors avoir tendance à s'accumuler dans ces lésions et produire des plaques. C'est ce que l'on appelle l'athérosclérose. A terme, ces plaques d'athérome peuvent être responsables d'accidents vasculaires ou d'infarctus.



Le stress oxydatif est également jugé responsable de l'apparition de troubles du rythme cardiaque et joue un rôle dans la genèse des pathologies respiratoires.

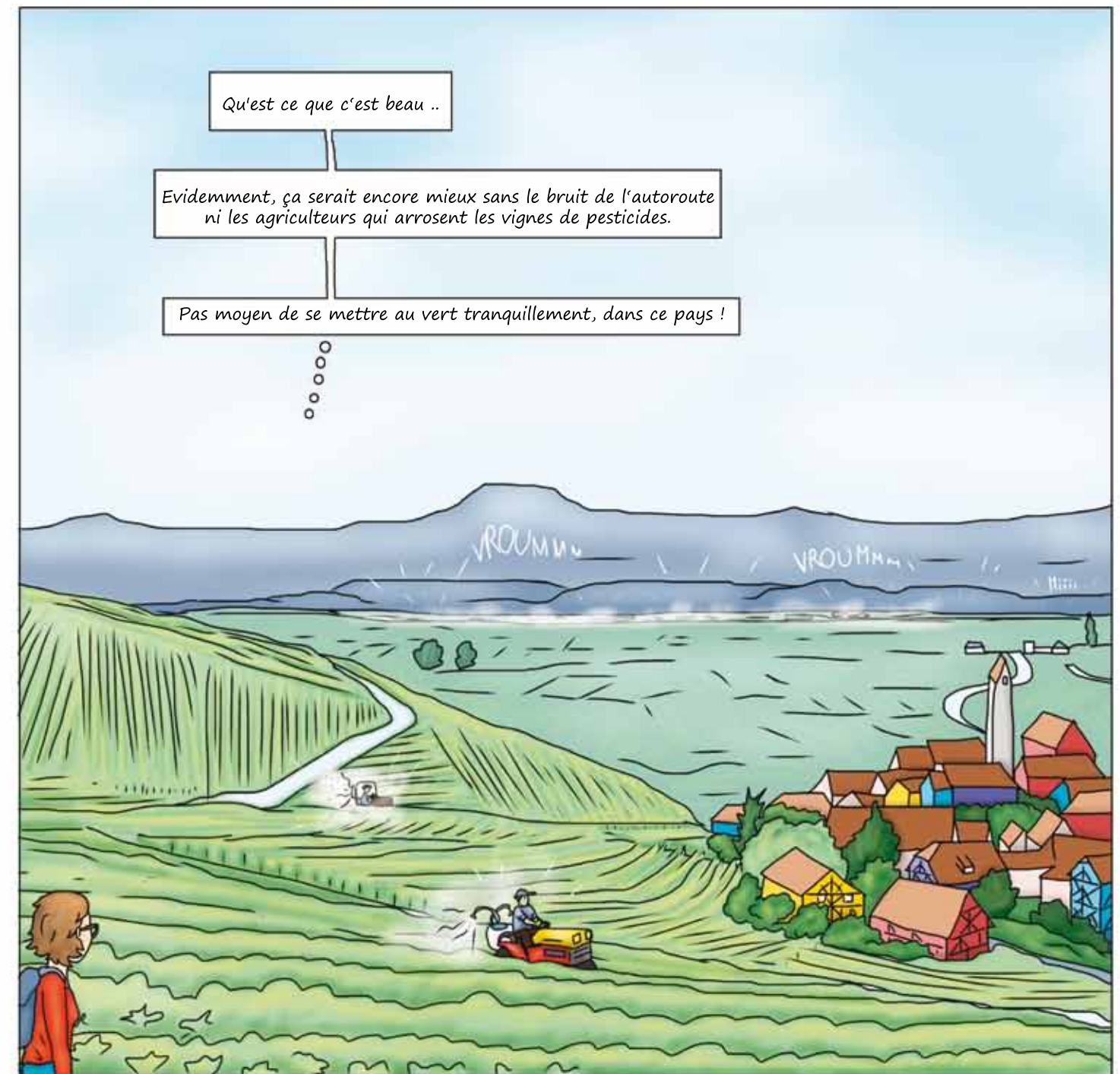
Par ailleurs, certains gènes endommagés par les radicaux libres, ne sont plus en capacité de réguler la réponse inflammatoire allergénique. Il est alors observé une augmentation des sensibilisations vis à vis des allergènes, majorant notamment les allergies aux pollens.



Chapitre 2

LES GESTES QUI DONNENT DU SOUFFLE







Bizarre
cet endroit.

Qu'est ce que c'est
que ce truc.

Je vous attendais.
Enfin, vous
ou un autre.

Moi ? euh ...
Vous êtes ?

Pffiu, fait chaud ici.
Ces maudites bouffées de chaleur.

Marrant, on dirait
les continents,
là, sur votre corps.

Oui, de fait,
je suis l'esprit de la terre.

C'est quoi tous ces plans ?

Je calcule, je réfléchis,
j'essaie de comprendre.

Ah.. Et en rouge là,
c'est quoi ?

Et bien justement, c'est vous, enfin, l'espèce humaine !
Ça ne va pas. On n'a jamais vu un lion chasser
l'antilope de manière industrielle
pour la revendre dans un coin de la savane.
Non. Seul l'homme accumule, consomme et gâche.

Rien que d'y penser, ça me donne de l'eczéma.
Je crois que vous êtes des prédateurs anxieux.

GRAT GRAT

Moui, peut être.
Mais admettons que l'on ait besoin de consommer
pour satisfaire notre angoisse. Peut-on consommer
ou vivre autrement pour moins polluer ?

Oui, bien sûr. Venez avec moi.

Récapitulons les grandes sources de pollution de l'air
qui vous asphyxient : le trafic routier, l'activité
industrielle et agricole, le chauffage
et la gestion des déchets.
Tout est lié et tend vers un seul objectif,
la satisfaction du désir inépuisable du consommateur.



Vous êtes des prédateurs anxieux mais très intelligents.
Donc dès qu'il y a un problème, une solution est évoquée.
Prenons l'exemple des déchets. L'activité humaine
produit un volume dramatique d'ordures,
ce qui pose le problème de l'élimination.
Donc vous avez inventé l'incinération.
Cette technique est apparue comme la solution idéale
puisqu'elle permet de réduire de 90 % le volume des
déchets avec une possible récupération d'énergie.

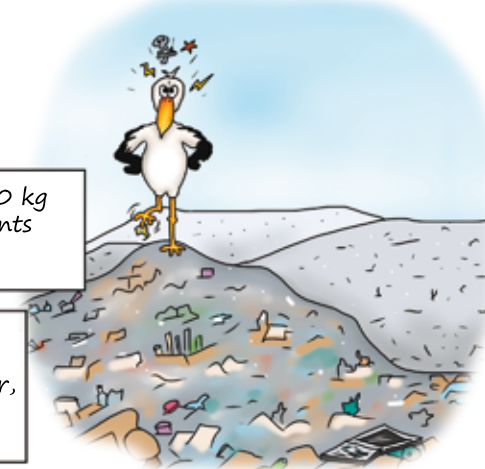
Enfin, une technologie "écologique", productrice d'énergie "propre" ?

Et bien NON, ce bénéfice est trompeur
puisque l'incinération produit des déchets ultimes
bien plus toxiques que les déchets entrants.
Je m'explique.



Chaque année en France, environ 350 kg
de déchets sont produits par habitants
et 35 % sont incinérés.

Le traitement des déchets incinérés
se fait par mise en combustion.
Il existe différentes zones de température dans l'incinérateur,
responsables des réactions chimiques
à l'origine de molécules nouvelles, hautement toxiques.

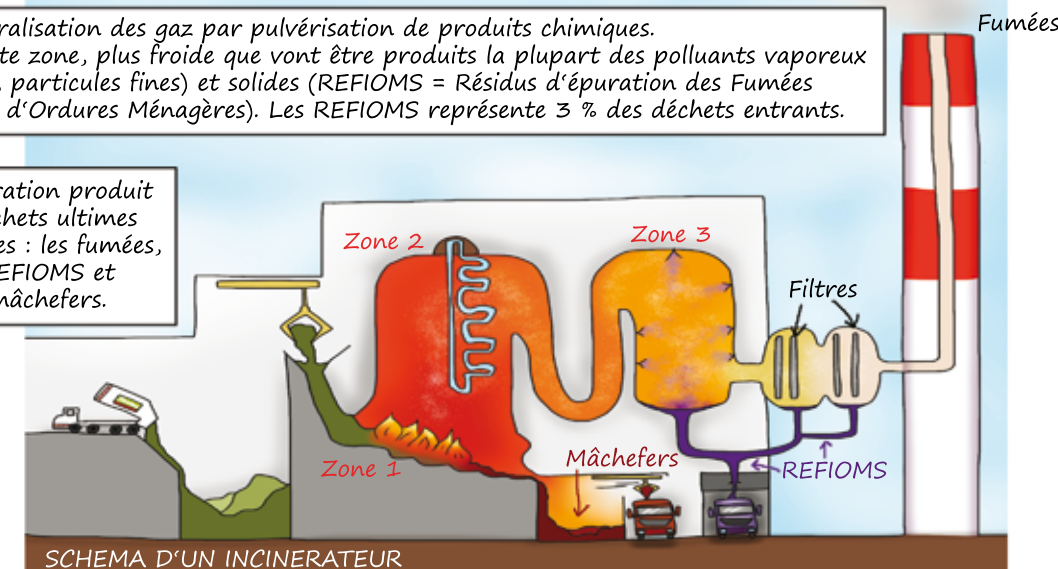


Zone 1 : mise en combustion des déchets à très haute température (1000-1800 °C) ce qui génère des gaz
(eau, acide chlorhydrique, dioxyde de carbone, oxydes d'azotes, composés organiques volatiles).
La combustion ne transforme pas tous les déchets. Il reste 30 % de résidus solides que l'on appelle les mâchefers.

Zone 2 : refroidissement des gaz par un système de canalisation d'eau permettant la production d'énergie.

Zone 3 : neutralisation des gaz par pulvérisation de produits chimiques.
C'est dans cette zone, plus froide que vont être produits la plupart des polluants vaporeux
(HAP, dioxine, particules fines) et solides (REFIOMS = Résidus d'épuration des Fumées
d'Incinération d'Ordures Ménagères). Les REFIOMS représente 3 % des déchets entrants.

L'incinération produit
des déchets ultimes
de 3 types : les fumées,
les REFIOMS et
les mâchefers.



REFIOMS et mâchefers sont destinés à être enfouis au risque de polluer les sols. Quant aux fumées,
elles apportent leur lot d'oxydes d'azotes et de particules fines dans l'atmosphère.

Ça vous asphyxie et ça me donne de l'eczéma !

Mais alors, et si l'on commençait par réduire les déchets ?

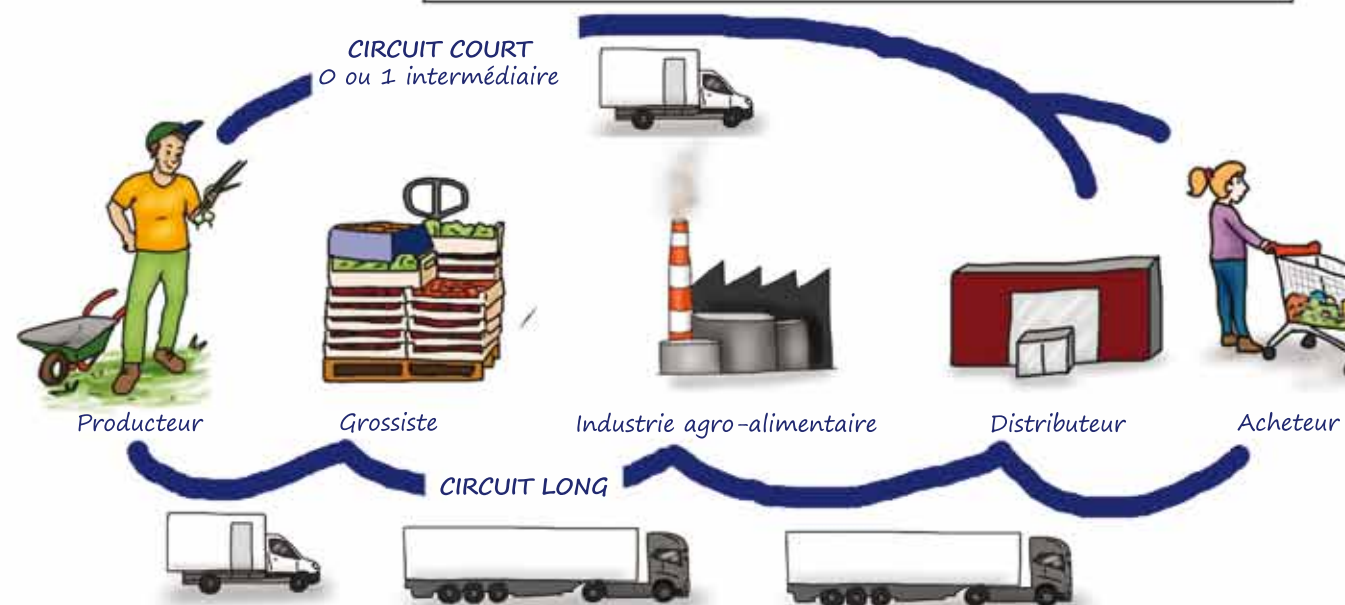


En effet, réduire les déchets est un bon début et aura, aussi, des conséquences sur le trafic et l'activité industrielle. Ce n'est pas très compliqué ! Voyez plutôt.



Privilégier les achats en circuits courts.

Cela permet une réduction du transport et une diminution des déchets de conditionnement : dans de nombreux cas, les produits bruts sont peu ou pas emballés. Et comme le délai entre la production et la commercialisation est réduit, ces distributeurs utilisent moins de procédés de conservation, comme le stockage au froid (économie d'énergie).



Une enquête menée en France, en 2013 par l'INRA (institut de recherche agronomique), révèle sans surprise que les points de vente en circuit court les plus fréquentés sont les marchés de plein air.



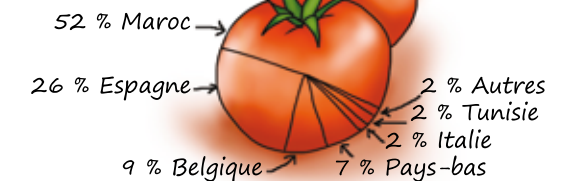
Privilégier les petites surfaces de vente de proximité permet de limiter la pollution liée au trafic. En effet, ces dernières sont abordables à pied ou à vélo, contrairement aux grandes surfaces, souvent situées en périphérie des villes et donc accessibles uniquement en voiture.

Respecter la saisonnalité des fruits et légumes.

Par exemple, manger des tomates en hiver n'est pas raisonnable : elles viennent de loin (en bateau ou en avion), ou elles sont produites en serres. Dans tous les cas elles sont emballées (déchets), triées (gachis) et conservées au froid en attendant d'arriver dans vos assiettes.



Importations françaises de tomates fraîches



Source : douanes (2010)

Limitier le gachis.

Prenons quelques chiffres pour se donner une idée. Voici le poids des déchets alimentaires émis par an, en France :

- 2,3 millions de tonnes dans la distribution.
- 1,6 millions de tonnes dans la restauration.
- 5,2 millions de tonnes dans les foyers.

Dans les foyers, cela représente 79 kg par an et par personne. Sur ces 79 kg de déchets alimentaires tous ne peuvent pas facilement être limités (os, épluchures), mais 20 kg pourraient sans difficultés être évités : 13 kg de restes de repas, de fruits et légumes non consommés et 7 kg d'aliments même pas débarrassés !

Alors, n'achetez que ce que vous avez besoin, serait un bon début.



Privilégier des emballages recyclables.

Les incinérateurs traitent les déchets non triés. En choisissant des contenants recyclables, triés, vous réduisez le poids de la poubelle bleue et l'impact de son élimination.

Emballages à trier :

Bouteilles et flacons en plastique



Boîtes métalliques, briques



Cartonnettes, sacs papier, journaux

Bouteilles, pots, bocaux en verre



Évitez les emballages en plastique qui ne se recyclent pas : films et sacs, barquettes (emballage oeuf, récipient traiteur), polystyrène et, selon les communes, les pots (yaourt, beurre).

Attention aux symboles parfois trompeurs :



L'entreprise paie une redevance Eco-emballage



Produit qui doit être trié



Produit fait à partir de matériaux recyclables

Et si vous avez le choix, préférez les contenants en verre qui sont inertes. Ils ne risquent pas de contaminer les aliments.

Bon, évidemment le problème c'est la motivation. Faire des efforts pour consommer des aliments de saison, de bonne qualité et en circuit court, ça coûte cher. Alors je vois d'ici le refus en masse et pour mon eczéma, je n'ai plus qu'à m'y habituer.



Et bien justement, je crois qu'il ne faut pas sous estimer les initiatives citoyennes.

C'est dingue, je capte ici.

Je trouve plein de trucs intéressants, là. Et l'on pourrait même dire que manger mieux ne coûterait pas plus cher.

Il existe des initiatives locales avec notamment des potagers citadins, mais aussi des "défis" régionaux pour découvrir les acteurs des filières courtes (www.famillesaalimentationpositive.fr).



Je trouve même des applications pour smartphone qui permettent de contribuer à réduire le gaspillage alimentaire grâce à la participation de commerces engagés.

- **Togoodtogo** : achat en ligne d'un "panier-menu" composé de denrées destinées à être jetées si non consommées le jour même.
- **Zero Gachis** : recense les prix cassés sur les produits proches de leur date limite de consommation.
- **Icuisto** : génère des recettes à partir des restes du réfrigérateur.



Mais admettons que l'on arrive à diminuer nos déchets, il en restera toujours. Quelle est l'alternative à l'incinération ?

Il faudrait bien trier pour réutiliser les matières : le verre, le papier et le plastique, pour commencer. Et pourquoi pas remettre en place un système de consignes pour les bouteilles. Les allemands montrent l'exemple avec succès : 97 % des bouteilles consignées sont rapportées.

Le verre est recyclable à l'infini. Après broyage et fonte, les verreries peuvent fabriquer de nouveaux récipients.



Le métal sera transformé en canettes, boîtes, vis, pièces de moteur, poutres etc..



Les emballages plastiques sont broyés puis fondus pour faire des tubes, tuyaux, peluches, fibres textiles, vêtements polaires.

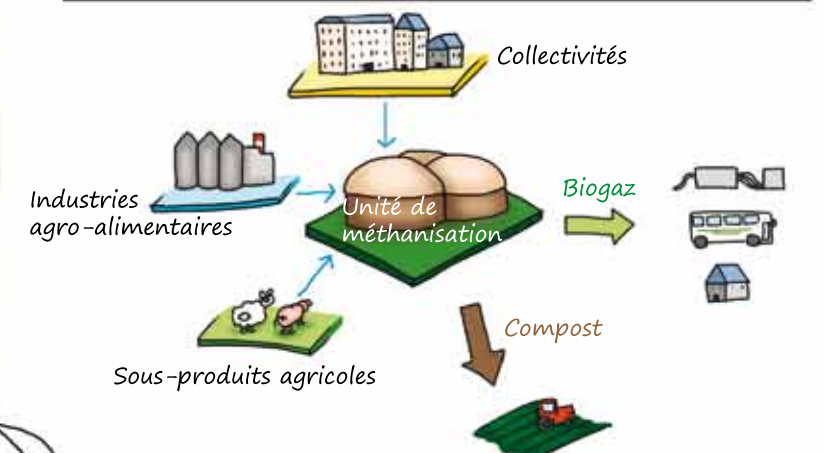
Les papiers et cartons sont dissous dans l'eau, désencrés et transformés en pâte à papier pour faire des journaux, magazines, papiers d'écriture, papiers sanitaires (essie tout ou papier hygiénique).

Et bien sûr, il ne faut pas oublier les biodéchets. Comme nous l'avons vu précédemment, sur les 350 kg de déchets émis par habitant et par an en France, 79 kg sont des déchets organiques composés à 80 % d'eau. N'est-il pas aberrant de faire brûler ... de l'eau ?!



Humm, vu comme ça ..

Ces déchets organiques, triés, peuvent être recueillis de manière collective pour former un compost géant. C'est ce que l'on appelle la méthanisation. Et comme son nom l'indique, la dégradation naturelle de ces déchets produit du méthane, qui est un biogaz utilisable comme énergie.



Et si les collectivités n'organisent pas encore le tri des déchets organiques, chacun peut créer un compost dans sa cour d'immeuble ou au fond de son jardin et récupérer une belle terre pour les jardinières !

Nous approchons du but de notre balade. Mais il nous reste encore quelques détours.



Assez traîné. Reprenons notre route et évoquons maintenant la pollution liée au trafic routier. Alors ça, au moins, vous en parlez dans les médias. Et finalement j'ai l'impression que vous êtes bien conscients de ce qu'il faudrait faire pour améliorer le problème.

Aïe, j'avoue. Une voiture n'est autre qu'un engin de plusieurs tonnes avec un sacré paquet de chevaux sous le capot pour transporter dans la majorité des cas ... un petit bonhomme d'environ 70 kg !

C'est sûr qu'une fois que l'on a goûté à la voiture, c'est difficile de s'en passer.

Et pourtant, en voyant les kilomètres de bouchons sur les routes, il apparaît évident que les gens serait plus zen dans un tram climatisé que dans une voiture à respirer les pots d'échappement.

Le parc automobile français compte environ 36 millions de voitures, soit une voiture pour 1,77 personnes.

40 % des trajets quotidiens font moins de 2 km et sont donc 2 fois plus polluants.

Privilégier les transports en commun.

Les véhicules individuels qui circulent sur les routes actuellement sont de forts émetteurs de polluants toxiques pour la santé. Vous avez donc compris que l'avenir du transport doit être collectif.

Et pour cela il faut encourager vos élus à promouvoir les transports en communs (prix attractifs, tickets uniques TER-tram, lieux résidentiels bien desservis) et valoriser le co-voiturage (prix réduits aux péages, bonus par les assurances).

Et lorsque le transport collectif n'est pas possible ?

Valoriser la sortie du diesel.

Un bon moyen de donner l'exemple serait d'offrir des subventions incitatives au changement de véhicule pour les professionnels qui circulent beaucoup dans les agglomérations (chauffeurs de taxis, moniteurs d'auto-écoles, policiers, agents municipaux, ambulanciers, infirmiers, médecins etc). Paris et la vallée de l'Arve montrent déjà la voie.

Actuellement, les véhicules électriques ne représentent que 1 % des ventes de voitures en France.

Interdire les gros transporteurs dans les centres villes.

Pour assainir les centres villes, il faudrait y interdire les poids lourds et limiter les utilitaires de livraison polluants. Pourquoi ne pas imaginer une plateforme de marchandises à l'entrée des villes avec des relais par des véhicules non polluants ?

En plus, grouper les déchargements par quartier éviterait des transporteurs à moitié vides, comme c'est souvent le cas aujourd'hui.



En matière de sortie du diesel, les japonais ont pris une belle avance avec des résultats vraiment encourageants.

Exact ! J'ai récemment lu une étude frappante. En 10 ans, Tokyo a éradiqué le diesel par des mesures draconiennes permettant une réduction de 11% de la mortalité cardiovasculaire. C'est bien la preuve que faire des efforts a un réel impact sur notre santé.

Et si l'on parlait de la pollution liée au chauffage ?

Les systèmes de chauffage utilisent différentes sources d'énergie : fossile (fuel, charbon, gaz), biomasse (bois) et naturelle (géothermie, solaire). S'il est vrai qu'une combustion complète ne produit que du CO₂ et de l'eau, dans la majorité des cas la combustion est incomplète et conduit à des émissions de gaz polluants et de particules fines.

Et alors, comment peut-on limiter les émissions ?

Entretien des installations

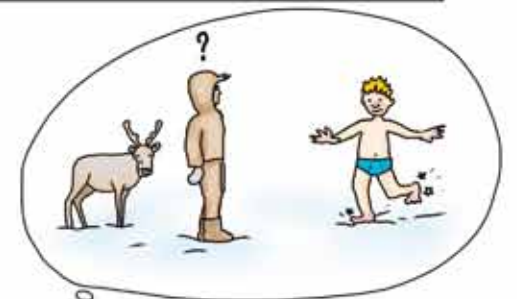
La première chose est évidemment d'avoir des installations en bon état pour éviter de polluer l'air intérieur comme extérieur.



Chauffer de manière raisonnable

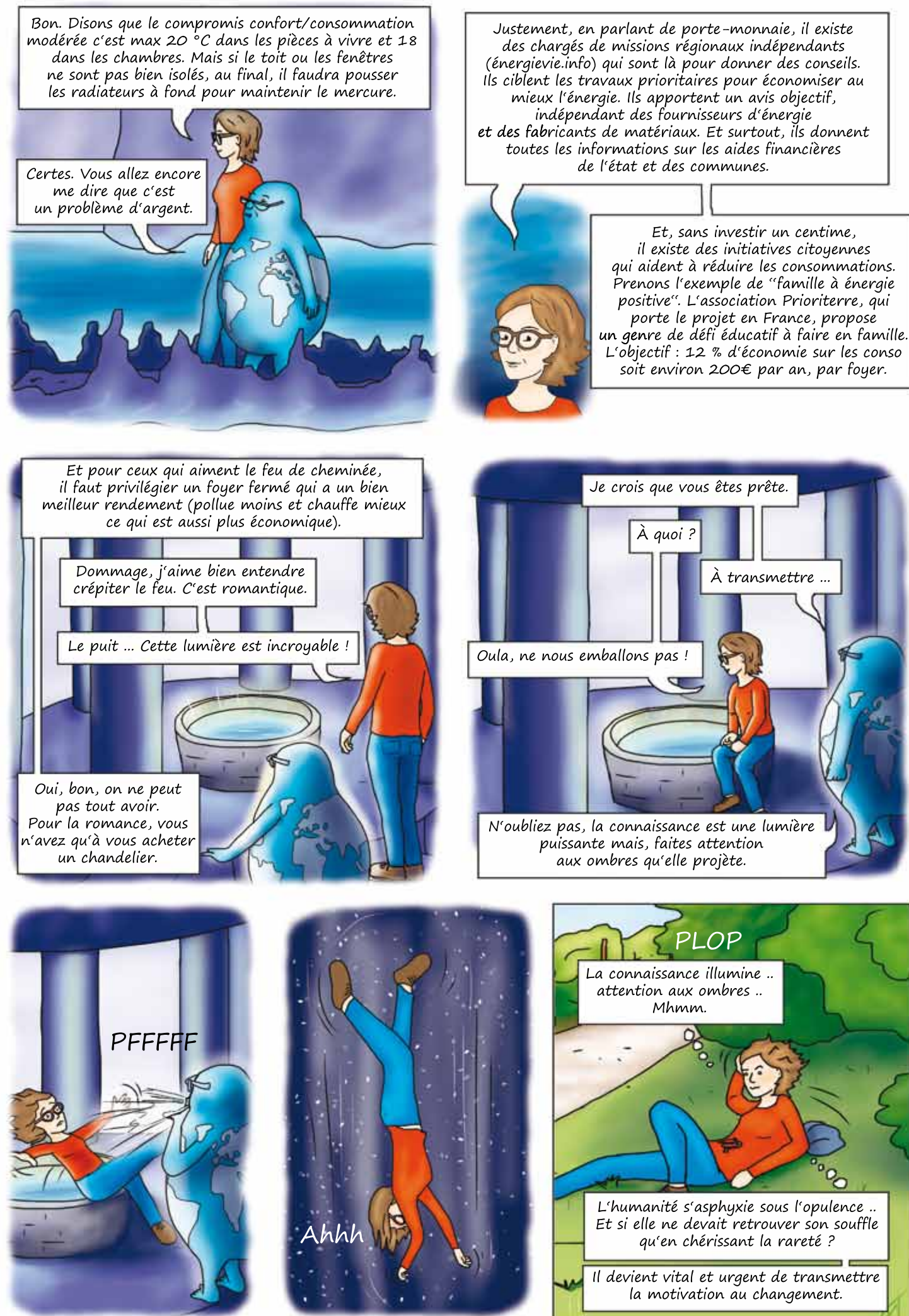
Et puis, il faut du bon sens. Chauffer à 25°C pour pouvoir se balader en débardeur l'hiver est aberrant. Ce n'est pas pour rien que vous avez inventé les pulls. Pas de ma faute si vous n'avez pas assez de poils !

Pensez donc aux lapons qui surveillent leurs troupeaux de rennes sur la toundra par -30°C. Ils ne se baladent pas en slip.



HIHI





BIBLIOGRAPHIE

- Airparif - Association de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France [WWW Document], n.d. URL <https://www.airparif.asso.fr>
- ATMO Grand Est - Surveillance de la qualité de l'air dans le Grand Est [WWW Document], n.d. URL <http://www.atmo-grandest.eu>
- WHO | Household air pollution and health [WWW Document], n.d. URL <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en>
- LOMBAERT, K., 2002. Thèse de doctorat dans la spécialité "génie des procédés et haute technologie". Composition et évolution des espèces particulières émises à l'échappement d'un moteur diesel en fonction des paramètres moteur et de la nature du carburant. Université Pierre et Marie Curie.
- Bagryantseva, Y., Novotna, B., Rossner, P., Chvatalova, I., Milcova, A., Svecova, V., Lnenickova, Z., Solansky, I., Sram, R.J., 2010. Oxidative damage to biological macromolecules in Prague bus drivers and garagemen: Impact of air pollution and genetic polymorphisms. *Toxicology Letters* 199, 60–68.
- Lakshmi, S.V.V., Padmaja, G., Kuppusamy, P., Kutala, V.K., 2009. Oxidative stress in cardiovascular disease. *Indian J. Biochem. Biophys.* 46, 421–440.
- Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J.-O., Charlier, C., Chapelle, J.-P., 2007. Le stress oxydant. *Revue Médicale de Liège* 62.
- Brunekreef, B., Forsberg, B., 2005. Epidemiological evidence of effects of coarse airborne particles on health. *Eur. Respir. J.* 26, 309–318.
- Rossner, P., Rossnerova, A., Sram, R.J., 2011. Oxidative stress and chromosomal aberrations in an environmentally exposed population. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 707, 34–41.
- Atkinson, R.W., Butland, B.K., Dimitroulopoulou, C., Heal, M.R., Stedman, J.R., Carslaw, N., Jarvis, D., Heaviside, C., Vardoulakis, S., Walton, H., Anderson, H.R., 2016a. Long-term exposure to ambient ozone and mortality: a quantitative systematic review and meta-analysis of evidence from cohort studies. *BMJ Open* 6.
- Cai, Y., Zhang, B., Ke, W., Feng, B., Lin, H., Xiao, J., Zeng, W., Li, X., Tao, J., Yang, Z., Ma, W., Liu, T., 2016. Associations of Short-Term and Long-Term Exposure to Ambient Air Pollutants With Hypertension Novelty and Significance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Hypertension* 68, 62–70.
- Lelieveld, J., Evans, J.S., Fnais, M., Giannadaki, D., Pozzer, A., 2015. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525, 367–371.

Cesaroni, G., Forastiere, F., Stafoggia, M., Andersen, Z.J., Badaloni, C., Beelen, R., Caracciolo, B., Faire, U. de, Erbel, R., Eriksen, K.T., Fratiglioni, L., Galassi, C., Hampel, R., Heier, M., Hennig, F., Hilding, A., Hoffmann, B., Houthuijs, D., Jöckel, K.-H., Korek, M., Lanki, T., Leander, K., Magnusson, P.K.E., Migliore, E., Ostenson, C.-G., Overvad, K., Pedersen, N.L., J, J.P., Penell, J., Pershagen, G., Pyko, A., Raaschou-Nielsen, O., Ranzi, A., Ricceri, F., Sacerdote, C., Salomaa, V., Swart, W., Turunen, A.W., Vineis, P., Weinmayr, G., Wolf, K., Hoogh, K. de, Hoek, G., Brunekreef, B., Peters, A., 2014. Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project. *BMJ* 348, f7412.

Hart, J.E., Chiuve, S.E., Laden, F., Albert, C.M., 2014. Roadway Proximity and Risk of Sudden Cardiac Death in Women. *Circulation* CIRCULATIONAHA.114.011489.

Hart, J.E., Rimm, E.B., Rexrode, K.M., Laden, F., 2013. Changes in Traffic Exposure and the Risk of Incident Myocardial Infarction and All-Cause Mortality. *Epidemiology* 24, 734–742.

Hoek, G., Krishnan, R.M., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., Kaufman, J.D., 2013. Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review. *Environmental Health* 12, 43.

Houot, J., Marquant, F., Goujon, S., Faure, L., Honoré, C., Roth, M.-H., Hémon, D., Clavel, J., 2015. Residential Proximity to Heavy-Traffic Roads, Benzene Exposure, and Childhood Leukemia—The GEOCAP Study, 2002–2007. *Am J Epidemiol* 182, 685–693.

Zhou, C., Baiz, N., Zhang, T., Banerjee, S., Annesi-Maesano, I., 2013. Modifiable exposures to air pollutants related to asthma phenotypes in the first year of life in children of the EDEN mother-child cohort study. *BMC Public Health* 13, 506.

Cui, P., Huang, Y., Han, J., Song, F., Chen, K., 2015. Ambient particulate matter and lung cancer incidence and mortality: a meta-analysis of prospective studies. *Eur J Public Health* 25, 324–329.

Silverman, D.T., Samanic, C.M., Lubin, J.H., Blair, A.E., Stewart, P.A., Vermeulen, R., Coble, J.B., Rothman, N., Schleiff, P.L., Travis, W.D., Ziegler, R.G., Wacholder, S., Attfield, M.D., 2012. The Diesel Exhaust in Miners Study: A Nested Case-Control Study of Lung Cancer and Diesel Exhaust. *J Natl Cancer Inst* 104, 855–868.

Calderón-Garcidueñas, L., Reynoso-Robles, R., Vargas-Martínez, J., Gómez-Maqueo-Chew, A., Pérez-Guillé, B., Mukherjee, P.S., Torres-Jardón, R., Perry, G., González-Maciel, A., 2016. Prefrontal white matter pathology in air pollution exposed Mexico City young urbanites and their potential impact on neurovascular unit dysfunction and the development of Alzheimer's disease. *Environmental Research* 146, 404–417.

Kingsley, S.L., Eliot, M.N., Glazer, K., Awad, Y.A., Schwartz, J.D., Savitz, D.A., Kelsey, K.T., Marsit, C.J., Wellenius, G.A., 2017. Maternal ambient air pollution, preterm birth and markers of fetal growth in Rhode Island: results of a hospital-based linkage study. *J Epidemiol Community Health* jech-2017-208963.

Le fonctionnement d'un incinérateur [WWW Document], n.d. URL <http://www.cniid.org/Le-fonctionnement-d-un-incinerateur,14>.

Automobile : statistiques mondiales écologiques en temps réel [WWW Document], n.d. URL <https://www.planetoscope.com/transport/automobile>.

Déchets : Chiffres-clés. Edition 2016 [WWW Document], n.d. . ADEME. URL <http://www.ademe.fr/dechets-chiffres-cles-edition-2016>.

Zéro-Gâchis [WWW Document], n.d. URL <https://zero-gachis.com/fr/quelques-chiffres>.

Fontaine, P., 2016. La France des circuits courts [WWW Document]. URL [http://www.inra.fr/Grand-public/Economie-et-societe/Tous-les-dossiers/Circuits-courts-du-producteur-au-consommateur/Typologie-des-circuits-courts/\(key\)/1](http://www.inra.fr/Grand-public/Economie-et-societe/Tous-les-dossiers/Circuits-courts-du-producteur-au-consommateur/Typologie-des-circuits-courts/(key)/1).

Défi des Familles À Alimentation Positive, [WWW Document], n.d. URL <http://www.famillesaalimentationpositive.fr>.

Bienvenue sur Energivie.info [WWW Document], n.d. . Energivie.info. URL <http://www.energivie.info/node>.

Défi Familles à énergie positive - par le réseau du CLER [WWW Document], n.d. . Familles à énergie positive. URL <http://www.familles-a-energie-positive.fr>.



Textes et dessins : Dr Sophie Rabourdin
Réalisé en 2017

*Comment définir la pollution de l'air ?
quelles sont les conséquences sur notre santé ?
Comment agir au quotidien ?*



*Voici quelques réponses imagées
pour aborder le changement.*

