



Fiche pédagogique n°2 : L'eau et l'environnement : attention aux polluants



COMPÉTENCES VISÉES :

Cette activité vise à développer certaines étapes de la démarche scientifique. Les élèves auront ainsi l'occasion de vivre une situation d'investigation en ayant recours à la démarche d'analyse/de recherche documentaire et à l'analyse de graphiques. Elle permettra aux élèves de développer leurs capacités réflexives autour d'une thématique clé pour l'avenir de la planète.

Au terme de cette activité, les compétences et savoir-faire suivants seront mis en œuvre :

- Analyser et résumer des documents
- Identifier, sur base de documents, des modes de propagation d'un polluant et montrer son transfert d'un milieu à un autre
- Dégager la notion de pollution
- Distinguer pollutions naturelle et anthropique
- Différencier les types de pollutions
- Réaliser une carte conceptuelle
- Identifier des polluants et les lier à des activités humaines responsables de leur rejet dans l'eau, l'atmosphère ou le sol
- Résoudre des équations et inéquations de type : $f(x) = g(x)$, $f(x) < g(x)$, $f(x) > g(x)$; à partir de graphiques de fonctions
- Rechercher l'ensemble-image à partir de graphiques de fonctions
- Répondre à une question dans un contexte qui nécessite la comparaison des graphiques de fonctions
- Réaliser une étude statistique et traiter les données en utilisant l'outil informatique (tableur)
- Exploiter un graphique
- Utiliser l'outil informatique

COMPÉTENCE PRINCIPALE :

● UAA 11 : Activités humaines et modifications environnementales

Compétence : sur base d'une démarche d'investigation, analyser l'impact d'activités humaines rejetant des polluants dans un écosystème.

● MQ32-UAA 1 : Approche graphique d'une fonction
Compétence : rechercher des informations sur des fonctions à partir de leur représentation graphique.

● MQ32-UAA3 : Statistique
Compétence : Lire et construire un tableau, un graphique, un diagramme relatif à un ensemble de données statistiques.
Calculer et interpréter des valeurs caractéristiques d'un ensemble de données statistiques.
Interpréter et critiquer la portée d'informations graphiques ou numériques.

TOTAL

7 périodes :

4 périodes au cours de formation scientifique et 3 périodes au cours de mathématique



MISE EN SITUATION :

Lors de la Commission Mondiale pour l'Environnement, l'accent a été porté sur les polluants atmosphériques. Mais qui sont-ils ? Comment sont-ils produits et quels sont leurs effets ? Autant de questions que les personnes se posent. Pour aider les citoyens à mieux comprendre cette problématique et son impact sur la qualité de l'eau, les élèves vont mettre sur pied une campagne de sensibilisation. En tant qu'experts scientifiques (inspecteur des mesures antipollution, consultant en environnement, chargé d'étude en environnement, chercheur en biotechnologie, technicien de laboratoire d'analyse d'eau, statisticien), les élèves vont conscientiser la population sur les causes, les enjeux et les risques de cette pollution par transfert.

Cette campagne de sensibilisation peut avoir lieu lors d'une journée portes ouvertes à l'école avec présentation d'une carte conceptuelle reprenant les informations récoltées lors de l'analyse documentaire.



PRÉREQUIS :

● MQ22-UAA 3 : Statistique à une variable

Compétence : Lire et construire un tableau, un graphique, un diagramme relatif à un ensemble de données statistiques.

Calculer et interpréter des valeurs caractéristiques d'un ensemble de données statistiques.

Les élèves sont capables, à l'aide d'un logiciel tableur, de traiter des données statistiques :

- calcul de la moyenne et de l'écart-type
- représentation de la boîte à moustaches
- détermination de l'écart interquartiles.



DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ :

PHASE 1 :

1 période

- Avant la distribution des documents, brève **description écrite** par chaque élève de ce que représente pour lui la notion de pollution de l'air, de l'eau, du sol... Cette étape permettra aux élèves de faire appel à leurs représentations initiales. Les élèves doivent conserver leurs descriptions pour y revenir ultérieurement.
-  **Distribution des documents.** Chaque élève reçoit un document écrit⁽¹⁾, ainsi qu'un questionnaire pour l'aider à analyser le document ( 1).
- **Lecture et analyse individuelle des documents.** Les élèves prennent connaissance du contenu du document et complètent le questionnaire. Ces éléments de réponses leur permettront de réaliser leur carte conceptuelle.

Si les élèves éprouvent des difficultés pour analyser le document, vous avez à disposition le correctif de l'analyse.

COMPÉTENCES :

- **Connaître :** sur base de la documentation, identifier des modes de propagation d'un polluant et montrer son transfert d'un milieu à l'autre.

Ressources : Notion de pollution, pollution naturelle et anthropique.

PHASE 2 :

1 période

- **Distribution des questionnaires** ( 2). Chaque élève reçoit un questionnaire pour l'aider à analyser un document vidéo. Les élèves prennent connaissance des questions afin d'optimiser leur participation lors de l'activité.
-  **Visualisation d'un document vidéo.** Tous les élèves de la classe regardent un extrait vidéo sur la problématique des polluants atmosphériques⁽²⁾. Si nécessaire, la vidéo peut être visionnée plusieurs fois.
- **Analyse individuelle du document vidéo.** Pendant la visualisation de l'extrait vidéo, chaque élève complète le document reprenant la liste de questions. Ces éléments de réponses leur permettront de réaliser la carte conceptuelle.

Si les élèves éprouvent des difficultés pour analyser la vidéo, vous avez à disposition le correctif de l'analyse.

Ces analyses documentaires permettent de mettre les élèves en situation d'investigation et de confondre leurs représentations initiales.

Les phases 1 et 2 peuvent être réalisées indépendamment l'une de l'autre. Le bon déroulement de la séquence n'exige pas la réalisation des 2 phases.

COMPÉTENCES :

- **Connaître :** Sur base de la documentation, identifier des modes de propagation d'un polluant et montrer son transfert d'un milieu à l'autre.

Ressources : Notion de pollution, pollution naturelle et anthropique.

PHASE 3 :

1 période

- **Préparation et mise en commun** (📄 3). Laissez un peu de temps aux élèves pour remplir individuellement le tableau. Les élèves sont ensuite invités à compléter, chacun à leur tour, le même tableau repris en grand dans la classe avec un polluant ou une source.
- **Distribution des correctifs** (📄 4, 5 et 6) de l'aide pour l'analyse des documents et du tableau de mise en commun. Ainsi tous les élèves ont les informations correctes pour réaliser leur carte conceptuelle.
- **Réalisation d'une carte conceptuelle** (📄 7) visant à informer autrui sur les polluants. Les élèves vont concevoir collectivement une carte conceptuelle reprenant les différents polluants ainsi que leurs sources de production (et les mécanismes qui les influencent) et leurs effets néfastes.

Ces 3 phases permettent d'identifier des polluants et les lier à des activités humaines responsables de leur rejet dans l'atmosphère.

COMPÉTENCES :

- (Facultatif) Utilisation des TIC pour la réalisation de la carte conceptuelle.

PHASE 4 :

1 période

Les élèves vont s'intéresser aux modes de propagation de ces polluants de l'atmosphère à l'eau et identifier leurs impacts sur la qualité de l'eau.

- **Compréhension du transfert des polluants** de l'air jusqu'aux eaux de surface ou souterraines. Brève description orale des élèves des modalités de transfert. Cette étape permettra aux élèves de faire appel à leurs représentations initiales.
- 📺 **Visualisation d'un document vidéo**. Tous les élèves de la classe regardent un extrait vidéo sur le transfert des polluants de l'air à l'eau. Si nécessaire, la vidéo peut être visionnée plusieurs fois.
- **Analyse individuelle du document vidéo**. Après la visualisation de la vidéo, chaque élève écrit une synthèse sur le phénomène.
- **Structuration** : mise en commun, et synthèse des savoirs construits (📄 8).
- **Distribution des parcours de formations** liés aux métiers découverts dans cette activité (disponible dans la boîte à métiers).

PHASE 5⁽³⁾ :

- **Analyses graphique et statistique** de l'évolution des concentrations des polluants majeurs de l'air au cours d'une journée ( 9).

Les élèves analysent statistiquement le graphique en répondant aux questions inhérentes aux données.

Les élèves peuvent travailler par groupe de deux. Au sein du binôme, répartir pour le point A : le graphique relatif à l'évolution de l'ozone et celui relatif aux particules fines ; et pour le point B : la méthode de Mayer et celle des moindres carrés. Pour les autres questions, les élèves travaillent en binôme.

COMPÉTENCES :

- MQ32-UAA 1 : Approche graphique d'une fonction
- MQ32-UAA3 : Statistique à une variable
- MQ34-UAA2 : Statistique à deux variables

PHASE 6 :

- **Structuration** ( 10). Correction en interaction avec le groupe classe.

A l'issue de cette activité, les élèves auront joué le rôle d'experts scientifiques en découvrant les métiers suivants. Vous pouvez trouver, dans la boîte à métiers, les parcours de formation permettant d'accéder à ces métiers :

- Chargé d'étude en environnement (PF1, PF4, PF6, PF15)
- Chercheur en biotechnologie (PF4, PF5, PF6)
- Consultant en environnement (PF1, PF4, PF6, PF10, PF11, PF12)
- Inspecteur des mesures antipollution (PF4, PF6)
- Technicien de laboratoire d'analyse de l'eau (PF1, PF4, PF5, PF6)
- Statisticien (PF2, PF3, PF6, PF7, PF8, PF9, PF11, PF12, PF14, PF15, PF16)



Pour plus d'informations, consultez les fiches métiers sur le site [metiers.siep.be](https://www.metiers.siep.be).



Vous pouvez également découvrir ces métiers dans la Technosphère 2.0 lors du dimensionnement de la station d'épuration et lors de l'analyse de la qualité de l'eau.

- (1) Tous les élèves doivent avoir le même document ou chaque élève reçoit une partie différente du document.
- (2) Proposer soit la VIDÉO-1 soit la VIDÉO-2. Le document VIDÉO-1 est plus ancien mais plus complet que le document VIDÉO-2.
- (3) L'analyse statistique peut être réalisée grâce à un tableur mais nécessite une salle informatique.



RESSOURCES PÉDAGOGIQUES :

- **Omer7. Les sources anthropiques de polluants [en ligne]. 2010.**
Disponible sur : <http://omer7.sedoo.fr/mallette/fiches/Les-sources-anthropiques-de-polluants> (27/05/2019).
- **Omer7. Les sources naturelles de composés atmosphériques [en ligne]. 2010.**
Disponible sur : <http://omer7.sedoo.fr/mallette/fiches/Sources-naturelles-de-composes-atmospheriques> (27/05/2019).
- **Omer7. Animation les polluants [en ligne]. 2010.**
Disponible sur : <http://omp-web2.omp.obs-mip.fr/omer7a/#source-industrie> (27/05/2019).
- **Mtaterre. La pollution : des effets néfastes pour l'environnement et la santé [en ligne]. 2016.**
Disponible sur : <https://www.mtaterre.fr/node/188> (27/05/2019).
- **SIGES Midi-Pyrénées. Animation sur le transfert des polluants dans les aquifères [en ligne].**
Disponible sur : <http://sigesmpy.brgm.fr/spip.php?article279> (27/05/2019). (vidéo phase 4)
- **Morbihan. La qualité de l'air et le changement climatique [en ligne].**
Disponible sur : https://csem.morbihan.fr/dossiers/atlas__env/pressions/qualite__air.php (27/05/2019).

VIDÉO

- **SVT Mme Aubeuve. Pollution de l'air et effets sur l'appareil respiratoire [en ligne].**
Disponible sur : <http://svt-aubeuve.e-monsite.com/pages/pages-cachees/5eme-cartes-mentales/pollution-de-l-air-et-effets-sur-l-appareil-respiratoire.html> (27/05/2019).
- **Futura Planète. Quels sont les différents types de pollutions atmosphériques [en ligne].**
Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/pollution-sont-differents-types-pollutions-atmospheriques-344/> (27/05/2019).

MATH

- **CERES- LOYE Marie-Dominique. Environnement.ens : La pollution atmosphérique [en ligne].**
Disponible sur : <http://www.environnement.ens.fr/IMG/file/Atelier%20Pollution%20atmosph%C3%A9rique%202014/Pollution%20%20atmosph%C3%A9rique%20S%C3%A9ance%20polluants%20%20MDo%20CERES%20141014%20vf2.pdf> (27/05/2019).



OUTIL PÉDAGOGIQUE 1 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS

Pour identifier les polluants et les lier à des activités humaines responsables de leur rejet dans l'atmosphère :

A) trouver dans votre document les réponses aux questions suivantes :

1) Quels polluants les **végétaux** produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

2) Quels polluants les **sols** produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

3) Quels polluants les **océans** produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

4) Quels polluants sont produits par l'**érosion éolienne** ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

OUTIL PÉDAGOGIQUE 1 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS

5) Quels polluants les **volcans** produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

6) Quels polluants les **éclaircs** produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

7) Quels polluants sont produits par la **combustion de fossiles** ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

8) Quels polluants sont produits par la **combustion de biomasse** ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

OUTIL PÉDAGOGIQUE 1 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS

9) Quels polluants sont produits par les **émissions du secteur industriel et tertiaire** ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

10) Quels polluants sont produits par le **traitement des déchets** ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

11) Quels polluants sont produits par l'**agriculture et l'élevage** ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

B) Liste les polluants produits naturellement et de manière anthropique.

Noms	Formules chimiques et acronymes
Méthane	CH ₄
Aérosols	Ensemble de fines particules, solides ou liquides, d'une substance chimique ou d'un mélange de substances chimiques, en suspension dans un milieu gazeux.
Métaux lourds	Pb, Hg, Cd
Composés organiques volatiles	COV
Composés azotés (monoxyde et dioxyde d'azote)	NO _x (NO et NO ₂)
Composés fluorés : <ul style="list-style-type: none">• Hydrofluorocarbures• Hydrochlorofluorocarbures• Perfluorocarbure	HFC HCFC PFC
Composés chlorés et fluorés (chlorofluorocarbures) et Composés chimiques halogénés bromés.	CFC Halons
Produits organiques persistants (les dioxines, les furanes, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les polychlorobiphényles et l'hexachlorobenzène).	POP (les dioxines, les furanes, HAP, PCB et HCB)
Protoxyde d'azote	N ₂ O
Ammoniac	NH ₃
Dioxyde de soufre	SO ₂
Monoxyde de carbone	CO
Dioxyde de carbone	CO ₂
Ozone	O ₃



OUTIL PÉDAGOGIQUE 2 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS VIDÉOS

VIDÉO-1 : C'est pas sorcier

1) Cite les différentes couches de l'atmosphère.

2) De quoi est constitué principalement l'air que nous respirons ?

3) Quelles sont les pollutions naturelles ?

4) Quels polluants la nature produit-elle ? Comment sont-ils produits ?

5) Quelles sont les principales sources de pollutions anthropiques dans les villes ? Classe-les du plus gros au moins gros pollueur.

6) Quels polluants les transports produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

7) Quels polluants les industries produisent-elles ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

8) Dans les années 50, est-ce que les sources anthropiques polluaient de la même manière et autant que maintenant ?

OUTIL PÉDAGOGIQUE 2 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS VIDÉOS

9) Comment est produit le monoxyde de carbone (CO) ? Est-il dangereux ? Comment le combattre ?

10) Comment est produit l'oxyde d'azote (NO₂) ? Est-il dangereux ? Comment le combattre ?

11) Comment sont produits les hydrocarbures (HC) ? Sont-ils dangereux ? Comment les combattre ?

12) À cause de quels polluants les monuments se désagrègent-ils ?

13) Comment est produit l'oxyde de soufre (SO) ? Est-il dangereux ? Comment le combattre ?

14) Quelles sont les astuces pour diminuer la pollution due aux transports ?

15) Comment contrôle-t-on la qualité de l'air ?

OUTIL PÉDAGOGIQUE 2 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS VIDÉOS

16) Quels sont les effets des polluants sur les plantes ?

17) Comment se forme l'ozone (O_3) ? Est-il dangereux ?

18) Quels sont les polluants qui détruisent la couche d'ozone ?

19) Quelles sont les conséquences des polluants ?

OUTIL PÉDAGOGIQUE 2 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS VIDÉOS

VIDÉO-2 : Futura planète

1) Quelles sont les premières grandes causes de pollution atmosphérique ?

.....

.....

.....

2) Comment a évolué la production de ces premiers polluants ?

.....

.....

.....

3) Actuellement, quels sont les nouveaux polluants atmosphériques contre lesquels nous luttons ?

.....

.....

.....

4) Le climat joue-t-il un rôle dans la production de polluants ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5) Les autorités des différents pays prennent-ils des décisions pour limiter leur pollution atmosphérique ?

.....

.....

.....



OUTIL PÉDAGOGIQUE 3 : PRÉPARATION DE LA CARTE CONCEPTUELLE

A) Tableau reprenant les polluants et leurs sources naturelles ou anthropiques.

- Complète ce tableau pour t'aider à réaliser la carte conceptuelle.

Une carte conceptuelle est une représentation graphique d'un ensemble de concepts reliés entre eux. Elle permet également d'ordonner et de classer des informations.

(https://www.vteducation.org/sites/default/files/images/Yves%20Munn/carteconceptuelle__baiecomeau.pdf)

Polluants	Sources naturelles	Sources anthropiques	Effets (climat santé, pluie acide, pollution)
CH ₄			
Aérosols			
Pb, Hg, Cd			
COV			
NO _x (NO et NO ₂)			
HFC HCFC PFC			
CFC Halons			
POP (les dioxines, les furanes, HAP, PCB et HCB)			
N ₂ O			
NH ₃			
SO ₂			
CO			
CO ₂			

B) Est-ce que la nature pollue plus que l'homme ou l'inverse ?

.....

.....

.....



OUTIL PÉDAGOGIQUE 4 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS : CORRECTIF

Pour identifier les polluants et les lier à des activités humaines responsables de leur rejet dans l'atmosphère :

A) trouver dans votre document les réponses aux questions suivantes :

1) Quels polluants les végétaux produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Les végétaux produisent principalement des **COV** (composés organiques volatils) qui par réaction produisent du **CO**. Les arbres à feuilles caduques produisent surtout des isoprènes et les résineux, eux, produisent surtout des composés **terpéniques**. L'isoprène se forme par un processus enzymatique, l'efficacité de cette enzyme est directement influencée par la lumière. De plus, le processus d'émission des COV est directement influencé par la température.

Les COV produits par la végétation seraient 5 fois plus nombreux que ceux d'origine anthropique.

2) Quels polluants les sols produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Les sols produisent surtout 3 composés : le **CH₄** (méthane), le **NO** (monoxyde d'azote), le **N₂O** (protoxyde d'azote). L'émission de CH₄ résulte de la dégradation de la matière organique grâce au processus de fermentation en biogaz réalisé par des bactéries. Les milieux les plus propices à la production de biogaz sont les marécages, les forêts inondées, les animaux ou encore les termites...

Les sols produisent aussi des aérosols.

Les sols produisent aussi des **oxydes d'azote (NOx)** et l'**ammoniac (NH₃)** qui résultent de la minéralisation de l'azote, qui se transforme en NH₄⁺ puis en NO₃⁻ grâce à certaines bactéries. La production de ces gaz est influencée par la teneur en matière organique et par l'humidité du sol.

3) Quels polluants les océans produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Les océans produisent des **composés du carbone** (hydrocarbures non méthaniques) et du **soufre** (surtout DMS). Dans l'atmosphère, le DMS s'oxyde en SO₂ puis en **aérosols** sulfatés. Les océans produisent aussi un peu d'**hydrocarbures** et de **protoxyde d'azote (N₂O)** mais cela reste mineur par rapport au bilan atmosphérique de ces composés.

4) Quels polluants sont produits par l'érosion éolienne ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

La production d'**aérosols** se fait aussi bien sur la surface des **océans** que des continents.

Pour les océans, sous l'action du vent, la crête des vagues se brise entraînant dans l'eau des bulles d'air qui, en éclatant, projettent des microgouttelettes d'eau de mer. Ces microgouttelettes sont alors emportées par le vent, puis desséchées, donnant naissance à des aérosols salins.

Sur les continents, l'action du vent provoque un soulèvement de particules minérales sur les sols. Des poussières sont ainsi mises en suspension, certaines peuvent parcourir de grandes distances. Les principales zones de production de poussières sont les zones désertiques. Les paramètres météorologiques et les propriétés de la surface du sol influencent fortement la production d'aérosols.

5) Quels polluants les volcans produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Les volcans par éruption et fumerolles injectent directement dans l'atmosphère essentiellement du **CO₂** mais aussi des **gaz soufrés** et des **aérosols**.

6) Quels polluants les éclairs produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Les éclairs produisent du **NOx** (principalement du **NO**). Le NO réagit rapidement avec l'oxygène pour former du **NO₂**. Les NOx sont produits par la décomposition de l'azote et de l'oxygène moléculaire de l'atmosphère dans la zone chaude entourant le passage de l'éclair. La production de NOx se concentre principalement au-dessus des masses continentales tropicales. Il y a un fort déséquilibre des émissions de NOx entre l'hémisphère nord et sud, avec beaucoup plus d'émissions dans l'hémisphère nord.

7) Quels polluants sont produits par la combustion de fossiles ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Parmi les combustibles fossiles, nous avons le charbon, le pétrole et le gaz naturel (le charbon est le plus

OUTIL PÉDAGOGIQUE 4 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS : CORRECTIF

polluant). Ils interviennent dans de nombreux secteurs, dont notamment les transports et la production d'énergie, mais aussi pour le chauffage urbain, les activités industrielles, et agricoles et diverses activités du secteur tertiaire. Ce sont les pays industrialisés de l'hémisphère nord qui consomment les 3/4 des combustibles fossiles. La combustion des combustibles fossiles produit essentiellement du dioxyde de carbone (CO_2). Elle produit aussi d'autres composés : du CO , des COV , des **composés soufrés (SO_2)** et **azotés (NO_x)** (qui résultent de l'oxydation du soufre et de l'azote).

Les quantités de polluants émises dépendent du type de combustible, de la qualité de la combustion (et donc du secteur d'activité) et de leur teneur en azote et en soufre.

8) Quels polluants sont produits par la combustion de biomasse ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

La combustion de biomasse a surtout lieu dans les pays en voie de développement dans les régions tropicales. Elle est utilisée comme source d'énergie et elle est liée au défrichage pour l'utilisation des terres par l'agriculture et l'élevage, pour l'utilisation de bois de chauffage et pour la combustion des résidus agricoles.

La combustion de matières organiques est un processus qui produit essentiellement de la vapeur d'eau (H_2O) et du dioxyde de carbone (CO_2). Elle produit aussi du méthane (CH_4), du CO , du NH_3 , des **composés azotés (NO_x et N_2O)**, des **gaz d'aérosols** (contenant principalement du carbone), en moindre quantité des COV .

La combustion de biomasse dépend de deux paramètres : la quantité de matière végétale brûlée et le facteur d'émission, qui lui dépend du type de matériau brûlé et des conditions de brûlage (dont les paramètres physiques de la combustion).

Les combustions de biomasse sont presque toutes d'origine anthropique mis à part les feux naturels.

9) Quels polluants sont produits par les émissions du secteur industriel et tertiaire ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

En plus des combustions, les autres sources anthropiques sont essentiellement les sources industrielles, le secteur résidentiel et tertiaire, et le traitement des déchets.

L'industrie produit de nombreux gaz, comme CH_4 , N_2O , COV , SO_2 , NH_3 (mais dont l'industrie ne constitue pas la principale source d'émission), ou encore le CO_2 , le CO ou les NO_x (l'industrie représente une part minoritaire de leur production comparée aux transports et aux combustions) ou encore les composés chlorés comme les **CFC** et **HFC**, dont la production est presque exclusivement originaire de l'industrie. Pour ces derniers, leurs concentrations atmosphériques sont bien inférieures aux autres gaz cités, mais ils sont particulièrement nocifs et ils ont un impact fort sur l'atmosphère, sur l'effet de serre, sur notre santé, sur la végétation ou encore sur les infrastructures.

Les industries produisent encore un certain nombre d'autres polluants comme les **produits organiques persistants (POP)**, dans lesquels on retrouve les **dioxines**, les **furanes**, les **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** les **polychlorobiphényles (PCB)** et l'**hexachlorobenzène (HCB)**. Les industries rejettent encore des **métaux lourds** tels que **Pb**, **Hg**, **Cd** dans l'atmosphère, mais leur concentration reste très basse.

10) Quels polluants sont produits par le traitement des déchets ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Pour traiter les déchets, il y a les centres d'enfouissement qui produisent du biogaz. Ils produisent donc du méthane (CH_4) et du gaz carbonique, qui sont issus de la fermentation de la matière organique. La production de ces gaz dépend de la nature des déchets et des conditions de la fermentation.

Le biogaz récupéré est bien souvent brûlé, cette combustion permet de transformer le méthane en CO_2 (on réduit ainsi son effet sur le réchauffement climatique).

Cette combustion produit néanmoins des COV , des **fréons**, des substances toxiques (comme le **chlorure de vinyle** ou le **butadiène**), du CO , du **soufre**, des **oxydes d'azote**, des **dioxines**, des **furanes** et **HAP**.

Une autre méthode de traitement des déchets est leur incinération. L'incinération des déchets libère quelques traces d'**éléments métalliques**, de nombreux composés organiques (**dioxines**) et des gaz (comme les oxydes d'azote ou de **soufre**, le **chlorure d'hydrogène**, le **fluorure d'hydrogène** et du CO_2). L'émission de ces polluants dépend de la composition et de la quantité des déchets à traiter.

11) Quels polluants sont produits par l'agriculture et l'élevage ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?

Les rizières, les ruminants et autres animaux produisent beaucoup de **méthane (CH_4)**. L'élevage est la principale source d'**ammoniac** atmosphérique. Ce secteur produit aussi des composés azotés en grand nombre (**NO** et **protoxyde d'azote**, dus à l'utilisation d'engrais), des nitrates qui se transforment en N_2O , du CO_2 , du CO , des COV et des **pesticides** (ils font partie des **POP**).



OUTIL PÉDAGOGIQUE 5 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS VIDÉO : CORRECTIF

VIDÉO-1 : C'est pas sorcier

- 1) **Cite les différentes couches de l'atmosphère.**
Il y a la troposphère qui va du sol jusqu'à 10 000-11 000 mètres et la stratosphère.
- 2) **De quoi est constitué principalement l'air que nous respirons ?**
Il est constitué principalement d'oxygène, d'azote et de dioxyde de carbone (gaz carbonique).
- 3) **Quelles sont les pollutions naturelles ?**
L'élevage, le bétail et la végétation.
- 4) **Quels polluants la nature produit-elle ? Comment sont-ils produits ?**
Les animaux (les vaches principalement) produisent du méthane. Il est produit par fermentation intestinale. Les vaches produisent 500 litres de méthane par jour et par vache.
Les insectes (termites) produisent du méthane.
La nature dans sa globalité (forêts, marécages (fermentation de plantes mortes) et rizières) produit des hydrocarbures.
Feux de forêts et volcans rejettent des polluants.
- 5) **Quelles sont les principales sources de pollutions anthropiques dans les villes ? Classe-les du plus gros pollueur au moins gros.**
 - Les moyens de transport (70%)
 - Les industries (30%)
- 6) **Quels polluants les transports produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?**
Ils produisent principalement de l'oxyde de carbone (CO principalement), de l'oxyde d'azote, et des particules fines. Mais ils produisent aussi des hydrocarbures et du SO₂.
- 7) **Quels polluants les industries produisent-ils ? Comment sont-ils produits et quels paramètres influencent leur production ?**
Elles produisent principalement de l'oxyde de carbone (CO principalement), de l'oxyde d'azote, de l'oxyde de soufre (SO₂) et des particules fines.
- 8) **Dans les années 50, est-ce que les sources anthropiques polluaient de la même manière et autant que maintenant ?**
Dans les années 50, les industries polluaient beaucoup plus car elles ne filtraient pas leurs fumées. Même si les voitures sont un peu plus propres maintenant, le transport pollue beaucoup plus que lors des années 50 car le nombre de véhicules a très fortement augmenté.
- 9) **Comment est produit le monoxyde de carbone (CO) ? Est-il dangereux ? Comment le combattre ?**
Un gaz mortel, inodore et incolore, il provient de la combustion de combustibles carbonés donc principalement du transport. Le CO produit se transforme rapidement en CO₂ sauf si la concentration en CO dans une pièce est trop importante. Le CO est dangereux car il prend la place des molécules d'oxygène dans notre sang et donc les cellules de notre corps ne sont plus bien alimentées.
- 10) **Comment est produit l'oxyde d'azote (NO₂) ? Est-il dangereux ? Comment le combattre ?**
Il est produit au moment de la combustion dans les véhicules pour les transports. Il est dangereux car il provoque des irritations de la trachée et des voies respiratoires.
- 11) **Comment sont produit les hydrocarbures (HC) ? Sont-ils dangereux ? Comment les combattre ?**
Quand la combustion de fossile dans les transports n'est pas complète. Il est dangereux car il provoque des irritations des voies respiratoires.
- 12) **À cause de quels polluants les monuments se désagrègent-ils ?**
Les monuments se désagrègent à cause des particules de carbone (des petites poussières) et surtout le SO₂.

OUTIL PÉDAGOGIQUE 5 : AIDE POUR L'ANALYSE DES DOCUMENTS VIDÉO : CORRECTIF

13) Qui produit l'oxyde de soufre (SO) ? Est-il dangereux ? Comment le combattre ?

Le soufre s'associe à l'oxygène, ces particules pénètrent dans l'organisme, elles vont boucher les petites alvéoles pulmonaires et provoquer des gênes respiratoires, une inflammation des bronches ou des poumons. Ce qui se traduit par des bronchites chroniques, un asthme, des rhinites ou des rhinopharyngites.

14) Quelles sont les astuces pour diminuer la pollution due aux transports ?

- Les pots catalytiques, un peu moins polluants.
- Les voitures qui roulent au colza ou à la betterave (carburant vert), pas beaucoup plus propres.
- Les voitures électriques mais la production d'électricité, ça pollue.
- Les voitures GPL (gaz naturel) mieux mais pas encore totalement top.
- Prendre d'autres modes de transports et construire des infrastructures dans ce sens-là.

15) Comment contrôle-t-on la qualité de l'air ?

Grâce aux stations d'observation. Elles possèdent énormément de capteurs pour mesurer la toxicité des polluants.

16) Quels sont les effets des polluants sur les plantes ?

Les feuilles ont du mal à pousser et les feuilles vieillissent plus vite, elles jaunissent.

17) Comment se forme l'ozone (O₃) ? Est-il dangereux ?

Par réaction sous l'action du soleil entre l'oxygène et le dioxyde d'azote, on crée de l'ozone dans la troposphère et la stratosphère. L'ozone de la troposphère provoque des irritations des yeux et du système respiratoire.

18) Quels sont les polluants qui détruisent la couche d'ozone ?

Les CFC (bombe aérosol, les réfrigérateurs, la climatisation...)

19) Quelles sont les conséquences de ces polluants ?

- Une augmentation de l'effet de serre qui provoque des catastrophes naturelles (inondations, crues...),
- La destruction de la couche d'ozone,
- Les problèmes de santé pour l'homme, les animaux et les plantes.

VIDÉO-2 : Futura planète

1) Quelles sont les premières grandes causes de pollution atmosphérique ?

Les pollutions atmosphériques sont dues aux combustions et au chauffage privé, ils produisent principalement des poussières et du SO₂.

2) Comment a évolué la production de ces premiers polluants ?

On a su diminuer la production des oxydes de soufre et la production des poussières mais aujourd'hui les quantités produites ne diminuent plus (on a atteint un palier sous lequel on n'arrive pas à descendre).

3) Actuellement, quels sont les nouveaux polluants atmosphériques contre lesquels nous luttons ?

Il y a le benzène, l'oxyde d'azote, le mercure... qui viennent spécialement de la combustion (chauffage, voiture, usine...) En plus, autour des fonderies il y a le plomb (Pb).

4) Le climat joue-t-il un rôle dans la production de polluants ?

Oui, quand il fait froid, on va produire plus de polluants car on chauffe plus.

En plus, il y a le phénomène de type couche d'inversion, qui bloque et piège les polluants à quelques dizaines/centaines de mètres du sol.

5) Les autorités des différents pays prennent-ils des décisions pour limiter leur pollution atmosphérique ?

Oui, il y a des normes (européennes ou liées à différents pays) qui portent surtout sur les grands polluants (poussière, oxyde de soufre, oxyde d'azote, benzène, mercure, hydrocarbure, arsenic...)



OUTIL PÉDAGOGIQUE 6 : PRÉPARATION DE LA CARTE CONCEPTUELLE : CORRECTIF

A) Tableau reprenant les polluants et leurs sources naturelles ou anthropiques.

- Complète ce tableau pour t'aider à réaliser la carte conceptuelle.

Une carte conceptuelle est une représentation graphique d'un ensemble de concepts reliés entre eux. Elle permet également d'ordonner et de classer des informations.

(https://www.vteducation.org/sites/default/files/images/Yves%20Munn/carteconceptuelle__baiecomeau.pdf)

Polluants	Sources naturelles	Sources anthropiques	Effets (climats santé, pluies acides, pollution)
CH ₄	Les sols	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de biomasse • Secteur industriel et tertiaire • Traitement des déchets • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Climat
Aérosols	Les sols Les océans Les volcans	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de biomasse • Combustion de fossiles (voiture) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution • Climat • Santé
Pb, Hg, Cd		<ul style="list-style-type: none"> • Secteur industriel et tertiaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution • Santé
COV	Les végétaux	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de fossiles • Combustion de biomasse • Secteur industriel et tertiaire • Traitement des déchets • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluie acide • Santé
NO _x (NO et NO ₂)	Les sols Les éclairs	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de fossiles • Combustion de biomasse • Secteur industriel et tertiaire • Traitement des déchets • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution • Pluie acide • Santé
HFC - HCFC - PFC		<ul style="list-style-type: none"> • Secteur industriel et tertiaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Climat
CFC Halons		<ul style="list-style-type: none"> • Secteur industriel et tertiaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Climat
POP (les dioxines, les furanes, HAP, PCB et HCB)		<ul style="list-style-type: none"> • Secteur Industriel et tertiaire • Traitement des déchets • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution • Santé
N ₂ O	Les sols	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de biomasse • Secteur industriel et tertiaire • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Climat
NH ₃	Les sols	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de biomasse • Secteur industriel et tertiaire • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution
SO ₂	Les océans Les volcans	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de fossiles • Secteur industriel et tertiaire • Traitement des déchets 	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution • Climat • Pluie acide • Santé
CO	Les végétaux (par réaction avec les COV)	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de fossiles • Combustion de biomasse • Secteur industriel et tertiaire • Traitement des déchets • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Santé
CO ₂	Les volcans	<ul style="list-style-type: none"> • Combustion de fossiles • Combustion de biomasse • Secteur industriel et tertiaire • Traitement des déchets • L'agriculture et l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Climat • Pluie acide

B) Est-ce que la nature pollue plus que l'homme ou l'inverse ?

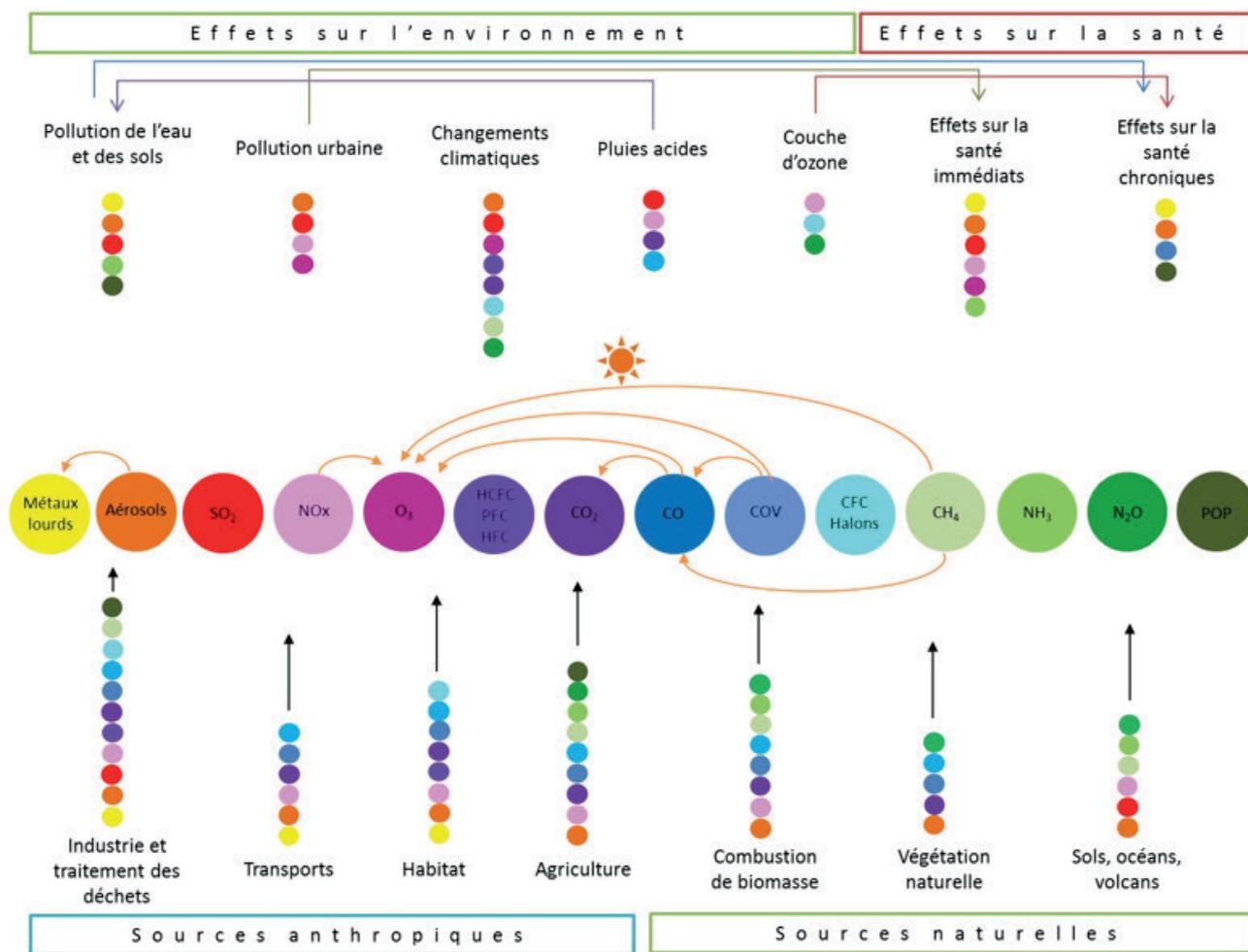
La nature pollue mais l'homme ajoute énormément de polluants atmosphériques, ce qui est très mauvais pour les êtres vivants. L'homme pollue beaucoup plus que la nature, mais surtout, il produit des polluants que la nature ne produit pas et qui sont encore plus dangereux.



OUTIL PÉDAGOGIQUE 7 : EXEMPLE D'UNE CARTE CONCEPTUELLE

Une carte conceptuelle est une représentation graphique d'un ensemble de concepts reliés entre eux. Elle permet également d'ordonner et de classer des informations.

(https://www.vteducation.org/sites/default/files/images/Yves%20Munn/carteconceptuelle__baiecomeau.pdf)



(https://csem.morbihan.fr/dossiers/atlas__env/pressions/qualite__air.php)



OUTIL PÉDAGOGIQUE 8 : SYNTHÈSE DU PHÉNOMÈNE DU TRANSFERT DES POLLUANTS DANS LES EAUX DE SURFACE ET SOUSTERRAINES

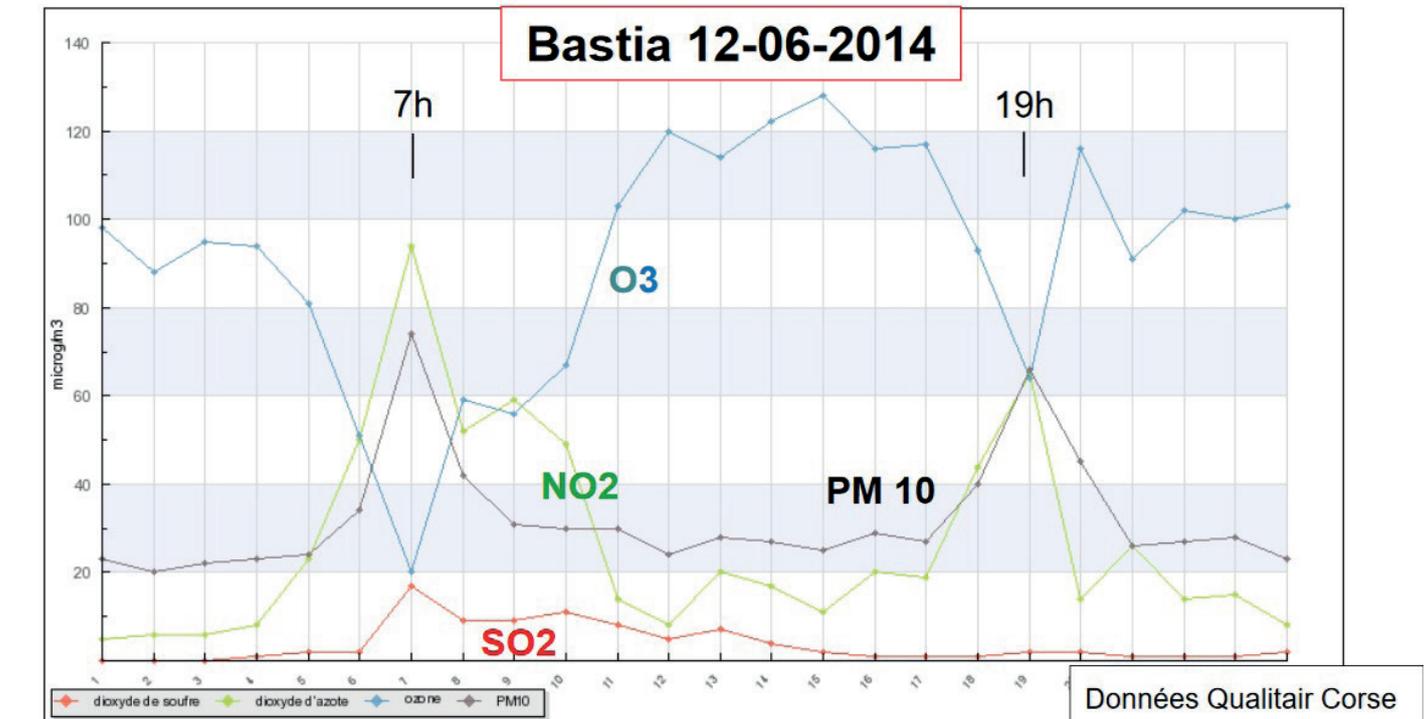
Les gouttes d'eau de pluie se chargent de particules polluantes (gaz, poussières et autres molécules). Lorsqu'il pleut, la goutte tombe sur terre et sert de moyen de transport à ces polluants. Parvenue sur le sol, la goutte peut suivre plusieurs chemins :

- Soit elle ruisselle jusqu'aux eaux de surface, tout en absorbant encore d'autres polluants se trouvant sur son chemin.
- Soit elle s'infiltre dans le sous-sol et se fraye un chemin jusqu'aux nappes phréatiques. Elle peut absorber des molécules nouvelles ou non, d'origine humaine ou naturelle. Elle va donc conserver en elle les polluants pendant tout son séjour dans les sous-sols.
- Soit elle s'infiltre beaucoup plus en profondeur, elle emprunte des chemins long et tortueux pour gagner les nappes profondes. Elle se déleste des molécules polluantes mais elle absorbe les molécules de la roche qu'elle traverse. L'eau se purifie et acquiert les vertus et singularités des eaux thermales et minérales.



OUTIL PÉDAGOGIQUE 9 : ANALYSES GRAPHIQUE ET STATISTIQUE

A) Voici le graphique décrivant l'évolution des concentrations des polluants majeurs de l'air au cours d'une journée dans la ville de Bastia le 12 juin 2014.



<http://www.environnement.ens.fr/IMG/file/Atelier%20Pollution%20atmosph%C3%A9rique%202014/Pollution%20%20atmosph%C3%A9rique%20S%C3%A9ance%20polluants%20%20MDo%20CERES%20141014%20vf2.pdf>

· Au départ de ce graphique, réponds aux questions suivantes sur l'évolution de la concentration d'ozone (O_3) au cours de la journée.

1) Quel est l'ensemble image de la fonction d'évolution de concentration d'ozone au cours de la journée ?

.....

.....

2) Sur quels intervalles la concentration d'ozone est-elle croissante ? Décroissante ?

.....

.....

3) Donne la valeur et l'heure du maximum global de concentration d'ozone.

.....

.....

4) Donne la valeur et l'heure du minimum global de concentration d'ozone.

.....

.....

OUTIL PÉDAGOGIQUE 9 : ANALYSES GRAPHIQUE ET STATISTIQUE

- Voici le tableau des valeurs des concentrations d'ozone au cours de la journée :

Heure de la journée	Concentration en Ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	98
2	88
3	96
4	94
5	80
6	50
7	20
8	58
9	56
10	68
11	104
12	120
13	114
14	122
15	130
16	116
17	118
18	92
19	64
20	114
21	90
22	102
23	100
24	104

- 1) Calcule la moyenne et l'écart-type de concentration d'ozone au cours de la journée.
 - 2) Représente la boîte à moustaches et détermine l'écart interquartile.
Commente le graphique obtenu.
- **Calcule les concentrations totales en éléments polluants à 7h, 13h et 19h.**
Représente à l'aide de graphiques adéquats les différentes proportions de polluants dans l'air pour ces trois moments de la journée.

OUTIL PÉDAGOGIQUE 9 : ANALYSES GRAPHIQUE ET STATISTIQUE

B) Voici un tableau donnant l'évolution des concentrations de polluants atmosphériques au cours d'une journée à Bastia :

Heure de la journée	Concentration en ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration en particules fines ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	98	22
2	88	20
3	96	22
4	94	24
5	80	25
6	50	33
7	20	73
8	58	42
9	56	30
10	68	28
11	104	30
12	120	24
13	114	30
14	122	28
15	130	26
16	116	30
17	118	28
18	92	40
19	64	66
20	114	44
21	90	26
22	102	28
23	100	30
24	104	24

<http://www.environnement.ens.fr/IMG/file/Atelier%20Pollution%20atmosph%C3%A9rique%202014/Pollution%20%20atmosph%C3%A9rique%20S%C3%A9ance%20polluants%20%20MDo%20CERES%20141014%20vf2.pdf>

- Représente graphiquement (sur un seul graphique) l'évolution des concentrations de l'ozone et des particules fines (PM10) en lignes brisées.
- Le graphique représenté donne l'impression que la concentration en particules fines augmente lorsque la concentration en ozone diminue et inversement. Pour vérifier cette hypothèse, réalise une régression linéaire.
 - 1) Par la méthode de Mayer. Commente le résultat.
 - 2) Par la méthode des moindres carrés et recherche du coefficient de détermination (à l'aide d'un logiciel). Commente les résultats obtenus.



OUTIL PÉDAGOGIQUE 10 : ANALYSES GRAPHIQUE ET STATISTIQUE : CORRECTIF

A) Voici le graphique décrivant l'évolution des concentrations des polluants majeurs de l'air au cours d'une journée dans la ville de Bastia le 12 juin 2014.

• Au départ de ce graphique, réponds aux questions suivantes sur l'évolution de la concentration d'ozone (O_3) au cours de la journée.

1) Quel est l'ensemble image de la fonction d'évolution de concentration d'ozone au cours de la journée ?

$$\text{Im}f = [20, 130]$$

2) Sur quels intervalles la concentration d'ozone est-elle croissante ?

$$[2, 3], [7, 8], [9, 12], [13, 15], [16, 17], [19, 20], [21, 22], [23, 24]$$

Décroissante ?

$$[1, 2], [3, 7], [8, 9], [12, 13], [15, 16], [17, 19], [20, 21], [22, 23]$$

3) Donne la valeur et l'heure du maximum global de concentration d'ozone.

$$\text{Coordonnées du maximum global : } (15, 130)$$

4) Donne la valeur et l'heure du minimum global de concentration d'ozone.

$$\text{Coordonnées du minimum global : } (7, 20)$$

• Au départ de ce graphique, réponds aux questions suivantes sur l'évolution de la concentration de particules fines (PM10) au cours de la journée.

1) Quel est l'ensemble image de la fonction d'évolution de concentration de PM10 au cours de la journée ?

$$\text{Im}f = [20, 73]$$

2) Sur quels intervalles la concentration de PM10 est-elle croissante ?

$$[2, 7], [12, 13], [15, 16], [17, 19], [21, 23]$$

3) Décroissante ?

$$[1, 2], [7, 12], [13, 15], [16, 17], [19, 21], [23, 24]$$

4) Donne la valeur et l'heure du maximum global de concentration de PM10.

$$\text{Coordonnées du maximum global : } (7, 73)$$

5) Donne la valeur et l'heure du minimum global de concentration de PM10.

$$\text{Coordonnées du minimum global : } (2, 20)$$

• Entre 6h et 7h, l'équation de la droite représentant la concentration en ozone est donnée par $f(x) = -30x + 230$ et l'équation de la droite représentant la concentration en particules fines est donnée par $g(x) = 40x - 207$. Résous l'équation $f(x) = g(x)$ et donne l'heure et la concentration au point d'intersection. Vérifie cette solution sur le graphique.

Recherche du point d'abscisses :

$$\begin{aligned} -30x + 230 &= 40x - 207 \\ 70x &= 437 \\ x &= 6,24 \end{aligned}$$

Conversion en heures : 6 heures et $24/100$.

Une heure contient 3600 secondes, la fraction $24/100$ d'une heure correspond donc à 864 secondes, c'est-à-dire 14 minutes et 24 secondes.

L'heure du point d'intersection est donc 6 heures 14 minutes et 24 secondes.

Recherche de la concentration :

Au départ de l'équation de $f(x)$, on trouve

$$y = -30 \cdot 6,24 + 230 = 42,8 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$$

OUTIL PÉDAGOGIQUE 10 : ANALYSES GRAPHIQUE ET STATISTIQUE : CORRECTIF

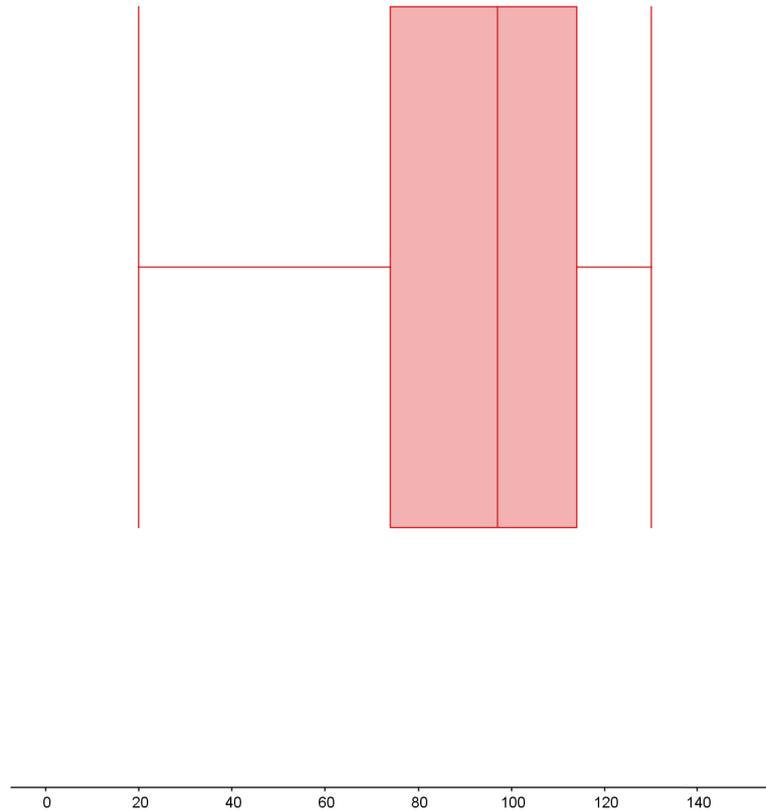
· A partir du tableau des valeurs des concentrations d'ozone au cours de la journée :

1) Calcule la moyenne et l'écart-type de concentration d'ozone au cours de la journée.

2) Représente la boîte à moustaches et détermine l'écart interquartile.

Commente le graphique obtenu.

Résultats obtenus avec le logiciel gratuit géogebra. (Dans l'onglet affichage, coche « afficher tableur ». Une fois les données encodées, sélectionne la colonne et clique sur « statistiques à une variable ». Active ensuite l'option « afficher les statistiques ».)



Moyenne : 91,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Écart-type : 26,44

Écart interquartile : $Q3 - Q1 = 114 - 74 = 40$

Interprétation :

La valeur de l'écart-type reflète une grande dispersion des valeurs autour de la moyenne.

La boîte à moustaches montre une plus grande dispersion des valeurs inférieures à la médiane alors que les valeurs supérieures à cette médiane sont peu dispersées.

Les plus grandes variations de concentration ont lieu lorsque la valeur de celle-ci est faible.

OUTIL PÉDAGOGIQUE 10 : ANALYSES GRAPHIQUE ET STATISTIQUE : CORRECTIF

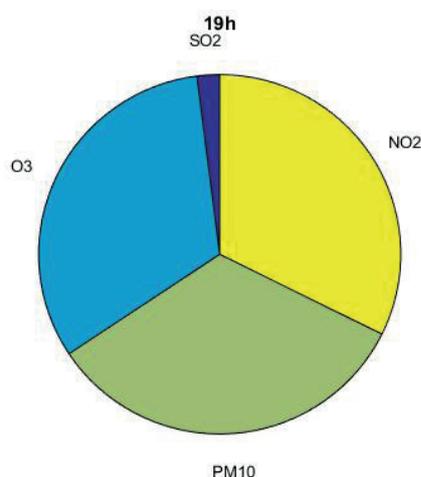
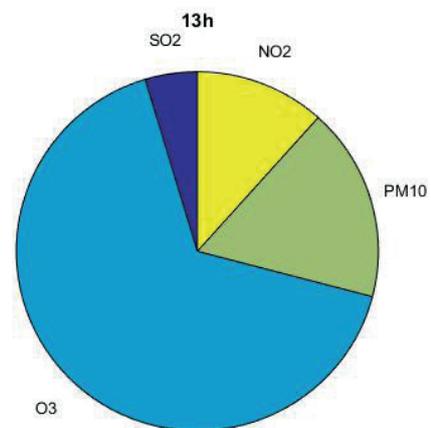
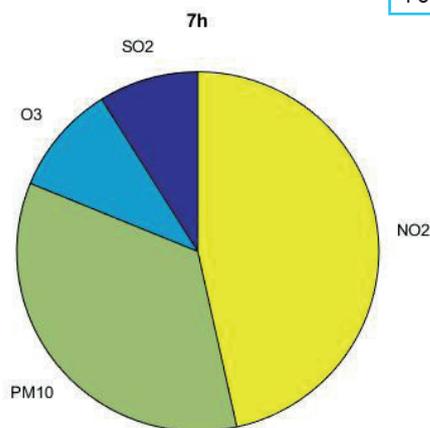
· Calcule les concentrations totales en éléments polluants à 7h, 13h et 19h.

Représente à l'aide de graphiques adéquats les différentes proportions de polluants dans l'air pour ces trois moments de la journée.

7h	
SO ₂	18 µg/m ³
O ₃	20 µg/m ³
PM10	73 µg/m ³
NO ₂	94 µg/m ³
Total	202 µg/m ³

13h	
SO ₂	8 µg/m ³
O ₃	114 µg/m ³
PM10	30 µg/m ³
NO ₂	20 µg/m ³
Total	172 µg/m ³

19h	
SO ₂	4 µg/m ³
O ₃	64 µg/m ³
PM10	66 µg/m ³
NO ₂	64 µg/m ³
Total	198 µg/m ³



Il est également possible d'utiliser un diagramme en bâtonnets pour visualiser la situation. On peut également ajouter les pourcentages ou les valeurs correspondantes dans les diagrammes en secteur.

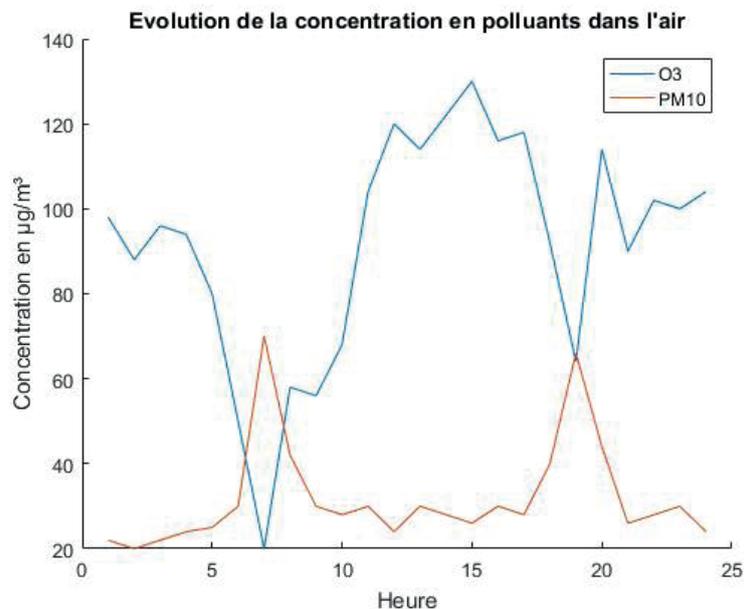
Ces trois diagrammes en secteurs montrent une grande variabilité au cours de la journée pour les concentrations en éléments polluants dans l'air (probablement due à la circulation, au transport par le vent, à la température ou l'ensoleillement).

On remarque que l'ozone prend une grande place dans les polluants atmosphériques dans les heures les plus chaudes de la journée.

OUTIL PÉDAGOGIQUE 10 : ANALYSES GRAPHIQUE ET STATISTIQUE : CORRECTIF

B) A partir du tableau donnant l'évolution des concentrations de polluants atmosphériques au cours d'une journée à Bastia :

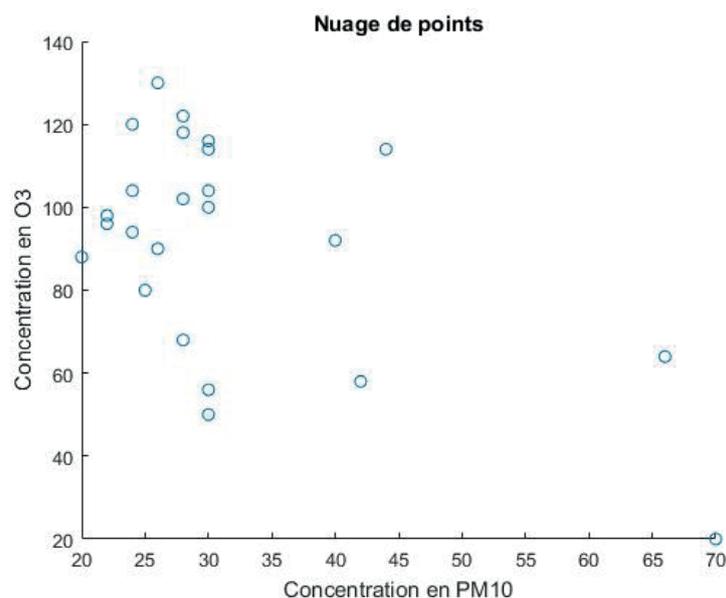
Représente graphiquement (et sur un même graphique) l'évolution des concentrations de l'ozone et des particules fines (PM10) en lignes brisées.



· Le graphique représenté donne l'impression que la concentration en particules fines augmente lorsque la concentration en ozone diminue et inversement. Pour vérifier cette hypothèse, réalise une régression linéaire.

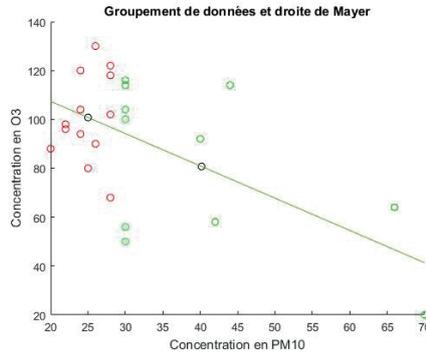
1) Par la méthode de Mayer. Commente le résultat.

On représente le nuage de points :



On regroupe ensuite les données en deux sous-groupes de tailles à peu près égales (habituellement on coupe selon des groupements visibles sur le nuage. Ici, ce n'est pas possible alors on choisira de couper en deux selon les abscisses, par exemple).

Il reste alors à calculer les positions moyennes des points de ces deux sous-groupes.



Ici, les points noirs correspondent aux points moyens. Les coordonnées sont respectivement (de gauche à droite)

$$P1 = (25 \ 100,77)$$

$$P2 = (40,18 \ 80,73)$$

L'équation de la droite passant par ces deux points est alors donnée par :

$$y = -1,32x + 133,77$$

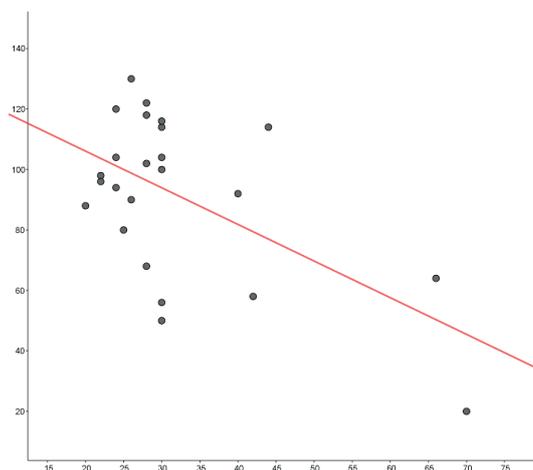
Bien que l'ajustement linéaire ne semble pas très bon, on constate tout de même une tendance décroissante c'est-à-dire une variation en sens inverse des deux concentrations.

2) Par la méthode des moindres carrés et recherche du coefficient de détermination (à l'aide d'un logiciel).

Commente les résultats obtenus.

Le logiciel utilisé est ici encore geogebra (outil tableur, remplir les deux colonnes de données et les sélectionner. Il suffit alors de cliquer sur statistiques à deux variables, mode de régression « linéaire » et « afficher les statistiques ».

Voici le graphique obtenu :



L'équation de la droite de régression est :

$$y = -1,21x + 130,33$$

Cette équation est semblable à celle obtenue par méthode de Mayer.

Le coefficient de détermination R^2 vaut 0.32.

La relation linéaire entre les deux concentrations n'est pas très forte, cependant, selon les résultats, 32% de la variation de concentration en O_3 s'explique par la variation en concentration en PM10. Il faut toutefois faire attention, les deux variations peuvent être la conséquence d'un troisième facteur (lumière, température...) qui ferait varier les deux quantités en sens opposé et qui n'est pas pris en compte dans cette analyse.

