

Objet de la leçon

Cette leçon a pour objet d'étudier les dispositifs employés pour détecter la pollution atmosphérique. Les élèves construisent, en équipes, des détecteurs de pollution de l'air extérieur à l'aide de matériaux courants. Puis ils testent leurs dispositifs pour mesurer la quantité de polluants particuliers que ceux-ci permettent de détecter.



Sommaire de la leçon

La leçon « Surveillance de la pollution » explique comment les ingénieurs conçoivent des dispositifs capables de détecter la présence de polluants dans l'air. Les élèves travaillent en équipes d'« ingénieurs » pour concevoir et construire leurs propres détecteurs de pollution de l'air extérieur à l'aide d'objets d'usage courant. Ils testent ensuite leurs détecteurs, évaluent leurs résultats et présentent leurs observations à la classe.

Niveaux d'âge

8 à 18 ans.

Objectifs

Les élèves doivent :

- ◆ concevoir et construire un détecteur de pollution de l'air extérieur
- ◆ tester et perfectionner leur concept
- ◆ expliquer leur processus de conception et leurs résultats

Résultats escomptés à la fin de la leçon

Au terme de cette leçon, les élèves auront :

- ◆ conçu et construit un détecteur de pollution de l'air extérieur
- ◆ testé et perfectionné leur concept
- ◆ expliqué leur processus de conception et leurs résultats

Activités de la leçon

Lors de cette leçon, les élèves travaillent en équipes d'« ingénieurs » afin de concevoir et de construire leurs propres détecteurs de pollution de l'air extérieur à l'aide d'objets d'usage courant. Ils testent ensuite leurs détecteurs, évaluent leurs résultats et présentent leurs observations à la classe.

Ressources/Matériaux

- ◆ Documents de ressource aux enseignants (en pièces jointes)
- ◆ Feuilles de travail des élèves (en pièces jointes)
- ◆ Fiches de ressource aux élèves (en pièces jointes)

Alignement sur les structures des programmes scolaires

Voir la fiche ci-jointe décrivant l'alignement des programmes scolaires.

Liens Internet (en anglais)

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
 - ◆ Particulate Matter (<https://www.epa.gov/pm-pollution>)
 - ◆ WHO Air Quality Guidelines (<http://www.who.int/airpollution/en/>)
-

Lecture recommandée (en anglais)

- ◆ Air Pollution. (ISBN: 9780761432203)
 - ◆ Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation (ISBN: 978-0415479325)
-

Activité d'écriture facultative

- ◆ Rédigez une lettre adressée à votre représentant politique local et proposant diverses solutions pour réduire la pollution atmosphérique dans votre collectivité.



Surveillance de la pollution

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org
© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

Pour les enseignants : Ressources aux enseignants

◆ But de la leçon

Les élèves doivent concevoir et fabriquer un détecteur de pollution de l'air extérieur à l'aide de matériaux courants.

◆ Objectifs de la leçon

Les élèves doivent :

- ◆ concevoir et fabriquer un détecteur de pollution de l'air extérieur
- ◆ tester et perfectionner leur concept
- ◆ présenter leur processus de conception et leurs résultats

◆ Matériaux

- ◆ Papier de construction, carton, film alimentaire, papier ciré, tissu, feutre, filtres à café, fiches cartonnées, assiettes en papier, gobelets en papier, ciseaux, ruban adhésif double face, vaseline, sirop d'érable, cintres, ficelle, règles, loupes simples, papier millimétré
- ◆ Microscopes ou, le cas échéant, appareil photo numérique (facultatif)

◆ Marche à suivre

1. Pour commencer, demandez aux élèves de citer quelques sources de pollution de l'air et quelles sont, selon eux, les méthodes de mesure de la pollution, ainsi que ses répercussions sur la société. Expliquez que les ingénieurs conçoivent des instruments capables de détecter la présence de différents types de polluants dans l'air.
2. Montrez aux élèves les divers documents de référence à leur disposition. Ces documents peuvent être lus en classe ou donnés à lire à la maison la veille.
3. Répartissez les élèves en groupes de 2 ou 3 et distribuez un jeu de matériaux à chaque groupe.
4. Expliquez que chaque équipe doit concevoir un détecteur de polluants particuliers de l'air. Ce détecteur doit comporter une zone de collecte plate d'au moins 5 x 5 cm, être relativement bien protégé contre les éléments et pouvoir être fixé en place.
5. Les élèves se concertent ensuite pour élaborer un plan de réalisation de leur détecteur. Ils s'entendent sur les matériaux à utiliser, rédigent ou dessinent leur plan, puis présentent ce dernier à la classe.
6. Les groupes d'élèves mettent ensuite leur plan à exécution. Ils devront éventuellement repenser leur plan, demander d'autres fournitures, en échanger avec d'autres équipes ou recommencer.
7. Chaque équipe doit placer son détecteur à un endroit différent autour de l'établissement (à proximité des bus scolaires, d'une aire de stationnement, d'un terrain de jeu, etc.).
8. Après 72 heures, les élèves examineront la matière particulaire collectée par leurs dispositifs à l'aide de loupes simples (ou, le cas échéant, de microscopes ou d'appareils photo numériques).
9. Les élèves doivent noter et décrire tous les différents types de particules observés (poussière, pollen, saleté, etc.), notamment leur taille, leur couleur, leur forme et leur texture.
10. Les élèves doivent ensuite créer, avec de la ficelle, un quadrillage de carrés de 1 cm au-dessus de la zone de collecte de leur dispositif, et l'attacher avec du ruban adhésif. Puis ils doivent compter le nombre de particules dans cinq carrés choisis au hasard et établir une moyenne. Les élèves peuvent ensuite comparer et représenter dans un graphique leurs échantillons prélevés aux différents endroits testés par la classe.
11. Les élèves peuvent ensuite mettre au point une échelle d'évaluation de la qualité/pollution de l'air aux différents endroits testés autour de l'école.
12. Chaque équipe remplit ensuite une fiche d'évaluation/de réflexion et présente ses observations à la classe.
13. Ce projet peut s'étendre sur toute l'année scolaire afin de permettre l'analyse de données additionnelles.

◆ Temps nécessaire

- ◆ 2 ou 3 sessions de quarante-cinq minutes.

Surveillance de la pollution

Elaboré par IEEE dans le cadre de TryEngineering www.tryengineering.org

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

Ressource aux élèves : La pollution de l'air

◆ La pollution de l'air

L'air est essentiel à la vie. L'air qui nous entoure est principalement composé d'azote et d'oxygène. Lorsque d'autres substances, telles que des produits chimiques, des matières naturelles ou des particules pénètrent dans l'air, on parle de pollution de l'air ou de pollution atmosphérique. La pollution de l'air est un phénomène qui touche aussi bien l'extérieur que l'intérieur. Les causes de cette pollution sont à la fois naturelles et humaines. La pollution de l'air nuit aux êtres humains, aux animaux et à l'environnement de nombreuses façons.

La pollution de l'air peut être causée par différents types d'activités humaines. Lorsque les polluants émanant des cheminées industrielles et des émissions de gaz d'échappement sont libérés dans l'atmosphère, des réactions chimiques se produisent et peuvent occasionner de nombreux problèmes. Le smog se forme lorsque les polluants présents dans l'air se mélangent à l'ozone, produisant alors des conditions atmosphériques brumeuses et des problèmes respiratoires chez les humains. Le smog se forme généralement au-dessus des grandes villes ou des zones industrielles. Ce phénomène est notamment très marqué à Londres, à Los Angeles, à Mexico et en Asie du Sud-Est. Les pluies acides se produisent lorsque des polluants, l'acide sulfurique par exemple, se mélangent à de l'eau dans l'air, entraînant une acidité excessive des pluies et des neiges. Cette acidité est extrêmement nocive pour l'environnement et tue les plantes, les arbres, les poissons et les animaux. Du fait de la combustion des carburants utilisés pour faire fonctionner les voitures, les usines, les cheminées et les barbecues, de minuscules particules sont libérées dans l'air. Ces particules forment ce qu'on appelle la pollution particulaire.



◆ Matière particulaire

La pollution causée par les particules, également appelées matière particulaire, est un mélange de petites particules et de gouttelettes liquides en suspension dans l'air. La matière particulaire contient de grosses particules et des particules fines. Les grosses particules mesurent plus de 2,5 microns, mais ont un diamètre inférieur à 10 microns (le diamètre d'un cheveu humain est d'approximativement 70 microns). La fumée, la poussière, les moisissures et le pollen sont des exemples de grosses particules. Les particules fines mesurent moins de 2,5 microns de diamètre. Les composés toxiques et les métaux lourds sont des exemples de particules fines.

Les émissions particulaires, surtout dues aux particules fines, sont extrêmement nocives pour l'homme lorsqu'elles sont inhalées. La matière particulaire perturbe les écosystèmes. Les particules en suspension dans l'air sont également la cause de conditions atmosphériques brumeuses. La quantité de matière particulaire en suspension dans l'air varie selon l'époque de l'année et les conditions météorologiques. Par exemple, la quantité de matière particulaire peut être plus élevée en hiver du fait d'une utilisation accrue des cheminées et des poêles à bois.

Il y a également différentes catégories de pollution particulaire en fonction de sa source. On peut déterminer la source directe des particules principales : cheminées industrielles, véhicules fonctionnant au ralenti ou centrales électriques, par exemple. Les particules secondaires, en revanche, sont la conséquence de réactions dans l'atmosphère et leur source est donc beaucoup plus difficile à identifier.

Ressource aux élèves (suite) :

◆ Echantillonneurs et compteurs de matière particulaire

Les échantillonneurs de matière particulaire sont utilisés pour prélever de la matière particulaire afin de mesurer la quantité présente dans l'air et de permettre, par la suite, l'examen de ces particules en laboratoire. Un type d'échantillonneur de matière particulaire prélève de l'air au moyen d'un filtre fixé à un tube en verre. Le filtre est pesé avant de prélever un échantillon. Après le prélèvement de quelques particules, le filtre est à nouveau pesé. La quantité de matière particulaire est calculée en fonction du poids de la matière particulaire prélevée par le filtre et de la quantité d'air échantillonnée. Un autre type d'échantillonneur de matière particulaire consiste à prélever de la matière particulaire sur une bobine de ruban filtre, qui est pesée avant et après le prélèvement d'échantillons.

Les compteurs de particules sont des instruments utilisés pour détecter et compter le nombre de particules en suspension dans l'air. Les compteurs de particules d'aérosol comptent le nombre de particules en suspension dans l'air et mesurent leur taille. Les compteurs de particules par blocage de lumière détectent la quantité de particules présentes dans l'air en faisant passer la lumière à travers un échantillon d'air et en mesurant la proportion de cette lumière bloquée par les particules. Cette méthode peut être utilisée pour mesurer les particules dont la grosseur dépasse 1 micromètre. Les plus petites particules (plus de 0,05 micromètre) peuvent être détectées grâce à la méthode de diffusion de la lumière. Cette méthode permet de mesurer la quantité de lumière diffusée par les particules dans un échantillon d'air. Les lasers peuvent être également utilisés pour illuminer un échantillon d'air et permettre ainsi la saisie, au moyen d'un appareil photo, des silhouettes de matière particulaire qui peuvent alors être agrandies et examinées.

◆ Mesure de la qualité de l'air

L'Organisation mondiale de la santé a établi des recommandations en matière de qualité de l'air, fondées sur les effets néfastes de la pollution sur la santé de l'homme. De nombreux pays ont établi des échelles de mesure de la qualité de l'air dans une région particulière, à un moment donné. Ces échelles mesurent toutes la qualité de l'air d'après la concentration de polluants dans l'air, mais varient selon le lieu et le type de pollution mesurée. Malgré la preuve des effets néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé, il existe encore de nombreux pays qui ne surveillent et ne mesurent pas la qualité de l'air.

A Mexico, le Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT) utilise un système de mesure appelé « Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) » pour mesurer les concentrations de polluants, tels que la matière particulaire fine, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et l'ozone. Une échelle de mesure de 200 points comportant cinq catégories allant de « buena » (bonne) à « extremadamente mala » (extrêmement mauvaise) sert à mesurer et à décrire la qualité de l'air. Aux Etats-Unis, l'agence de protection de l'environnement (Environmental Protection Agency) utilise l'indice de qualité de l'air (Air Quality Index) qui examine les concentrations de ces mêmes polluants selon une échelle de 0 à 500. Celle-ci comporte six catégories qui décrivent la qualité de l'air de « Good » (Bonne) à « Hazardous » (Dangereuse). Le Ministère de protection de l'environnement de Hong Kong (Hong Kong Environmental Protection Department) mesure également la concentration de polluants dans l'air selon une échelle de 500 points comportant cinq catégories de « faible » à « élevée ». En mars 2010, la pollution atmosphérique de Hong Kong a atteint des niveaux record (au-dessus de 500 !) suite à une tempête de sable dévastatrice dans le sud de la Chine.

Feuille de travail des élèves :

◆ Vous êtes une équipe d'ingénieurs chargés de concevoir un dispositif capable de détecter la présence de polluants particuliers à l'extérieur de votre école. Ce dispositif doit comporter une zone de collecte plate d'au moins 5 x 5 cm, être relativement bien protégé contre les éléments et doit pouvoir être maintenu en place (afin qu'il ne s'envole pas).

◆ Phase de planification
Réunissez-vous en équipe pour discuter du problème à résoudre. Puis développez ensemble un concept de détecteur de pollution de l'air. Vous devrez choisir les matériaux à utiliser.



Dessinez votre concept dans l'encadré ci-dessous, en décrivant et en précisant le nombre de pièces que vous envisagez d'utiliser. Présentez votre concept à la classe.

Vous avez la possibilité de changer votre plan en fonction des commentaires que vous recevez de la classe.

Plan :

Feuille de travail des élèves (suite) :

◆ Phase de construction

Construisez votre détecteur de pollution de l'air. Pendant la construction, vous êtes autorisé à choisir d'autres matériaux ou à modifier votre concept. Dans ce cas, faites un nouveau croquis et changez votre liste de matériaux.

◆ Phase de mise à l'essai

Chacune des équipes doit tester son détecteur de pollution de l'air en le plaçant à différents endroits autour de l'école. Après 72 heures, vérifiez si des particules ont été collectées par votre détecteur. Utilisez une loupe simple, un microscope ou un appareil photo numérique pour examiner les particules collectées. Décrivez les différents types de particules observés (p. ex., poussière, pollen, saleté, etc.), ainsi que leur taille, leur couleur, leur forme et leur texture.

Utilisez de la ficelle pour créer une grille formée de carrés de 1 cm au-dessus de la zone de collecte de votre dispositif, en l'attachant avec du ruban adhésif. Comptez le nombre de particules dans cinq carrés au hasard. S'ils sont trop nombreux pour être comptés, faites une estimation. Calculez le nombre moyen de particules par carré. Comparez et représentez graphiquement vos observations aux différents endroits testés en classe. Mettez au point une échelle d'évaluation de la qualité/pollution de l'air aux différents endroits testés autour de l'école.

◆ Phase d'évaluation

Évaluez les résultats de votre équipe, remplissez la fiche d'évaluation et présentez vos observations à la classe.

Utilisez cette feuille de travail pour évaluer les résultats obtenus par votre équipe lors de la leçon Surveillance de la pollution :

1. Êtes-vous parvenu à créer un détecteur de pollution de l'air capable de détecter la présence de particules dans l'air ? Si non, comment expliquez-vous cet échec ?
2. Avez-vous dû modifier votre plan d'origine ou demander des matériaux supplémentaires pendant la phase de construction ? Pour quelle raison ?
3. Avez-vous négocié l'échange de matériaux avec d'autres équipes ? Comment ce processus s'est-il déroulé pour vous ?



Feuille de travail des élèves (suite) :

4. Si vous aviez pu obtenir des matériaux autres que ceux fournis en classe, qu'auriez-vous demandé ? Pourquoi ?

5. Pensez-vous que les ingénieurs doivent adapter leurs plans d'origine pendant la phase de construction des systèmes ou produits ? Si oui, pour quelle raison ?

6. Si vous deviez tout recommencer, que changeriez-vous dans votre plan d'origine ? Pour quelle raison ?

7. Avez-vous remarqué, dans les autres équipes, des concepts ou méthodes qui vous ont paru bien fonctionner ? Lesquels en particulier ?

8. Pensez-vous que vous auriez pu réaliser ce projet plus facilement si vous aviez travaillé seul ? Développez...

9. Quel type de pollution particulière avez-vous trouvé en plus grande quantité ? Comment l'expliquez-vous ?

10. D'après vous, comment pourrait-on réduire la pollution particulière autour de votre école ?

Pour les enseignants :

Alignement sur les structures des programmes scolaires

Remarque : Tous les plans de leçons de cette série sont alignés sur les normes nationales pour l'enseignement des sciences (*National Science Education Standards*), établies par le Conseil national de recherche des Etats-Unis (National Research Council) et approuvées par l'Association nationale des enseignants des sciences des Etats-Unis (National Science Teachers Association), et le cas échéant, sur les normes internationales d'enseignement de la technologie pour l'alphabétisation technologique (International Technology Education Association's Standards for Technological Literacy) ou sur les principes et normes en matière de mathématiques scolaires établis par le Conseil national américain des enseignants en mathématiques (National Council of Teachers of Mathematics' Principals and Standards for School Mathematics).

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la maternelle au primaire (4 à 9 ans)

NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ◆ Les aptitudes nécessaires pour réaliser des enquêtes scientifiques

NORME DE CONTENU D : Sciences de la terre et de l'espace

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :

- ◆ Des changements de la terre et du ciel

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ◆ Des aptitudes de conception technologique
- ◆ Une compréhension de la science et de la technologie

NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :

- ◆ De la santé de l'individu
- ◆ Des changements de l'environnement
- ◆ De la science et de la technologie dans les enjeux locaux

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la CM2 à la quatrième (10 à 14 ans)

NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ◆ Les aptitudes nécessaires pour réaliser des enquêtes scientifiques

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ◆ Des aptitudes de conception technologique
- ◆ Une compréhension de la science et de la technologie

NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir une compréhension :

- ◆ De la santé de l'individu
- ◆ Des populations, des ressources et des environnements
- ◆ De la science et de la technologie dans la société

◆ Normes nationales pour l'enseignement des sciences de la troisième à la terminale (14 à 18 ans)

NORME DE CONTENU A : Enquête scientifique

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ◆ Les aptitudes nécessaires pour réaliser des enquêtes scientifiques

NORME DE CONTENU E : Science et technologie

Au terme de leurs activités, tous les élèves devraient acquérir :

- ◆ Des aptitudes de conception technologique
- ◆ Une compréhension de la science et de la technologie

Surveillance de la pollution

Pour les enseignants :

Alignement sur les structures des programmes scolaires (suite)

NORME DE CONTENU F : La science d'un point de vue personnel et social

Au terme de ces activités, les élèves devraient acquérir une compréhension des sujets suivants :

- ◆ La santé de l'individu et de la communauté
- ◆ La qualité de l'environnement
- ◆ Les risques naturels et d'origine humaine
- ◆ La science et la technologie dans les enjeux locaux, nationaux et mondiaux

◆ **Principes et normes en matière de mathématiques scolaires**

Normes relatives aux nombres et opérations

- A l'issue des programmes d'enseignement de la pré-maternelle à la terminale, tous les élèves doivent pouvoir :
 - ◆ Calculer facilement et effectuer des estimations raisonnables

Normes de mesure

- A l'issue des programmes d'enseignement de la pré-maternelle à la terminale, tous les élèves doivent pouvoir :
 - ◆ Mettre en œuvre les techniques, outils et formules appropriés pour déterminer des mesures.

Norme en matière d'analyse des données et de probabilité

- A l'issue des programmes d'enseignement de la pré-maternelle à la terminale, tous les élèves doivent pouvoir :
 - ◆ Formuler des questions pouvant être résolues à l'aide de données et recueillir, organiser et afficher les données pertinentes pour y répondre
 - ◆ Sélectionner et utiliser les méthodes statistiques appropriées pour analyser des données
 - ◆ Développer et évaluer des inférences et des prédictions fondées sur des données

Normes en matière de processus (représentation)

- A l'issue des programmes d'enseignement de la pré-maternelle à la terminale, tous les élèves doivent pouvoir :
 - ◆ Créer et utiliser des représentations pour organiser, enregistrer et communiquer des principes mathématiques
 - ◆ Utiliser des représentations pour modéliser et interpréter des phénomènes physiques, sociaux et mathématiques

◆ **Normes pour l'alphabétisation technologique – Tous âges**

Conception

- ◆ Norme 8 : Les élèves acquerront une compréhension des attributs de conception.
- ◆ Norme 9 : Les élèves acquerront une compréhension de la conception technique.
- ◆ Norme 10 : Les élèves acquerront une compréhension du rôle de la recherche des défaillances, de la recherche et du développement, de l'invention et de l'innovation, et de l'expérimentation dans la résolution des problèmes.