



**ACADÉMIE  
DE LILLE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **QUELLES PRATIQUES POUR TRAVAILLER L'ENSEIGNEMENT SPÉCIFIQUE DES MATHÉMATIQUES?**

*Quelques illustrations autour  
des modèles affines*

---

## INTENTIONS PEDAGOGIQUES

- ↳ **Consolider** la culture mathématique
  - ↳ **Susciter** le goût pour la discipline
  - ↳ **Réconcilier** les élèves qui ont perdu le goût et l'intérêt pour cette discipline
  - ↳ **Faire le lien** avec les autres disciplines
  - ↳ **Développer** des aptitudes intellectuelles comme la rigueur, la logique, l'esprit critique mais aussi l'inventivité et la créativité
-

## INTENTIONS DE L'ATELIER

- ↳ Aborder l'esprit de l'enseignement spécifique.
  - ↳ Fournir des pistes d'exploitation des documents d'accompagnement.
  - ↳ Proposer des supports directement exploitables et modifiables.
-

# CE QUE DISENT LES PROGRAMMES

Situations et problèmes	Contenus mathématiques
<p><b>Éducation économique, financière et budgétaire</b> Placement à intérêts simples, croissance d'un poste budgétaire.</p> <p><b>Dénombrement</b> Motifs géométriques évolutifs en forme de T ou de croix, carré bordé.</p>	<p><b>Suites arithmétiques</b> Définition par la relation de récurrence. Explicitation du terme de rang <math>n</math>. Sens de variation. Représentation graphique.</p>
<p><b>Physique</b> Correspondance entre degrés Celsius et Fahrenheit.</p> <p><b>Économie</b> Modélisation de l'offre et de la demande par des fonctions affines, point d'équilibre.</p> <p><b>Enseignement moral et civique</b> Modélisation du barème de l'impôt sur le revenu par une fonction affine par morceaux (taux marginal, taux moyen).</p> <p><b>Sciences de la Terre</b> Modèle linéaire de l'évolution du niveau moyen des océans.</p>	<p><b>Fonctions affines</b> L'objectif est de remobiliser les connaissances abordées en classe de seconde : représentation graphique, sens de variation, lien entre le taux d'accroissement et le coefficient directeur de la droite représentative.</p>

# CAPACITES

Reconnaître un phénomène discret ou continu de croissance linéaire et savoir le modéliser.

Calculer un terme de rang donné d'une suite arithmétique définie par une relation fonctionnelle ou une relation de récurrence.

Réaliser et exploiter la représentation graphique des termes d'une suite arithmétique ou d'une fonction affine.

Résoudre un problème de seuil dans le cas d'une croissance linéaire.

---

# DOCUMENTS RESSOURCES

- Elévation du niveau des océans
- Barème de l'impôt sur le revenu

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA JEUNESSE  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

VOIE GÉNÉRALE

2<sup>de</sup> 1<sup>re</sup> T<sup>le</sup>

Mathématiques **ENSEIGNEMENT COMMUN**

**FONCTIONS AFFINES**

**MODÉLISATION DE L'ÉLÉVATION DU NIVEAU DES OcéANS**




**Prérequis :**  
fonctions affines, coefficient directeur, lecture graphique, Equations du premier degré

**Références au programme :**  
Phénomènes d'évolution : croissance linéaire, fonctions affines.  
Automatismes : Estimer graphiquement une valeur atteinte ou un antécédent, résoudre une équation du premier degré.

**Domaine :**  
Fonctions affines

**Compétences mathématiques :**

- **Chercher** : savoir extraire les informations et les données d'un texte, d'un graphique.
- **Modéliser** : utiliser un modèle pour faire des prévisions, critiquer, modifier le modèle.
- **Calculer** : une image, un antécédent par une fonction affine, résoudre une équation du premier degré.
- **Communiquer** : exprimer à l'écrit ou à l'oral le protocole d'une démarche, interpréter un résultat dans un contexte autre que mathématique et faire le lien entre des registres linguistiques.

Retrouvez également sur   

eduscol.education.fr / Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse - Juillet 2022 1

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA JEUNESSE  
Liberté  
Égalité  
Fraternité

VOIE GÉNÉRALE

2<sup>de</sup> 1<sup>re</sup> T<sup>le</sup>

Mathématiques **ENSEIGNEMENT COMMUN**

**FONCTIONS AFFINES**

**MODÉLISATION DU BARÈME DE L'IMPÔT SUR LE REVENU**

**Prérequis**  
Calculs de ou avec des pourcentages, détermination de l'expression d'une fonction affine, sens de variation d'une fonction affine

**Références au programme :** Fonctions affines  
Modélisation du barème de l'impôt sur le revenu par une fonction affine par morceaux (taux marginal, taux moyen)




**Domaine**  
Utilisation d'un modèle mathématique dans la vie quotidienne

**Compétences mathématiques**

- **Représenter** une fonction affine, une fonction affine par morceaux,
- **Modéliser** le calcul de l'impôt sur le revenu
- **Calculer** un pourcentage, une image, un antécédent
- **Raisonner et Communiquer** autour des choix mathématiques qui régissent le calcul de l'impôt

**Intention pédagogique**

L'activité s'inscrit dans le cadre des mathématiques appliquées à la vie quotidienne. Elle permet, à partir d'une infographie proposée sur le site [service-public.fr](http://service-public.fr), d'amener les élèves à comprendre les mécanismes des calculs de l'impôt sur le revenu. Elle contribue à la formation à la citoyenneté. Dans la vie

Retrouvez également sur   

eduscol.education.fr / Ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse - Juillet 2022 1



**ACADÉMIE  
DE LILLE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# **FOCUS SUR L'ELEVATION DU NIVEAU DES OCEANS**

---



*À partir de ce document, quelles questions peuvent se poser les élèves ? Pour réactiver quelles notions ? Comment les guider ?*



## PROPOSITION D'EXPLOITATION



Constitution de 3 groupes selon les modalités suivantes : *(dans notre exemple, il y a 15 élèves)*

① « *Habilitété graphique* »

② « *Habilitété en calcul* »

③ « *Habilitété algébrique* »

Groupe 1



Groupe 2



Groupe 3



***Constitution des groupes après une évaluation diagnostique***

---

# PROPOSITION D'EXPLOITATION



## ① « *Habilitété graphique* »



Que représente ce graphique ?

Quelle semble être l'évolution du niveau moyen des océans depuis 1993 ?

Quel est le niveau moyen des océans en 2000 ?

En quelle année le niveau des océans a-t-il dépassé 7,5 cm ?

Prévoir graphiquement l'évolution du niveau moyen des océans en 2030.

A partir de quelle année peut-on prévoir que le niveau des océans dépassera 10 cm ?

***TEMPS DE RECHERCHE : 15 minutes***

---

## PROPOSITION D'EXPLOITATION



### ② « *Habilité en calcul* »



Que représente la valeur 3,37 mm/an indiquée sur ce graphique ?

Si cette évolution se confirmait, quelle serait l'élévation du niveau moyen des océans en 2033?

Pensez vous qu'il serait judicieux d'utiliser la même méthode pour calculer l'élévation du niveau moyen des océans en 2100? Expliquez.

***TEMPS DE RECHERCHE : 15 minutes***

---

# PROPOSITION D'EXPLOITATION



## ③ « Habileté algébrique »



Retrouver la valeur 3,37 mm/an (approximativement) par un calcul à partir de la représentation graphique.

Le niveau moyen des océans, en mm en fonction du temps  $x$ , en année est modélisé, à partir de 2013 par une fonction  $h$ .

Ainsi  $x = 0$  correspond à l'année 2013.

a) Donner une expression de cette fonction.

b) Si ce modèle se confirmait, à partir de quelle année l'élévation du niveau moyen des océans dépasserait les 50 cm ?

***TEMPS DE RECHERCHE : 15 minutes***

---

## EXTRAIT DES PROGRAMMES

La diversité des profils d'élèves qui suivent cet enseignement exige la mise en œuvre d'un enseignement différencié prenant en compte l'hétérogénéité des besoins

---

# DEROULE

1) Temps de recherche (15 mins)

2) Mise en commun (15 mins)

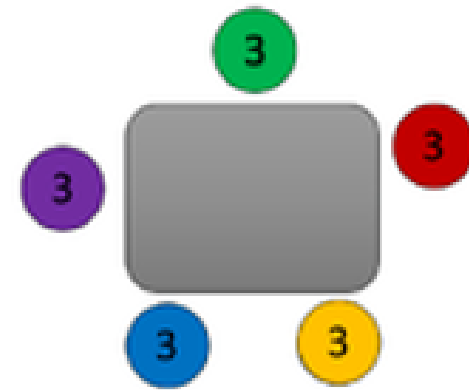
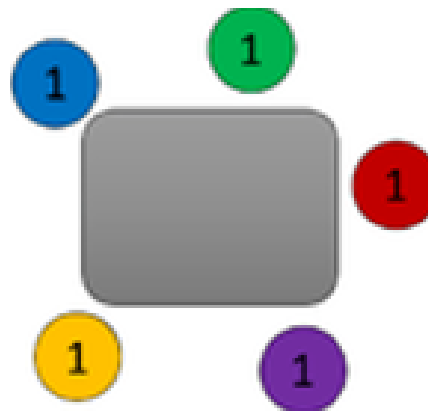
Constitution de « supers groupes »  
avec des membres de chacun des  
groupes ①, ② et ③.

3) Restitution commune

à l'aide d'affiches

( reprenant les différentes résolutions)

avec des orateurs (30 mins)



## MISE EN COMMUN



Plusieurs approches possibles pour favoriser les échanges :

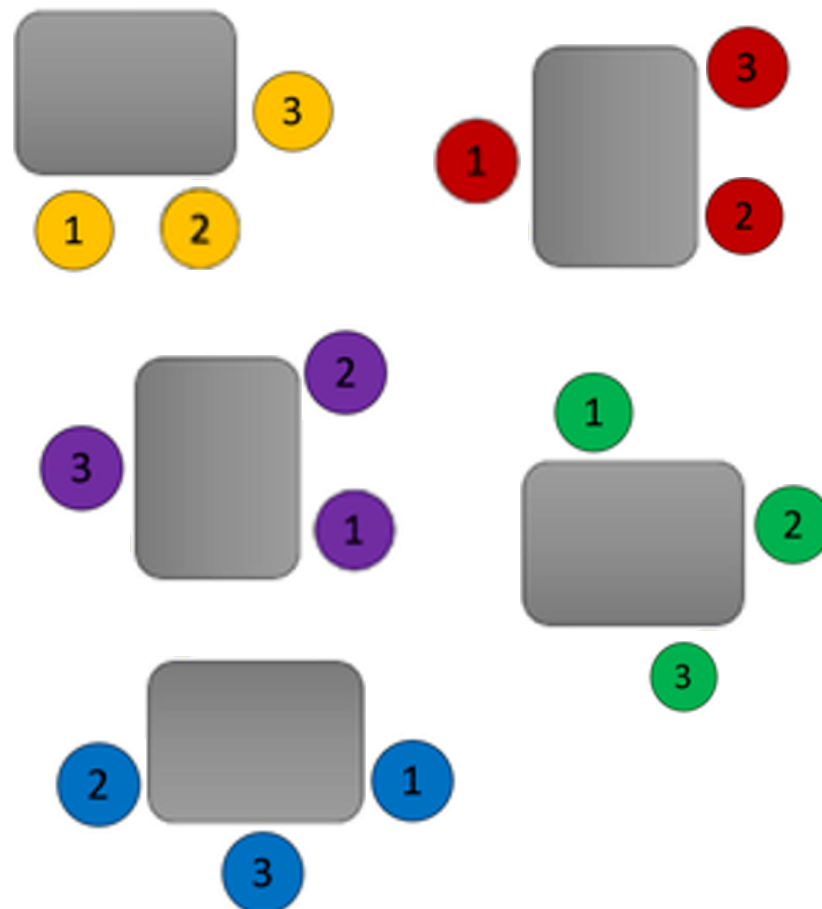
1<sup>ère</sup> approche:

Constitution de « supers groupes » avec des membres de chacun des groupes ①, ② et ③, puis restitution commune.

2<sup>ème</sup> approche :

Restitution par atelier devant la classe.

***TEMPS DE MISE EN COMMUN :***  
***15 minutes***



## EXTRAIT DES PROGRAMMES

Lors de la phase de verbalisation, le professeur favorise les échanges en posant notamment des questions ouvertes. Les élèves interviennent pour reformuler, expliciter, argumenter, ils peuvent présenter oralement les modèles mis en œuvre ou exposer la synthèse de travaux de groupes

---



## TRACE ECRITE

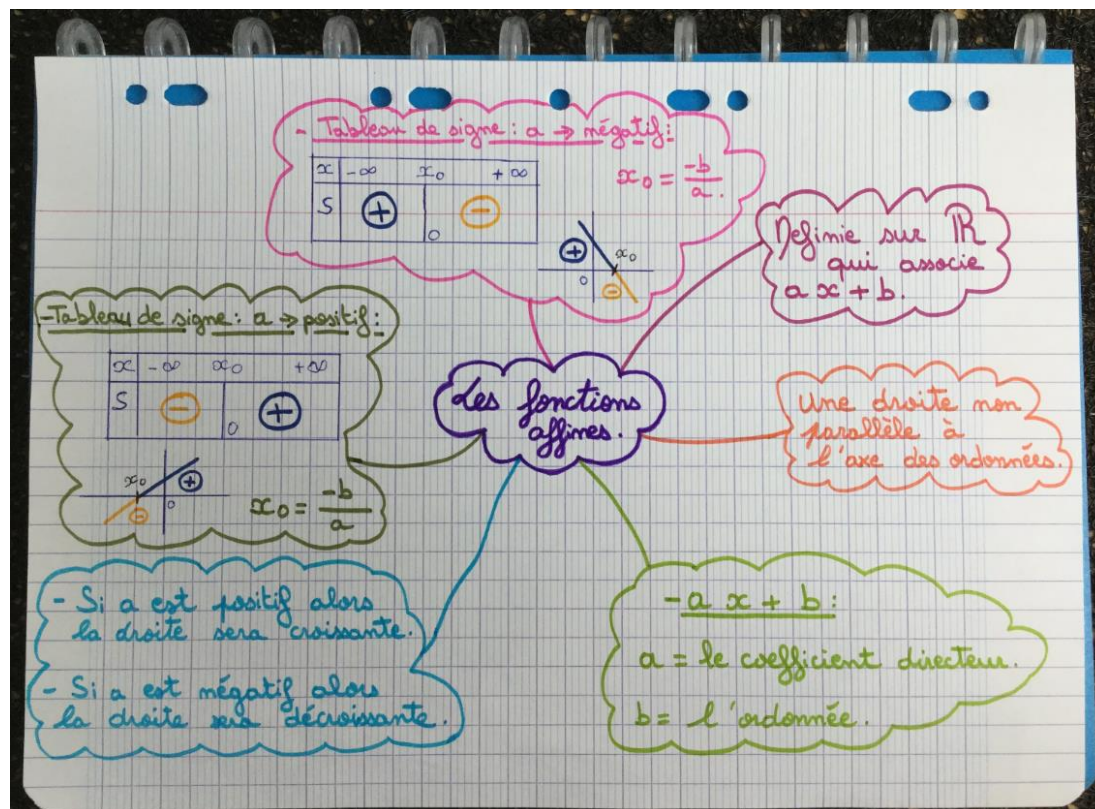
La mise en commun débouche sur une structuration visant à évoquer :

- La représentation graphique
  - Le sens de variation
  - Le vocabulaire (coefficient directeur et ordonnée à l'origine)
  - La détermination algébrique et graphique du coefficient directeur
-

## TRACE ECRITE: quelles formes peut-elle prendre?

- Carte mentale élaborée ou non avec les élèves

Quelles sont les limites de ce type de support comme trace écrite ?



## TRACE ECRITE: quelles formes peut-elle prendre?

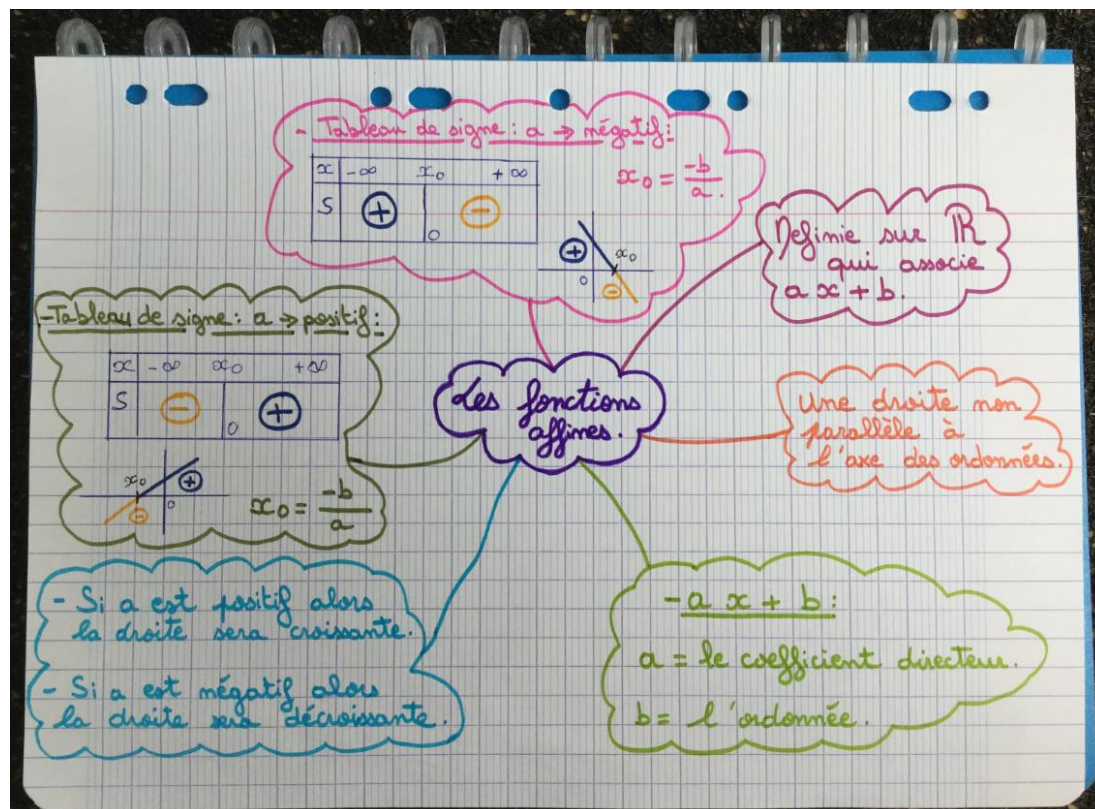
- Carte mentale élaborée ou non avec les élèves

Quelles sont les limites de ce type de support comme trace écrite ?

-manque de rigueur

(si réalisé uniquement par les élèves)

-caractère partiel



## TRACE ECRITE: quelles formes peut-elle prendre?

- Carte de mémorisation active

Une piste pour la réaliser : MEMCODE



Memcode

Créez votre propre parcours pour mémoriser tout ce que vous voulez.

- Rédaction d'une synthèse des échanges
  - Création de questions par le sélèves
-

6

dans un repère on considère les points A(4;7) et B(6;9).  
Comment calcule-t-on le coefficient directeur de la droite (AB)?

$$m = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = 1$$

5

On considère la fonction f définie pour tout réel x par  $f(x) = -2x + 1$ . Quel est le sens de variation de f?

La fonction f est décroissante car son coefficient directeur est négatif.

4

On considère la fonction f définie pour tout réel x par  $f(x) = 3x + 5$ . Quel est le sens de variation de f?

La fonction f est croissante car son coefficient directeur est positif.

3

Dans l'expression d'une fonction affine  $f(x) = mx + p$ , que représente le nombre p?

l'ordonnée à l'origine

2

Dans l'expression d'une fonction affine  $f(x) = mx + p$ , que représente le nombre m?

le coefficient directeur

1

quelle est la représentation graphique d'une fonction affine?

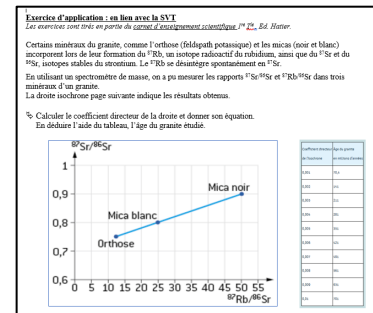
une droite

## QUELQUES EXERCICES EN LIEN DIRECT

A la suite de la structuration, l'enseignant peut proposer :

↳ Des exercices classiques basés sur les fonctions affines.

↳ Des exercices en lien avec les diverses spécialités comme celui sur les roches...



## I Exercice d'application : en lien avec la SVT

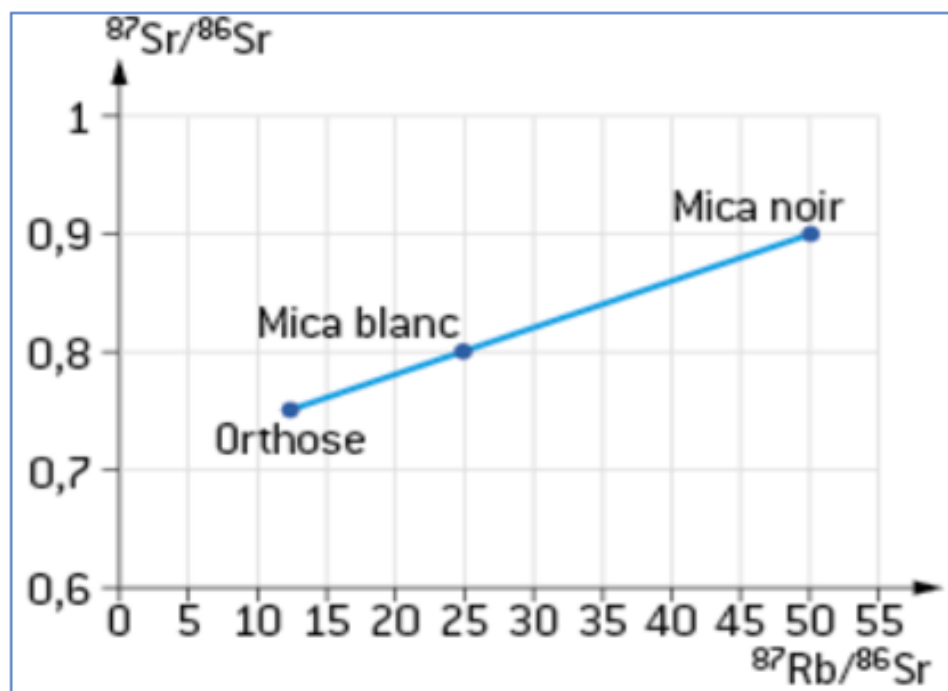
Les exercices sont tirés en partie du carnet d'enseignement scientifique 1<sup>re</sup> T<sup>le</sup>, Ed. Hatier.

Certains minéraux du granite, comme l'orthose (feldspath potassique) et les micas (noir et blanc) incorporent lors de leur formation du  $^{87}\text{Rb}$ , un isotope radioactif du rubidium, ainsi que du  $^{87}\text{Sr}$  et du  $^{86}\text{Sr}$ , isotopes stables du strontium. Le  $^{87}\text{Rb}$  se désintègre spontanément en  $^{87}\text{Sr}$ .

En utilisant un spectromètre de masse, on a pu mesurer les rapports  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  et  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  dans trois minéraux d'un granite.

La droite isochrone page suivante indique les résultats obtenus.

- ↳ Calculer le coefficient directeur de la droite et donner son équation.  
En déduire l'aide du tableau, l'âge du granite étudié.



Coefficient directeur de l'isochrone	Âge du granite en millions d'années
0,001	70,4
0,002	141
0,003	211
0,004	281
0,005	351
0,006	421
0,007	491
0,008	561
0,009	631
0,01	701

## PROJET FINAL

Réaliser un podcast, une vidéo, un exposé reprenant les notions remobilisées.

### EXTRAIT DES PROGRAMMES

La diversification des activités concerne aussi bien les contextes choisis, en fonction des parcours envisagés par les élèves, de leurs spécialités et de leurs appétences que les types de tâches proposées :

- ✓ Résolution de problèmes favorisant la prise d'initiative
  - ✓ investigation à l'aide d'outils numériques appropriés (tableur, logiciel de programmation...)
  - ✓ débats à l'oral et mise au point collective d'une solution production d'écrits individuels ou collectifs
  - ✓ réalisation d'exposés, de capsules audio ou vidéo
  - ✓ mise en œuvre d'un projet d'ampleur adaptée
-



# PROJET FINAL

Réaliser un podcast, une vidéo, un exposé reprenant les notions remobilisées.

Voici une proposition de projet.

## CONSIGNE

Voici trois situations qui utilisent les fonctions affines.

1<sup>er</sup> temps: Analyser la situation

2<sup>e</sup> temps: Présenter l'exercice ( représentation graphique, programme Python)

3<sup>e</sup> temps: Proposer deux ou trois questions pour vos camarades avec corrections (s'inspirer du travail préparatoire lectures graphiques , calcul d'images ou d' antécédents)

L'USAGE DU  
NUMERIQUE EST  
ENCOURAGE

SOUS FORME DE VIDEO OU  
d'EXPOSE

---

# EXEMPLE D'ACTIVITE DE PROLONGEMENT SITUATION 1

Il existe différentes unités de mesure de la température. En France, on utilise le degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), aux États-Unis on utilise le degré Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ).

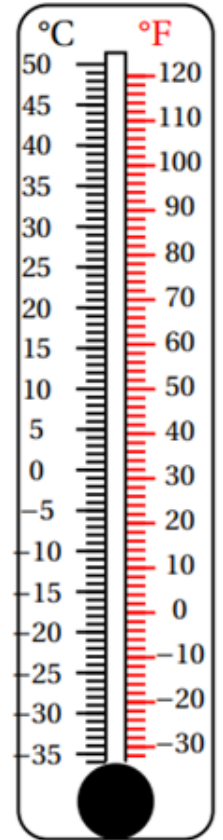
Voici deux représentations de cette correspondance :

$^{\circ}\text{C}$	-30	-20	-10	-5	0	5	10	20
$^{\circ}\text{F}$	-22	-4	14	23	32	41	50	68

Représentation 1

EN LIEN AVEC LA  
PHYSIQUE

VERSION  
COURTE



Pour chaque exercice , il existe une version « courte » (pour les exposés ) ou une version plus longue ( pour des exercices plus classiques)

# EXEMPLE D'ACTIVITE DE PROLONGEMENT SITUATION 1

VERSION  
LONGUE

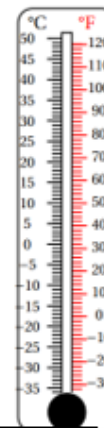
Exercice Physique : Correspondance entre degrés Celsius et Fahrenheit

Il existe différentes unités de mesure de la température. En France, on utilise le degré Celsius (°C), aux États-Unis on utilise le degré Fahrenheit (°F).

Voici deux représentations de cette correspondance :

°C	-30	-20	-10	-5	0	5	10	20
°F	-22	-4	14	23	32	41	50	68

Représentation 1



Représentation 2

Avec questions : ( Réf Brevet des collèges 15 juin 2015 \ Centres étrangers groupement I)

- 1) En vous appuyant sur les représentations précédentes, déterminer s'il y a proportionnalité entre la température en degré Celsius et la température en degré Fahrenheit. Justifier votre réponse.
- 2) Soit  $f$  la fonction qui à une température  $x$  en degré Celsius associe la température  $f(x)$  en degré Fahrenheit correspondante.

On propose trois expressions de  $f(x)$  :

Proposition 1 :  $f(x) = x + 32$

Proposition 2 :  $f(x) = 1,8x + 32$

Proposition 3 :  $f(x) = 2x + 30$

« Les propositions 1 et 3 ne peuvent pas être correctes. C'est donc la proposition 2 qui convient. ».  
Justifier cette affirmation.

- 3) On considère la fonction  $f$  définie par  $f(x) = 1,8x + 32$ .

Existe-t-il une valeur pour laquelle la température exprimée en degré Celsius est égale à la température exprimée en degré Fahrenheit ? Justifier votre réponse.

# EXEMPLE D'ACTIVITE DE PROLONGEMENT SITUATION 2

Pour calculer l'impôt sur le revenu, les revenus déclarés sont découpés en différentes tranches d'imposition. Chaque tranche est alors imposée à un certain pourcentage. Si l'on note  $R$  le revenu annuel net imposable, en euro, d'une personne célibataire, le montant de son impôt 2020 sur les revenus de 2019 est donné par la fonction  $I$  définie ci-dessous :

$$I(R) = \begin{cases} 0 & \text{si } R \leq 9\,690 \\ 0,14R - 1\,356,6 & \text{si } 9\,690 < R \leq 26\,764 \\ 0,3R - 5\,638,84 & \text{si } 26\,767 < R \leq 71\,754 \\ 0,41R - 13\,531,78 & \text{si } 71\,754 < R \leq 151\,956 \\ 0,45R - 19\,610,02 & \text{si } R > 151\,956 \end{cases}$$

EN LIEN AVEC  
L'EMC ou LES  
SES

VERSION  
COURTE

# EXEMPLE D'ACTIVITE DE PROLONGEMENT SITUATION 2

VERSION  
LONGUE

Pour calculer l'impôt sur le revenu, les revenus déclarés sont découpés en différentes tranches d'imposition. Chaque tranche est alors imposée à un certain pourcentage. Si l'on note  $R$  le revenu annuel net imposable, en euro, d'une personne célibataire, le montant de son impôt 2020 sur les revenus de 2019 est donné par la fonction  $I$  définie ci-dessous :

$$I(R) = \begin{cases} 0 & \text{si } R \leq 9\,690 \\ 0,14R - 1\,356,6 & \text{si } 9\,690 < R \leq 26\,764 \\ 0,3R - 5\,638,84 & \text{si } 26\,767 < R \leq 71\,754 \\ 0,41R - 13\,531,78 & \text{si } 71\,754 < R \leq 151\,956 \\ 0,45R - 19\,610,02 & \text{si } R > 151\,956 \end{cases}$$

1. Quel est le montant de l'impôt sur le revenu d'une personne ayant un revenu net imposable de 25 000 € par an ? 100 000 € par an ?
2. Une personne qui gagne entre 27 000 et 70 000 € a payé 9 361,16 € d'impôt. Quels ont été ses revenus nets imposables en 2019 ?

# EXEMPLE D'ACTIVITE DE PROLONGEMENT SITUATION 3

EN LIEN  
AVEC LES  
SES

VERSION  
COURTE

## Document 1:

Une étude de marché s'intéresse à l'évolution de l'offre et de la demande d'un certain produit en fonction du prix unitaire  $x$ , exprimé en euros.

Pour un prix unitaire  $x$  compris entre 2 et 30, le nombre de produits demandés par les clients est modélisé par  $f(x) = 0,05x^2 - 4x + 80,8$  et le nombre de produits à vendre par le fabricant est modélisé par  $g(x)$  sachant que  $g$  est une fonction affine.

## Document 2:

Courbe représentative de la fonction demande



## Document 3:

On appelle prix d'équilibre d'un produit le prix pour lequel l'offre et la demande sont égales.

## Document 4:

Pour un prix unitaire de 2 euros, le nombre de produits à vendre est 20 et pour un prix unitaire de 10 euros, le nombre de produits à vendre est 36.

# EXEMPLE D'ACTIVITE DE PROLONGEMENT SITUATION 3

VERSION  
LONGUE

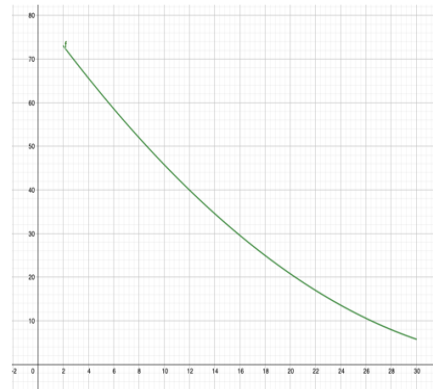
## Document 1:

Une étude de marché s'intéresse à l'évolution de l'offre et de la demande d'un certain produit en fonction du prix unitaire  $x$ , exprimé en euros.

Pour un prix unitaire  $x$  compris entre 2 et 30, le nombre de produits demandés par les clients est modélisé par  $f(x) = 0,05x^2 - 4x + 80,8$  et le nombre de produits à vendre par le fabricant est modélisé par  $g(x)$  sachant que  $g$  est une fonction affine.

## Document 2:

Courbe représentative de la fonction demande



## Document 3:

On appelle prix d'équilibre d'un produit le prix pour lequel l'offre et la demande sont égales.

## Document 4:

Pour un prix unitaire de 2 euros, le nombre de produits à vendre est 20 et pour un prix unitaire de 10 euros, le nombre de produits à vendre est 36.

- 1) Représenter graphiquement dans le repère précédente la fonction offre.
- 2) Déterminer graphiquement le nombre de produits à vendre et le nombre de produits demandés lorsque le prix du produit est de 18 €.
- 3) Déterminer l'expression de  $g(x)$ .
- 4) Retrouver le résultat de la question 2 par calcul.
- 5) Déterminer le prix d'équilibre.

# EVALUATION

Quelques points à questionner :

- ↳ Rythme
  - ↳ Contenu et forme des évaluations
  - ↳ Comment évaluer plus particulièrement les compétences Modéliser et Représenter
  - ↳ Appel au professeur lors des évaluations
  - ↳ Réflexion sur l'évaluation de productions « atypiques » (oraux, ...) et travail d'explicitation nécessaire aux élèves sur ces productions attendue
-

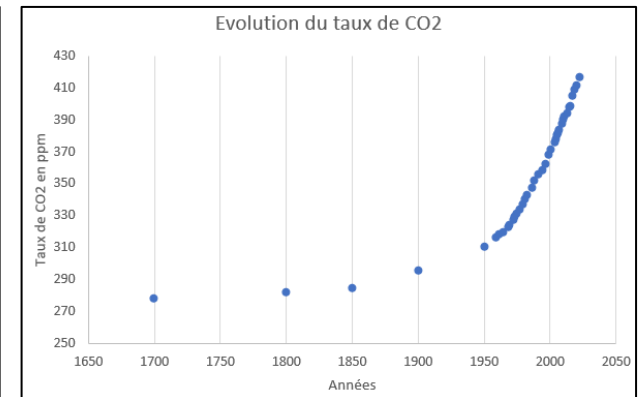
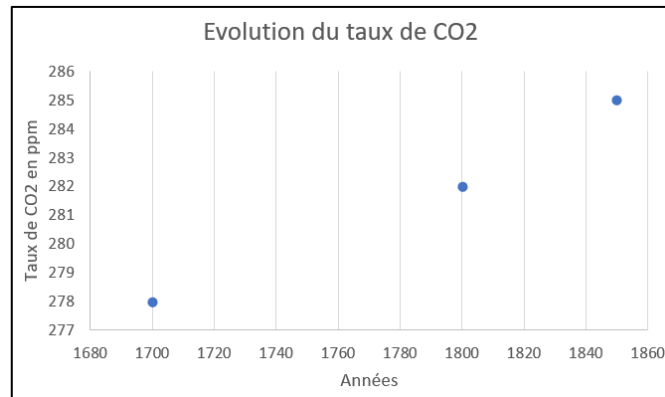


# EVALUATION

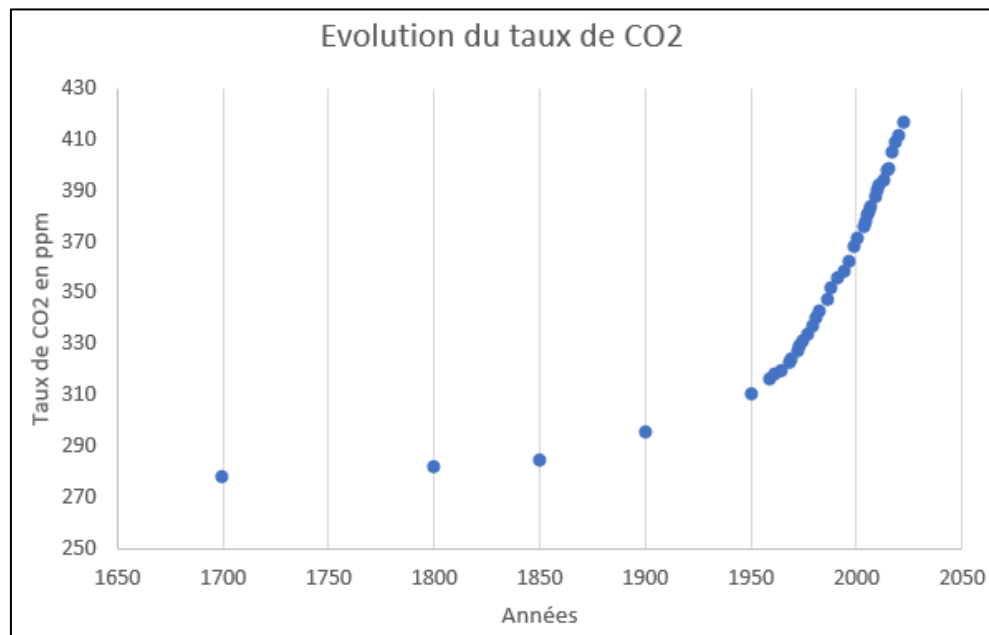
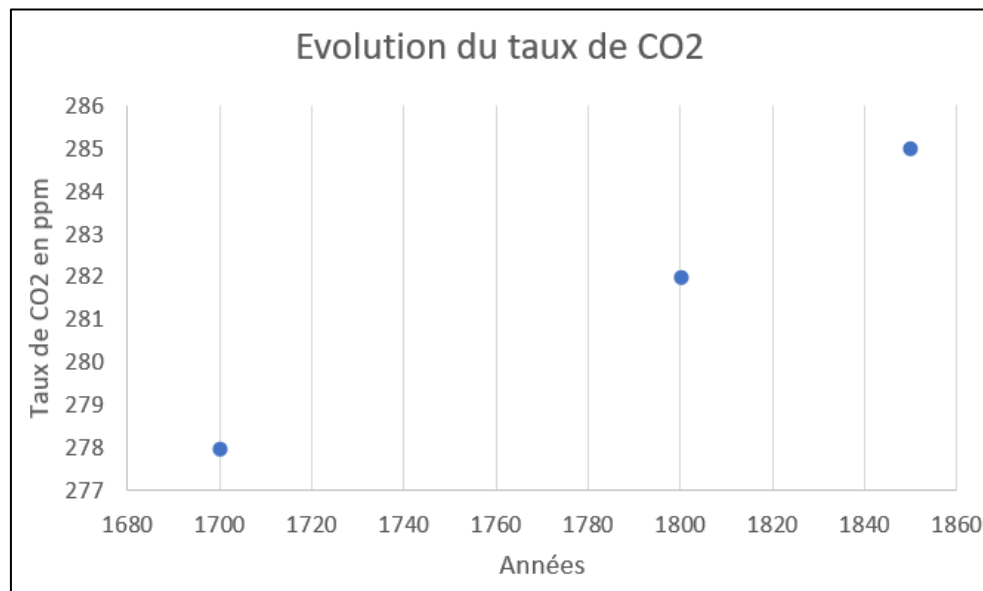
Pour la séquence présentée précédemment on pourrait :

- ↪ Évaluer le projet et notamment sa restitution orale.
- ↪ Proposer des quiz ou des QCM en lien avec les automatismes travaillés avec les questions de mémorisation active
- ↪ Exploiter d'autres données .

Par exemple les données du taux de CO<sub>2</sub> montrant la possibilité d'une modélisation par croissance au départ linéaire mais en révélant ensuite les limites .








	A	B
1	Année	Taux de CO2 en ppm
2	1700	278
3	1800	282
4	1850	285
5	1900	295
6	1950	310
7	1959	316
8	1961	318
9	1965	320
10	1968	323
11	1969	324,6
12	1972	327,45
13	1973	329,7
14	1975	331,1
15	1977	333,8
16	1979	336,8
17	1981	340,1
18	1983	343,05
19	1986	347,4
20	1988	351,6
21	1991	355,6
22	1994	358,8
23	1996	362,6
24	1999	368,4
25	2001	371,1
26	2003	375,8
27	2004	377,5
28	2005	379,8
29	2006	381,9
30	2007	383,8
31	2009	387,4
32	2010	389,9
33	2011	391,65
34	2013	394,2
35	2014	397,7
36	2015	398,6
37	2017	404,5
38	2019	409
39	2020	411,6
40	2022	416,4
41		



## Proposition de grille d'évaluation de l'oral

Grille inspirée de celle du Grand Oral du baccalauréat

<u>Nom et prénom :</u> .....	Très fragile ..... Très satisfaisant	<b>Remarques éventuelles</b>
<b>Qualités orales :</b> - Volume et débit - Respect de la syntaxe - Parole bien articulée, limpide et claire - Variation du ton - Vocabulaire précis - Vocabulaire spécifique à la spécialité bien maîtrisé		
<b>Qualité de l'échange :</b> - L'élève s'adresse à la classe et regarde les élèves - L'élève rebondit efficacement sur les questions posées par le professeur ou par les autres élèves. - L'élève prend l'initiative dans l'échange.		
<b>Qualité des connaissances :</b> - L'élève maîtrise ses connaissances - L'élève sait définir les termes techniques propres à sa spécialité - L'élève est en mesure de préciser les références sur lesquelles il s'est appuyé durant l'exposé - La prestation de l'élève témoigne d'un travail sérieux effectué en amont		
<b>Qualité de l'argumentation :</b> - Les arguments déployés sont pertinents et convaincants - Le discours est structuré et conduit de façon logique - Les arguments, les références et les exemples sont en cohérence les uns avec les autres		
<b>Qualité globale de la prestation :</b> - L'élève s'est montré convaincu et convaincant. - L'élève a été engagé dans sa parole. - L'élève a su faire preuve d'esprit critique. - L'élève a su gérer son temps.		

**Note éventuelle attribuée : /**

# Merci de votre attention.

Cécile MARTIN : [cecile.perrin1@ac-lille.fr](mailto:cecile.perrin1@ac-lille.fr)

Christophe CAELEN: [christophe.caelen@ac-lille.fr](mailto:christophe.caelen@ac-lille.fr)

Jean-Michel POPPE: [Jean-Michel.Poppe@ac-lille.fr](mailto:Jean-Michel.Poppe@ac-lille.fr)

---