

# L'ORIENTATION RÉUSSIE POUR TOUS EST LE PRINCIPE ORGANISATEUR DE LA RÉFORME

POUR L'ÉCOLE  
DE LA CONFIANCE



2019-2020

**Spécialité Physique-Chimie  
de la voie générale.**

# L'épreuve de spécialité physique-chimie

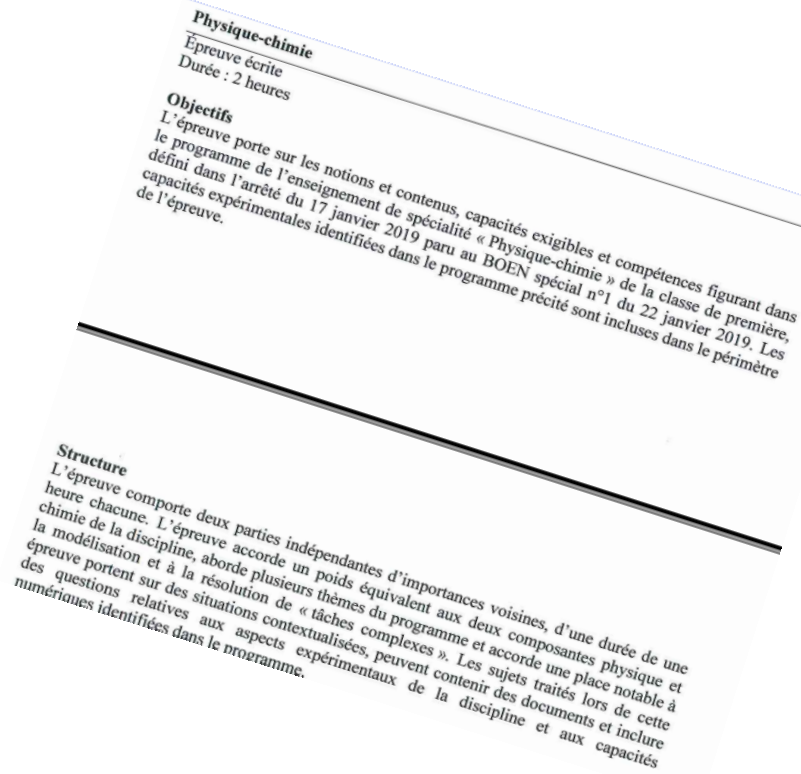
**E3C si spécialité PC non  
poursuivie en terminale**

**Epreuve terminale si spécialité  
PC poursuivie en terminale**



## E3C : 5% au baccalauréat







Spécialité de PC de 1<sup>ère</sup> non suivie en Terminale  
[E3C spé non suivie en terminale.pdf](#)



# Sujets Zéro

<https://eduscol.education.fr/cid141765/sujets-zero-bac-2021.html>

## Physique-chimie

-  [Agrocarburants](#)
-  [Correction de l'hypermétropie](#)
-  [Ions ferreux dans le sang](#)
-  [Véhicule électrique](#)
-  [Jeux et physique-chimie](#)
  -  [Jeux et physique-chimie : éléments de correction](#)

# Extrait du sujet zéro d'E3C- véhicule électrique

## 2.1. Étude d'un programme de calculateur

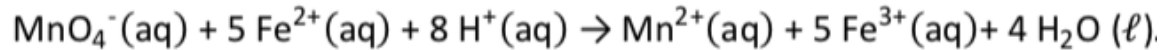
Les voitures électriques sont généralement équipées d'un calculateur. Un exemple possible de codage d'un calculateur, lorsque la batterie possède un état de charge de 100 %, est proposé ci-dessous.

```
1  v=float(input("Entrez la vitesse moyenne habituelle du véhicule en km/h"))
2  D1=float(input("Entrez la distance à parcourir avec votre véhicule en km"))
3
4  #d représente la distance maximale théorique que peut parcourir le véhicule en fonction de la vitesse moyenne v
5  d=-2.913*v+530.2
6  D2=d-D1
7
8  if (d<D1):
9      | print("si vous roulez à la même vitesse que d'habitude vous ne pourrez pas parcourir la distance prévue")
10
11 elif (d==D1):
12     | print("votre batterie sera totalement déchargée à la fin de votre parcours si vous roulez à la vitesse moyenne
13     | habituelle")
14
15 else:
16     | print("après votre voyage vous pourrez encore parcourir une distance de", "%.2f"%(D2), "km")
```

**2.1.1.** Expliquer brièvement ce que calcule ce programme.

**2.1.2.** Modifier le programme afin de tenir compte de l'état de charge de la batterie.

# Extrait du sujet zéro d'E3C- ions ferreux dans le sang



Cette modélisation de la transformation sert de support pour rédiger un programme en langage python. Ce programme permet de visualiser l'évolution des quantités de matière des ions permanganate et des ions ferreux dans le système précédent en fonction de l'avancement de la réaction noté  $x$ .

Extrait du programme rédigé en langage python :

```
4
5 ni_MnO4 = 2.0 # quantité de matière initiale de permanganate MnO4- en mmol
6 ni_Ferreux = 10 # quantité de matière initiale d'ions Fe2+ en mmol
7 ni_Ferrique = 0 # quantité de matière initiale d'ions Fe3+ en mmol
8 ni_Mn2 = 0 # quantité de matière initiale d'ions Mn2+ en mmol
9 # H2O solvant (non simulé)
10 # H+ large excès (non simulé)
11
12 n_MnO4=[ni_MnO4]
13 n_Ferreux=[ni_Ferreux]
14 n_Ferrique=[ni_Ferrique]
15 n_Mn2=[ni_Mn2]
16
17 avancement=[0]
18 x=0
19
20 while n_MnO4[-1]>=0 and n_Ferreux[-1]>=0:
21     x=x+0.05
22     n_MnO4.append((ni_MnO4 - 1*x))
23     n_Ferreux.append(ni_Ferreux - 5*x)
24     n_Mn2.append((ni_Mn2 + 1*x))
25     avancement.append(x)
26
27 xmax=avancement[-1]
28
```

L'épreuve de spécialité physique-chimie de terminale de la voie générale.



Cette épreuve est constituée :

- d'une **partie écrite** d'une durée de **3 heures 30 minutes**
- d'une **partie pratique** d'une durée de **1 heure**.

Chaque partie est notée sur 20 points.

La note finale sur 20 points de l'épreuve de spécialité physique-chimie est obtenue en multipliant par :

- **0,8** la note sur 20 points de la partie écrite
  - **0,2** la note sur 20 points de la partie pratique
- et en additionnant ces deux résultats.



*L'épreuve porte sur les notions, contenus, capacités et compétences figurant dans la partie du programme de l'enseignement de spécialité physique-chimie du cycle terminal (cf. arrêté du 17 janvier 2019 paru au BOEN spécial n° 1 du 22 janvier 2019 et arrêté du 17 juillet 2019 paru au BOEN spécial n° 8 du 25 juillet 2019) à l'exception des notions précisées en annexe. Les thématiques des sujets portent sur le programme de terminale et les compétences mobilisées sont celles du cycle terminal.*

## Partie écrite – structure

- La partie écrite comporte **trois exercices indépendants** et s'appuie de manière équilibrée sur différents thèmes des programmes.
- Le sujet accorde une place significative à la **modélisation** et à la **résolution de questions avec prise d'initiative**.
- Les sujets traités lors de cette épreuve portent sur des **situations contextualisées**, peuvent contenir des documents et inclure des questions relatives aux **aspects expérimentaux** de la discipline et aux **capacités numériques** identifiées dans les programmes.
- Le sujet précise si l'usage de la calculatrice, dans les conditions précisées par les textes en vigueur, est autorisé.

# Partie écrite – structure

≈ **11** points de physique  
et **9** points de chimie

**1** « grand » exo de physique  
**2** « petits » exos de chimie

**1** « grand » exo de chimie  
**2** « petits » exos de physique

**1** « grand » exo de physique et  
de chimie  
**1** « petit » exo de physique  
**1** « petit » exo de chimie



# Partie pratique – ECE

La partie pratique vise à évaluer les compétences expérimentales des candidats.

Elle s'appuie sur les compétences de la démarche scientifique, les **capacités expérimentales** et les **activités expérimentales** support de la formation identifiées dans les programmes de la spécialité physique-chimie des classes de première et de terminale.

Dans un contexte de laboratoire de physique et chimie, le candidat est ainsi conduit à **s'approprier** une problématique de nature expérimentale, à **mettre en œuvre** ou à **élaborer** un protocole, à **réaliser** une ou plusieurs expériences, à **valider** sa démarche et à **communiquer** ses résultats. L'épreuve valorise l'**autonomie** et l'**initiative** du candidat.



## Partie pratique – ECE

Selon les textes en vigueur, chaque académie retient un ensemble de situations d'évaluation parmi celles publiées dans une banque nationale, puis les établissements choisissent un ensemble de ces situations d'évaluation.

L'évaluation des compétences expérimentales **se déroule au cours du second trimestre, selon le calendrier fixé pour la session**, et dans le cadre habituel de formation de l'élève.

L'examineur ne peut pas évaluer un élève qu'il a eu en classe durant l'année en cours.



# Réforme du baccalauréat : les épreuves de spécialités de terminale devraient se dérouler en mars à partir de 2021

épreuves de spécialités au mois de mars de l'année de terminale,



# LES ÉPREUVES DU NOUVEAU BACCALAURÉAT VOIE GÉNÉRALE

## CALENDRIER DES ÉPREUVES FINALES

### Première

sept.

janv.

juin

### Terminale

sept.

janv.

mars

juin

Français  
écrit et oral

Enseignements  
de spécialité

Philosophie

Grand oral



Durée des  
épreuves :

4 H\*\*



Sujets  
nationaux



Dates  
nationales

\*\*Sauf : **Oral de français** : 20 min  
**Grand oral** : 20 min

**Épreuves d'enseignement de spécialités :**

- entre 3h30 et 4h pour les épreuves écrites
- entre 20 min et 30 min pour les épreuves orales complémentaires aux épreuves écrites en Arts et LL.CER
- 3h30 d'épreuves écrites et 1h30 d'épreuves pratique en Biologie et Écologie ; Numérique et sciences informatiques, Physique-Chimie ; Sciences de la Vie et de la Terre



# Programme de physique-chimie de terminale générale





Cycle 4  
1,5 h

Organisation et transformations de la matière

Mouvement et interactions

L' énergie et ses conversion

Des signaux pour observer et communiquer

Seconde  
3 h

Constitution et transformations de la matière

Mouvement et interactions

L' énergie : conversions et transferts

Ondes et signaux



Première (spécialité)  
4 h

Constitution et transformations de la matière

Mouvement et interactions

L' énergie : conversions et transferts

Ondes et signaux

Terminale (spécialité)  
6 h

Constitution et transformations de la matière

Mouvement et interactions

L' énergie : conversions et transferts

Ondes et signaux

# Structure du programme

## 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

La détermination, à l'échelle macroscopique, de la composition d'un système a débuté en classe de seconde et s'est enrichie en enseignement de spécialité de première par des mesures de grandeurs physiques, des dosages par étalonnage et des titrages. L'objectif de cette partie est de compléter ces méthodes d'investigation de la matière en abordant de nouvelles lois générales liant des grandeurs physiques aux concentrations et de nouvelles méthodes de suivi de titrages par pH-métrie et conductimétrie. Une attention particulière est portée aux notations pour éviter la confusion entre grandeurs à l'équivalence et grandeurs à l'équilibre.

En classe de première, les réactions d'oxydo-réduction ont servi de support aux titrages. En classe terminale, les réactions acide-base sont introduites à cet effet. Ces méthodes d'analyse peuvent être appliquées à divers domaines de la vie courante : santé, alimentation, cosmétique, sport, environnement, matériaux, etc.

L'ensemble des méthodes d'analyse sera réinvesti pour suivre l'évolution temporelle et caractériser l'état final de systèmes chimiques.

### Notions abordées en classe de première (enseignement de spécialité) :

Titrage avec suivi colorimétrique, réaction d'oxydo-réduction support du titrage, équivalence, absorbance, spectre d'absorption, couleur d'une espèce en solution, loi de Beer-Lambert, concentration en quantité de matière, volume molaire d'un gaz, identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge, schémas de Lewis.

**Notions et contenus**

**Capacités exigibles**

*Activités expérimentales support de la formation*

### A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène H<sup>+</sup>



## Python pour la physique chimie ☆




### SOMMAIRE

- ▶ Accueil
- ▶ Avant de commencer
- ▶ Types de données et variables
- ▶ Boucles et Conditions
- ▶ Écrire et importer des fonctions
- ▶ Tracer une courbe
- ▶ Modéliser une série de données expérimentales
- ▶ Utiliser et tracer des vecteurs
- ▶ Besoin d'aide ?
- ▶ Conclusion



### ADMINISTRATION

- ▾ Administration du parcours
  -  **M'inscrire dans ce parcours**

## Options d'inscription

### Python pour la physique chimie

Ce parcours est destiné aux enseignants de physique-chimie afin qu'ils acquièrent les compétences de base en programmation en lien avec les nouveaux programmes de physique chimie du lycée général et technologique.

Le parcours propose de découvrir le langage de programmation « Python », depuis l'installation de l'environnement de programmation jusqu'à l'écriture et à la modification des premiers programmes. Une contextualisation en physique-chimie a été privilégiée.

Une place particulière est réservée à l'affichage de courbes et à la modélisation mathématique de données expérimentales. Des exemples de programmes directement utilisables sont fournis afin de permettre une utilisation aussi aisée que possible. Des exercices de réinvestissement de ces exemples de programmes sont également proposés afin de permettre aux professeurs de les modifier et de se les approprier. L'objectif visé n'est pas celui d'une maîtrise parfaite du langage de programmation « Python » mais bien de développer des compétences numériques pour la bonne utilisation de cet environnement de programmation dans le cadre de la physique-chimie.

Dans ce parcours, vous pourrez exécuter tous les programmes directement en ligne dans m@gistère soit sur votre ordinateur.

Une **attestation de participation vous sera délivrée sous forme d'un openbadge** lorsque vous aurez achevé la formation

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques



- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique



# Programme de physique-chimie de terminale générale

Transformation modélisée par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$  : acide et base de Brønsted, couple acide-base, réaction acide-base.

Couples acide-base de l'eau, de l'acide carbonique, d'acides carboxyliques, d'amines.

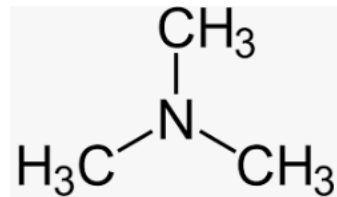
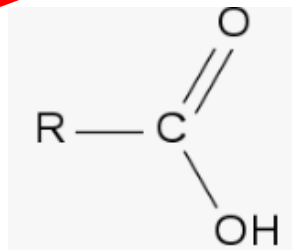
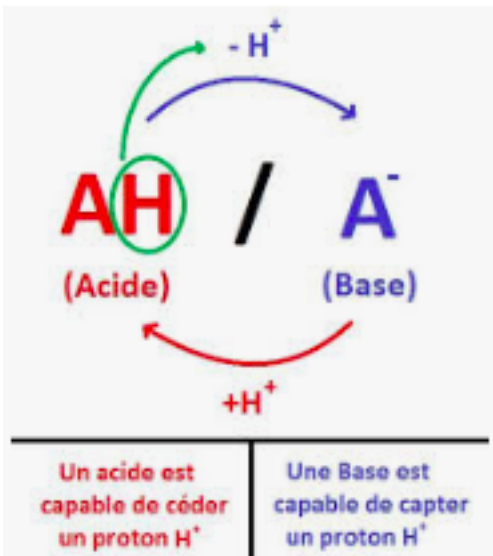
Espèce amphotère.

Identifier, à partir d'observations ou de données expérimentales, un transfert d'ion hydrogène, les couples acide-base mis en jeu et établir l'équation d'une réaction acide-base.

Représenter la structure développée d'un ion carboxylate, d'un ion ammonium.

Représenter la structure développée d'une espèce amphotère d'une espèce chimique.

**Monde matériel – Monde des modèles**




korrespond. Base	Ampholyt	korrespond. Säure
$OH^-$	$H_2O$	$H_3O^+$
$NH_2^-$	$NH_3$	$NH_4^+$
$CO_3^{2-}$	$HCO_3^-$	$H_2CO_3$
$PO_4^{3-}$	$HPO_4^{2-}$	$H_2PO_4^-$

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- 
- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
  - B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
  - C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

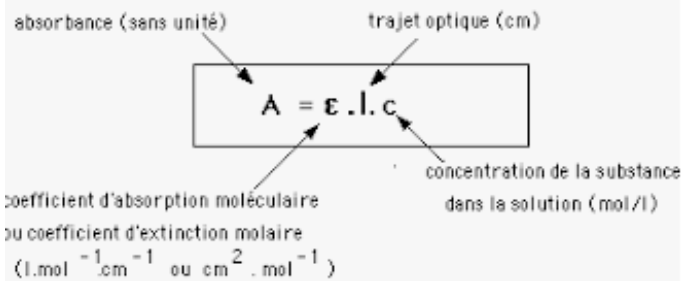
### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

<p>pH et relation</p> <p><math>\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^\circ}\right)</math> avec <math>c^\circ = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}</math>, concentration standard.</p>	<p>Déterminer, à partir de la valeur de la concentration en ion oxonium <math>\text{H}_3\text{O}^+</math>, la valeur du pH de la solution et inversement.</p> <p><i>Mesurer le pH de solutions d'acide chlorhydrique (<math>\text{H}_3\text{O}^+</math>, <math>\text{Cl}^-</math>) obtenues par dilutions successives d'un facteur 10 pour tester la relation entre le pH et la concentration en ion oxonium <math>\text{H}_3\text{O}^+</math> apporté.</i></p>
<p>Absorbance ; loi de Beer-Lambert</p> <p>Conductance, conductivité ; loi de Kohlrausch</p> <p>Spectroscopie infrarouge et UV-visible. Identification de groupes caractéristiques et d'espèces chimiques.</p>	<p>Exploiter la loi de Beer-Lambert, la loi de Kohlrausch ou l'équation d'état du gaz parfait pour déterminer une concentration ou une quantité de matière. Citer les domaines de validité de ces relations.</p> <p><i>Mesurer une conductance et tracer une courbe d'étalonnage pour déterminer une concentration.</i></p> <p>Exploiter, à partir de données tabulées, un spectre d'absorption infrarouge ou UV-visible pour identifier un groupe caractéristique ou une espèce chimique.</p>

## pH = - log[H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

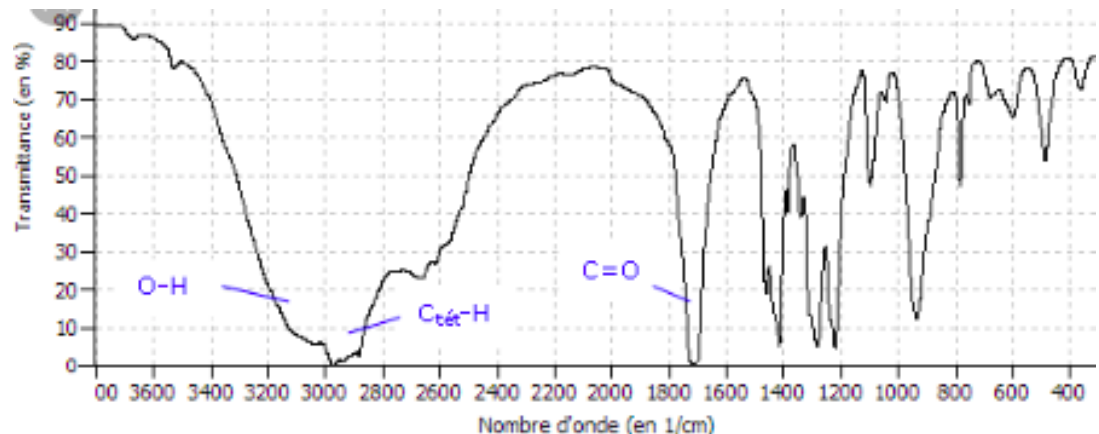
Loi de Beer-Lambert :



la conductivité  $\sigma$  s'exprime selon la loi de Kohlrausch:

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i]$$

$\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$        $\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$        $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$





# Programme de physique-chimie de terminale générale

**Capacité mathématique :** Utiliser la fonction logarithme décimal et sa réciproque.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

Titre massique et densité d'une solution.

Titrage avec suivi pH-métrique.

Titrage avec suivi conductimétrique.

Réaliser une solution de concentration donnée en soluté apporté à partir d'une solution de titre massique et de densité fournis.

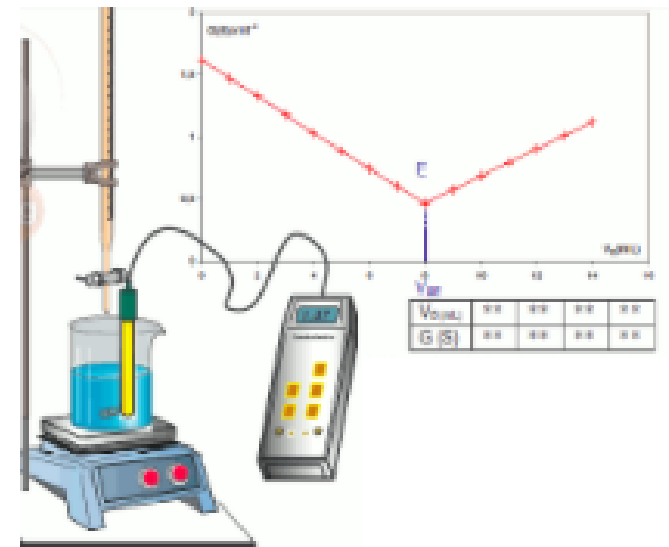
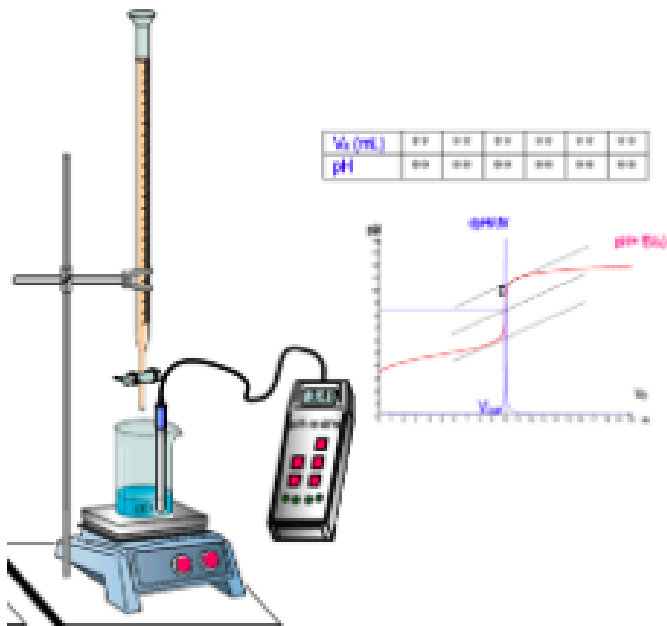
Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale.

Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.

Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe à l'aide de données sur les conductivités ioniques molaires.

Mettre en œuvre le suivi pH-métrique d'un titrage ayant pour support une réaction acide-base.

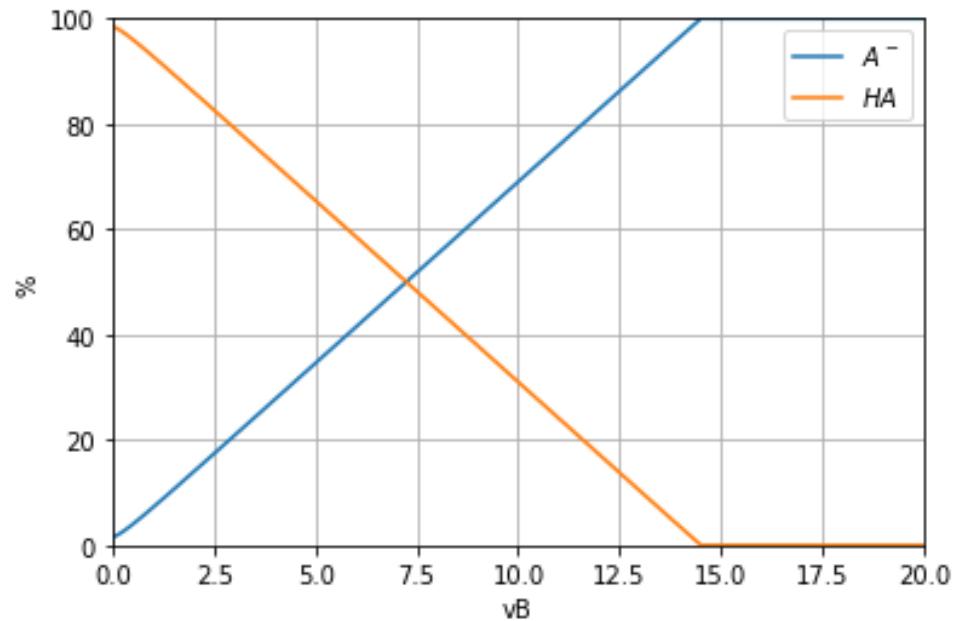
Mettre en œuvre le suivi conductimétrique d'un titrage.



# Programme de physique-chimie de terminale générale



**Capacité numérique :** Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, l'évolution des quantités de matière des espèces en fonction du volume de solution titrante versé.



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation



- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Suivi temporel et modélisation macroscopique

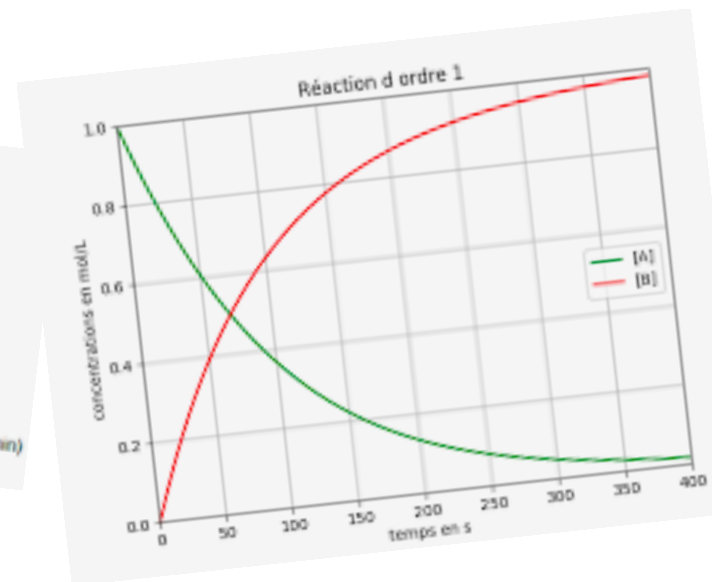
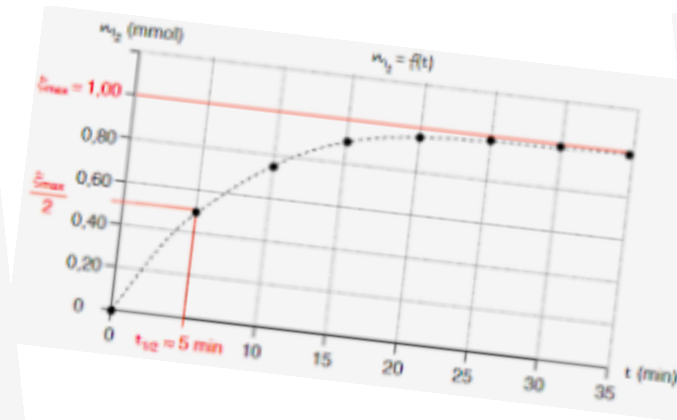
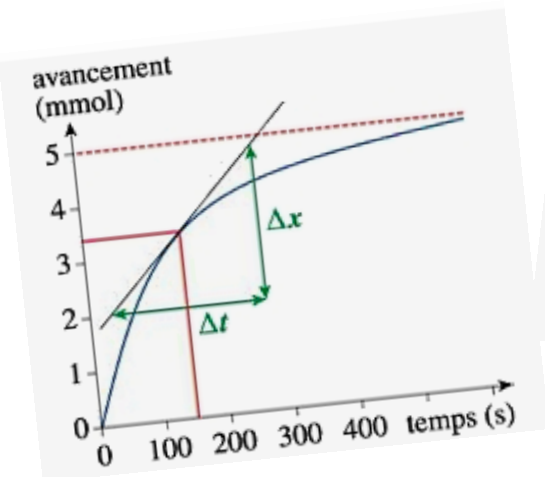
Vitesse volumique de disparition d'un réactif et d'apparition d'un produit.  
Temps de demi-réaction.

Loi de vitesse d'ordre 1.

À partir de données expérimentales, déterminer une vitesse volumique de disparition d'un réactif, une vitesse volumique d'apparition d'un produit ou un temps de demi-réaction.

*Mettre en œuvre une méthode physique pour suivre l'évolution d'une concentration et déterminer la vitesse volumique de formation d'un produit ou de disparition d'un réactif.*

Identifier, à partir de données expérimentales, si l'évolution d'une concentration suit ou non une loi de vitesse d'ordre 1.



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Modélisation microscopique

Mécanisme réactionnel : acte élémentaire, intermédiaire réactionnel, formalisme de la flèche courbe.

Modification du mécanisme par ajout d'un catalyseur.

Interprétation microscopique de l'influence des facteurs cinétiques.

À partir d'un mécanisme réactionnel fourni, identifier un intermédiaire réactionnel, un catalyseur et établir l'équation de la réaction qu'il modélise au niveau microscopique.

Représenter les flèches courbes d'un acte élémentaire, en justifiant leur sens.

Interpréter l'influence des concentrations et de la température sur la vitesse d'un acte élémentaire, en termes de fréquence et d'efficacité des chocs entre entités.

**Non évalué à l'épreuve terminale**



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

**Non évaluée à l'épreuve terminale**



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Décroissance radioactive

Stabilité et instabilité des noyaux : diagramme (N,Z), radioactivité  $\alpha$  et  $\beta$ , équation d'une réaction nucléaire, lois de conservation.

Radioactivité  $\gamma$ .

Évolution temporelle d'une population de noyaux radioactifs ; constante radioactive ; loi de décroissance radioactive ; temps de demi-vie ; activité.

Radioactivité naturelle ; applications à la datation.

Applications dans le domaine médical ; protection contre les rayonnements ionisants.

Déterminer, à partir d'un diagramme (N,Z), les isotopes radioactifs d'un élément.

Utiliser des données et les lois de conservation pour écrire l'équation d'une réaction nucléaire et identifier le type de radioactivité.

Établir l'expression de l'évolution temporelle de la population de noyaux radioactifs.

Exploiter la loi et une courbe de décroissance radioactive.

**Capacité mathématique** : Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants.

Expliquer le principe de la datation à l'aide de noyaux radioactifs et dater un événement.

Citer quelques applications de la radioactivité dans le domaine médical.

Citer des méthodes de protection contre les rayonnements ionisants et des facteurs d'influence de ces protections.

# Programme de physique-chimie de terminale générale

**Capacité mathématique** : Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \text{ soit } N = N_0 e^{-\lambda t}$$

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique



- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

État final d'un système siège d'une transformation non totale : état d'équilibre chimique.  
Modèle de l'équilibre dynamique.

Quotient de réaction  $Q_r$ .

Système à l'équilibre chimique : constante d'équilibre  $K(T)$ .

Critère d'évolution spontanée d'un système hors équilibre chimique.

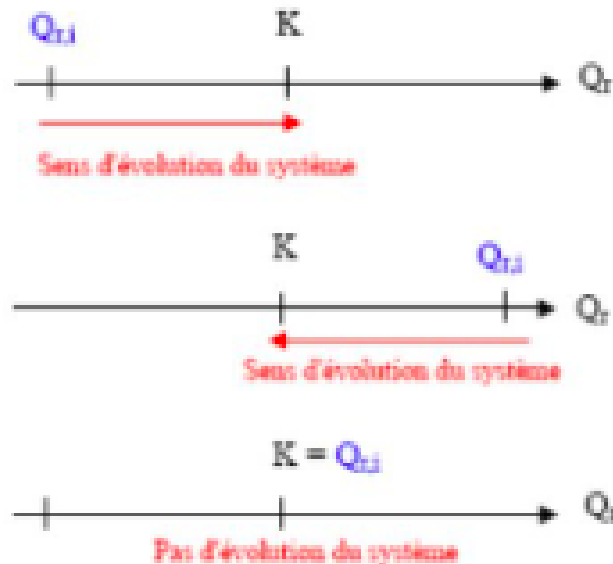
Relier le caractère non total d'une transformation à la présence, à l'état final du système, de tous les réactifs et de tous les produits.

*Mettre en évidence la présence de tous les réactifs dans l'état final d'un système siège d'une transformation non totale, par un nouvel ajout de réactifs.*

Déterminer le sens d'évolution spontanée d'un système.

Déterminer un taux d'avancement final à partir de données sur la composition de l'état final et le relier au caractère total ou non total de la transformation.

*Déterminer la valeur du quotient de réaction à l'état final d'un système, siège d'une transformation non totale, et montrer son indépendance vis-à-vis de la composition initiale du système à une température donnée.*



# Programme de physique-chimie de terminale générale

Transformation spontanée modélisée par une réaction d'oxydo-réduction.

Pile, demi-piles, pont salin ou membrane, tension à vide.

Fonctionnement d'une pile ; réactions électrochimiques aux électrodes.

Usure d'une pile, capacité électrique d'une pile.

Oxydants et réducteurs usuels.

*Illustrer un transfert spontané d'électrons par contact entre réactifs et par l'intermédiaire d'un circuit extérieur.*

Justifier la stratégie de séparation des réactifs dans deux demi-piles et l'utilisation d'un pont salin.

Modéliser et schématiser, à partir de résultats expérimentaux, le fonctionnement d'une pile.

Déterminer la capacité électrique d'une pile à partir de sa constitution initiale.

*Réaliser une pile, déterminer sa tension à vide et la polarité des électrodes, identifier la transformation mise en jeu, illustrer le rôle du pont salin.*

Citer des oxydants et des réducteurs usuels : eau de Javel, dioxygène, dichlore, acide ascorbique, dihydrogène, métaux.

Justifier le caractère réducteur des métaux du bloc s.





# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système



### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

**Capacité mathématique :** Résoudre une équation du second degré.

Etat	Avancement	AH (aq) +	H <sub>2</sub> O (l) ⇌	A-(aq) +	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> (aq)
Initial	0	c . V	excès	0	0
En cours	x	c . V - x	excès	x	x
Final	x <sub>f</sub>	c . V - x <sub>f</sub>	excès	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

$$K_A = \frac{(c \cdot \tau)^2}{c \cdot (1 - \tau)}$$

$$c \cdot \tau^2 + K_A \cdot \tau - K_A = 0$$

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

**Non évaluée à l'épreuve terminale**



# Programme de physique-chimie de terminale générale

Passage forcé d'un courant pour réaliser une transformation chimique.

Constitution et fonctionnement d'un électrolyseur.

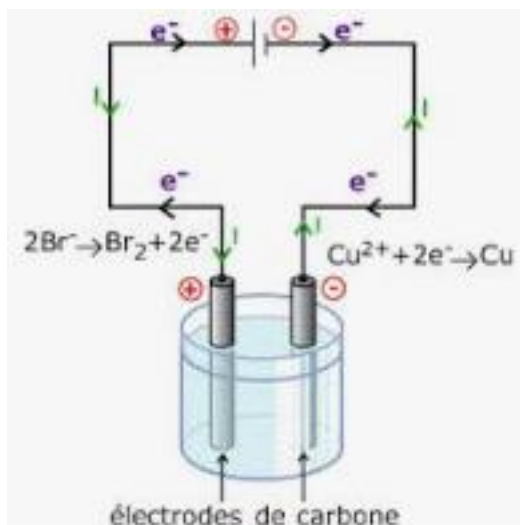
Modéliser et schématiser, à partir de résultats expérimentaux, les transferts d'électrons aux électrodes par des réactions électrochimiques.

Déterminer les variations de quantité de matière à partir de la durée de l'électrolyse et de la valeur de l'intensité du courant.

*Identifier les produits formés lors du passage forcé d'un courant dans un électrolyseur. Relier la durée, l'intensité du courant et les quantités de matière de produits formés.*

Stockage et conversion d'énergie chimique.

Citer des exemples de dispositifs mettant en jeu des conversions et stockages d'énergie chimique (piles, accumulateurs, organismes chlorophylliens) et les enjeux sociétaux associés.



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Constitution et transformations de la matière

### 1. Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques

- A) Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène  $H^+$
- B) Analyser un système chimique par des méthodes physiques
- C) Analyser un système par des méthodes chimiques

### 2. Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation

- A) Suivre et modéliser l'évolution temporelle d'un système siège d'une transformation chimique
- B) Modéliser l'évolution temporelle d'un système, siège d'une transformation nucléaire

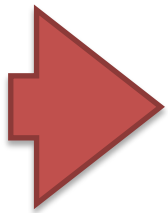
### 3. Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique

- A) Prévoir le sens de l'évolution spontanée d'un système chimique
- B) Comparer la force des acides et des bases
- C) Forcer le sens d'évolution d'un système

### 4. Élaborer des stratégies en synthèse organique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Mouvement et interactions



**1. Décrire un mouvement**

**2. Relier les actions appliquées à un système à son mouvement**

**Deuxième loi de Newton**

**Mouvement dans un champ  
uniforme**

**Mouvement dans un champ  
de gravitation**

**3. Modéliser l'écoulement d'un fluide**

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Mouvement et interactions

1. Décrire un mouvement

2. Relier les actions appliquées à un système à son mouvement

**Deuxième loi de Newton**

**Mouvement dans un champ  
uniforme**

**Mouvement dans un champ  
de gravitation**

3. Modéliser l'écoulement d'un fluide

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Mouvement et interactions

1. Décrire un mouvement

2. Relier les actions appliquées à un système à son mouvement



**Deuxième loi de Newton**

**Mouvement dans un champ  
uniforme**

**Mouvement dans un champ  
de gravitation**

3. Modéliser l'écoulement d'un fluide

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Mouvement et interactions

1. Décrire un mouvement

2. Relier les actions appliquées à un système à son mouvement

**Deuxième loi de Newton**

**Mouvement dans un champ  
uniforme**

**Mouvement dans un champ  
de gravitation**

3. Modéliser l'écoulement d'un fluide



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Mouvement et interactions

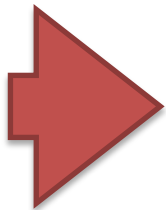
1. Décrire un mouvement

2. Relier les actions appliquées à un système à son mouvement

**Deuxième loi de Newton**

**Mouvement dans un champ  
uniforme**

**Mouvement dans un champ  
de gravitation**

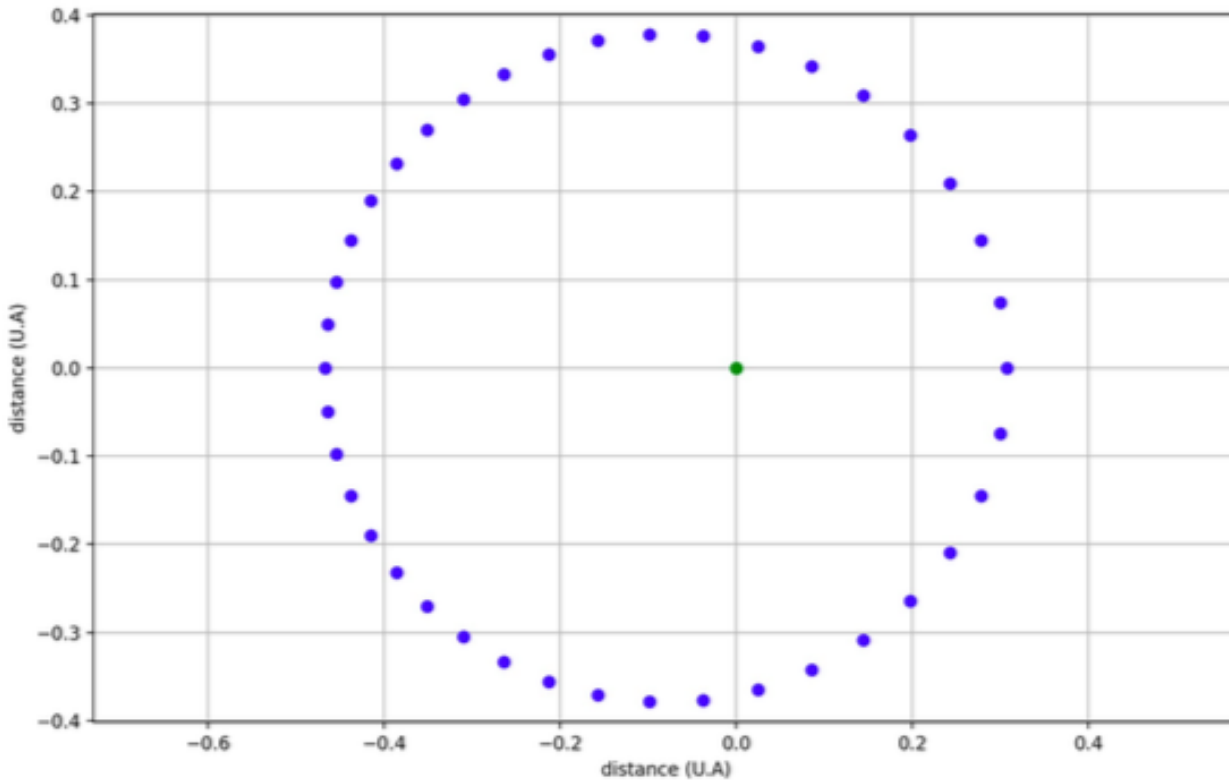


3. Modéliser l'écoulement d'un fluide

# Programme de physique-chimie de terminale générale



**Capacité numérique** : Exploiter, à l'aide d'un langage de programmation, des données astronomiques ou satellitaires pour tester les deuxième et troisième lois de Kepler.



Planète	a(U.A)	T(an)	e
Mercure	0,387	0,240	0,206

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Mouvement et interactions

1. Décrire un mouvement

2. Relier les actions appliquées à un système à son mouvement

**Deuxième loi de Newton**

**Mouvement dans un champ  
uniforme**

**Mouvement dans un champ  
de gravitation**

3. Modéliser l'écoulement d'un fluide

**Non évalué à l'épreuve terminale**

# Programme de physique-chimie de terminale générale

Poussée d'Archimède.

Expliquer qualitativement l'origine de la poussée d'Archimède.

Utiliser l'expression vectorielle de la poussée d'Archimède.

*Mettre en œuvre un dispositif permettant de tester ou d'exploiter l'expression de la poussée d'Archimède.*

Écoulement d'un fluide en régime permanent.

Exploiter la conservation du débit volumique pour déterminer la vitesse d'un fluide incompressible.

Débit volumique d'un fluide incompressible.

Exploiter la relation de Bernoulli, celle-ci étant fournie, pour étudier qualitativement puis quantitativement l'écoulement d'un fluide incompressible en régime permanent.

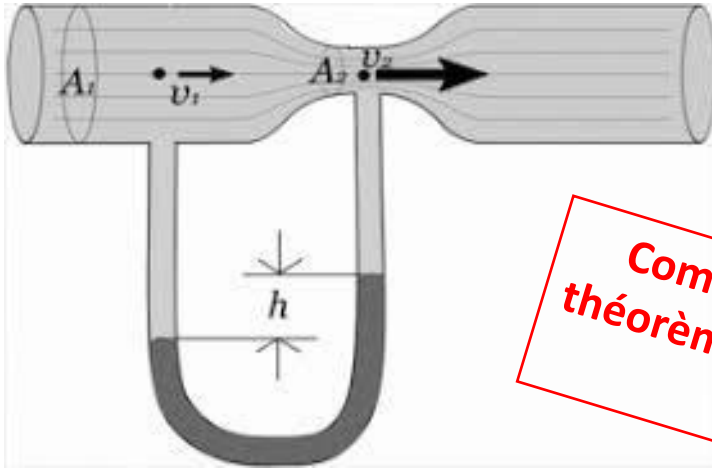
Relation de Bernoulli.

Effet Venturi.

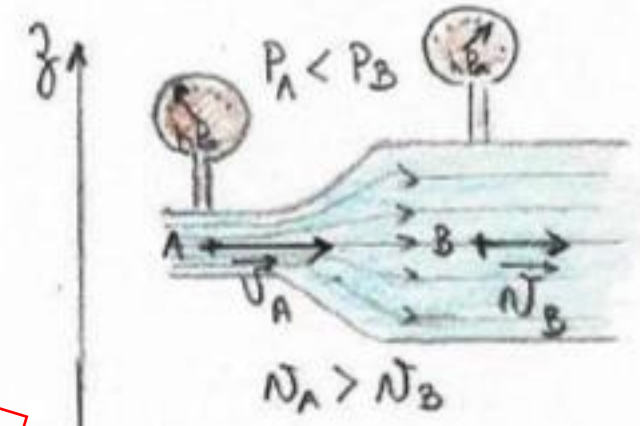
*Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour étudier l'écoulement permanent d'un fluide et pour tester la relation de Bernoulli.*

**NOUVEAUTE**

# Programme de physique-chimie de terminale générale



Comment appliquer le théorème de Bernoulli à un Venturi?



$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho \cdot g \cdot z = \text{constante}$$

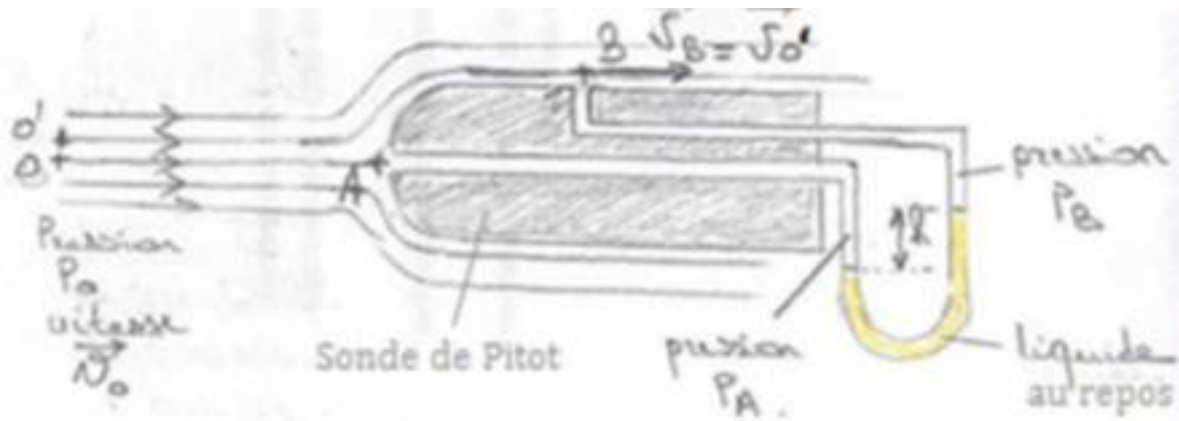
Pression du fluide  
(en Pa)

Vitesse du fluide  
(en  $m \cdot s^{-1}$ )

masse volumique du fluide  
(en  $kg \cdot m^{-3}$ )

altitude (en m)  
intensité de pesanteur  
(en  $N \cdot kg^{-1}$ )

# Programme de physique-chimie de terminale générale





# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Aéronautique et physique Modéliser l'écoulement d'un fluide de la relation de Bernoulli au principe de fonctionnement de l'anémomètre

Par Nicolas CHEYMOL  
Académie de Montpellier  
[Nicolas.cheymol@ac-montpellier.fr](mailto:Nicolas.cheymol@ac-montpellier.fr)  
Dominique DUCOURANT  
Académie de Montpellier  
[domi.ducourant@orange.fr](mailto:domi.ducourant@orange.fr)  
Jean Jacques CALLIET  
Académie de Montpellier  
[jean-jacques.calliet@ac-montpellier.fr](mailto:jean-jacques.calliet@ac-montpellier.fr)  
Temaeva GUES  
Académie de Montpellier  
[Temaeva.Gues@ac-montpellier.fr](mailto:Temaeva.Gues@ac-montpellier.fr)

*Cet article propose une étude détaillée du fonctionnement d'un anémomètre, instrument de pilotage permettant d'accéder à la vitesse de déplacement de l'avion par rapport à l'air. Cette étude permettra de tester expérimentalement la relation de Bernoulli.*

### INTRODUCTION

La physique des fluides a été introduite dans les nouveaux programmes de spécialité en physique chimie, lors de la réforme du bac 2021.

En classe de première c'est le fluide au repos qui est étudié<sup>1</sup> : « description d'un fluide au repos : échelles de description ; grandeurs macroscopiques de description d'un fluide au repos : masse volumique, pression, température ; modèle de comportement d'un gaz : loi de Mariotte ; action exercée par un fluide sur une surface : forces pressantes ; loi fondamentale de la statique des fluides ».

En classe de classe de terminale<sup>2</sup>, c'est le fluide en mouvement qui est caractérisé : « modéliser l'écoulement d'un fluide : poussée d'Archimède, écoulement d'un fluide en régime permanent, débit volumique d'un fluide incompressible, relation de Bernoulli, effet Venturi ». Dans cet article, on se propose de tester la relation de Bernoulli en étudiant le principe de fonctionnement d'un anémomètre (ou Badin du nom de son inventeur en 1911). L'anémomètre est parmi les instruments le plus important sur un avion car il indique au pilote la vitesse de l'avion par rapport à l'air. La vitesse de l'avion par rapport à l'air est appelée vitesse vraie (ou True Air Speed, TAS en anglais)<sup>3</sup>. Cette information permet au pilote de respecter les conditions de vitesse lors des différentes phases de vol afin d'éviter une survitesse (risque de déformations permanente de la structure) ou le risque de décrochage liée à une vitesse trop faible de l'avion. Il équipe ainsi tous les aéronefs aussi bien des avions monomoteurs d'aéroclub qu'un avion de ligne ou de chasse, les hélicoptères (figure 1 et 2),... et fonctionne dans tous les cas selon le même principe.

Après une description de l'anémomètre (paragraphe I), il s'agit d'exploiter la relation de Bernoulli (paragraphe III) pour expliquer le principe de fonctionnement de l'instrument (paragraphe II) qui permet d'accéder à la vitesse de l'aéronef par rapport à l'air à partir d'une mesure de différence de pression. Dans un dernier paragraphe (IV), on réalise quelques expériences qualitatives pour mieux comprendre le fonctionnement de cet instrument et le rôle des pressions statique et totale. Enfin, nous vérifions expérimentalement la relation de Bernoulli de deux façons différentes : En comparant la vitesse obtenue par cette relation et la vitesse lue sur l'anémomètre à la pression dynamique En traçant la courbe représentative de la fonction qui associe la vitesse lue sur l'anémomètre à la pression dynamique pour en déduire la masse volumique.

<sup>1</sup> B.O.E.N. spécial n°1 du 22 janvier 2019

<sup>2</sup> B.O.E.N. spécial n°8 du 25 juillet 2019

<sup>3</sup> En fait l'anémomètre donne une vitesse indiquée et non directement la vitesse réelle de déplacement de l'avion par rapport à la masse d'air. Nous verrons dans le paragraphe I qu'il existe une différence entre la valeur de la vitesse vraie et celle de la vitesse indiquée lue sur l'anémomètre.

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## L'énergie : conversions et transferts



1. Décrire un système thermodynamique : exemple du modèle du gaz parfait

2. Effectuer des bilans d'énergie sur un système : le premier principe de la thermodynamique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

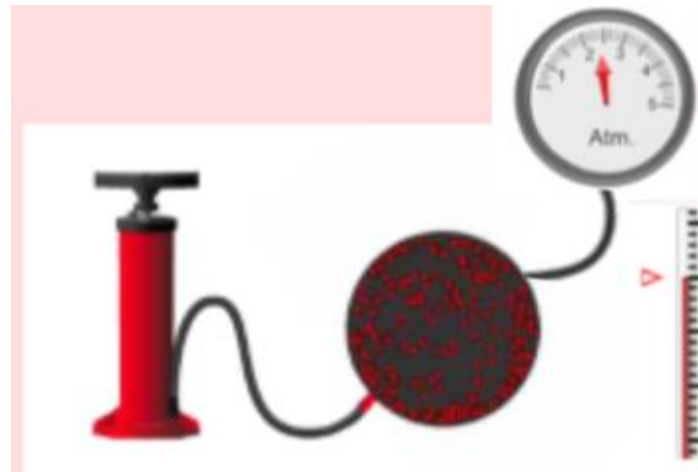
Modèle du gaz parfait. Masse volumique, température thermodynamique, pression.

Équation d'état du gaz parfait.

Relier qualitativement les valeurs des grandeurs macroscopiques mesurées aux propriétés du système à l'échelle microscopique.

Exploiter l'équation d'état du gaz parfait pour décrire le comportement d'un gaz.

Identifier quelques limites du modèle du gaz parfait.



$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Pression (en  $Pa$ ) →

Volume (en  $m^3$ ) ↗

Quantité de matière (en  $mol$ ) ↑

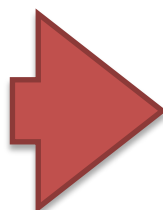
Température thermodynamique (en  $K$ ) ←

Constante du gaz parfait  $R \approx 8,31 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

# Programme de physique-chimie de terminale générale

## L'énergie : conversions et transferts

1. Décrire un système thermodynamique : exemple du modèle du gaz parfait



2. Effectuer des bilans d'énergie sur un système : le premier principe de la thermodynamique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

Acquis  
1ère

Ens Sc

Bilan thermique du système Terre-atmosphère. Effet de serre.

Effectuer un bilan quantitatif d'énergie pour estimer la température terrestre moyenne, la loi de Stefan-Boltzmann étant donnée.

Discuter qualitativement de l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température terrestre moyenne.

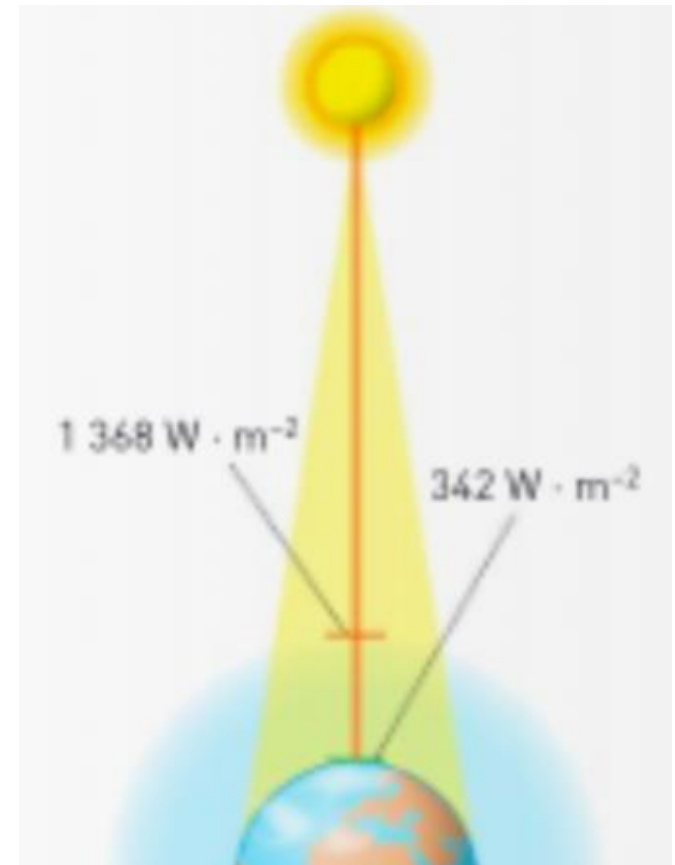
flux thermique  
par unité de surface  
( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ )

loi de Stephan-Boltzmann

$$F = \sigma \cdot T^4$$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ SI}$$

température  
du « corps noir »  
( $\text{K}$ )



# Programme de physique-chimie de terminale générale

Loi phénoménologique de Newton, modélisation de l'évolution de la température d'un système au contact d'un thermostat.

Effectuer un bilan d'énergie pour un système incompressible échangeant de l'énergie par un transfert thermique modélisé à l'aide de la loi de Newton fournie. Établir l'expression de la température du système en fonction du temps.

*Suivre et modéliser l'évolution de la température d'un système incompressible.*



# Programme de physique-chimie de terminale générale

Loi phénoménologique de Newton, modélisation de l'évolution de la température d'un système au contact d'un thermostat.

Effectuer un bilan d'énergie pour un système incompressible échangeant de l'énergie par un transfert thermique modélisé à l'aide de la loi de Newton fournie. Établir l'expression de la température du système en fonction du temps.

*Suivre et modéliser l'évolution de la température d'un système incompressible.*

Bonjour à tous,

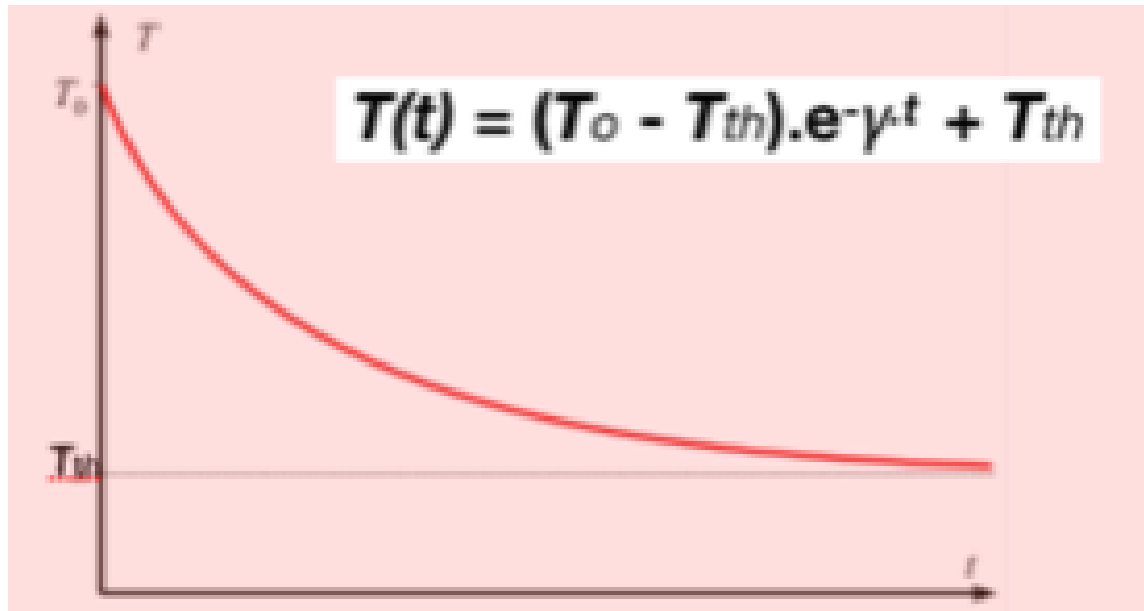
Posté par



Je suis en stage et je dois mesurer la durée du refroidissement d'une palette de fromage fondu. Les pots sortent à  $75^{\circ}\text{C}$  et sont placés dans un réfrigérateur à  $2^{\circ}\text{C}$ , au bout d'une heure ils sont à  $54^{\circ}\text{C}$  et j'aimerais savoir comment il est possible d'estimer, théoriquement, la durée nécessaire pour que les pots atteignent  $4^{\circ}\text{C}$  (température cible demandée par mon maître de stage). L'objectif que nous avons fixé est un refroidissement à  $4^{\circ}\text{C}$  en 12h environ. Je me suis renseigné sur internet pour savoir quelle formule utiliser, et j'ai trouvé cette loi de refroidissement de Newton qui semble correspondre à ma situation.

# Programme de physique-chimie de terminale générale

**Capacité mathématique** : Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants avec un second membre constant.



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Ondes et signaux



1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

2. Former des images, décrire la lumière par un flux de photons

A) Former des images

B) Décrire la lumière par un flux de photons

3. Étudier la dynamique d'un système électrique

# Programme de physique-chimie de terminale générale

**Capacité numérique** : Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, la somme de deux signaux sinusoïdaux périodiques synchrones en faisant varier la phase à l'origine de l'un des deux.

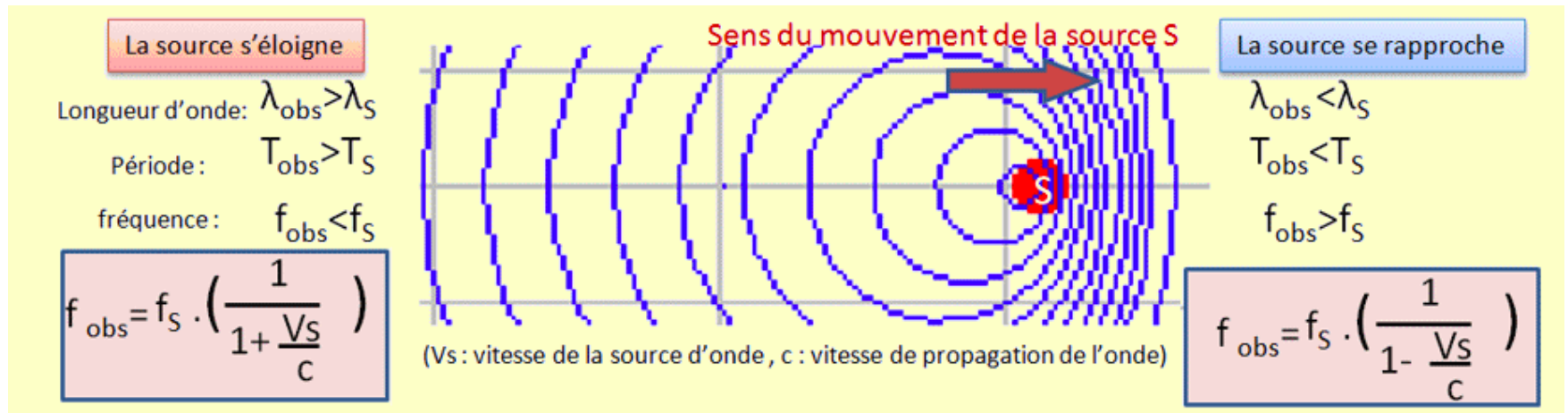


```
from pylab import *  
  
x = linspace(0, 2*pi, 30)  
y1 = sin(x)  
y2 = sin(x+pi/4)  
y3 = y1 + y2  
plot(x, y1, label="sin(x)")  
plot(x, y2, label="sin(x+pi/4)")  
plot(x, y3, label="sin(x)+sin (x+pi/4)")  
legend()  
  
show()
```

# Programme de physique-chimie de terminale générale

Effet Doppler.  
Décalage Doppler.

Décrire et interpréter qualitativement les observations correspondant à une manifestation de l'effet Doppler.  
Établir l'expression du décalage Doppler dans le cas d'un observateur fixe, d'un émetteur mobile et dans une configuration à une dimension.  
Exploiter l'expression du décalage Doppler dans des situations variées utilisant des ondes acoustiques ou des ondes électromagnétiques.  
*Exploiter l'expression du décalage Doppler en acoustique pour déterminer une vitesse.*



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Ondes et signaux

1. Caractériser les phénomènes ondulatoires



2. Former des images, décrire la lumière par un flux de photons

A) Former des images

B) Décrire la lumière par un flux de photons

3. Étudier la dynamique d'un système électrique

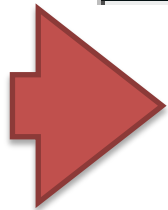


# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Ondes et signaux

1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

2. Former des images, décrire la lumière par un flux de photons

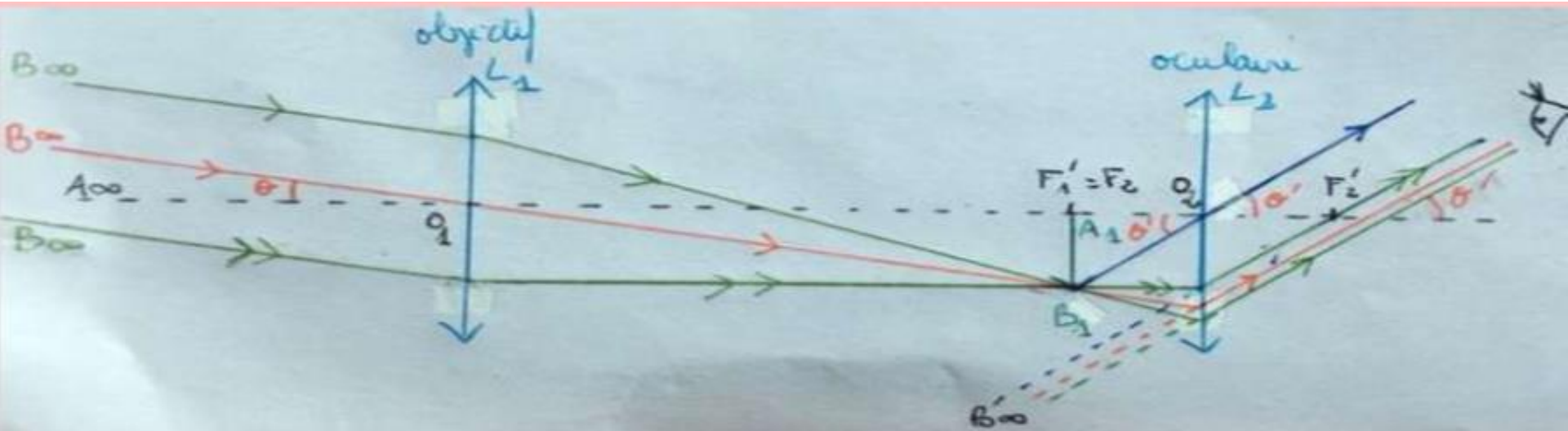


A) Former des images

B) Décrire la lumière par un flux de photons

3. Étudier la dynamique d'un système électrique

# Programme de physique-chimie de terminale générale



$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{f'_1}{f'_2}$$



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Ondes et signaux

1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

2. Former des images, décrire la lumière par un flux de photons

A) Former des images

B) Décrire la lumière par un flux de photons

3. Étudier la dynamique d'un système électrique

**Non évalué à l'épreuve terminale.**

# Programme de physique-chimie de terminale générale

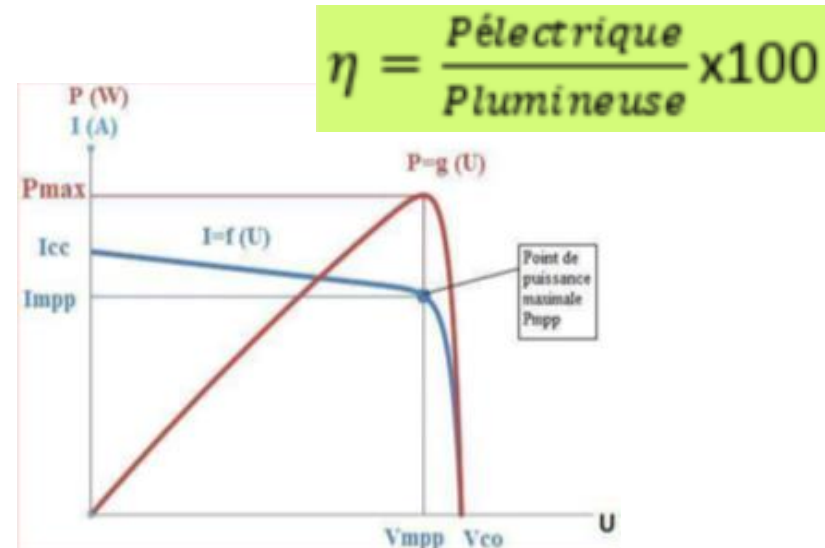
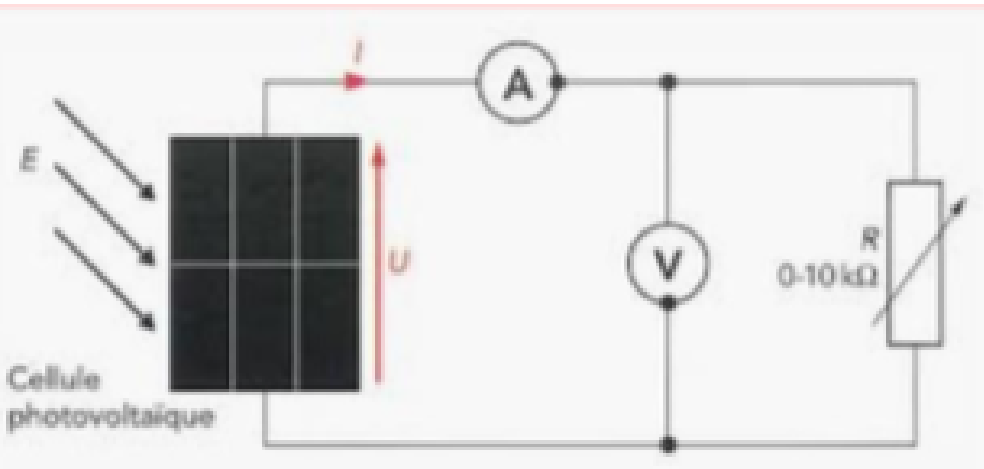
Absorption et émission de photons.

Enjeux énergétiques : rendement d'une cellule photovoltaïque.

Expliquer qualitativement le fonctionnement d'une cellule photoélectrique.

Citer quelques applications actuelles mettant en jeu l'interaction photon-matière (capteurs de lumière, cellules photovoltaïques, diodes électroluminescentes, spectroscopies UV-visible et IR, etc.).

*Déterminer le rendement d'une cellule photovoltaïque.*



# Programme de physique-chimie de terminale générale

## Ondes et signaux

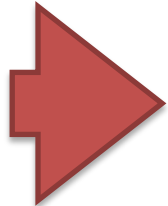
1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

2. Former des images, décrire la lumière par un flux de photons

A) Former des images

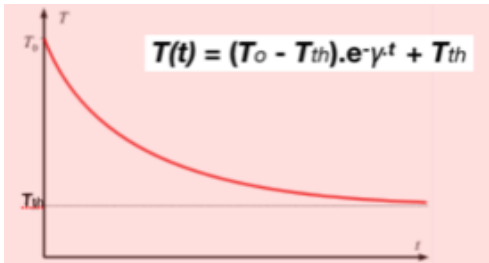
B) Décrire la lumière par un flux de photons

3. Étudier la dynamique d'un système électrique



# Programme de physique-chimie de terminale générale

$$\frac{dT}{dt} = -\gamma \cdot (T - T_{th})$$



**Capacité mathématique :** Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants avec un second membre constant.

$$RC \cdot \frac{dU_c}{dt} + U_c = E$$

