

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

	1^{ère} spécialité Physique – Chimie
Notions et contenus	<p>1. <u>De l'évolution d'un système, siège d'une transformation</u> <u>B) Suivi et modélisation de l'évolution d'un système chimique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Evolution des quantités de matière lors d'une transformation – Etat initial, notion d'avancement (mol), tableau d'avancement, état final – Avancement final, avancement maximal – Transformations totales et non totales – Mélanges stœchiométriques
Capacités exigibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déterminer la composition du système dans l'état final en fonction de sa composition initiale pour une transformation considérée comme totale. ▪ Déterminer la composition de l'état final d'un système et l'avancement final d'une réaction. ▪ Déterminer la composition de l'état final d'un système siège d'une transformation chimique totale à l'aide d'un langage de programmation.
Prérequis	<p><u>2^{nde} – Constitution et transformations de la matière</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Quantité de matière dans un échantillon. – Modélisation macroscopique d'une transformation par une réaction chimique. – Ecriture symbolique d'une réaction chimique. – Stœchiométrie, réactif limitant. – Transformations chimiques endothermiques et exothermiques.
Type d'activité	<p>Activité développant les capacités numériques (Utilisation d'un langage de programmation)</p>
Description succincte	<p>Activité qui étudie la stœchiométrie de la combustion du butane à l'aide d'un langage de programmation. Création à l'aide d'un langage de programmation d'histogrammes représentant les quantités de matière des réactifs et produits à l'état final.</p> <p>Ouverture envisageable sur les dangers des combustions (un air trop riche en dioxyde de carbone présente un risque d'asphyxie).</p>
Compétences travaillées	<p>S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Valider</p> <p><i>Les exemples de critères de réussite associés sont développés dans la rubrique « éléments de correction ».</i></p>
Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Place dans la progression de la séquence et/ou de l'année</u> : Dernière activité de la séquence sur « suivi et modélisation de l'évolution d'un système chimique » • <u>Cadre de mise en œuvre de l'activité</u> : Séance 1h30 de TP par binôme.
Source(s)	<p>Photo : http://chemistry.stackexchange.com/questions/5000/butane-burning-color https://selectra.info/propane/fournisseurs/campingaz/cartouches http://www.ac-grenoble.fr/college/rostand.laravoire/file/Sciences_physiques/4_chimie_chap3.pdf</p>
Auteur(s)	Hugues LIMOUSIN – Lycée Marceau - Chartres

Petit déjeuner en camping



Eve et Luc partent en camping. Afin de pouvoir prendre leur chocolat chaud au petit déjeuner ils n'oublient pas d'emporter leur réchaud à gaz et les cartouches de gaz de rechange.

Sur la notice d'utilisation il est indiqué :



Que faire en cas de fuite de gaz d'une cartouche Campingaz ?

En cas de doute sur une fuite de gaz d'une cartouche Campingaz, il est conseillé de suivre les étapes suivantes :

- 1 Vérifier que le bouton de l'appareil alimenté est fermé ;
- 2 Essayer de débrancher la cartouche (uniquement cartouche à valve) ;
- 3 Si la fuite persiste une fois enlevée, l'éloigner de toute source d'ignition (flamme, étincelle) et laisser le gaz s'échapper jusqu'à ce qu'elle soit vide.

Eve et Luc savent qu'il y a risque d'explosion si la cartouche se trouve à proximité d'une source d'ignition, mais ils se demandent dans quelles conditions particulières ce risque est le plus élevé ?

SUPPORT(S) D'ACTIVITÉ

Doc.1 : Cartouche de gaz utilisée dans le réchaud de camping

Présentation de la cartouche de gaz perçable Campingaz C 206 GLS

La cartouche de gaz perçable Campingaz C 206 est une recharge de 190 grammes de butane. Cette cartouche cylindrique au sommet bombé a une température de gel inférieure à 0 degrés celsius. Cette cartouche perçable, maintenue dans la cloche de l'appareil par deux étriers ou par un socle à baïonnette, ne peut être retirée de l'appareil que lorsqu'elle est complètement vide. Ces dispositifs sont sécurisés depuis 2014, ce modèle intègre le nouveau Gas Lock System conforme à la norme européenne EN417:2012. Ce système anti-fuite permet de garder la majorité du gaz si la cartouche est accidentellement déconnectée.



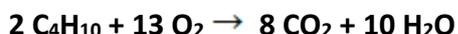
Doc.2 : Souvenirs de collège sur les combustions

Un mélange de gaz combustible et d'air (ou de dioxygène) peut provoquer une explosion au contact d'une flamme (ou d'une étincelle) **lorsqu'ils sont dans certaines proportions.**



Doc.3 : Combustion du butane dans l'air

Cette combustion peut être modélisée par l'équation chimique suivante :



Un script en langage python permet de connaître la composition du système à l'état final, et de visualiser l'histogramme de cette composition.



<http://chemistry.stackexchange.com/questions/5000/butane-burning-color>

CONSIGNES DONNÉES À L'ÉLÈVE

Analyse du script

- 1) Ouvrir le fichier *bilan de matiere fiche_eleve.py*
- 2) Décrire ce que réalise la ligne `x_max1=n0[0]/a`
- 3) Quelle ligne dans le script permet de compléter la liste *coef* avec les données rentrées par l'utilisateur ?
- 4) Compléter le bloc d'instruction « *else :* » pour calculer les quantités de matière n_A , n_B , n_C et n_D dans le cas où c'est le réactif A qui est limitant.

Exécution du script

1) 1^{er} cas : On dispose de $n_A = 16$ mol de butane et de $n_B = 90$ mol de dioxygène.

- 1_a) Exécuter le script.
- 1_b) Quel est le réactif limitant ?
- 1_c) A quoi le voyez-vous sur l'histogramme ?
- 1_d) Calculer le rapport n_B/n_A et le comparer avec $13/2$.

2) 2^{ème} cas : On dispose de $n_A = 22$ mol de butane et de $n_B = 143$ mol de dioxygène.

- 2_a) Exécuter le script.
- 2_b) Dans quel cas particulier se trouve-t-on ? Comment le voyez-vous sur l'histogramme ?
- 2_c) Calculer le rapport n_B/n_A et le comparer avec $13/2$.

3) 3^{ème} cas : On dispose de 150 mol de dioxygène.

- 3_a) Déterminer le nombre maximum de moles de butane pouvant être consommé. Détailler votre calcul.
- 3_b) Exécuter le script pour vérifier votre résultat.

BILAN : NOTION DE STœCHIOMETRIE

Pour une équation-bilan de la forme $a A + b B \rightarrow c C + d D$

Quelle égalité traduit la stœchiométrie entre le nombre n_A de moles de A et le nombre n_B de moles de B ?

Dans quelles conditions particulières la fuite sur une cartouche de gaz est-elle dangereuse ?

A l'aide de l'étude précédente et des documents, aider Eve et Luc à trouver ces conditions.

Données :

Masses molaires atomiques $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

REPÈRES ÉVENTUELS POUR L'ÉVALUATION

Éléments de correction :

Analyse du script

2) Décrire ce que réalise la ligne `x_max1=n0[0]/a` : Elle permet de calculer l'avancement maximum si A est limitant.

3) La ligne dans le script qui permet de compléter la liste `coef` avec les données rentrées par l'utilisateur est :

```
val=int(input("Entrez la valeur du coefficient stœchiométrique pour le composé {}: ? ".format(n0[i])))  
coef[j]=val
```

4) Compléter le bloc d'instruction « `else` : » pour calculer les quantités de matière n_A , n_B , n_C et n_D dans le cas où c'est le réactif A qui est limitant :

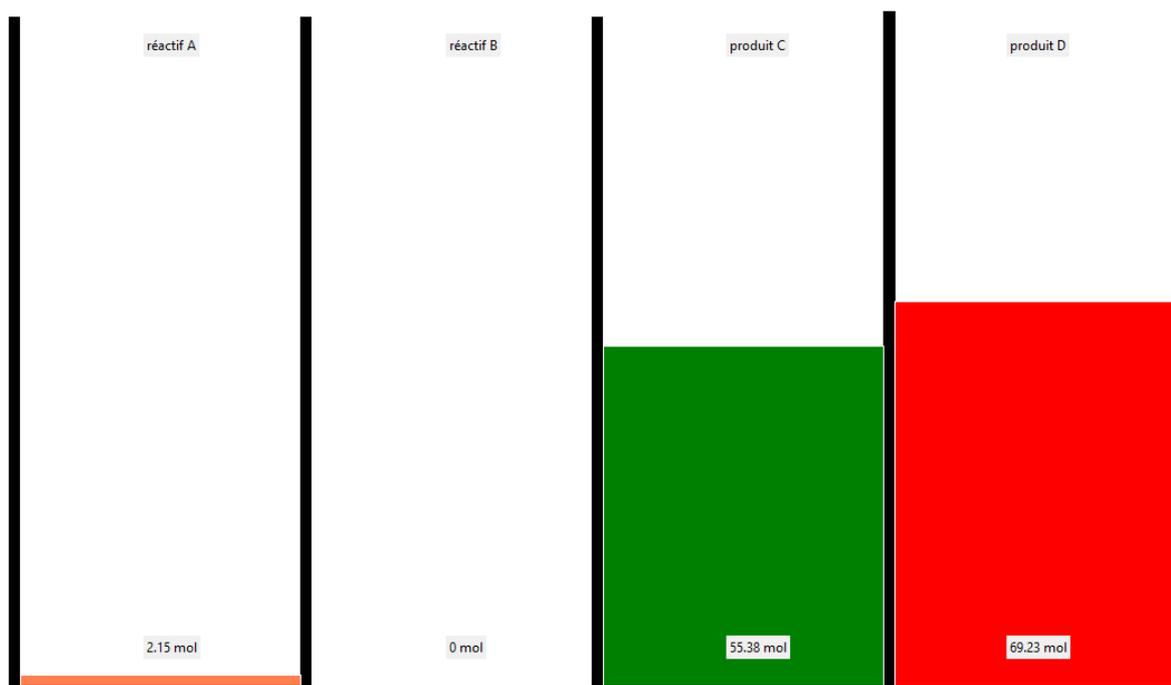
```
else: # le réactif A est réactif limitant
```

```
nA=0  
nB=n0[1]-b*x_max1  
nC=c*x_max1  
nD=d*x_max1
```

Exécution du script

1^{er} cas : On dispose de $n_A = 16 \text{ mol}$ de butane et de $n_B = 90 \text{ mol}$ de dioxygène.

1_a) Exécuter le script.



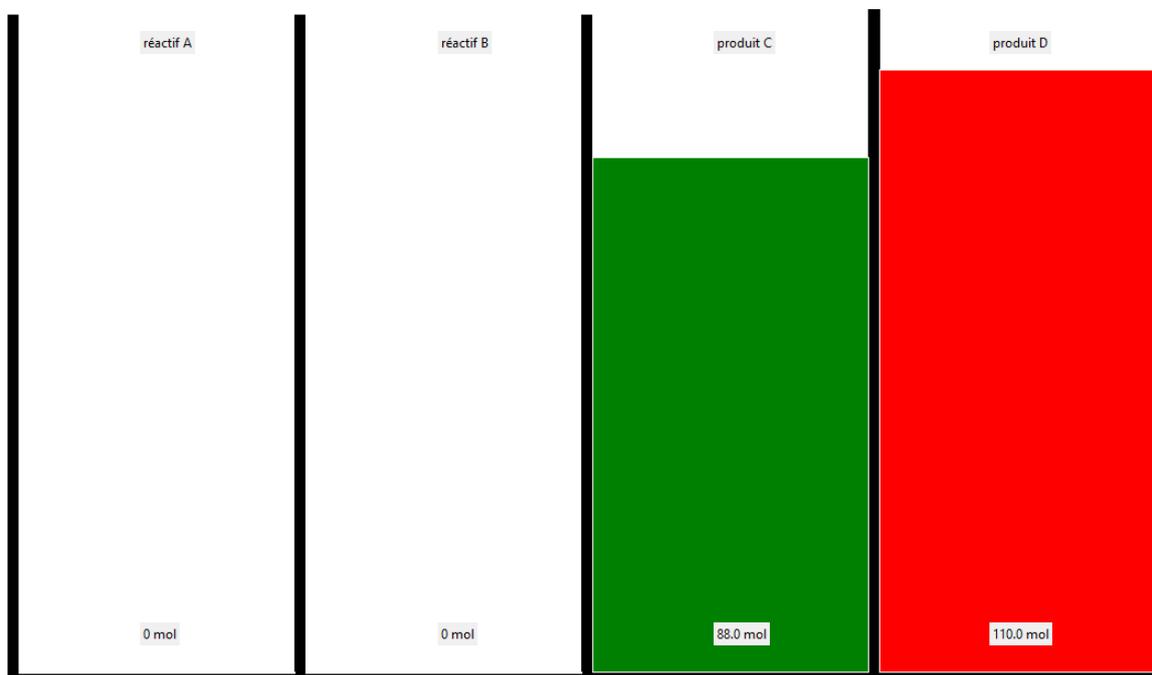
1_b) Quel est le réactif limitant ? **Le réactif limitant est B**

1_c) A quoi le voyez-vous sur l'histogramme ? **La quantité de matière de B est nulle dans l'état final**

1_d) Calculer le rapport n_B/n_A et le comparer avec $13/2$: $n_B/n_A = 90/16 = 5,625 < 13/2 (=6,5)$

2^{ème} cas : On dispose de $n_A = 22$ mol de butane et de $n_B = 143$ mol de dioxygène.

2_a) Exécuter le script.



2_b) Dans quel cas particulier se trouve-t-on ? Comment le voyez-vous sur l'histogramme ? **Ce sont les proportions stœchiométriques, il ne reste aucune quantité de matière de chaque réactif à l'état final, ils sont tous les deux entièrement consommés.**

2_c) Calculer le rapport n_B/n_A et le comparer avec $13/2$: $n_B/n_A = 143/22 = 6,5 = 13/2$

3^{ème} cas : On dispose de 150 mol de dioxygène.

3_a) Déterminer le nombre maximum de moles de butane pouvant être consommé ? Détailler votre calcul. **Il faut se placer dans les proportions stœchiométriques soit comme vu précédemment : $n_B/n_A = 13/2 = 6,5$ soit $n_A = n_B/6,5 = 150 / 6,5 = 23,07$ mol.**

3_b) Exécuter le script pour vérifier votre résultat. **Script avec 23.07 mol pour A :**



Programme complet :

édité par H.LIMOUSIN_Lycée_MARCEAU_CHARTRES

```
#####  
#####      TABLEAU D'AVANCEMENT      #####  
#####
```

```
### Equation-bilan de la forme aA + bB = cC + dD  
### a,b,c,d sont les coefficients stoechiométriques  
### A,B,C,D désignent les réactifs et produits de la réaction étudiée
```

```
from tkinter import *  
import histogramme
```

```
### les variables utiles ###  
coef=[0,0,0,0] # liste pour accueillir la valeur des coefficients stoechiométriques  
n0=['A','B','C','D'] # liste pour accueillir les quantités de matière initiales
```

```
### Récupération des données utilisateurs ###  
for i in range(4): # récupération des coefficients stoechiométriques  
    val=int(input("Entrez la valeur du coefficient stoechiométrique pour le composé {}: ? ".format(n0[i])))  
    coef[i]=val  
for i in range(4): # Récupération de quantités de matière à l'état initial  
    val=float(input("Entrez les quantités de matières initiales en {}: ? ".format(n0[i])))  
    n0[i]=val
```

```
### calcul de la valeur de x_max ###  
a=coef[0]  
b=coef[1]  
c=coef[2]  
d=coef[3]  
x_max1=n0[0]/a  
x_max2=n0[1]/b
```

```
### calcul de la composition finale du système ###  
if x_max1 == x_max2: # proportions stoechiométriques  
    nA=nB=0  
    nC=c*x_max1  
    nD=d*x_max2  
    print("Tous les réactifs ont été consommés")  
elif x_max1 > x_max2: # le réactif B est réactif limitant  
    nB=0  
    nA=n0[0]-a*x_max2  
    nC=c*x_max2  
    nD=d*x_max2  
else: # le réactif A est réactif limitant  
    nA=0  
    nB=n0[1]-b*x_max1  
    nC=c*x_max1  
    nD=d*x_max1
```

BILAN : NOTION DE STœCHIMETRIE

Pour une équation-bilan de la forme $a A + b B \rightarrow c C + d D$

L'égalité qui traduit la stœchiométrie entre le nombre n_A de moles de A et le nombre n_B de moles de B s'écrit :

$$n_B/n_A = b/a \text{ (ou encore } n_A/a = n_B/b)$$

Dans quelles conditions particulières la fuite sur une cartouche de gaz est-elle dangereuse ?

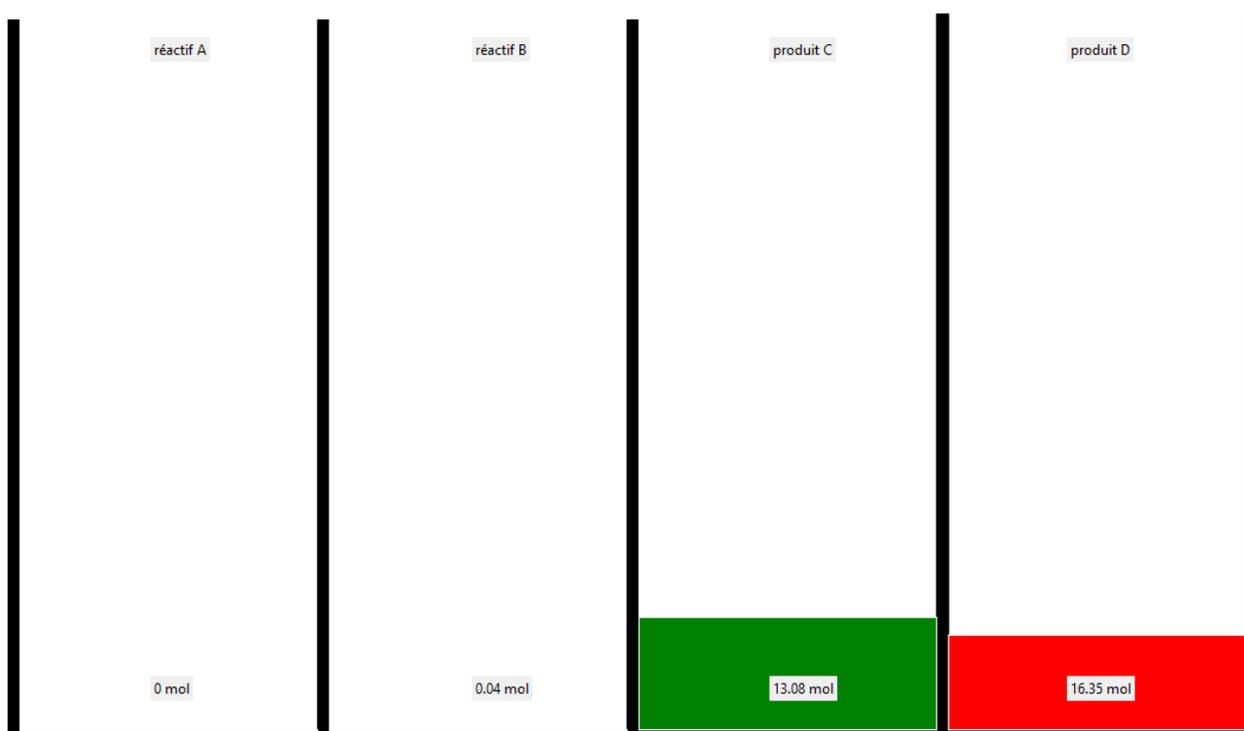
Le risque sera maximum si le butane et le dioxygène se trouvent en proportions stœchiométriques.

Quantité de matière de butane contenue dans une cartouche de gaz :

$$N(\text{butane}) = m/M = 190 / ((4 \times 12) + (10 \times 1)) = 190/58 = \mathbf{3,3 \text{ mol.}}$$

$$\text{Il faut donc } n(\text{dioxygène}) = (13/2) \times n(\text{butane}) = 6,5 \times 3,3 = \mathbf{21,3 \text{ mol.}}$$

On peut vérifier avec le script :



Exemples de critères de réussite :

Domaine de Compétences évaluées	Critère de réussite
S'approprier (APP)	Identifier les lignes du script qui permettent de : <ul style="list-style-type: none">- Calculer x_{\max} ;- Rentrer des données.
Analyser/Raisonner (ANA)	Calculer l'avancement maximal et déterminer le réactif limitant. Effectuer un bilan de matière connaissant le réactif limitant. Compléter le script pour pouvoir calculer les quantités de matière à l'état final lorsque A est limitant. Trouver la relation générale entre les quantités de matière des réactifs pour les proportions stœchiométriques.
Réaliser (REA)	Ouvrir un script dans Edupython. Exécuter un script.
Valider (VAL)	Vérifier que l'histogramme obtenu (3 ^{ème} cas) est en accord avec les calculs théoriques réalisés.

IMPORTANT



Pour que le programme python fonctionne, il faut laisser le fichier "histogramme.py" dans le même dossier source que le fichier "bilan de matiere fiche_prof" ou "bilan de matiere fiche_eleve".