



## 1/ REMARQUES GENERALES

### a) Présentation du sujet

Le sujet portait sur la détermination du coefficient de transfert d'un polluant dans une colonne d'absorption utilisée pour la dépollution des gaz.

La première partie donnait une description du problème posé : à savoir, la détermination de cette grandeur physico-chimique dans un réacteur de laboratoire avec deux phases (phase gazeuse et phase liquide) modélisées par des réacteurs idéaux simples et traités en cours (réacteurs ouvert et fermé). La détermination du coefficient de transfert d'un polluant se fait en deux étapes. Lors de la première, la phase liquide est uniquement constituée d'un solvant qui va absorber le polluant et l'exploitation des résultats (évolution du débit molaire de polluant absorbé en fonction du temps) permet de remonter à la valeur du produit du coefficient de transfert et de l'aire interfaciale. Lors de la deuxième étape, le solvant contient un réactif qui va réagir avec le polluant, ce qui a pour effet d'accélérer le transfert. Ceci permet de remonter à la valeur de l'aire interfaciale, puis à celle du coefficient de transfert du polluant.

La deuxième partie consistait en la mise en équation du problème par écriture de bilans de matière en réacteurs idéaux (réacteurs fermé et ouvert). En l'absence de réactif dans le solvant, on obtenait par intégration du bilan de matière l'expression théorique du débit molaire de polluant absorbé en fonction du temps. En présence du réactif, le modèle obtenu était un système de deux équations différentielles ordinaires.

La troisième partie portait sur le traitement numérique des données expérimentales (évolution du débit molaire de polluant absorbé en fonction du temps) à l'aide des bilans de matière établis dans la partie précédente pour déterminer les valeurs du produit du coefficient de transfert et de l'aire interfaciale. Dans un premier temps, la valeur du produit du coefficient de transfert et de l'aire interfaciale a été déterminée par une méthode d'optimisation numérique de paramètres (la méthode des moindres carrés) avec recherche du minimum de la somme quadratique des déviations des mesures aux prédictions grâce à l'algorithme de Nelder-Mead. Cette méthode faisait appel à un algorithme de tri. Dans un second temps, la valeur de l'aire interfaciale a été déterminée par une stratégie similaire (méthode des moindres carrés). Cette fois-ci, le modèle était un système de deux équations différentielles dont la résolution a été réalisée par la méthode d'Euler vue en cours. Dans un troisième temps, le modèle et les paramètres optimisés ont été utilisés pour réaliser des prédictions.

Le sujet était de difficulté moyenne et faisait appel à des notions transversales et complémentaires de chimie, de physique, de mathématiques et d'informatique. Les parties étaient rédigées de manière indépendante pour ne pas bloquer les candidats qui auraient pu être en difficultés sur l'une ou l'autre des parties.

Le niveau de difficulté des questions était varié, ce qui a permis de classer les candidats. La longueur du sujet était adéquate étant donné le nombre de candidats ayant pu aborder le sujet dans son intégralité.

Une annexe présentait les principales fonctions de Python et de Scilab utiles à la résolution de ce sujet, ce qui permettait d'aider les candidats ne se souvenant plus de la syntaxe exacte des fonctions à utiliser.

### b) Prestation des candidats

Le langage informatique utilisé a été uniquement Python.

Les codes fournis dans les copies par les candidats étaient parfois difficiles à lire en raison de la présentation (mal écrit, code sur plusieurs pages, pas de couleur, pas de commentaires).

Les notations de l'énoncé ne sont pas toujours respectées, ce qui complique la correction.

Certains candidats font la confusion entre langage mathématique et langage informatique, voire mélangent les deux, ce qui complique la correction. Les indentations sont parfois oubliées.

Les consignes ne sont pas toujours respectées (emploi de fonction alors que cela n'est pas demandé et que ce n'est pas utile).

Certains candidats ont pris la liberté de donner un algorithme de tri qui était différent de celui demandé dans le sujet, ne répondant ainsi pas à la question posée.

Les dernières questions ont souvent été abordées dans l'esprit d'obtenir un maximum de points.

Les annexes ont été peu utilisées.

On peut classer les candidats en trois groupes :

- ceux qui ne sont ni à l'aise en physique/chimie, ni en informatique ;
- ceux qui se débrouillent en informatique mais qui ne maîtrisent pas la physique/chimie ;
- ceux qui ont les bases dans les deux domaines.

## 2/ REMARQUES SPECIFIQUES

- Partie II : Modélisation des phénomènes
  - Le passage d'une unité à l'autre ( $\text{mol/L} \rightarrow \text{mol/m}^3$ ) pose souvent problème.
  - Il y a une confusion entre dimension et unité.
  - Le bilan en réacteur ouvert en régime permanent n'est pas maîtrisé alors qu'il est conceptuellement plus simple que le bilan en réacteur fermé.
  - Beaucoup se lancent dans une démonstration complexe qui n'aboutit pas, bien que ce ne soit pas l'esprit de la question.
  - L'intégration de l'équation différentielle du premier ordre a parfois posé problème.
  - L'analyse dimensionnelle de la vitesse apparente a parfois posé problème.
  - Problème de signe pour le bilan sur B (accumulation forcément négative puisque B est consommé en réacteur fermé).
- Partie III.1 :
  - Confusion entre « read » du langage Scilab et « np.load.txt » du langage python.
  - Utilisation d'une boucle de 0 à  $\text{len}(t\_exp)$  pour calculer  $\text{len}(t\_exp)$ .
  - Confusion entre « len » et « sum ».
  - Réindexation de  $f(x_n)$  et  $f(x_m)$  au lieu de  $x_n$  et  $x_m$ .
  - Syntaxe de réindexation fautive : oubli de la variable temporaire permettant de stocker une des valeurs pendant l'échange.
  - Il manque return à la fin des fonctions.
  - Utilisation de fonctions alors que ce n'était pas utile et pas demandé.
  - Confusion OR / AND dans la condition de la boucle WHILE.
  - Arguments peu probants pour expliquer l'utilité de la comparaison des courbes expérimentale et théorique (les algorithmes de recherche de minimum peuvent conduire à un minimum local).
- Partie III.2 :
  - Des erreurs sur les développements limités (non homogènes).
  - Les candidats repartent parfois de la formule discrétisée apprise par cœur pour redémontrer le développement limité de base.
  - Pour le calcul des concentrations par la méthode d'Euler, le calcul de CB est souvent manquant alors qu'il est nécessaire pour le calcul de CA.
  - Confusion entre « print » et « return ».
- Partie III.3 :
  - Les questions qualitatives ont souvent été bien traitées lorsque les candidats ont eu le temps.
  - La méthode des trapèzes, bien qu'elle figure au programme, a rarement été traitée et lorsqu'elle l'a été, avec plus ou moins de succès.