

**Questions III.B**

Il s'agissait d'établir une relation de Bernoulli pour un écoulement parfait et potentiel autour de la bulle en écoulement non stationnaire, compte tenu de l'énergie potentielle dont dérive l'effet dû à la force d'inertie d'entraînement. Ceci devait permettre d'établir l'expression de la résultante des forces pressantes s'exerçant sur la bulle. Malgré les indications de l'énoncé, l'exploitation des propriétés de symétrie et d'invariance par rotation est souvent maladroite, voire incorrecte. Quant au calcul final par sommation de la résultante des forces de pression, il n'a été mené à bien, avec le signe correct, que dans peu de copies. Seules les meilleures copies proposaient une interprétation physique de l'effet de liquide entraîné.

**Partie IV****Questions IV.A**

Cette partie proposait une étude optique pour étudier l'amincissement du film liquide limitant la bulle à son arrivée à la surface. Le modèle proposé (coefficients de transmission égaux à 1 et prise en compte du déphasage de  $\pi$  à l'une des réflexions) a rarement été bien compris et l'interprétation de la nullité de l'éclairement juste avant l'éclatement est souvent fantaisiste. La lecture de la figure 6 permettant de décrire l'évolution qualitative de la vitesse de variation de l'épaisseur du film a aussi donné lieu à des erreurs (en particulier confusion entre évolution de  $e(t)$  et de  $\frac{de(t)}{dt}$ ).

**Questions IV.B**

Il s'agissait ici d'évaluer un ordre de grandeur de la durée nécessaire à la disparition du film limitant la bulle, par un bilan de quantité de mouvement sur un système fermé. Les candidats qui ont abordé cette question ont généralement bien tiré profit des indications de l'énoncé.

**Partie V****Questions V.A et V.B**

Ces parties ont été assez bien traitées par les candidats qui les ont abordées. Elles consistaient à exploiter des résultats, fournis par l'énoncé, de modélisations du jet cylindrique vertical émis après éclatement de la bulle.

**Questions V.C**

Une analyse dimensionnelle permettait de construire un nombre sans dimension dont la valeur déterminait la validité de l'approximation « pesanteur négligeable ». Un raisonnement simple était ensuite demandé pour indiquer l'effet de la prise en compte de la pesanteur sur le sens de variation avec l'altitude du jet cylindrique.

**Conclusion et remarques de portée générale**

Potentiels thermodynamiques dans la partie I, diffusion et viscosité dans la partie II, électrostatique, changements de référentiels et écoulements parfaits dans la partie III, optique ondulatoire et bilan de quantité de mouvement dans la partie IV : la diversité des domaines de la Physique abordés dans ce problème permettait aux candidats de s'exprimer, et donc aux correcteurs d'établir une hiérarchie pertinente.

Pour les candidats de la prochaine session, le jury rappelle quelques conseils habituels :

- contrôler l'homogénéité dimensionnelle, et plus particulièrement pour le résultat final ; les deux membres d'une égalité doivent avoir la même dimension physique, mais aussi les deux membres d'une inégalité ( $a < b$ ) et même d'une inégalité forte ( $a \ll b$ ) ;
- ne pas oublier l'unité dans les applications numériques ;
- ne pas donner un nombre de chiffres dans le résultat numérique sans rapport avec le nombre de chiffres significatifs des données ;
- ne pas livrer sans commentaire un résultat d'ordre de grandeur manifestement aberrant ;
- ne pas mélanger sans distinction les grandeurs scalaires et vectorielles.

**Chimie****REMARQUES GÉNÉRALES**

L'épreuve de cette année comporte trois parties indépendantes : chimie des solutions, thermodynamique et chimie organique.

Les candidats ont traité de manière équivalente chacune des trois parties. Sur l'ensemble des copies, au moins une bonne réponse a été apportée à chaque question.

## ANALYSE DÉTAILLÉE

### Partie I - Titrage d'ions métalliques par l'EDTA

#### I.A-Titrage des ions $Ni^{2+}$ par spectrophotométrie

Peu de candidats ont proposé une structure octaédrique pour le complexe, alors que l'énoncé rappelle le caractère hexadentate du ligand.

La réaction de titrage est souvent écrite correctement, mais la constante d'équilibre n'est pas adaptée : il ne s'agit pas simplement de la constante de formation du complexe.

L'exploitation de la courbe expérimentale pour la détermination de la concentration en ions nickel a posé de sérieuses difficultés.

#### I.B-Titrage des ions $Mg^{2+}$

L'étude des caractéristiques et du rôle du tampon ammoniacal a conduit à de nombreuses erreurs : certains candidats le qualifient de « catalyseur », d'autres échouent dans la détermination des valeurs de a et b liées aux conditions imposées sur le pH de la solution.

Le tracé du diagramme pMg-pH a souvent été bien mené mais très rarement exploité.

### Partie II-Préparation du dioxyde de titane

Le diagramme d'Ellingham est en général bien tracé et les domaines de présence sont décrits correctement mais les candidats confondent trop souvent déplacement et rupture d'équilibre. Peut-être est-il bon de rappeler qu'un calcul de variance permet d'analyser assez simplement le problème posé ?

L'expression numérique de l'enthalpie libre des réactions est correcte mais un manque d'attention sur les unités utilisées conduit à des valeurs erronées des pressions d'équilibre.

### Partie III-Synthèses de quinoléines et applications

#### III.A-Principe théorique de la préparation de la quinoléine

L'équation-bilan de la réaction de déshydratation n'est pas écrite avec rigueur.

Le choix de l'acide n'est pas toujours relié aux propriétés nucléophiles de l'anion associé.

L'exploitation des orbitales frontières est très souvent bien effectuée.

Les couples redox étant indiqués, le dioxygène ne doit pas intervenir dans l'équation-bilan de l'oxydation de C en quinoléine.

#### III.B-Procédé expérimental de préparation de la quinoléine

Ce n'est pas parce qu'il y a plusieurs étapes dans une synthèse que le rendement n'est pas défini. Il suffit d'utiliser la conservation de matière... La difficulté réside ici dans le fait que l'un des réactifs (l'aniline) est régénéré par la réaction.

Les différents traitements expérimentaux ne sont pas expliqués avec suffisamment de précision et de rigueur dans le vocabulaire scientifique utilisé.

Le montage pour une hydrodistillation ou un entraînement à la vapeur ne nécessite pas l'emploi d'une colonne à distiller.

#### III.C- Préparation de quinoléines substituées

L'emploi du nintrobenzène dans la préparation doit être proscrit car il génère de l'aniline qui peut conduire à la quinoléine non substituée.

#### III.D- Préparation de l'isoquinoléine et application à la synthèse de la papavérine

La synthèse de la papavérine ne nécessitant pas de modification de squelette carboné, une synthèse magnésienne n'est pas adaptée. En ce qui concerne l'aménagement fonctionnel relatif à l'amine, l'utilisation de l'ammoniac est préférable à celle des ions amidure qui favoriseraient davantage une réaction d'élimination.

## CONCLUSION

On peut se réjouir qu'un nombre relativement important de candidats ait pu montrer sur un sujet d'une difficulté raisonnable des connaissances très solides.

On peut également noter une bonne aptitude des candidats à résoudre les questions relevant de connaissances théoriques (utilisation des orbitales frontières, tracé des diagrammes, écriture des mécanismes...).

En revanche, on peut regretter leur faiblesse concernant l'exploitation de résultats ou de techniques expérimentales (détermination d'une concentration à partir d'une courbe expérimentale, analyse des traitements de synthèse, schéma du montage d'hydrodistillation...).

Il faut donc encourager les candidats à porter leurs efforts dans ce domaine.