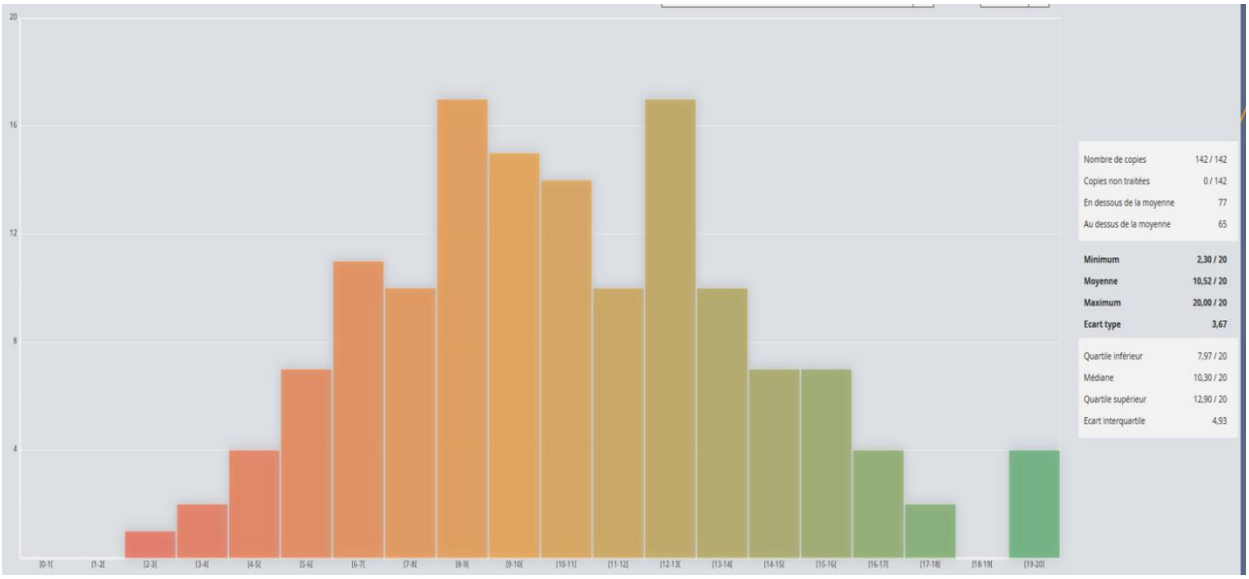

Le sujet comportait cinq parties indépendantes en lien avec la fabrication du vin.

La partie A s'intéressait à quelques aspects thermodynamiques du processus de vinification en proposant deux sous-parties largement indépendantes sur l'étude thermochimique de la réaction de fermentation alcoolique et la modélisation de l'évolution de la température du moût dans une cuve. La partie B proposait une analyse structurale et réactionnelle de la fermentation du glucose en éthanol. La partie C étudiait la cinétique de la réaction de glycolyse avec exploitation d'un modèle et de données expérimentales. La partie D était consacrée à la mesure de la masse volumique du moût à l'aide d'un densimètre électronique modélisé par un oscillateur harmonique, avec application à l'estimation du titre alcoométrique volumique. La partie E abordait le problème de la vidange d'une cuve avec résolution numérique d'une équation différentielle obtenue par application du théorème de Bernoulli.

Une écrasante majorité des candidats a traité les différentes parties de l'épreuve dans l'ordre proposé par le sujet. Le jury se félicite de voir qu'un nombre significatif d'entre eux a su s'approprier les contextes des différentes parties et se ménager suffisamment de temps pour traiter une grande partie des questions, si ce n'est pas la totalité. Le jury note que les questions relatives à la chimie organique (partie B) ont été plutôt bien traitées cette année. En revanche, il déplore la grande faiblesse de l'analyse et de la maîtrise des méthodes calculatoires nécessaires pour aborder les questions relatives à la cinétique chimique (partie C) et à la dynamique du point (partie D). Cette année, la présentation des copies est satisfaisante. Cependant, les résultats des applications numériques sont bien trop

souvent donnés avec une précision déraisonnable : le jury souhaite porter à l'attention des futurs candidats l'importance de fournir des résultats numériques avec un nombre de chiffres significatifs adéquats.

A1. En général cette question est traitée. Néanmoins, on note des imprécisions fréquentes sur les notations des grandeurs thermodynamiques, celles-ci sont sanctionnées. H, ΔH, $\Delta_r H°$, $\Delta_r H$, $\Delta_f H°$… ont des significations différentes. La confusion exergonique/exothermique est fréquente.

A2. Même remarque qu'à la question précédente.

A3. L'approximation d'Ellingham est rarement simplement formulée. Elle ne consiste pas à pouvoir écrire $\Delta_r G° = \Delta_r H° – T\times\Delta_r S°$. Il est dommage de voir de nombreuses erreurs de signe dans la formule précédente et dans les unités (oubli de facteur 10_3 des kJ) pour l'application numérique.

A4. La valeur numérique de la constante thermodynamique est rarement obtenue. Il apparaît difficile pour les candidats de mener quatre applications numériques à la suite sans erreur.

A5. Il y a de nombreuses réponses correctes à cette question avec une démarche satisfaisante.

A6. Même si des valeurs numériques sont obtenues, les conditions d'application des formules ne sont pas rappelées et les raisonnements sont très peu rigoureux.

A7. La détermination du signe de la puissance P_e n'a généralement pas posé de problème. Toutefois il n'était pas nécessaire de réaliser une application numérique. L'interprétation du signe était la plupart du temps correcte bien que certains candidats aient pu maladroitement utiliser le mot « température » à la place d'« énergie » ou de « chaleur ».

A8. Une grande majorité des réponses se limitent à poser le premier principe (souvent sous forme finie). Bien trop peu de candidats savent exprimer les transferts thermiques en fonction de la puissance thermique. Certains ont su toutefois établir l'équation différentielle sur T, mais aucun sans omettre la puissance thermique libérée par la réaction. Les confusions entre Δ et δ ont été sanctionnées.

A9. Cette question étant très dépendante de la précédente, elle n'a quasiment pas été traitée. Certains candidats, en ignorant la consigne « en déduire », ont perdu du temps vainement à vouloir la traiter.

A10. Une très grande majorité des candidats a réalisé, sans se tromper, l'application numérique. Ils ont souvent pensé par eux-mêmes à convertir la température en °C pour la justification demandée.

B1. La fonction hémiacétal est peu connue, elle est souvent assimilée à une fonction cétone, ester ou acide carboxylique.

B2. L'ordre de priorité (avec l'arbre) est généralement réalisé, mais beaucoup de candidats ne reprennent pas la totalité de la molécule donnée en figure 2.

B3. Le jury a accepté toute réponse cohérente.

B4. On note quelques diagrammes avec un axe en pK_a. L'écriture de la base conjuguée du TPP est rarement correcte.

B5. Le résultat de cette question est assez tranché, soit les flèches de déplacements des doublets sont parfaitement cohérentes et les doublets non-liants utiles bien indiqués, soit les flèches sont partiellement représentées et alors souvent sans partir d'un doublet.

B6. Cette question est généralement bien traitée.

B7. Beaucoup de candidats indiquent un atome sans préciser la molécule, ni clairement l'atome. On note beaucoup d'inversion entre les termes nucléophile et électrophile.

B8. « stabilisé par mésomérie » ne suffit pas, il faut représenter la forme mésomère et remarquer qu'elle ne présente pas de charges.

B9. Très peu de bonnes réponses mais surtout beaucoup de réactifs fantaisistes.

C1. Le jury a été très surpris par la méconnaissance de la démarche à suivre pour traiter la cinétique enzymatique. Quasiment aucun candidat n'a pu écrire la relation de conservation de la matière de l'enzyme. On remarque souvent les notations ES et K_I alors qu'elles ne figurent pas dans le modèle proposé.

C2. Il y a une confusion entre la constante d'équilibre thermodynamique K et la constante de vitesse k.

C3. Question non traitée.

C4. Question non traitée.

C5. Certains candidats bien que n'ayant pas trouvé la relation à la question précédente ont quand même pu expliquer l'intérêt des tracés effectués.

D1. Le poids et la poussée d'Archimède sont souvent correctement représentés. Le jury a sanctionné les forces qui n'avaient pas pour point d'application le centre de masse du système.

D2. Cette question a souvent été bien traitée.

D3. Le jury déplore le manque de méthode et d'appropriation du problème par une grande majorité des candidats qui se sont montré incapables de dresser un bilan complet des forces agissant sur le système : omission de la réaction normale du support, présence de la poussée d'Archimède, confusion entre élongation $\Delta\ell = \ell - \ell_0$ et abscisse x.

D4. L'expression de la pulsation propre du système masse-ressort a parfois été donnée sans poser la forme canonique de l'équation différentielle, ce qui a été sanctionné.

D5 à D7. Ces questions ont souvent été ignorées bien que le sujet ait été soigneusement conçu pour les rendre largement indépendantes. Le jury a valorisé les tentatives pertinentes de résolution mais déplore les nombreuses étourderies de calcul même parmi les meilleures copies.

D8. La notion de résonance est bien connue des candidats mais la faiblesse du modèle proposé (absence d'amortissement par frottement) est rarement discutée.

D9 et D10. L'énoncé de la question **D9** comportait une erreur sur la valeur de la constante A, malheureusement impactante pour répondre à la question **D10**. Le jury en a tenu compte et a valorisé tout élément de résolution pertinent.

E1. Cette question a souvent été bien traitée.

E2. De nombreux candidats ignorent comment exploiter le théorème de Bernoulli entre deux points A et B d'une ligne de courant. Rares sont les candidats qui ont donné une réponse complète en justifiant notamment l'égalité des pressions aux points A et B.

E3. Assez régulièrement, la relation entre la variation temporelle de la hauteur h et la vitesse du point A a pu être donnée ou déduite du résultat fourni à la question suivante. Néanmoins, le signe correct n'a été identifié qu'environ une fois sur deux.

E4. Les développements mathématiques nécessaires à la démonstration ont été bien conduits par ceux ayant donné une réponse correcte à la réponse précédente. Le jury regrette toutefois que certains candidats n'aient pas fait l'effort d'identifier puis de rectifier leur erreur de signe à la question précédente, préférant faire apparaître un signe – de façon totalement injustifiée.

E5. La hauteur de remplissage n'a pas tout le temps été jugée comme une dimension caractéristique de la cuve. Étonnamment, les résultats des applications numériques pouvaient être faux alors que les valeurs avaient été correctement extraites, ce qui semble indiquer une méconnaissance de l'opérateur exponentiation `**` en Python.

E6. Le jury a valorisé au maximum les compétences numériques des candidats (utilisation de la fonction `range`, présence du symbole **:** et indentation des structures de contrôle en Python). Toutefois, aucun candidat n'a fourni un code fonctionnel (erreur d'indexation et de syntaxe pour l'accès aux tableaux `y` et `t`).

E7. La réponse à cette question a été souvent celle attendue. Le jury a sanctionné les réponses donnant un temps en minutes avec plus de deux chiffres significatifs.

Le jury espère que toutes ces remarques permettront aux futurs candidats de bien préparer cette épreuve.