

Commentaires sur le DS n° 10

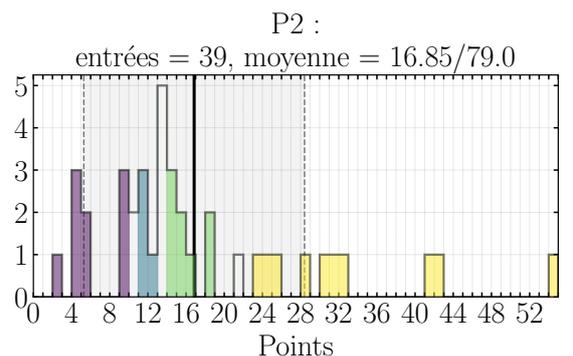
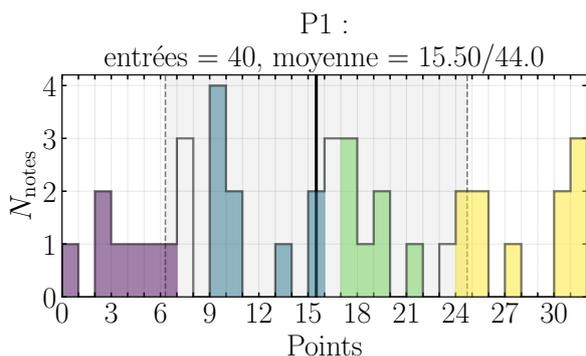
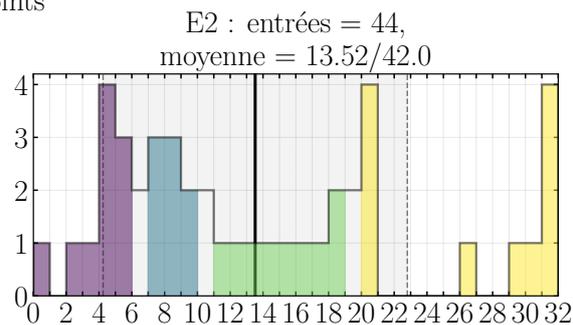
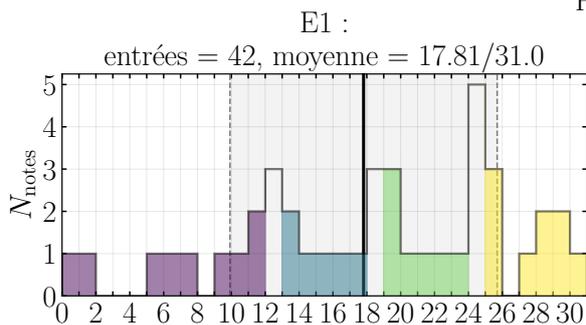
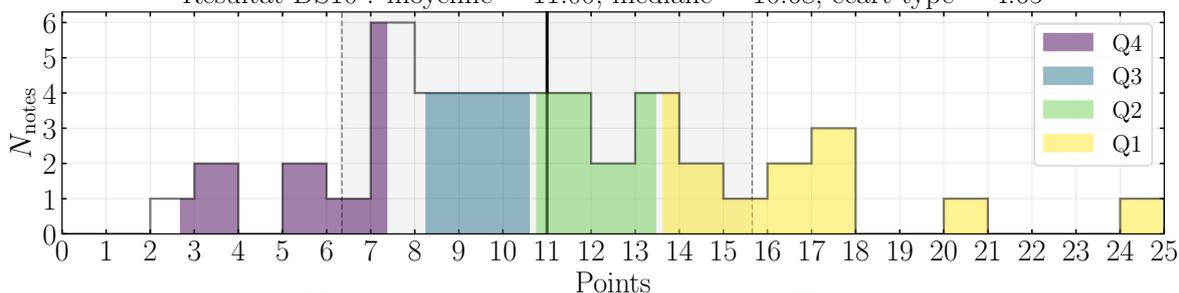
I Commentaires généraux

I/A Appréciation globale

Un DS bien réussi, mais que je trouve finalement trop facile... mais bon, moyenne à 11/20 quand même, bravo à vous! Globalement je ne sais pas si c'est un bon DS puisqu'il ne porte pas sur beaucoup de points importants : pas assez de changements d'état, pas assez d'entropie ; mais sur ce qui est testé, c'est globalement robuste et j'ai la sensation que vous avez quand même bien réagi en tant que groupe-classe aux catastrophes des DS précédents.

Histogrammes des points obtenus par exercice du DS10

Résultat DS10 : moyenne = 11.00, médiane = 10.68, écart-type = 4.65



I/B Sur le fond

Gros point noir de la classe, une poignée seulement a intégré le réflexe suivant :

Crucial à retenir

$$\text{Isobare} \Rightarrow \Delta\mathcal{H} = C_P\Delta T = Q$$

C'est pas légal de confondre premier et seconde principe de la thermodynamique...

I/C Sur la forme

Je ne pensais pas devoir le dire, mais bravo d'avoir bien indiqué l'annexe pour la question 11. Quelle victoire sur la vie!

Commentaire antérieur sur rendement réel vs. idéal vs. CARNOT mal compris.

Globalement encore peu de commentaires (97 points vs 141 au DS07), mais également très peu de malus (20), c'est bien.

/31 E1 Cycle thermodynamique rectangulaire (D'après ENAC 2024)

Solide dans l'ensemble, attention isobare $\Rightarrow \Delta\mathcal{H}$.

- 1 Alors oui, elle est rare, mais κ c'est une lettre grecque, ça n'est pas un k ni un K ...
- 2 Bien sur \mathcal{W}_{12} , mais pensez à définir $\mathcal{W} = -\int p_{\text{ext}} dV$ au moins la première fois que vous calculez un travail. Attention à l'utilisation du premier principe : **isochore** on utilise \mathcal{U} (avec C_V à volume constant, logique), et **isobare** on utilise \mathcal{H} (avec C_P à pression constante, logique).
 C_v c'est pas $CV = C \cdot V$!!
- 3 **Justifier toujours** $p_{\text{ext}} = p$! Vrai si réversible (car alors mécaniquement réversible). Dire « $p = p_{\text{ext}}$ car isobare » ne convaincra pas tout le monde, car il faut des parois mobiles pour que ça ait un sens... Concentrez-vous sur la réversibilité pour justifier ça.
Vous êtes souvent passés par Bordeaux pour aller d'Orléans à Paris... $-P_3(V_3 - V_2) = -(P_3V_3 - P_2V_2)$ car $P_3 = P_2$, or $P_3V_3 = nRT_3$ et $P_2V_2 = nRT_2$! C'est bien plus clair comme ça. Il est très commun qu'on remplace les PV par nRT dans ce genre de calcul, il faut pratiquer plus pour éviter de vous perdre dans des calculs.
- 4 Le calcul peut se faire avec $\Delta\mathcal{U}$, mais il faut avoir le réflexe isobare $\Rightarrow \Delta\mathcal{H}$!
- 5 \mathcal{W} n'est pas une fonction d'état : $\Delta V_{\text{cycle}} = 0 \not\Rightarrow \mathcal{W} = 0$!
- 6 Justifier correctement les signes... Vous tombez trop dans le raccourci, parfois vrai, de « T augmente donc $\mathcal{Q} > 0$ ». C'est vrai pour une isochore car $\mathcal{W} = 0$, mais sinon on peut avoir une compression adiabatique réversible avec T qui augmente mais sans \mathcal{Q} , l'augmentation venant alors du travail! Après, ça n'est pas utile de donner les expressions quand on vous demande juste le signe; il faut savoir mesurer votre réponse à la question posée.

/42 E2 Cycle de BRAYTON

Un peu plus compliqué mais globalement bien réussi, bravo. Ici aussi, isobare $\Rightarrow \Delta\mathcal{H}$.

- 1 Excellent pour les extractions de données avec un schéma résumant les informations. Point bonus accordé. Il faut citer les conditions d'application de la loi de LAPLACE, sans oublier « gaz parfait ».
Attention aux chiffres significatifs.
Attention, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$ vrai que si $T_1 = T_2$!
On n'écrit pas $\sqrt[1]{\cdot}$ ou $\sqrt{\cdot}$ mais $(\cdot)^{\frac{1}{\gamma}}$
- 2 Souvenez-vous du sens d'évolution de la température sur un diagramme de WATT (cf. Df.T1.18, Figure T1.5) : à pression constante, la température augmente vers la droite; à volume constant, la température augmente vers le haut; de manière générale, la température est constante sur une courbe hyperbolique, d'autant plus éloignée de l'origine que la température est grande.
- 3 Idem, voir isobare $\Rightarrow \Delta\mathcal{H}$. Il faut savoir commenter le signe des transferts vis-à-vis de la description du cycle, et repérer par avance quel \mathcal{Q} correspond à quelle source.
- 4 Il faut réussir à voir le lien entre les questions... on vous fait calculer les deux transferts thermiques non nuls, puis on vous demande de déterminer le travail : il est à comprendre qu'on vous demande d'utiliser $\mathcal{W} = -\sum_i \mathcal{Q}_i$, plutôt que de calculer \mathcal{W}_{12} et \mathcal{W}_{34} (ce qui est l'objet de la question suivante).
C'est **inutile** de faire le calcul de \mathcal{W} type polytropique quand c'est adiabatique! On a $\mathcal{W} = \Delta\mathcal{U} = \frac{nR}{\gamma-1} \Delta T$, hop voilà c'est plié! Revoyez la concision.

- 5] Idem, je me répète mais bon... Ne partez pas dans des calculs inutiles du style de transformation polytropique quand on a simplement $Q = 0$: on a alors $W = \Delta U$! Faire le calcul de W avec LAPLACE est une perte d'énergie et de temps, et montre une superficialité des connexions entre grandeurs.
- 6] **Évitez les valeurs absolues** ! Ça vous fait tromper de signe *in fine*.

/44 P1 Processus d'extraction du lithium (D'après banque agro filière TB 2021)

Un problème finalement assez simple, il était intéressant sur les changements d'état mais reste très en surface sur les notions de thermodynamique... ceci dit, il a montré vos capacités croissantes en analyse dimensionnelle et extraction de données des énoncés, bravo !

- 1] RAS. Attention aux chiffres significatifs !
- 2] Il faut maîtriser toutes les parties du programme ! Le TEM s'écrit

$$\Delta \mathcal{E}_m = \sum_i \mathcal{W}(\vec{F}_{NC})$$

avec les travaux **non-conservatifs**.

- 3] Tiroir avec 2.
- 4] Tiroir avec 3.
- 5] Mauvaise valeur de p_c dans l'énoncé, corrigé à posteriori ; j'ai mis les points pour les calculs avec la valeur erronée.

Bravo sur les homogénéités sur ces questions !

- 6] Le dioxygène n'est **pas le gaz principal de l'air** ; c'est le **diazote**, à 80% !
C'est honteux de se tromper sur les unités de la loi du gaz parfait. Reprenez-vous. Si vous n'avez pas 3/3 à cette question, posez-vous des questions...
- 7] Il faut savoir écrire les lettres grecques : $\rho \neq p$!
- 8] L'unité SI de la masse c'est le **kilogramme** ! Donc attention à la masse molaire, si vous voulez trouver des mètres il faut prendre $M_{\text{air}} = 29 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$. Attention aux unités « absurdes » : si on vous demande l'unité, c'est qu'elle est connue. Ici, on s'attend à ce que h_0 soit en mètres, donc ne répondez pas $\text{J}\cdot\text{s}^2\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$, qui fait peut-être des mètres à la fin, mais qui est illisible comme tel. Pensez à trouver des relations utiles pour les analyses dimensionnelles. Ici, pour une analyse directe je serais partie sur

$$[nRT] = \text{J} \quad \text{donc} \quad [RT] = \text{J}\cdot\text{mol}^{-1} \quad \text{et} \quad [mgh] = \text{J} \quad \text{donc} \quad [mg] = \text{J}\cdot\text{m}^{-1} \quad \text{soit} \quad [Mg] = \text{J}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Soit

$$\left[\frac{RT}{M_{\text{air}}g} \right] = [h_0] = \text{m} \quad \blacksquare$$

Mais le plus direct c'est de voir que l'équation différentielle est homogène ! Ainsi,

$$\left[\frac{P}{z} \right] = \left[\frac{P}{h_0} \right] \Leftrightarrow [h_0] = [z] = \text{m} \quad \blacksquare$$

- 9] Bien.
- 10] C'est interdit de ne pas savoir placer les états dans un diagramme P-T... ne serait-ce que par vraisemblance, comprimer un gaz ça le force à se liquéfier, donc forcément B c'est le gaz et C c'est le liquide !
- 11] RAS.
- 12] RAS.
- 13] Le théorème des moments ne s'applique pas au diagramme $P - T$!! Il faut un diagramme où la proportion de l'équilibre diphasé est lisible ; en diagramme $P - T$, la fraction ne se voit pas...
- 14] Quelques bonnes idées.

/79 P2 Étude d'une pompe à chaleur (D'après banque PT 2024)

LÀ c'est un sujet type de concours intéressant que vous passerez. C'est solide sur les notions, un peu moins sur les calculs, et peu de personnes ont vraiment pris le temps/compris le fonctionnement du diagramme $P - h$, il faudrait reprendre ça de votre côté plus tard.

- 1 Bien la plupart du temps, j'ai la sensation que mes répétitions et mes moyens mnémotechniques ont servis (le saumon la rivière. . .). Dommage pour ceux que ça n'a pas touché.
« chaleur chaude » et « chaleur froide » c'est peu clair.
- 2 Pensez à redémontrer $\mathcal{W} = -Q_C - Q_F$. Ici aussi, évitez les valeurs absolues, sinon c'est la foire quand vous avez $\mathcal{W} = -(Q_C + Q_F)$ vous savez plus quoi faire des signes et de la valeur absolue. . .
- 3 Vous sautez trop sur des démonstrations apprises de manière répétitive, sans prendre soin d'étudier l'énoncé : il faut savoir s'adapter à ce qu'on vous demande. Parfois, on vous demande de ne démontrer que l'égalité, donc pas besoin de l'inégalité ; parfois on vous demande de travailler avec \mathcal{S}_{cr} directement, comme ici, donc un garde \mathcal{S}_c dans le 2^d ppe.
- 4 RAS, Q3 presque jamais réussie.
- 5 RAS.
- 6 Manque de compréhension des systèmes physiques des pompes à chaleur. **Condenseur** \neq **condensateur** !
- 7 Revoir les changements d'état et le lien avec les transferts thermiques :
 - ◇ Liquéfaction $\Rightarrow \Delta H < 0 \Leftrightarrow Q < 0$, donc on donne de la chaleur à l'extérieur
 - ◇ Vaporisation $\Rightarrow \Delta H > 0 \Leftrightarrow Q > 0$, donc on prend de la chaleur à l'extérieur
- 8 Cf. le point précédent.
- 9 Attention, isentropique \neq isenthalpique ! Ça ressemble à l'oral, mais c'est pas homogène.
- 10 RAS.
- 11 De bons essais quand c'est fait. J'ai rajouté tout le paragraphe sur les courbes présentes dans le diagramme pour vous guider, mais ça ne serait pas fait au concours (vous referez des $P - h$ l'année prochaine).
- 12 Du coup, bof.
- 13 Il faut lire le diagramme.
- 14 De bonnes idées.
- 15 Bien sur l'intérêt de la PAC.
- 16 Jamais faite.