# Corrigé-barème IE2

# Novembre 2014

| **Exercice 1**<br>**(11 pts)** | |
|---|---|
| **1)** Cf document scanné fourni en annexe<br>- Rayon passant par $F'_1$<br>- Rayon passant par $0_1$<br>- Mesure graphique de $\overline{A'B'}$ et grandissement de -1.4<br><br>- Pour passer du format A4 à A3, il faut un grandissement égal en valeur absolue à 42/29.7 ou 29.7/21 soit environ 1.4.<br>- Le dispositif remplit donc bien son rôle.<br>NB : La valeur exacte est $\sqrt{2}$ (la surface double). | **2 pts**<br>0.25 0.75<br>0.5 (0.25 si valeur positive alors que définie avec des mesures algébriques)<br>0.25<br><br>0.25<br>*Malus de 0.25 si schéma sale* |
| **2)** On identifie 2 sources d'erreur :<br>- Erreur de lecture + graduation<br>- Erreur dans le tracé<br>➢ *Bonus de 0.25 si estimation de l'erreur*<br>➢ *Bonus de 0.25 si discussion des incertitudes lors de la comparaison du grandissement théorique et mesuré.*<br>➢ *Bonus de 0.25 pour toute autre source pertinente* | **0.75 pt**<br>0.25<br>0.5 |
| **3)** On applique deux fois de suite les relations de conjugaison.<br>- Définition de $A_1B_1$ l'image intermédiaire<br>- $\overline{O_1A_1} = \frac{f'_{01}.\overline{O_1A}}{f'_{01}+\overline{O_1A}}$<br>- $\overline{O_2A'} = \frac{f'_2.\overline{O_2A_1}}{f'_2+\overline{O_2A_1}}$<br>- Et $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} = \overline{O_1A_1} - e$<br>- $\overline{O_2A'} = \frac{f'_2.\left(-e+{f'_{01}.\overline{O_1A}}/{f'_{01}+\overline{O_1A}}\right)}{f'_2+\left({f'_{01}.\overline{O_1A}}/{f'_{01}+\overline{O_1A}}\right)-e}$<br>- $\overline{O_2A'} = f'_2 \frac{f'_{01}.\overline{O_1A}-(f'_{01}+\overline{O_1A}).e}{(f'_{01}+\overline{O_1A})(f'_2-e)+(f'_{01}.\overline{O_1A})}$<br><br>➢ *0 si oubli des indices ou toutes notations incorrectes (pas de barres algébriques…)*<br>➢ *Bonus de 0.25 si vérification de l'homogénéité (que ce soit homogène ou non, du moment que la vérification est correcte)*<br>➢ *Malus de 0.25 si non homogène sans vérification* | **1.5 pts**<br>0.25<br>0.25<br>0.25<br><br>0.25<br><br>0.5 (résultat intermédiaire ci-contre accepté) |
| **4)** $\overline{O_2A'} = 8.0\ cm$ (on tolère 3 CS)<br><br>➢ *Bonus de 0.25 si comparaison avec l'épure*<br>➢ *Malus de 0.25 si résultat différent de l'épure et pas de commentaire* | **1pt**<br>(0 si pas d'unité) |
| **5)**<br>Raisonnement graphique (Thalès) : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{O_2J}{O_1I} = -\frac{f'2}{f'01}$, avec I et J indiqués sur schéma ou par les tangentes en indiquant l'angle sur le schéma.<br><br>L'application numérique donne $\gamma = -1.4$ comme la mesure directe sur l'épure et comme le voulait le cahier des charges du photocopieur pour le passage du format A4 au format A3. | **1.5pt**<br>1 (0.5 si Thalès ou tangentes non expliqué et 0.5 si signe faux)<br><br>0.5 |
| **6)** Cette démonstration s'obtient assez simplement par les relations de conjugaison appliquées aux deux lentilles de même centre $O_1$, en appelant A'' l'image intermédiaire fournie par $L_1$ qui sert d'objet à $L_0$ :<br>$$\frac{1}{f'_1} = \frac{1}{\overline{O_1A''}} - \frac{1}{\overline{O_1A}}\ et\ \frac{1}{f'_0} = \frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A''}}$$<br>En sommant il vient que $\frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_0} = \frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}}$<br>Tout se passe donc comme s'il y avait une seule lentille de distance focale équivalente $f'_{01}$ telle que $\frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_0} = \frac{1}{f'_{01}}$<br><br>$f'_{01}$=24.5 cm | **1.5 pt**<br><br><br><br>1 (démo)<br><br><br>0.5 |

| | |
|---|---|
| **7)** Ce doublet est en fait équivalent au doublet $L_{01}$ puisqu'il résulte de l'association de $L_2$ qui a la même focale que $L_1$ et de $L_0$.<br><br>Donc $f'_{02}=f'_{01}=7.1$ cm.<br>NB : ce résultat peut bien entendu se retrouver par calcul.<br><br>Tout se passe comme si on avait échangé les lentilles $L_{01}$et $L_2$ de la première situation donc le doublet reste afocal et la relation établie à la question 5) reste valable en utilisant les nouvelles distances focales : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{f'_{02}}{f'_{01}} \approx 0.71$<br>Ce grandissement permet une réduction du format A3 au format A4 puisqu'il est proche de $^{29.7}/_{42}$. | **1.5 pt**<br>0.25 (explication ou calcul)<br><br>0.25<br><br><br><br>0.5 (explication)<br>0.25 (AN)<br><br>0,25 (comparaison theorie) |
| **8)** Cf document 2 scanné fourni en annexe<br>- Placement des foyers<br>- Tracé des rayons + image<br>Mesure graphique de $\overline{A'B'}$ $\gamma$ ~0,7 : comparer à l'épure | **1.25 pt**<br>0.25<br>0.5<br>0.25+0,25 |
| **9)** - Tout se passe dans la situation 2 comme si on avait échangé la place des deux lentilles de la situation 1.<br>- En vertu du principe du retour inverse de la lumière, tout se passe donc comme si on avait échangé la place de l'objet et de l'image entre les deux situations.<br>- En outre, on a dans la situation 1 : $\overline{O_1A} \approx \overline{O_2A'}$, donc on retrouvera cette égalité dans la situation 2.<br>- L'image n'a pas changé de position entre les deux situations, ce qui d'après l'énoncé était impératif. | **Bonus 1.5 pt** |

| **Exercice 2 (5.5 pts)** | |
|---|---|
| 1) Il y a deux types d'incertitudes : systématiques et aléatoires.<br>Trois types d'incertitudes aléatoires :<br>- graduations du banc + lecture de la position du cavalier sur le banc (p et p')<br>- intervalle de netteté de l'image (p' uniquement)<br>Une incertitude systématique :<br>- positionnement des éléments par rapport au cavalier (p et p')<br><br>Ce qui donne des incertitudes globales :<br>$\Delta p$ =e1+e2+e4 et $\Delta p'$ = e1+e2+e4+e3 (l'ordre de grandeur des estimations n'est pas demandé)<br><br>NB : il s'agit bien entendu d'un ordre de grandeur, la valeur des chaque type d'incertitude en soi n'a pas beaucoup de sens en l'absence d'une description précise du matériel. Noter uniquement l'origine de ces incertitudes et enlever 0.25 si les ordres de grandeurs sont aberrants. | **1.5 pt**<br><br>0.5<br>0.5<br><br>0.5<br><br><br>*Bonus de 0.25* |
| 2) On a tracé p en fonction de 1-(p'/p). On retrouve la relation théorique à partir de la relation de conjugaison :<br>$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$ et $p' = f'.(1 - \frac{p'}{p})$<br>- On attend donc une droite de pente f' passant par 0.<br>- Points aberrants<br>- Tracé des droites extrêmes passant dans les boîtes d'incertitudes et mesure des pentes extrêmes : f'max = 3.5 cm et f'min = 2.8 cm<br>*La droite doit passer par 0 mais on accepte des droites affines avec justification (erreurs systématiques)*<br>NB : Sanctionner si les étudiants essaient d'incorporer les deux points manifestement aberrants<br><br>- D'où f'= 3.2 ± 0.3 cm | **3 pts**<br>0.5<br>0.5<br>0.5<br>1 (0.5 si que pente centrale et 0,5 si les droites ne passent pas par O sans justification)<br><br>Malus de 0,5<br><br>0.5 (noter ici la bonne présentation du résultat en cohérence, et non pas le résultat) |
| 3) $\left(1 - \frac{p'}{p}\right)\max = 1 - \frac{p'max}{pmax} = 1 + \frac{p'max}{\|p\|min}$<br>Et $\left(1 - \frac{p'}{p}\right)\min = 1 - \frac{p'min}{pmin} = 1 + \frac{p'min}{\|p\|max}$ | ***Bonus 1 pt*** |

| | |
|---|---|
| NB : il faut bien prendre $p_{max}$ pour calculer $(1\text{-}p'/p)_{max}$ (respectivement min) car la valeur de p est négative ; si on prend l'expression avec la valeur absolue donnée sur le graphe, la question ne se pose pas.<br>$$(1 - {p'}/{p})\ \max = 1.19\ et\ (1 - {p'}/{p})\ \min = 1.13$$<br>On en déduit :<br>$$\Delta(1 - {p'}/{p}) = 0.03$$ | |
| 4) La linéarisation la plus simple consiste à tracer (1/p') en fonction de (1/p). La courbe obtenue est une droite de pente 1 et d'ordonnée à l'origine (1/f') mais d'autres sont possibles (une bonne infinité en fait).<br><br>NB : mettre 0.25 si méthode statistique proposée car ok pour la moyenne mais pas pour l'incertitude (à déterminer graphiquement). | **1 pt** |

| **Exercice 3**<br>**(3.5 pts)** | |
|---|---|
| 1)<br>$[K]=T^{-1}LM^{1/2}L^{-1/2}M^{-1/2}L^{-1/2}T=1$ : K est sans dimension<br>(Si ils ont compris mu comme masse multipliée par unité de longueur et qu'ils trouvent L compter 0,5) | **1 pt**<br><br><br>1 |
| 2)<br>$$F = \frac{f^2 l^2 \mu}{K^2}$$<br>$F_{max}$ = 104.2 N et $F_{min}$=82.6 N<br><br>donc F=93±11 N<br><br><br>NB : certains groupes ont peut-être travaillé avec la méthode différentielle, elle est parfaitement justifiée avec une incertitude de l'ordre de 10%. Elle donne 11.6% soit $\Delta F = 11N$.<br>F=9.6±1.1 kgf | **2,5 pts**<br>0.25<br><br>1 pour l'AN avec conversions<br>0,5 pour méthode min max correctement exposée<br>0,5 présentation cohérente du résultat<br><br><br>0.25 |

| **Exercice 4**<br>**(1 pt)** | |
|---|---|
| U=-E-RI | **1 pt** |