BACCALAURÉAT BLANC
ECOLE ALSACIENNE

DÉCEMBRE 2014

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

Obligatoire et Spécialité

DURÉE DE L'EPREUVE : **3h 30min.** – COEFFICIENT AU BAC : **6 ou 8**

Ce sujet comporte deux exercices de physique et un exercice de chimie.

CALCULATRICE AUTORISÉE

VOUS UTILISEREZ **UNE** COPIE PAR EXERCICE.

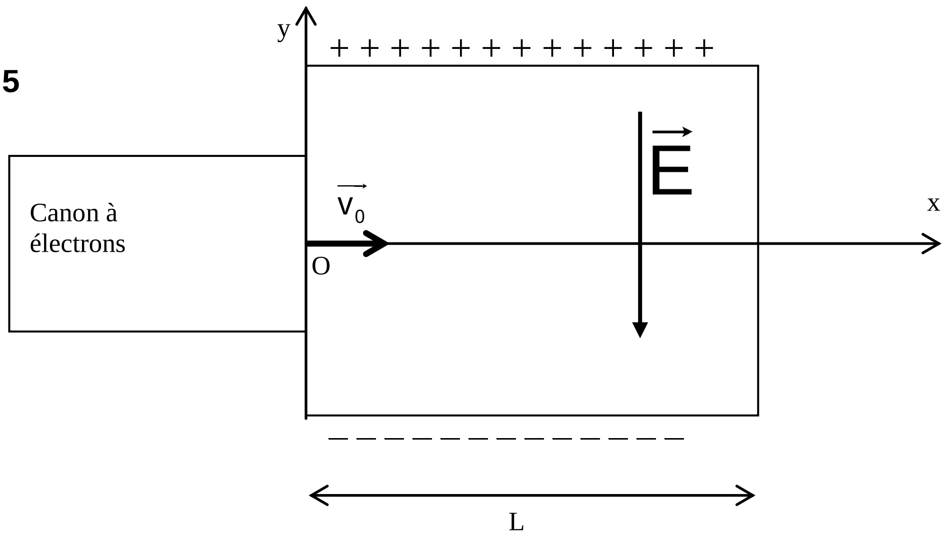
Correction

Physique sur 5 points (pour les élèves qui ne sont pas en Spécialité) **Bac S 2013 Antilles Guyane** *Correction © http://labolycee.org*

1. Détermination du caractère négatif de la charge de l'électron par J.J.Thomson.

1.1. D'après l'échelle de 1,0 cm pour 5,0 kV.m^{-1}, et comme E = 15,0 kV.m^{-1}, on en déduit que $\vec{E}$ sera représenté par une flèche de 3,0 cm.

Annexe 5



1.2. *(Lire la question suivante avant de répondre)* Le document 4 indique que des particules de charges opposées s'attirent. Le faisceau d'électrons étant attiré par la plaque chargée positivement, c'est que les électrons sont porteurs d'une charge négative.

1.3. $\vec{F} = -e.\vec{E}$

Entre les plaques, l'électron n'est soumis qu'à la force électrostatique qui le dévie vers la plaque chargée positivement. Cette force est donc de sens opposé au champ électrostatique, et comme $\vec{F} = q.\vec{E}$, cela impose que q < 0.

2. Détermination du rapport e/m pour l'électron.

2.1. On applique la deuxième loi de Newton au système électron, dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

$\vec{F} = \dfrac{d\vec{p}}{dt} = \dfrac{dm.\vec{v}}{dt} = \dfrac{dm}{dt}.\vec{v} + m.\dfrac{d\vec{v}}{dt}$ comme m = Cte alors $\dfrac{dm}{dt} = 0$ et il vient $\vec{F} = m.\dfrac{d\vec{v}}{dt}$ = m.$\vec{a}$

$-e.\vec{E} = m.\vec{a}$

$\vec{a} = \dfrac{-e.\vec{E}}{m}$ Le vecteur accélération est de sens opposé au vecteur champ $\vec{E}$.

Par projection suivant les axes du repère défini dans le document 5, on obtient $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \dfrac{e.E}{m} \end{cases}$

2.2.1. y(x=L) = h

$$h = \frac{e.E}{2.m.v_0^2}.L^2 \quad => \quad \frac{e}{m} = \frac{2.v_0^2.h}{E.L^2}$$

2.2.2. $\dfrac{e}{m} = \dfrac{2\times\left(2,27\times10^7\right)^2\times1,85\times10^{-2}}{15,0\times10^3\times\left(8,50\times10^{-2}\right)^2}$ = 1,76×10^{11} C.kg^{-1}

2.2.3. $U\left(\frac{e}{m}\right)=\frac{e}{m}.\sqrt{\left[\left(\frac{U(h)}{h}\right)^2+\left(\frac{U(E)}{E}\right)^2+4\left(\frac{U(v_0)}{v_0}\right)^2+4\left(\frac{U(L)}{L}\right)^2\right]}$

$$U\left(\frac{e}{m}\right)=1{,}76\times10^{11}\times\sqrt{\left[\left(\frac{0{,}05}{1{,}85}\right)^2+\left(\frac{0{,}1}{15{,}0}\right)^2+4\left(\frac{0{,}02}{2{,}27}\right)^2+4\left(\frac{0{,}05}{8{,}50}\right)^2\right]}$$

$$U\left(\frac{e}{m}\right)= 6\times10^{9}\ C.kg^{-1} = 0{,}06\times10^{11}\ C.kg^{-1}$$

On ne conserve qu'un seul chiffre significatif pour l'incertitude (deux au maximum)

$$\frac{e}{m}= (1{,}76\ \pm 0{,}06)\times10^{11}\ C.kg^{-1}$$

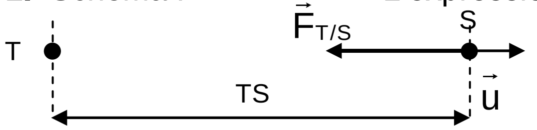
Rem ML : Cette question étant une simple application numérique, l'essentiel des points porte :

- ***Sur les unités correctement écrites pour $\frac{e}{m}$ et $U(\frac{e}{m})$***
- ***Sur l'écriture correcte $X \pm U(X)$ avec cohérence d'une part des CS, et d'autre part de la puissance***

II- Physique sur 6 points : **(pour tous les élèves : Spécialité et non Spécialité)**

Partie A : Étude du mouvement de la station spatiale ISS

1. Schéma :



L'expression vectorielle de la force gravitationnelle $\vec{F}_{T/S}$ exercée par la Terre T sur la station S est :

. $\vec{F}_{T/S} = -\,G\,\dfrac{M_T.m_S}{d(TS)^2}\,\vec{u}$

2. Soient deux points A et B quelconques sur la trajectoire, la seule force appliquée dans le référentiel géocentrique est la force de gravitation. Le théorème de l'énergie cinétique permet d'écrire : $E_K(B) - E_K(A) = W^F{}_{A\to B}$

Or à tout instant, la force de gravitation (*qui est radiale*) est perpendiculaire au déplacement donc $W^F{}_{A\to B} = 0$ donc $E_K(B) = E_K(A) \Rightarrow V_B = V_A$ donc le mouvement est uniforme.

Autre raisonnement possible :

Le système {Terre + ISS} est isolé donc conservatif et E_m = Cste

Or $E_m = E_K + E_{PP}$ et E_{pp} ne dépend que de la distance TS

Comme la trajectoire est circulaire, TS = Cste donc E_{pp} = Cste donc $E_K = E_m - E_{pp}$ = Cste

Si E_K = Cste => v = CSte et le mouvement est donc uniforme.

3.1. La masse m de la station étant constante, la deuxième loi de Newton, dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen s'écrit: $\vec{F}_{T/S} = m\,.\,\vec{a}_S$

La force de gravitation est uniquement radiale (pas de composante suivant la tangente)

Donc $a_S = a_N = G\,\dfrac{M_T}{(R_T+h)^2}$ et $a_T = 0$

or, dans le repère de Frenet : $a_T = \dfrac{dv}{dt}$ donc $\dfrac{dv}{dt} = 0$

=> v = constante, le mouvement est uniforme

3.2. $a_N = \dfrac{v^2}{(R_T+h)}$ d'où $\dfrac{v^2}{(R_T+h)} = G\,\dfrac{M_T}{(R_T+h)^2} \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{G\,M_T}{(R_T+h)}}$

3.3. On convertit R_T + h en m :

$$v = \sqrt{\frac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}98\times10^{24}}{6380\times10^{3}+400\times10^{3}}} = \mathbf{7{,}67\times10^{3}\ m.s^{-1}}\ .$$

4. Le nombre n de révolutions de la station en Δt = 24 h est :

$n = \dfrac{\Delta t}{T}$ ou $n = \dfrac{d}{p}\ \left(= \dfrac{v.\Delta t}{v.T} = \dfrac{d}{2\pi\,(R_T+h)}\right)$

(avec d , distance parcourue par l'ISS et 24 h et p : le périmètre de sa trajectoire)

Raisonnons sur la première relation :

Soit T la période de révolution de la station autour de la Terre, comme le mouvement est circulaire et uniforme de rayon R + h , la vitesse v s'écrit : $v = \dfrac{2\pi.(R+h)}{T}$

donc $T = \dfrac{2\pi.(R+h)}{v}$ soit $T = \dfrac{2\pi\left(6380\times10^{3}+400\times10^{3}\right)}{7{,}67\times10^{3}} = 5{,}56\times10^{3}$ s = 1,54 h

Le nombre n de révolutions de la station en Δt = 24 h est $n = \dfrac{\Delta t}{T}$

$n = \dfrac{24}{1{,}54}$ = 15,6. Un astronaute à bord de la station ISS fait **plus de 15 fois** le tour de la Terre en 24 h.

Partie B : Ravitaillement de la station ISS

1. Modèle simplifié du décollage

1.1. Le système S = {fusée + gaz} étant supposé isolé, la quantité de mouvement $\vec{p}_S$ du système se conserve au cours du temps. ***(Rem ML : essentiel à rappeler !!)***

Entre les dates t = 0 et t = 1 s on a donc :

$$\vec{p}_S(t=0\ s)=\vec{p}_S(t=1\ s)$$

Initialement le système est immobile (on considère que les gaz n'ont pas encore eu le temps d'être éjectés de la fusée) donc $\vec{p}_S(t=0\ s)=\vec{0}$ d'où $\vec{0}=\vec{p}_f+\vec{p}_g$,

soit $\vec{0}=m_f\cdot\vec{v}_f+m_g\cdot\vec{v}_g$

donc finalement : $\boxed{\vec{v}_f=-\frac{m_g}{m_f}\cdot\vec{v}_g}$

Lors du décollage, les gaz sont éjectés vers le bas. La relation précédente montre que la fusée est alors propulsée vers le haut. Il s'agit d'un exemple de mode de propulsion par réaction.

1.2. Entre les dates t = 0 et t = 1 s, la variation de masse $|\Delta m|$ de la fusée est due à l'éjection de gaz qui a lieu avec un débit D.

La masse m_g des gaz éjectés s'écrit $m_g = D.\Delta t$ donc **$|\Delta m| = D.\Delta t$.**

Pour Δt = 1 s on a : $|\Delta m| = 2,9\times10^3\times1 = 2,9\times10^3$ kg $\approx 3\times10^3$ kg = 3 t.

En exprimant les masses en tonnes, calculons : $\frac{\Delta m}{m_{fi}}=\frac{2,9}{7,8\times10^2}=3,7\times10^{-3}=0,37\%\approx0,4\ \%$

La variation de masse $|\Delta m|$ de la fusée au bout d'une seconde après le décollage est inférieure à 1 % de la masse initiale m_{fi} de la fusée : elle est donc négligeable.

(Rem ML : écrire « la perte de masse est négligeable » est insuffisant, il faut faire une étude quantitative comme ci-dessus en calculant la perte de masse relative !)

On considère que la masse m_f de la fusée n'a pas varié une seconde après le décollage.

Calculons alors la valeur de la vitesse de la fusée :

En projetant la relation $\vec{v}_f=-\frac{m_g}{m_f}\cdot\vec{v}_g$ selon un axe vertical il vient : $v_f=\frac{m_g}{m_f}\cdot v_g$

En laissant les masses en tonnes et la vitesse en km.s^{-1}, il vient : $v_f=\frac{2,9}{7,8\times10^2}\times4,0$

$v_f = 1,5\times10^{-2}$ km.s^{-1} = **15 m.s^{-1}.** **(ML : 2 CS !)**

2.1. Si la vitesse est en réalité très inférieure à celle calculée, c'est que le système n'est pas isolé. Le système {fusée + gaz} subit la force poids qui le ralentit fortement (et dans une moindre mesure la force de frottement de l'air).

2.2.1. D s'exprime en kg.s^{-1}. v_g s'exprime en m.s^{-1}.

Donc $D.v_g$ s'exprime en **kg.m.s^{-2}**.

Le produit $D.v_g$ est donc homogène à une masse (kg) multipliée par une accélération (m.s^{-2}).

La deuxième loi de Newton $\sum\overrightarrow{F_{ext}}=m.\vec{a}$ permet de conclure que le produit $D.v_g$ est homogène à une force.

2.2.2. La fusée peut décoller si la valeur F de la force de poussée $\vec{F}=-D\cdot\vec{v}_g$ est supérieure à la valeur P du poids $\vec{P}$ de la fusée :

P = m_f.g

soit P = $7,8\times10^5\times9,78 = 7,6\times10^6$ N (convertir m_f en kg).

F = $D.v_g$

soit F = $2,9\times10^3\times4,0\times10^3 = 12\times10^6$ N. **(ML : 2 CS à chaque fois !)**

Comme F > P, la fusée peut décoller.

III- *Physique sur 5 points* (pour les élèves qui sont en Spécialité)

La quête du GRAVE Bac S 09/2013 Métropole Spécialité Correction http://labolycee.org

Questions préalables

- Relation liant la fréquence *f* du mode de vibration fondamental, la longueur de la corde *L* et la célérité *v* de l'onde sur la corde :

On sait que $\lambda = \frac{v}{f}$ soit $f = \frac{v}{\lambda}$ (1)

D'après le document 1, on a $L = \frac{\lambda}{2}$, soit $\lambda = 2.L$ (2). En combinant (1) et (2), il vient $\boxed{f = \frac{v}{2.L}}$ (3)

- Montrer que cette relation peut s'écrire : $f = \frac{1}{2L}.\sqrt{\frac{T}{\mu}}$:

D'après le document 1, on apprend que $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ainsi d'après (3) on obtient $\boxed{f = \frac{1}{2L}.\sqrt{\frac{T}{\mu}}}$

- Longueur de la corde L_{-1} de l'octobasse nécessaire pour émettre la note *do*$_{-1}$:

Hypothèse : T et µ sont constantes

$f_{mi0} = \frac{1}{2L_0}.\sqrt{\frac{T}{\mu}}$ $\qquad f_{do-1} = \frac{1}{2L_{-1}}.\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$\frac{f_{mi_0}}{f_{do_{-1}}} = \frac{\frac{1}{2L_0}}{\frac{1}{2L_{-1}}} = \frac{L_{-1}}{L_0}$ $\qquad \boxed{L_{-1} = \frac{f_{mi_0}}{f_{do_{-1}}}.L_0}$ $\qquad$ AN : $L_{-1} = \frac{41,2}{16,3} \times 1,05 = 2,65$ m

La corde doit mesurer 2,65 m pour émettre la note do_{-1} de fréquence 16,3 Hz.
Or le document 3 indique que les cordes de l'octobasse mesurent 2,18 m. Ainsi le luthier ne peut pas obtenir cette note sans changer la tension T ou la masse linéique µ de la corde.

Problème

En s'affranchissant de l'hypothèse précédente, quelle(s) solution(s) technique(s) le luthier peut-il proposer pour que, en respectant le cahier des charges (document 3), une même corde de l'octobasse puisse émettre un do$_{-1}$ *et aussi un ré*$_{-1}$ *?*

Comme on s'affranchit de l'hypothèse précédente, le luthier va pouvoir modifier la tension T de la corde ou sa masse linéique µ.

Pour diminuer la longueur de 2,65 m à 2,18 m, tout en maintenant f constante avec $f = \frac{1}{2L}.\sqrt{\frac{T}{\mu}}$ alors le luthier doit **diminuer la tension T** de la corde et/ou **augmenter la masse linéique µ** de la corde.
Ainsi avec une corde de 2,18 m vibrant à vide, il obtiendra un do_{-1} de fréquence f_{do-1} = 16,3 Hz.

Comment alors obtenir avec cette même corde la note $ré_{-1}$?
La note $ré_{-1}$ possède une fréquence de 18,3 Hz, donc plus élevée que celle du do_{-1}.
Cette fois-ci, comme on conserve la corde précédente, on ne peut pas modifier la tension ni la masse linéique.

On a toujours $f = \frac{1}{2L}.\sqrt{\frac{T}{\mu}}$, pour augmenter f avec T et µ constantes, il faut alors réduire la longueur L de la corde à l'aide des manettes et des doigts métalliques.

D'après le raisonnement des questions préliminaires : $\boxed{L_{ré-1} = \frac{f_{do_{-1}}}{f_{ré_{-1}}}.L_{do_{-1}}}$ AN : $L_{ré-1} = \frac{16,3}{18,3} \times 2,18 = 1,94$ m.

Un doigt métallique va appuyer sur la partie haute de la corde afin de réduire sa longueur.

IV- Chimie (9 points) **(pour tous les élèves : Spécialité et non Spécialité)**

Partie A : Cinétique d'une saponification

Questions :

I Questions sur le mode opératoire

1. Quelle précaution faut-il prendre à l'étape 1 dans la manipulation de la solution d'hydroxyde de sodium et pourquoi ?

La solution de soude est relativement concentrée : port des gants et des lunettes obligatoire (outre la blouse !) Car les solutions de base et d'acide sont susceptibles de provoquer de graves brûlures.

2. Quelle verrerie convient-il de prendre pour le mesure le volume V_E de l'étape 1 ?

V_E = 20,00 mL => Il faut prendre une pipette jaugée

3. Quelle est la concentration initiale C_E de l'ester dans chaque tube ?

C_E de l'ester dans chaque tube correspond à C_E de l'ester dans la fiole soit $C_E = \frac{n_E}{V} = \frac{m_E}{M_E.V} = \frac{\rho_E\,V_E}{M_E.V} \approx 1{,}52 \text{ mol.L}^{-1}$

Attention 1) aux unités 2) aux chiffres significatifs (3 car ρ_E et M_E avec 3 chiffres significatifs !)

4. Montrer que l'ester est le réactif limitant.

D'après le tableau, à t = 0 : $[HO^-]$ = 2,00 mol/L ;
les nombres stœchiométriques de l'équation étant égaux à 1 et $c_E < [HO^-]$, l'ester est donc le réactif limitant.

5. Comment s'appelle l'opération faite dans l'étape 3 après avoir sorti un tube du bain-marie ? Quel est le but de cette opération ?

On a fait une trempe pour éviter que la transformation ne se poursuive pendant le dosage.

II Etude de la concentration en alcool au cours du temps

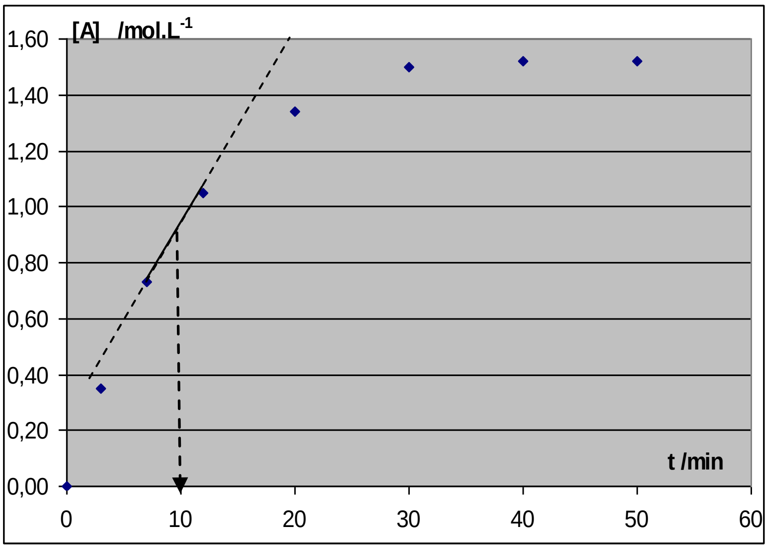
1. Montrer que, dans les tubes, à tout instant t, on a la relation $[A] = [HO^-]_0 - [HO^-]$

La relation est évidente compte tenu de l'équation de la transformation. On peut déterminer ce résultat en passant par le tableau descriptif du système mais c'est une technique lourde pour un résultat évident.

2. Recopier le tableau ci-dessus sur la copie en en complétant la ligne correspondant à [A]

Numéro du tube	0	1	2	3	4	5	6	7
Date t /min	0	3	7	12	20	30	40	50
$[HO^-]$ /mol.L^{-1}	2,00	1,65	1,27	0,95	0,66	0,50	0,48	0,48
[A] (A = *alcool*) /mol.L^{-1}	***0,00***	***0,35***	***0,73***	***1,05***	***1,34***	***1,50***	***1,52***	***1,52***

3. Tracer le graphe [A]= f(t) Echelle : 1 cm (ou un carreau) pour 2 min et 1 cm (ou un carreau) pour 0,1 mol.L^{-1}



III Exploitation du graphe

1. relation entre x, avancement de réaction et n(A) la quantité de matière en alcool à la date t ***x = n(A)***

2. Relation entre la vitesse de réaction et la concentration en alcool [A] :

$$v = \frac{1}{V_0}\frac{dx}{dt} = \frac{d[A]}{dt}$$

3. v_{10}, la vitesse de réaction à t = 10 min

$$v_{10} = \frac{1{,}05 - 0{,}73}{12 - 7} \approx 6{,}4.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

(point "avant" et après") $\approx 1{,}1.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

4. A t = 40 min, la transformation est-elle finie ? Justifier votre réponse.

A partir de 40 min, la transformation n'évolue plus : elle est donc finie.

5. Montrer que la transformation est totale.

$x_{final} = [A]_{final}$ et $x_{max} = [E]_{initial}$
car le réactif en défaut est l'ester.

Or on observe que $[A]_{final} = [E]_{initial}$ donc $x_{final} = x_{max}$ ($\tau_{final} = \frac{x_{final}}{x_{max}} = 1$). La transformation est donc totale.

Attention à la confusion entre les deux réponses aux deux questions 4. et 5. !
La transformation peut être finie….. sans être totale (cf l'exercice suivant) !

Partie B : Etude d'une réaction équilibrée

Nicolas et Pauline décident de refaire les expériences réalisées en 1862 par les chimistes Marcellin Berthelot et Léon Péan de Saint Gilles concernant les réactions d'estérification à partir de l'acide éthanoïque et de l'éthanol.
Soit l'équation de la transformation suivante :

$$CH_3\text{-}COOH + CH_3\text{-}CH_2OH = CH_3\text{-}COOC_2H_5 + H_2O$$

Que l'on pourra symboliser par : Ac + Aℓ = Es + Ea

Avec Ac : acide éthanoïque Aℓ : alcool (éthanol) Es : ester Ea = eau

Les étapes du raisonnement (comme dans le TP correspondant !)…

a) Détermination de l'avancement maximal $x_{max} = n_0(Ac) = n_0(Al) = 0,100$ mol = 100 mmol

b) Détermination de l'avancement
  - Littéral : $x = n_0(Ac) - n(Ac)$
  - Calcul dans tout le tableau

c) Taux d'avancement
  - Littéral $\tau = \dfrac{x}{x_{max}}$
  - Calcul dans tout le tableau => ***On voit que $x_{final} < x_{max}$ ⇔ $\tau_{final} < 1$***

Date t /h	0	4	10	20	40	100	150	200	250	300
n(Ac) /mmol	100	75	64	52	44	36	35	34	33	33
x /mmol	***0***	***25***	***36***	***48***	***56***	***64***	***65***	***66***	***67***	***67***
τ	***0***	***0,25***	***0,36***	***0,48***	***0,56***	***0,64***	***0,65***	***0,66***	***0,67***	***0,67***

d) Argumentation => finie

La transformation est finie puisque τ (donc x !) ne varie plus au cours du temps après 250 min

e) Argumentation => pas totale

Si la transformation était totale, on devrait avoir $\tau_{final} = 1$ or $\tau_{final} < 1$: la transformation n'est pas totale !