

Correction du baccalauréat blanc spécialité.

Exercice 1 :

1. Étude du mouvement du pigeon d'argile

Dans cette partie, tous les t sont à remplacer par t_p .

1. 1. Expression de l'accélération $\vec{a}_p$ du point matériel M

- Référentiel d'étude : référentiel terrestre, supposé galiléen.
- Système étudié : {point matériel M}
- Bilan des actions extérieures : action de la Terre : le poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$
- Théorème du centre d'inertie : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m_p \cdot \vec{a}_p \Leftrightarrow m_p \cdot \vec{g} = m_p \cdot \vec{a}_p$
 $\Leftrightarrow \boxed{\vec{a}_p = \vec{g}}$

Composantes de l'accélération $\vec{a}_p$ dans le repère (Ox, Oy)

Le vecteur accélération $\vec{a}_p$ s'identifie au vecteur champ de pesanteur.

Coordonnées de $\vec{a}_p$: $\vec{a}_p : \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$

1. 2. Composantes du vecteur vitesse $\vec{v}_p$

Condition initiale : à $t = 0$: $\vec{v}_{p(t=0)} = \vec{v}_{p0}$.

Par définition : $\vec{a}_p = \frac{d\vec{v}_p}{dt}$: les coordonnées du vecteur vitesse sont donc des fonctions primitives des coordonnées du vecteur accélération :

Coordonnées de $\vec{v}_p$: $\vec{v}_p : \begin{cases} v_{px}(t) = v_{p0x} = v_{p0} \cdot (\cos \alpha) \\ v_{py}(t) = -g \cdot t + v_{p0y} = -g \cdot t + v_{p0} \cdot (\sin \alpha) \end{cases}$

1. 3. Composantes du vecteur position $\vec{OM}$

Condition initiale : à $t = 0$, M est en O : $\vec{OM}_{(t=0)} = \vec{0}$

Par définition : $\vec{v}_p = \frac{d\vec{OM}}{dt}$: les coordonnées du vecteur position sont donc des fonctions primitives des coordonnées du vecteur vitesse :

Coordonnées de $\vec{OM}$: $\vec{OM} : \begin{cases} x_p(t) = v_{p0} \cdot (\cos \alpha) \cdot t \\ y_p(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_{p0} \cdot (\sin \alpha) \cdot t \end{cases}$

1.4. Trajectoire : en supprimant le temps : $t = x_p / v_{p0} \cdot \cos \alpha$, on trouve :

$$y_p = (-g \cdot x_p^2 / 2 \cdot v_{p0}^2 \cdot \cos^2 \alpha) + x_p \cdot \tan \alpha$$

1.5. Portée : $0 = (-g \cdot D^2 / 2 \cdot v_{p0}^2 \cdot \cos^2 \alpha) + D \cdot \tan \alpha = -0,011 \cdot D^2 + D = 0$ ssi $D = 0$ m ou $D = 1/0,011 = 90$ m

1.6. En c, on a $v_y = 0 \text{ m.s}^{-1}$; soit : $t_c = v_{p0} \cdot \sin \alpha / g$

On trouve : $x_c = 45$ m et $y_c = 22,5$ m.

2.- Etude du mouvement de la balle

On note que t doit être remplacé par t_B ici.

2.1. Chute verticale avec vitesse initiale : $a_{By} = -g$; $v_{By} = -g \cdot t + v_{B0}$ et $y_B = -0,5 \cdot g \cdot t^2 + v_{B0} \cdot t$

2.2. Altitude max pour $v_{By} = 0$ soit : $t_B = v_{B0} / g$ d'où $H = -0,5 \cdot g \cdot (v_{B0} / g)^2 + v_{B0}^2 / g = 0,5 \cdot v_{B0}^2 / g = 12,5$ km

3. Tir réussi

3. 1. Temps de vol du pigeon

Soit t_C la date à laquelle le pigeon arrive au point d'abscisse x_C .

$$x_p(t_C) = x_C \Leftrightarrow v_{p0} \cdot (\cos \alpha) \cdot t_C = x_C \Leftrightarrow t_C = \frac{x_C}{v_{p0} \cdot (\cos \alpha)}$$

$$\text{A.N. } t_C = \frac{45}{30 \times \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)} \text{ s} = \frac{45 \times \sqrt{2}}{30} \text{ s}, \text{ soit } t_C = 2,1 \text{ s}$$

La durée de vol Δt est la durée écoulée entre les instants de date $t = 0$ et $t = t_C$. Ainsi : $\Delta t = 2,1 \text{ s}$.

3. 2. Durée de vol de la balle

Le mouvement étant rectiligne uniforme à la vitesse v_{B0} , la distance y_C parcourue pendant l'intervalle de temps $\Delta t'$ est :

$$Y_C = v_{B0} \cdot \Delta t \Leftrightarrow \Delta t'_C = \frac{y_C}{v_{B0}}. \text{ A.N. : } \Delta t'_C = \frac{22}{500} \text{ s}, \text{ soit } \Delta t'_C = 4,4 \times 10^{-2} \text{ s}$$

3.3. Comparaison de Δt et de $\Delta t'$ et conclusion

$\frac{\Delta t}{\Delta t'} = \frac{2,1}{4,4 \times 10^{-2}} = 48$: $\Delta t' < \Delta t$: la durée de vol de la balle étant très inférieure à celle du pigeon, le tireur peut viser directement le pigeon lorsque celui-ci se trouve à sa verticale. La distance parcourue par le pigeon pendant la durée de vol de la balle est très faible.

Remarque :: en fait, la distance parcourue par le pigeon est loin d'être négligeable (il parcourt en fait horizontalement une distance de 93 cm...mais avec nos bon gros fusils à plombs...)

Exercice 2 :

1.(0,25) – Relation entre la longueur d'onde λ , la célérité de la lumière c et la fréquence de l'onde N :

$$c = \lambda \cdot N$$

avec : c en m.s^{-1}

λ en m

N en Hz.

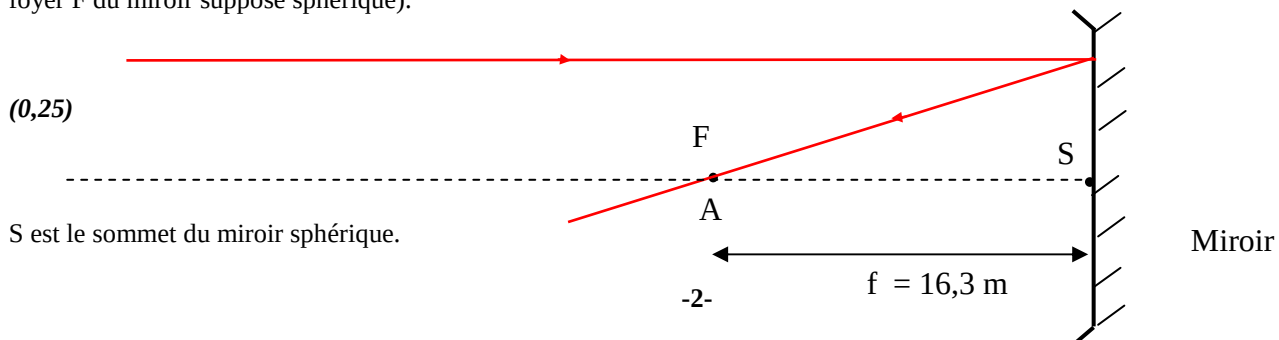
2.- Les radioastronomes s'intéressent par exemple à la fréquence de 470 MHz.

$$\lambda = \frac{c}{N} \quad \text{avec} \quad N = 470 \text{ MHz} = 470 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$(0,25) \quad \lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{470 \times 10^6} = 0,638 \text{ m.}$$

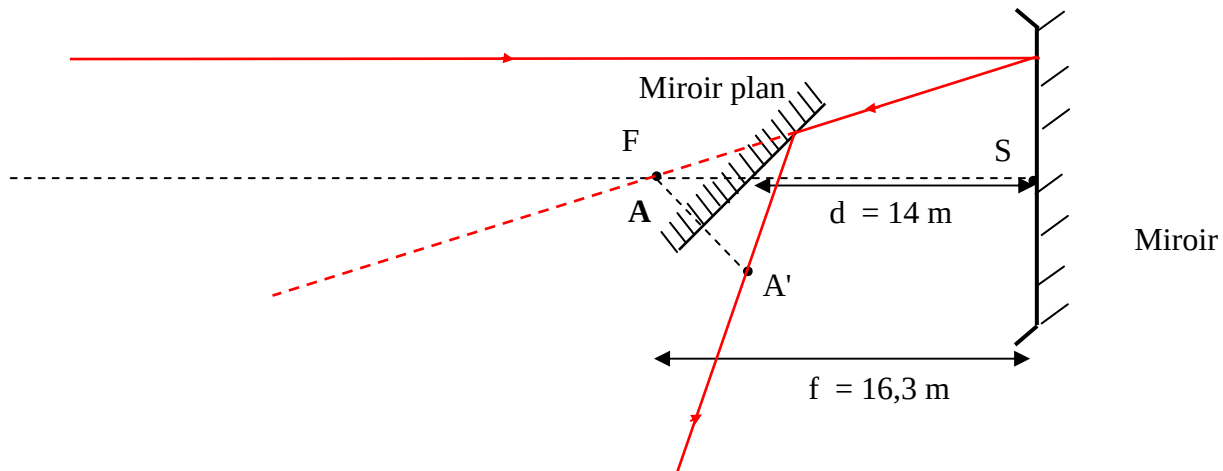
Cette longueur d'onde appartient au domaine des **ondes radio**. (elle intéresse les **radioastronomes**)

3.a.(0,25) – La lumière provenant d'un astre situé à l'infini entre dans le télescope parallèlement à l'axe optique de celui-ci. L'image A de l'astre en l'absence de miroir secondaire se forme dans le **plan focal du miroir sphérique** (A confondu avec le foyer F du miroir supposé sphérique).



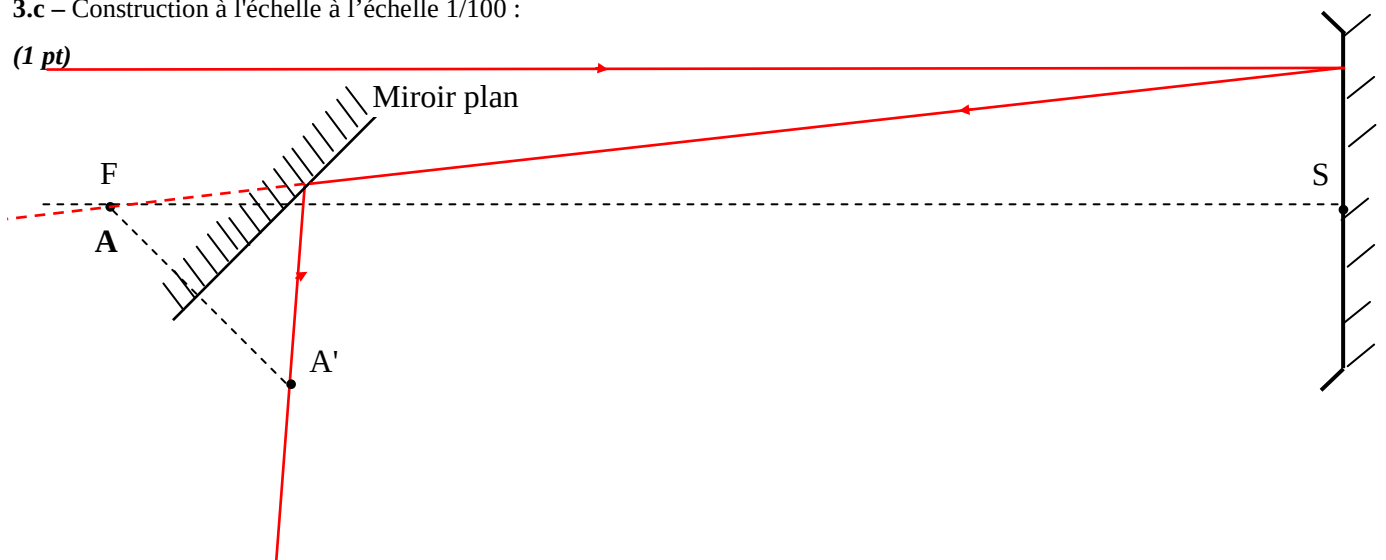
3.b.(0,25) – Le miroir secondaire est situé à $d = 14$ m du sommet du miroir principal, et incliné à 45° sur l'axe optique de celui-ci.

L'image A' est le symétrique de A par rapport au miroir plan.



3.c – Construction à l'échelle à l'échelle 1/100 :

(1 pt)



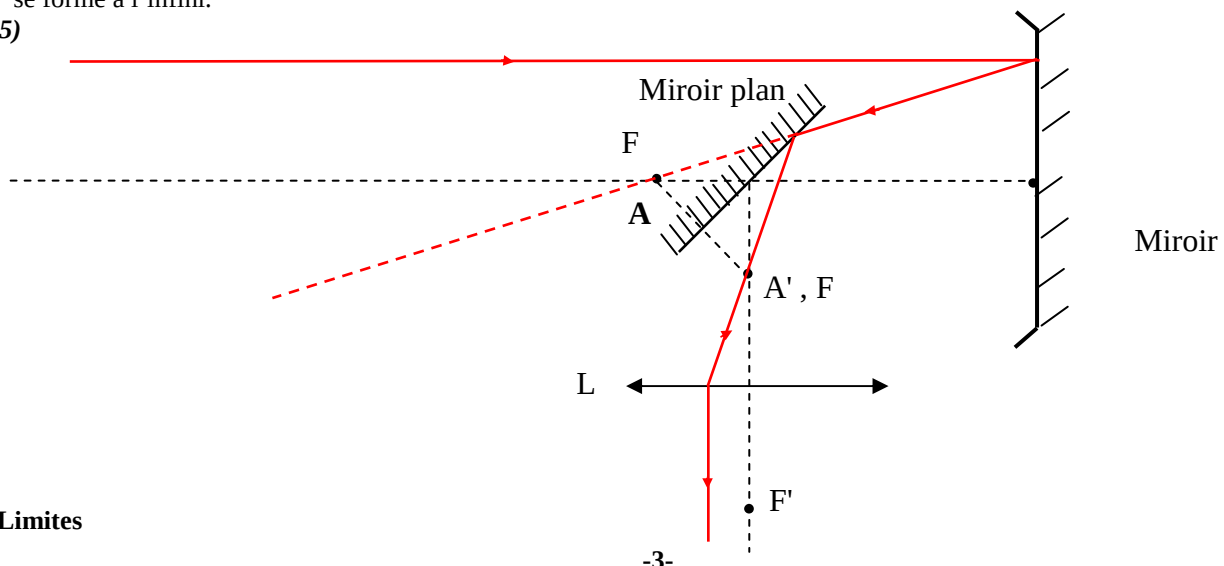
Après réflexion sur le miroir principal, le rayon est réfléchi en direction du foyer F .

Le rayon réfléchi est intercepté par le miroir plan.

Après réflexion sur le miroir plan, le rayon est réfléchi en passant par le point A' symétrique du point A par ce miroir plan.

3.d – Il faut disposer la lentille (L) de telle sorte que son foyer objet F soit confondu avec le point A' . Ainsi l'image définitive A'' se forme à l'infini.

(0,5)



4. Limites

III.5.a Pour $\lambda = 600 \text{ nm}$ et $D = 2,5 \text{ mm}$, la limite de résolution α_1 de l'œil humain est

$$\alpha_1 = \alpha = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D} \quad (0,25) \quad \alpha_1 = \frac{1,22 \times 600 \cdot 10^{-9}}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

4.b - Pour $\lambda = 600 \text{ nm}$ et $D = 5,08 \text{ m}$, la limite de résolution α_2 du télescope de Mont Palomar est:

$$(0,25) \quad \alpha_2 = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D} = \frac{1,22 \times 600 \cdot 10^{-9}}{5,08} = 1,44 \times 10^{-7} \text{ rad}$$

5 – Pour le grand radiotélescope à Arecibo de diamètre 305 m, pour la fréquence 470 MHz soit la longueur d'onde $\lambda = 0,638 \text{ m}$ (cf.III.3.), la limite de résolution α_3 est :

$$(0,25) \quad \alpha_3 = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D} = \frac{1,22 \cdot c}{D \cdot N} = \frac{1,22 \times 3,00 \times 10^8}{305 \times 470 \cdot 10^6} = 2,55 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

(0,25) Plus la limite de résolution est faible et plus l'instrument est capable de séparer des points proches. $\alpha_3 > \alpha_2$: Le radiotélescope d'Arecibo est donc moins performant que celui du Mont Palomar. (Il est même moins performant que l'œil humain)

Exercice 3 :

1. Les indicateurs colorés en cuisine

1.1. Un indicateur coloré a la propriété de changer de couleur en fonction du pH.

1.2. Le vinaigre est acide, car le chou rouge devient violet en sa présence (pH : 4 à 6)
Le détergent est basique car l'eau de rinçage devient verte (pH : 9 à 12)

2. Les indicateurs colorés pour les titrages

2.1. Dilution du vinaigre

Une dilution s'effectue avec de la verrerie jaugée.

Solution mère : c_0 ; V_0 Solution fille : $c = c_0 / 10$; V

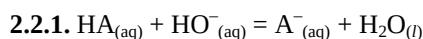
Au cours d'une dilution la quantité de matière de soluté se conserve : $c \times V = c_0 \times V_0 = (c_0/10) \times V$

Soit $V_0 = V/10$.

On prélève V_0 à l'aide d'une **pipette jaugée de 20,0 mL** et on effectue la dilution dans une **fiolle jaugée de 200,0 mL**.

Protocole : voir cours

2.2. Réaction de dosage



2.2.2. Schéma : voir cours

2.2.3. Pour un volume de soude versé $V_B = 6,0 \text{ mL}$, le réactif limitant est la soude, en effet d'après la courbe pH-métrique, le volume équivalent vaut $V_{BE} = 10 \text{ mL}$. Si $V_B < V_{BE}$ alors le réactif titrant est en défaut.

2.2.4.Equation		$\text{HA}_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} = \text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$			
Etat initial	$x = 0 \text{ mol}$	$c_A \times V_A$	$c_B \times V_B$	0	beaucoup
En cours de transformation	x	$c_A \times V_A - x$	$c_B \times V_B - x$	x	bcp + x
Etat final si transformation limitée	x_f	$c_A \times V_A - x_f$	$n(\text{HO}^-)_f = c_B \times V_B - x_f$	x_f	bcp + x_f
Etat final si transformation totale	x_{max}	$c_A \times V_A - x_{\text{max}}$	0	x_{max}	bcp + x_{max}

$$x_{\text{max}} = c_B \times V_B \quad \text{soit } x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-1} \times 6,0 \times 10^{-3} = 6,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

2.2.5. Pour $V_B = 6,0 \text{ mL}$, le pH du mélange vaut **pH = 5**

Le produit ionique de l'eau nous donne : $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_f \times [\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_f = 10^{-\text{pH}} \times [\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_f$

Soit $[\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_f = K_e \times 10^{\text{pH}}$

$$\text{Or } [\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_f = \frac{(n_{\text{HO}^-})_f}{V_A + V_{\text{eau}} + V_B}$$

$$\text{Soit } (n_{\text{HO}^-})_f = K_e \times 10^{\text{pH}} \times (V_A + V_{\text{eau}} + V_B)$$

$$(n_{\text{HO}^-})_f = 10^{-14} \times 10^5 \times (10,0 + 60 + 6,0) \times 10^{-3} = 76 \times 10^{-12} \text{ mol}$$

$$2.2.6. (n_{\text{HO}^-})_f = c_B \times V_B - x_f$$

$$x_f = c_B \times V_B - (n_{\text{HO}^-})_f$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{x_{\text{max}} - (n_{\text{HO}^-})_f}{x_{\text{max}}}$$

$$\tau = \frac{6,0 \times 10^{-4} - 76 \times 10^{-12}}{6,0 \times 10^{-4}} = \frac{6,0 \times 10^{-4}}{6,0 \times 10^{-4}} = 1 \text{ La transformation est donc totale.}$$

2.3. Détermination par titrage de la concentration molaire en acide éthanoïque apporté du vinaigre

2.3.1. A l'équivalence la courbe $\frac{dpH}{dV_B}$ passe par un maximum ce qui correspond à $V_{BE} = 10 \text{ mL}$

2.3.2. A l'équivalence la quantité de soude versée est égale à la quantité d'acide présente, soit :

$$c_B \times V_{BE} = c_A \times V_A$$

$$c_A = \frac{c_B \times V_{BE}}{V_A}$$

$$c_A = \frac{1,0 \times 10^{-1} \times 10}{10,0} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

La solution de vinaigre a été diluée 10 fois soit $c_0 = 10 \times c_A = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$

2.4. Retour historique

$$2.4.1. \text{HA}_{\text{Ind(aq)}} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{A}_{\text{Ind(aq)}}^- + \text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+ \quad K_i = \frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}}$$

$$\frac{K_i}{[\text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}}$$

$$\frac{10^{-pK_i}}{10^{-pH}} = 10^{pH - pK_i} = \frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}}$$

2.4.2. Artichaut :

$$\text{Pour } V_B = 9,8 \text{ mL} \quad \frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}} = 10^{6,5-7,5} = 10^{-1,0} \quad \text{HA prédomine}$$

$$\text{Pour } V_B = 10,1 \text{ mL} \quad \frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}} = 10^{10,5-7,5} = 10^{3,0} \quad \text{A}^- \text{ prédomine}$$

Betterave rouge :

$$\text{Pour } V_B = 9,8 \text{ mL} \quad \frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}} = 10^{6,5-11,5} = 10^{-5,0} \quad \text{HA prédomine}$$

$$V_B = 10,1 \text{ mL} \quad \frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}} = 10^{10,5-11,5} = 10^{-1,0} \quad \text{HA prédomine}$$

2.4.3.

	Artichaut		Betterave rouge	
	$V_B = 9,8 \text{ mL}$	$V_B = 10,1 \text{ mL}$	$V_B = 9,8 \text{ mL}$	$V_B = 10,1 \text{ mL}$
$\frac{[\text{A}_{\text{Ind(aq)}}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{\text{Ind(aq)}}]_{\text{éq}}}$	$10^{-1,0}$	$10^{3,0}$	$10^{-5,0}$	$10^{-1,0}$
Couleur	incolore	Jaune	Rouge	Rouge

2.4.4. La betterave ne convient pas, puisque aucun changement de couleur n'a lieu à l'équivalence.

Avec l'artichaut, le milieu réactionnel passera de l'incolore au jaune. C'est donc l'indicateur coloré le mieux adapté.

2.4.5. Si le vinaigre était coloré, le changement de couleur serait peu visible. La coloration jaune de l'indicateur coloré serait masquée par la couleur du vinaigre.