

OEM.1 Définitions et propriétés de base.

a. Ondes et énergie: Les ondes constituent une autre façon de transmettre de l'énergie.

- E_k : l'énergie est transmise par l'intermédiaire d'un objet qui se déplace de "A" à "B" (vitesse)
- E_p : l'énergie est transmise de la même façon mais en considérant la hauteur plutôt que la vitesse.
- Ondes: Bien que des particules se déplacent (ondes mécaniques seulement), aucune d'entre elles ne se déplacent de "A" jusqu'à "B".

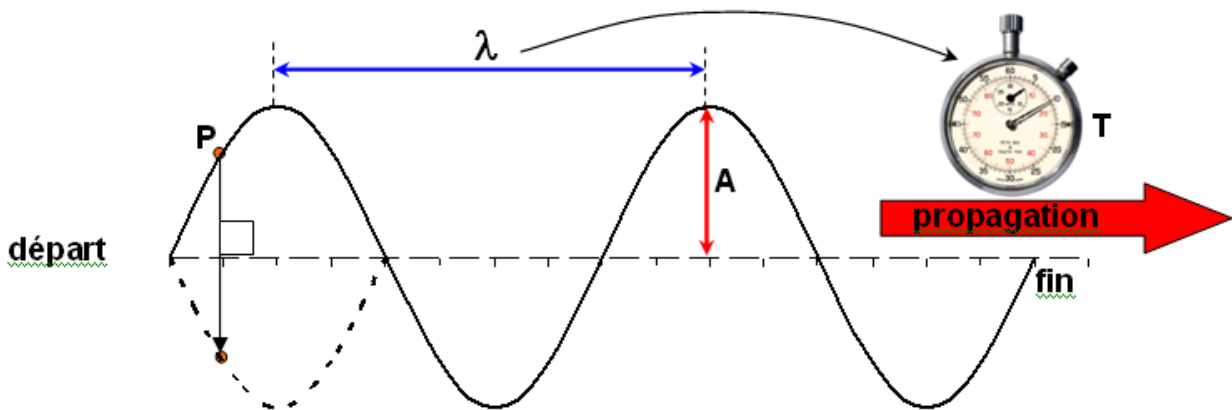
Ex: Dans le cas du son, des particules de gaz se déplacent mais aucune d'entre elles ne se déplacent de l'émetteur jusqu'au récepteur.

b. Ondes mécaniques: les ondes mécaniques se déplacent dans un milieu de propagation (solide, liquide, gaz).

c. Les ondes électromagnétiques: ces ondes sont constitués d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui se propage dans une direction. Ces ondes n'ont pas besoin d'un milieu de propagation.

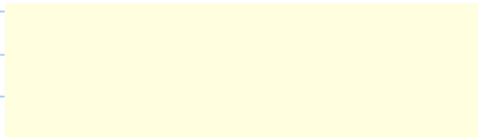
OEM.2 Types d'ondes:

a. Ondes transversales: si on bouge une corde en conservant un certain rythme, on obtient ce qui suit:



- L'onde se dirige dans une direction (direction de propagation)
- Le point "P" se déplace perpendiculairement à la direction de propagation.
- λ : la distance entre deux points semblables de l'onde s'appelle la longueur d'onde (mesurée en "m")
- T: le temps requis pour parcourir une longueur d'onde s'appelle la période (mesurée en "s")

{Formule}



- A: La hauteur des crêtes et des creux s'appelle l'amplitude.

f: Le nombre de crêtes (cycles, vibrations etc.) par seconde est appelé la fréquence.

{formule - cas général}

Dans le cas des ondes, on a:

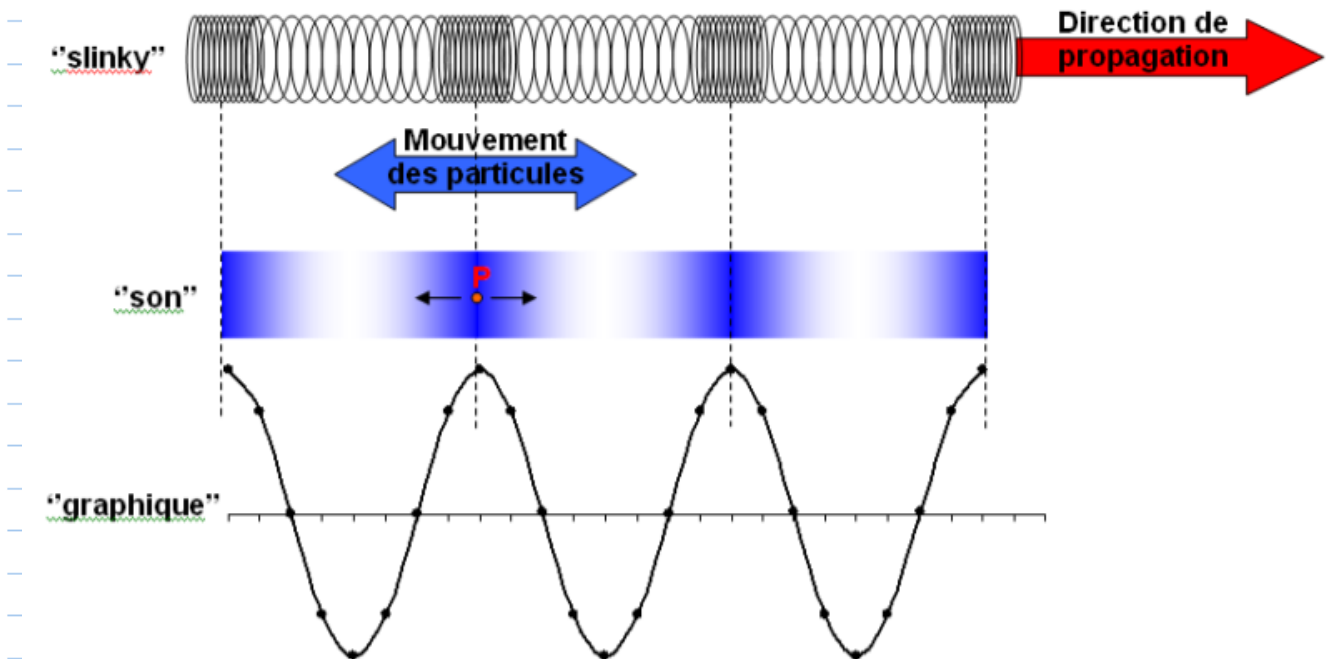
{formule - cas ondes}

Remarque: On observe que:

{lien T vs f}

Remarque: la fréquence est mesurée en Hertz.

b. Ondes longitudinales: les ondes longitudinales sont plus difficiles à visualiser.



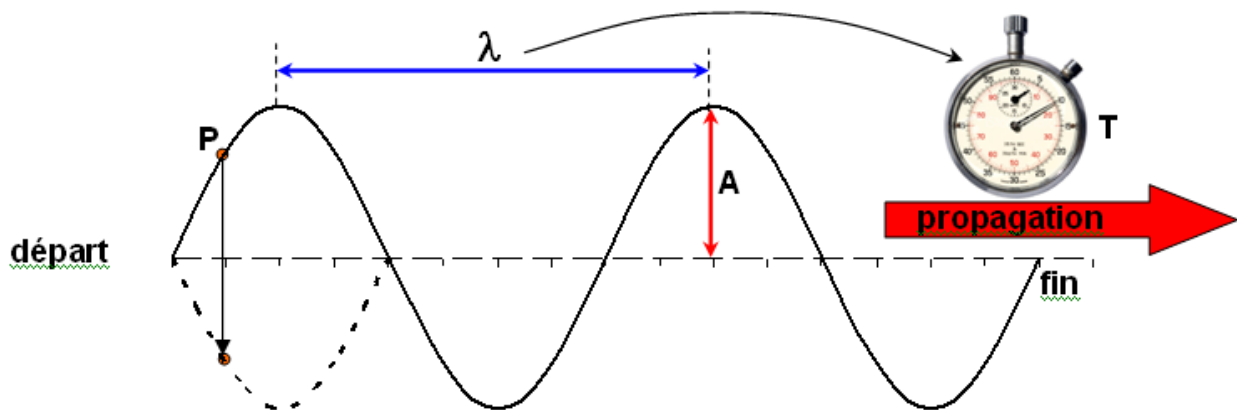
- Le point "P" se déplace parallèlement au sens de propagation.
- À l'aide de la représentation graphique, on constate qu'il y a encore une longueur d'onde.
- L'amplitude prend différentes significations dans le cas du son, il s'agit de la pression de l'air.
- La fréquence et la période ont la même signification.

OEM. 3 Équation d'ondes

Rappel:

{formule}

Observons une onde transversale typique.

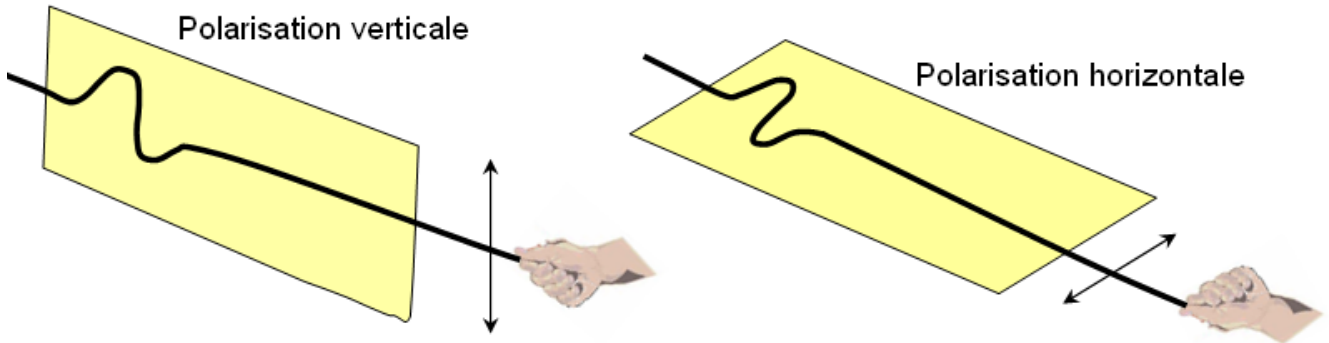


- La seule distance que l'on connaisse correspond à la longueur d'onde.
- Le temps associé à une longueur d'onde est la période.
- On obtient: {Prouver la formule}

ex: La vitesse du son dans l'eau est de 1 482m/s. Les dauphins sont en mesure d'entendre des sons dont la fréquence est de 100kHz. Calculez la distance qui sépare 2 zones de compression successives dans l'eau.

{Faire le problème}

OEM. 4 Polarisation: Une onde polarisée est une onde dont le mouvement des particules s'effectue dans un plan seulement.



Si une onde se propage dans plus d'un plan, il est possible de la polariser à l'aide d'un polariseur de façon à ce que seule une partie de l'onde passe.

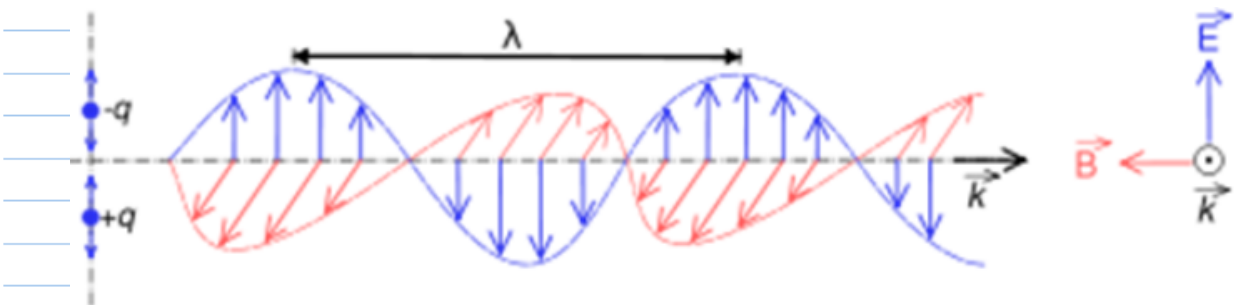


Selon l'orientation du polariseur, on peut même détruire une onde.

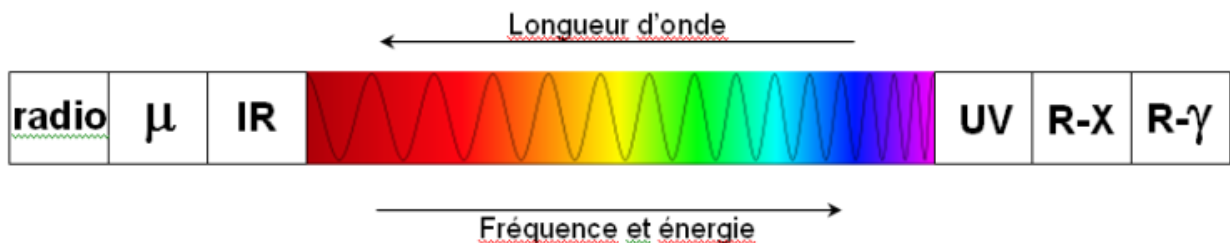


{Remarques}

OEM.5 Représentation des OEM. Dans le cas des ondes électromagnétiques, il n'y a pas de particules qui oscillent dans l'espace. Cependant, il y a un champ électrique et un champ magnétique (perpendiculaire entre eux) dont le changement d'intensité peut être représenté comme une onde transversale.



a. les ondes électromagnétiques sont rassemblées dans ce qui forme le spectre électromagnétique.



b. le spectre du visible est particulièrement intéressant parce que nos yeux sont sensibles à ces ondes. Voici leurs longueurs d'onde (λ):

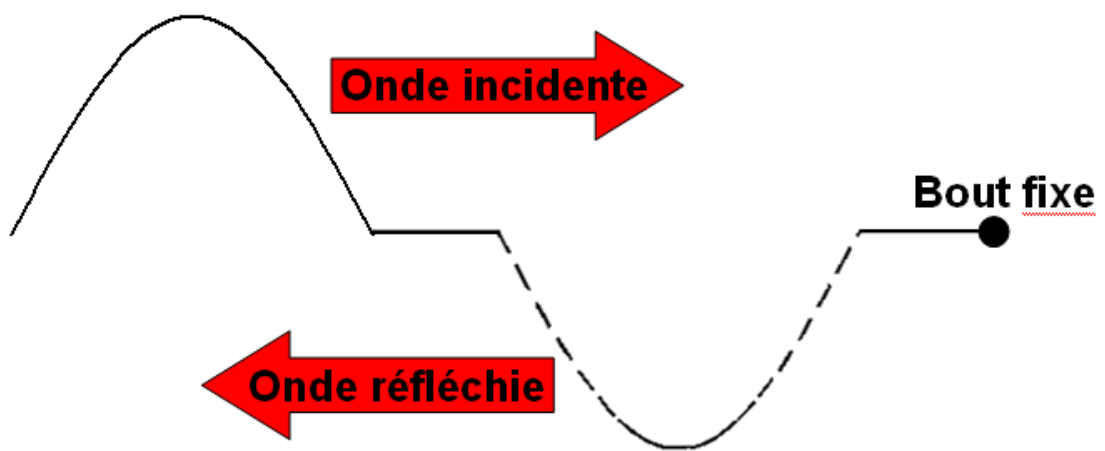
- Rouge : 620 à 700nm
- Orange : 592 à 620nm
- Jaune : 578 à 592nm
- Vert : 500 à 578nm
- Bleu : 446 à 500nm
- Violet : 400 à 446nm

OEM. 7 Interaction OEM - matière. Lorsque les atomes (plus particulièrement leurs électrons) sont frappés par des ondes électromagnétiques, plusieurs choses peuvent se produire:

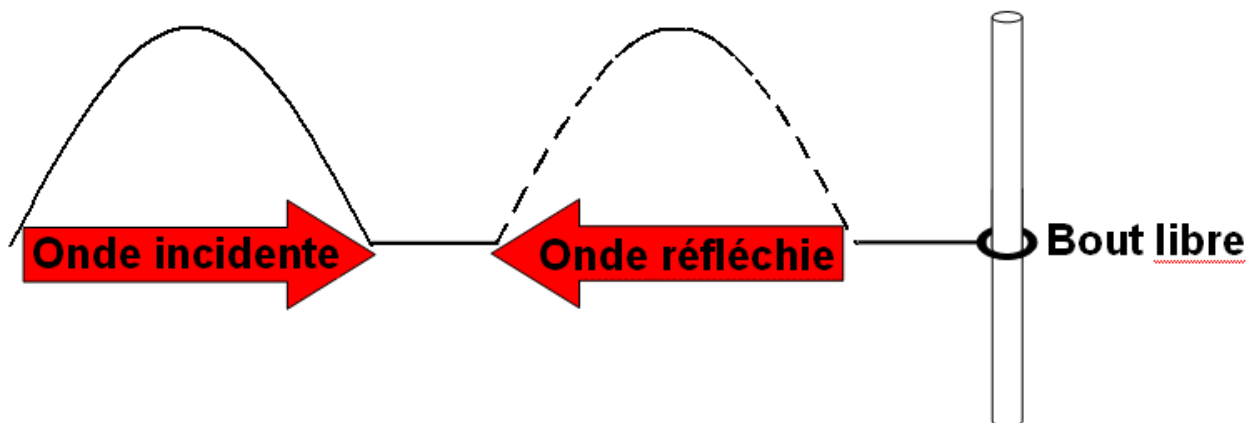
- a.** Les électrons peuvent absorber cette énergie et la réémettre avec la même fréquence.
- b.** Les électrons peuvent absorber cette énergie et la réémettre avec une autre fréquence.
- c.** Les molécules frappées peuvent absorber l'énergie et atteindre une configuration électronique plus énergétique.
- d.** Il se peut qu'une partie de l'OEM passe dans une substance sans interagir avec les électrons.

OEM. 8 réflexion 1 direction:

- a. Bout fixe: Si on donne une impulsion dans une corde qui est attaché à un bout, l'impulsion qui rebondit est inversée.



- b. Bout libre: si la corde est attaché à un anneau qui peut bouger le long d'une tige, l'onde ne sera pas inversée.



OEM. 9 changement de milieu perpendiculaire. Que ce passe-t-il lorsqu'une onde change de milieu?

Remarques:

{lien fréquence-amplitude-etc}

a. Milieu rapide à milieu lent

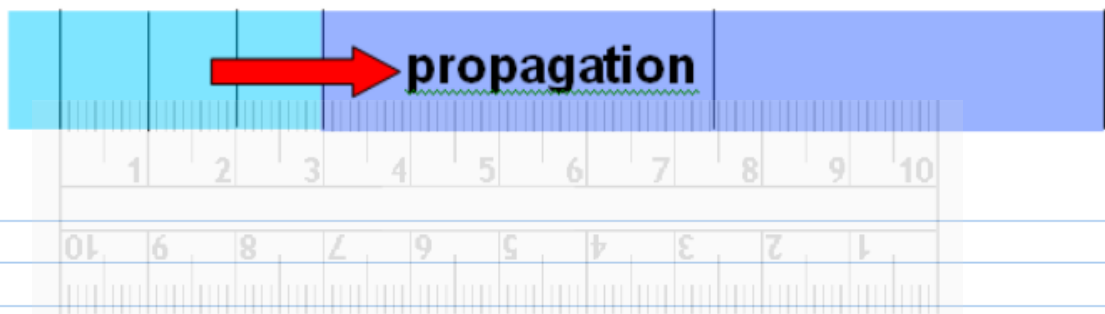
Onde incidente	Onde réfléchie	Onde transmise
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

b. Milieu lent à milieu rapide

Onde incidente	Onde réfléchie	Onde transmise
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

c. Onde qui change de milieu (problème)

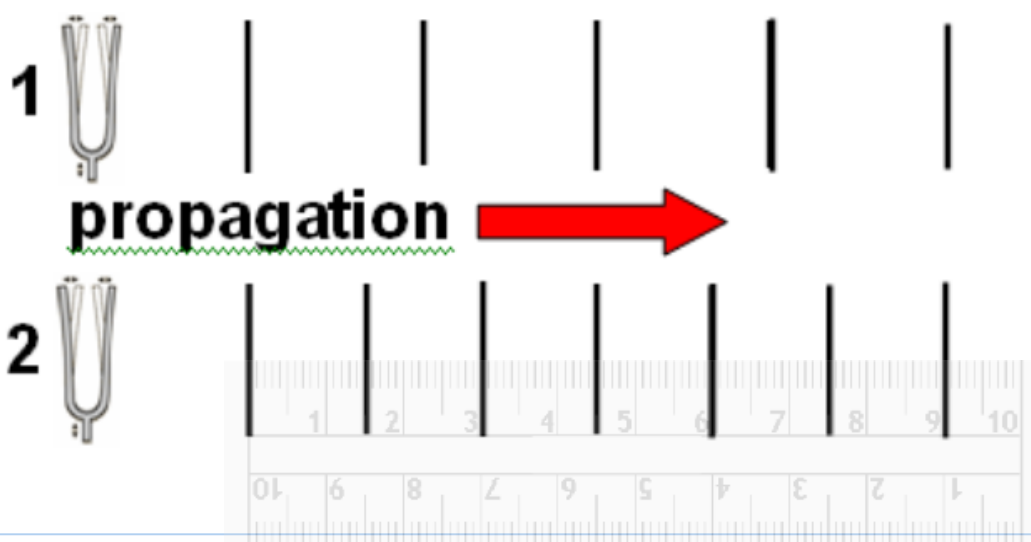
Ex: Un musicien frappe un diapason dont la fréquence est de 440Hz. Les ondes produites par le diapason se propagent dans l'air et finissent par entrer dans l'eau.



- i. Calculez le rapport des vitesses
- ii. Si la vitesse du son dans l'air est de 340,5m/s ce jour là, calculez la vitesse du son dans l'eau.

{Faire le problème}

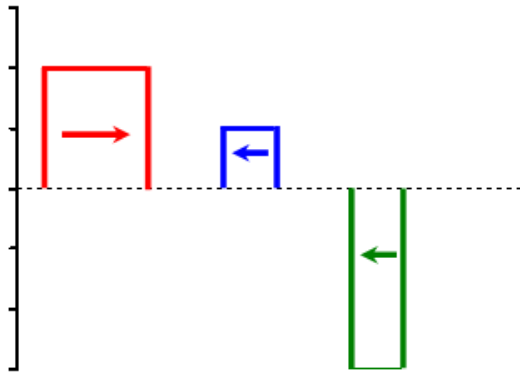
- d. Soit deux ondes qui se propagent dans un milieu. Ex: le même musicien qu'en "c" frappe deux diapason simultanément.



- Calculez le rapport des fréquences
- Calculez la fréquence "2" si la fréquence du premier diapason est de 440Hz.

{Faire le problème}

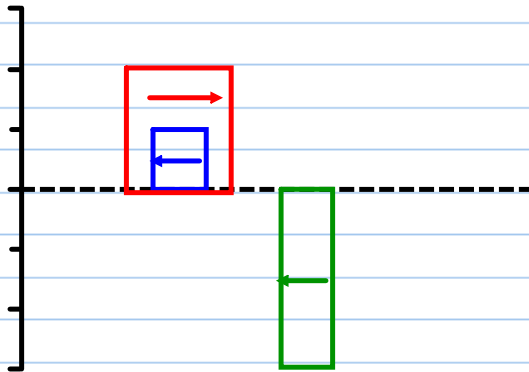
OEM. 10 Interférences: Lorsque deux ondes se rencontrent, elles interfèrent l'une avec l'autre au point de rencontre.



soit les ondes suivantes.

a. Interférences constructives:

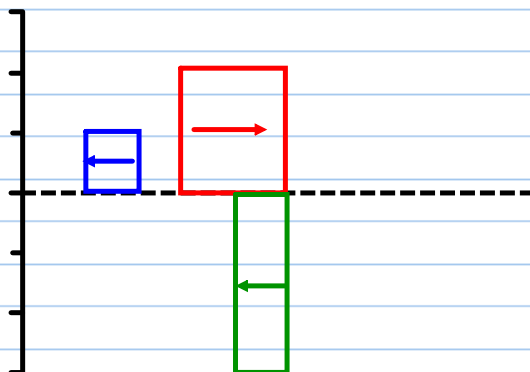
{Tracer l'onde résultante}



{Conclusion}

b. Interférences destructives:

{Tracer l'onde résultante}



{Conclusion}

{Remarque: énergie}

c.

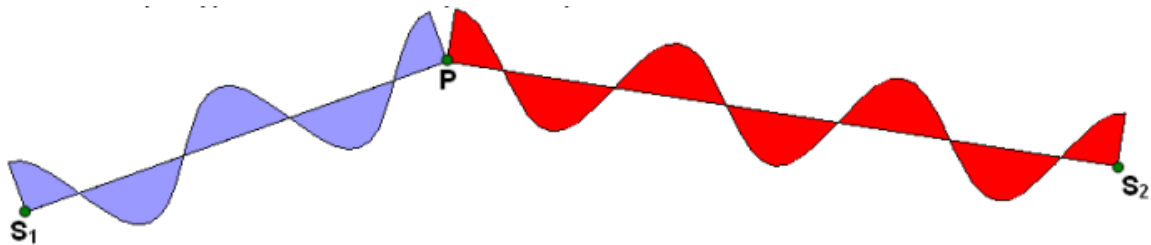
OEM 11. Différence de marche entre deux ondes: Lorsque deux ondes périodiques sont émises, elles se rencontrent à certains points. Pour se rendre à ces endroits, chacune des ondes parcourt une distance différente.

- La différence entre les distances parcourues par chacune des ondes s'appelle la

différence de marche.



Ex 1: Déterminez quel type d'interférence il y aura au point "P". Les deux ondes sont semblables et en phase.



Analysons la différence de marche au point "P".

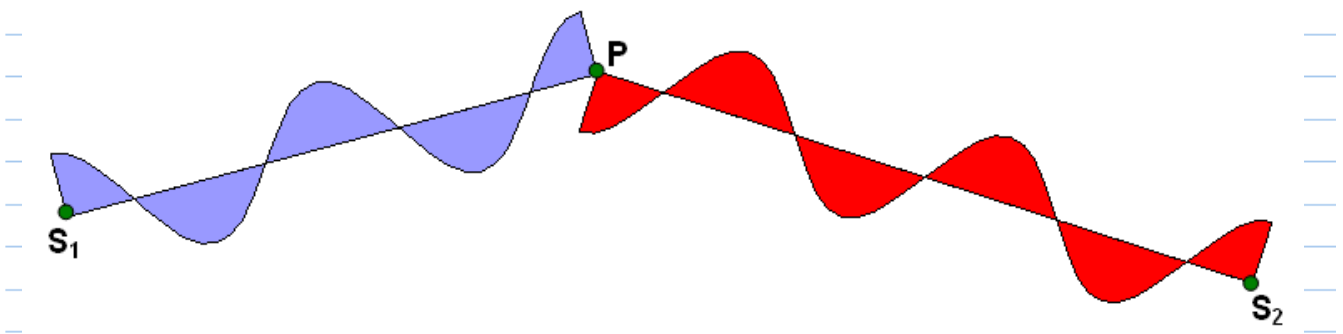
- Les deux ondes finissent sur une crête au point "P". Il y a donc interférence constructive.
- L'onde en provenance de "S₁" a parcouru 2λ .
- L'onde en provenance de "S₂" a parcouru 3λ .
- La différence de marche est donc de: {Calculs: attention à la notation}

{Cas général}

-

{Mathématiquement}

Ex 2: Soit les deux ondes suivantes. Déterminez quel type d'interférence il y aura au point "P".



- Il y a interférence destructive.
- La différence de marche est de:

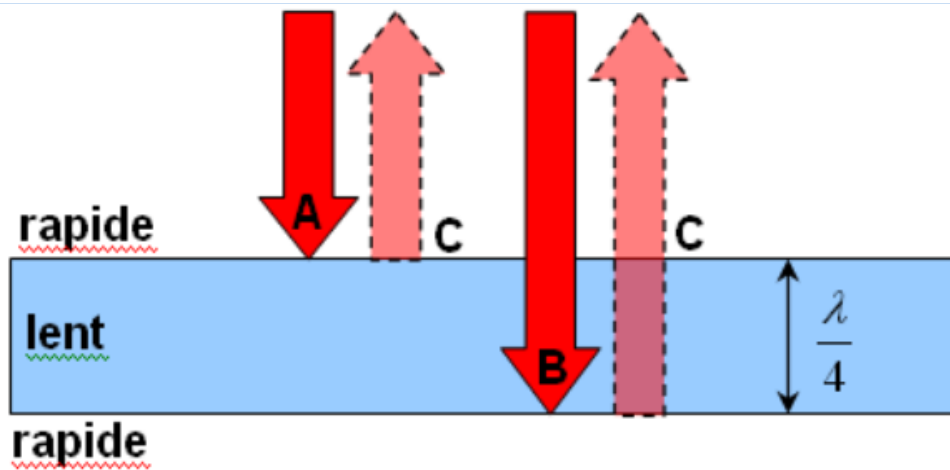
{calcul}

- En général, si la différence de marche est d'un nombre entier plus $\frac{1}{2}$, il y aura interférence destructive.

{cas général}

OEM.12 Les pellicules minces: lorsque la lumière frappe une pellicule mince (ex: une couche d'huile répandue à la surface de l'eau). L'épaisseur est tellement mince que des couleurs apparaissent à la surface en raison d'interférences constructives.

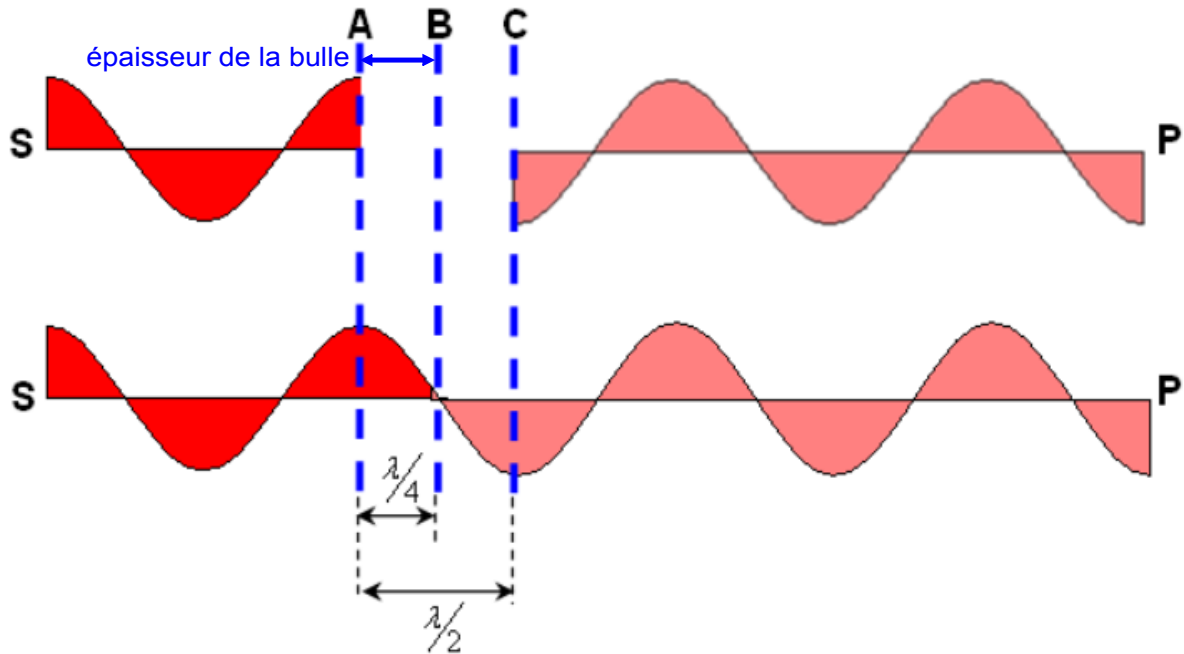
a. Cas où l'épaisseur de la bulle est de l'ordre de:



- La partie de la lumière qui rebondit au point "A" est inversée.
- La partie de la lumière qui rebondit au point "B" n'est pas inversée.
- La différence de marche est de

{Calcul}

- Disposons les ondes de façon à voir ce qui leur arrive pour se rendre au point "P".



{Constatations}

Pour que cela se produise, il faut que l'épaisseur de la bulle soit de :

{formule pour 1 inversion}

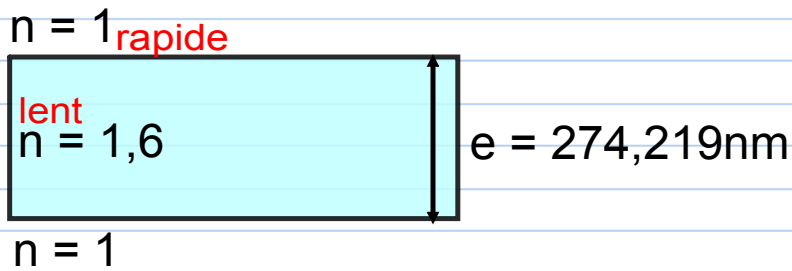
- Rappel du cours de SPH3U:

{loi de Snell-Descartes}



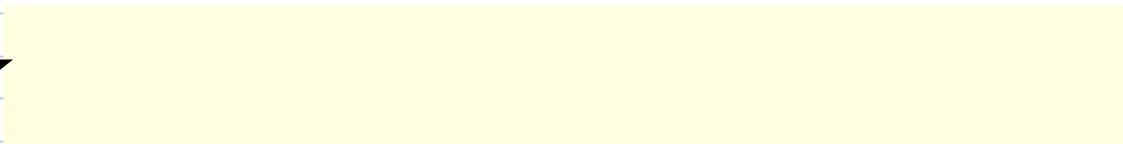
Ex 1: De la lumière frappe une pellicule mince. Quelle couleur pourrez-vous observer à la surface de la pellicule?

{compléter le dessin en y ajoutant "indice de réfraction" et en identifiant les milieux lents et rapides}



Il y aura une inversion, donc, pour que ce soit constructif, il faut que:

{Faire le problème: d'abord exprimer $\lambda_{\text{pellicule}}$ en fonction de n_1 , n_2 et λ_{air} ; ensuite faire le problème en donnant les valeurs possibles pour "n". Attention, souligner la différence entre "n" l'indice de réfraction et "n" le nombre multiplicateur}

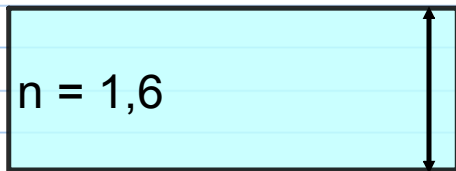


{Tenir compte de la différence de λ entre le milieu rapide et le milieu lent}

Ex 2: De la lumière frappe une pellicule mince. Calculez l'épaisseur minimum ainsi que la deuxième épaisseur possible pour que l'on puisse apercevoir du bleu ($\lambda = 475\text{nm}$)

(Faire le problème: même stratégie que pour l'exemple 1)

$$n = 1$$



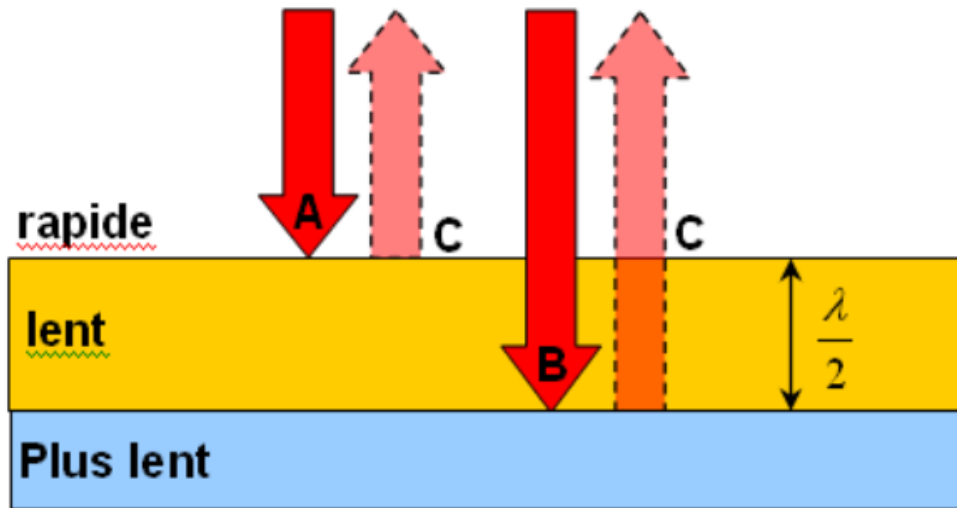
$$n = 1$$

b. Cas où l'épaisseur de la bulle est de l'ordre de.

{formule}



Soit l'exemple où de la lumière frappe une couche d'huile à la surface d'une lentille.

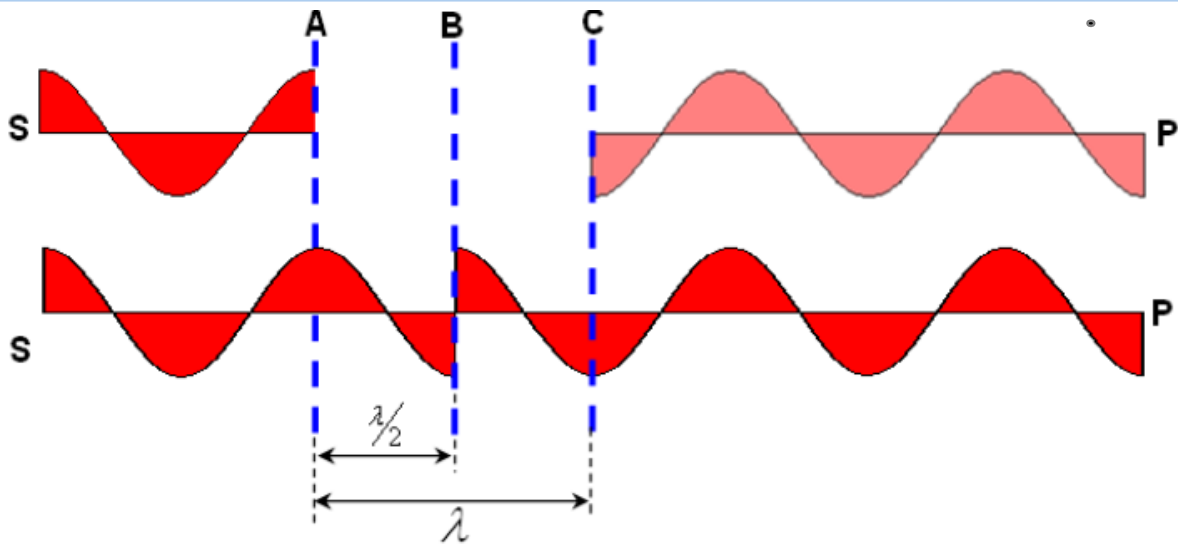


- La lumière est inversée au point "A" et au point "B".
- La différence de marche entre la lumière qui rebondit au point "A" et celle qui rebondit au point "B" est de:

{calcul}



Disposons les ondes de façon à voir ce qui leur arrive:



- Il y a interférence constructive au point "P".
- Donc, lorsque les **deux** ondes sont inversées, il faut que la différence de marche soit équivalente à

{formule - cas général}

- Pour que cela se produise, il faut que l'épaisseur de la pellicule soit de:

{formule - cas général}

Ex 1: Calculez l'épaisseur minimum pour apercevoir du rouge
 ($\lambda = 650\text{nm}$).

{Faire le problème: Souligner la signification du mot minimum; d'abord exprimer λ_{petite} en fonction de n_1 , n_2 et λ_{grande} ; substituer dans la formule}

$$n = 1$$

$$n = 1,2 \quad e$$

$$n = 1,5$$

Ex 2: Quelle couleur apercevrez-vous?

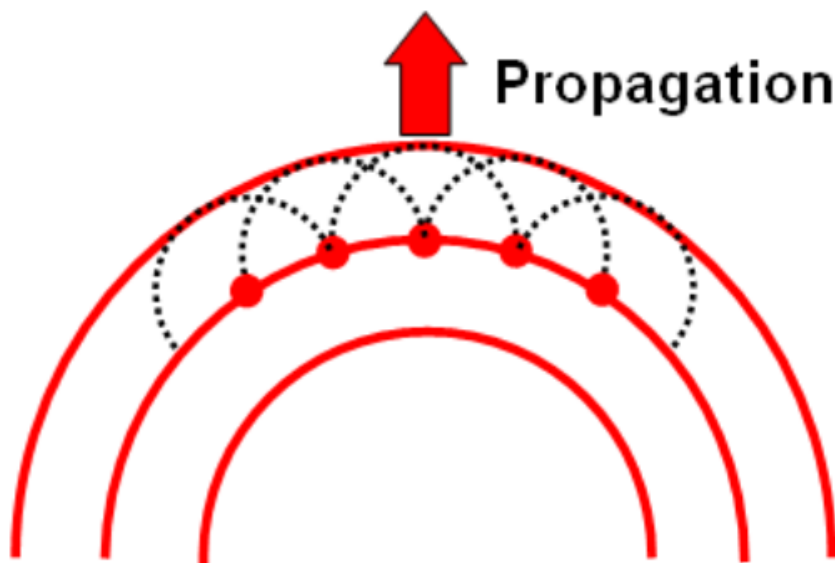
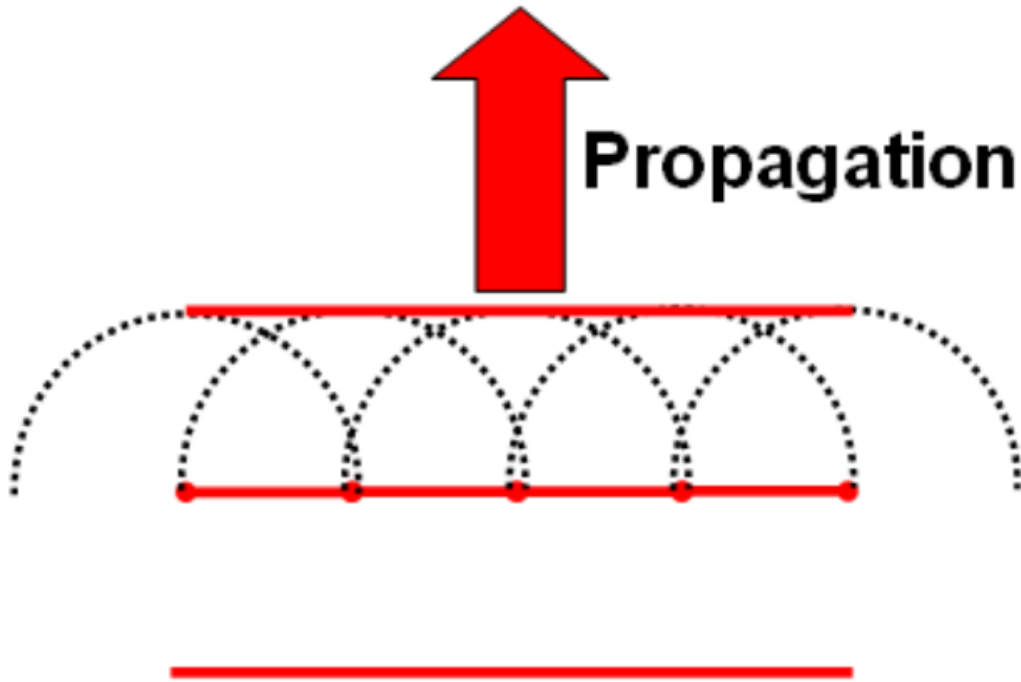
{Faire le problème: même stratégie que l'exemple 1; considérer les différentes valeurs de "n" possible}

$$n = 1$$

$$n = 1,2 \quad e = 525\text{nm}$$

$$n = 1,5$$

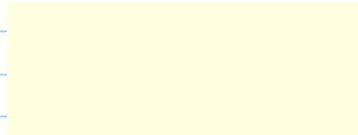
OEM.13 Principe de Huygens-Fresnel: Chaque point d'un front d'onde est lui-même la source d'ondes secondaires.



OEM.14. Changement de milieu - angle:

Rappel: la vitesse de la lumière change d'un milieu de propagation à un autre. Puisque la fréquence ne peut pas changer, il faut que la longueur d'onde change.

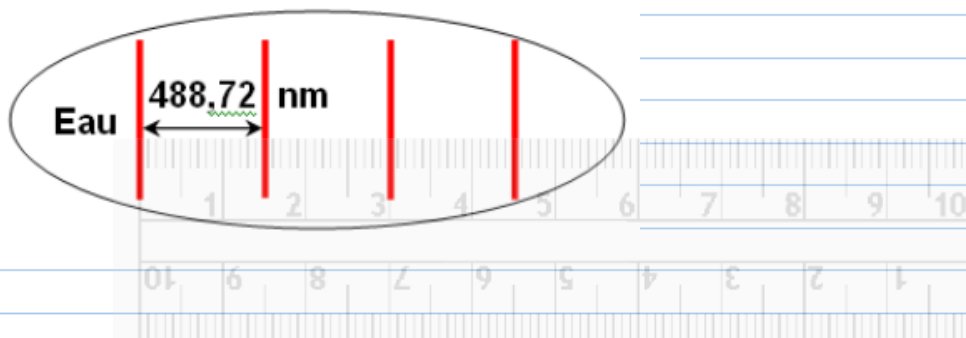
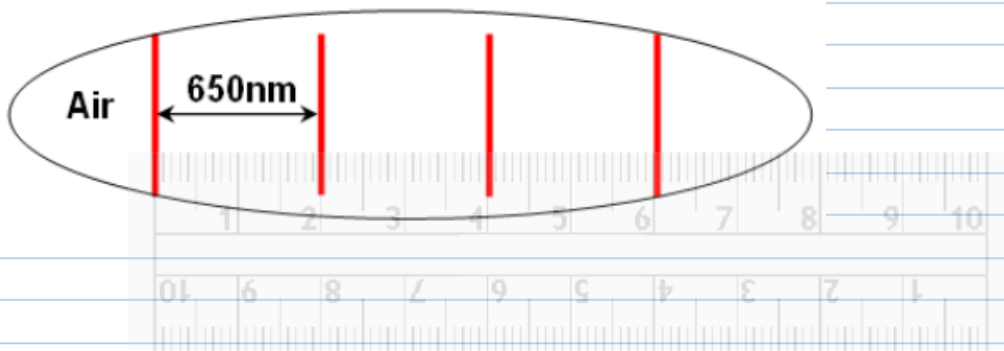
{lien mathématique $\lambda - v - n$ }



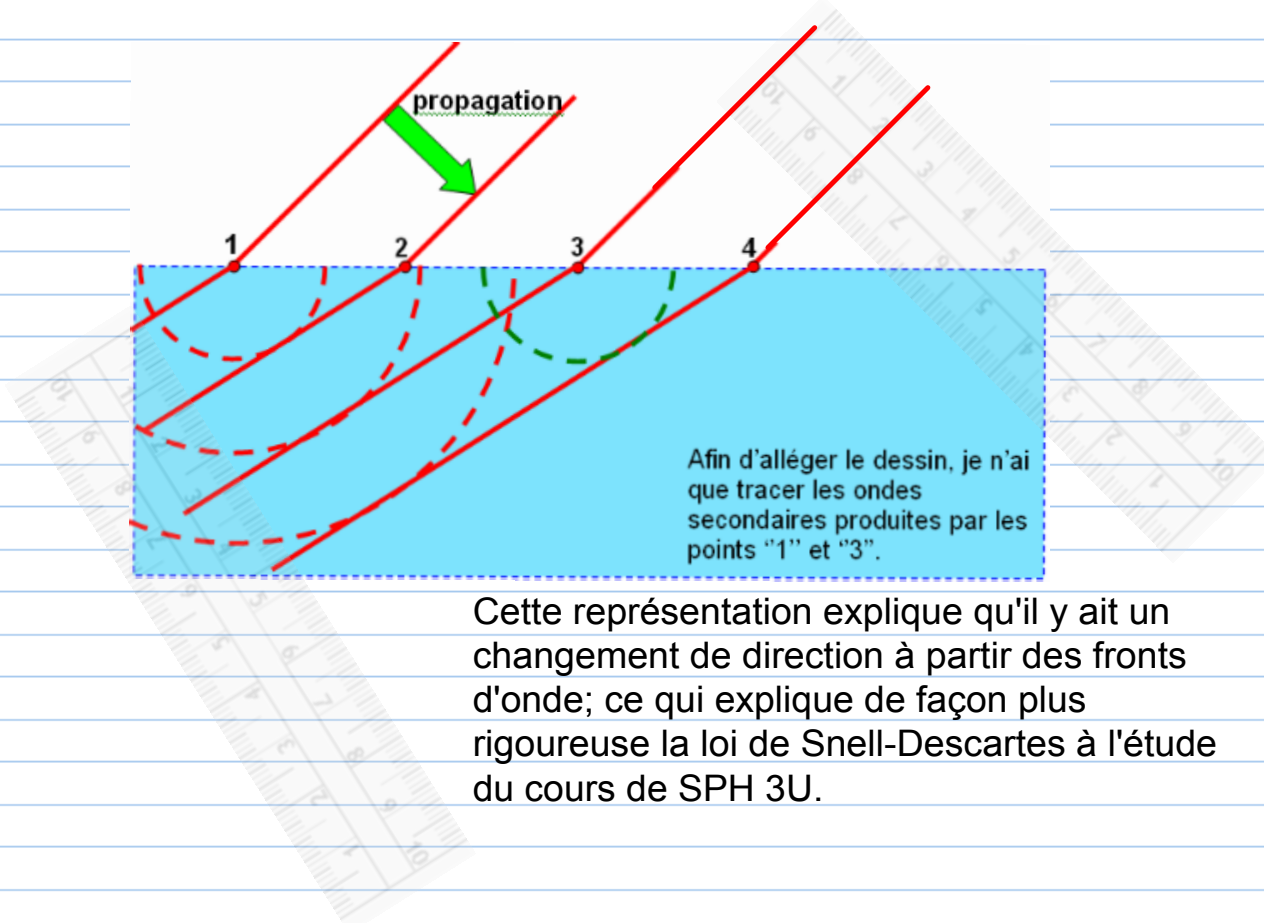
Ex: Soit de la lumière rouge ($\lambda = 650\text{nm}$) qui entre dans l'eau ($n = 1,33$) à partir de l'air ($n = 1$) avec un angle de 45° .

{Calcul de λ_2 (dans l'eau)}

Faisons un dessin à l'échelle ($2\text{cm} = 650\text{nm}$) de la lumière dans l'air vs la lumière dans l'eau.



Si on trace les fronts d'onde en deux dimensions et qu'on considère les points "1", "2", "3" et "4" comme étant des sources d'ondes secondaires (principe de Huygens), on obtient le dessin suivant:



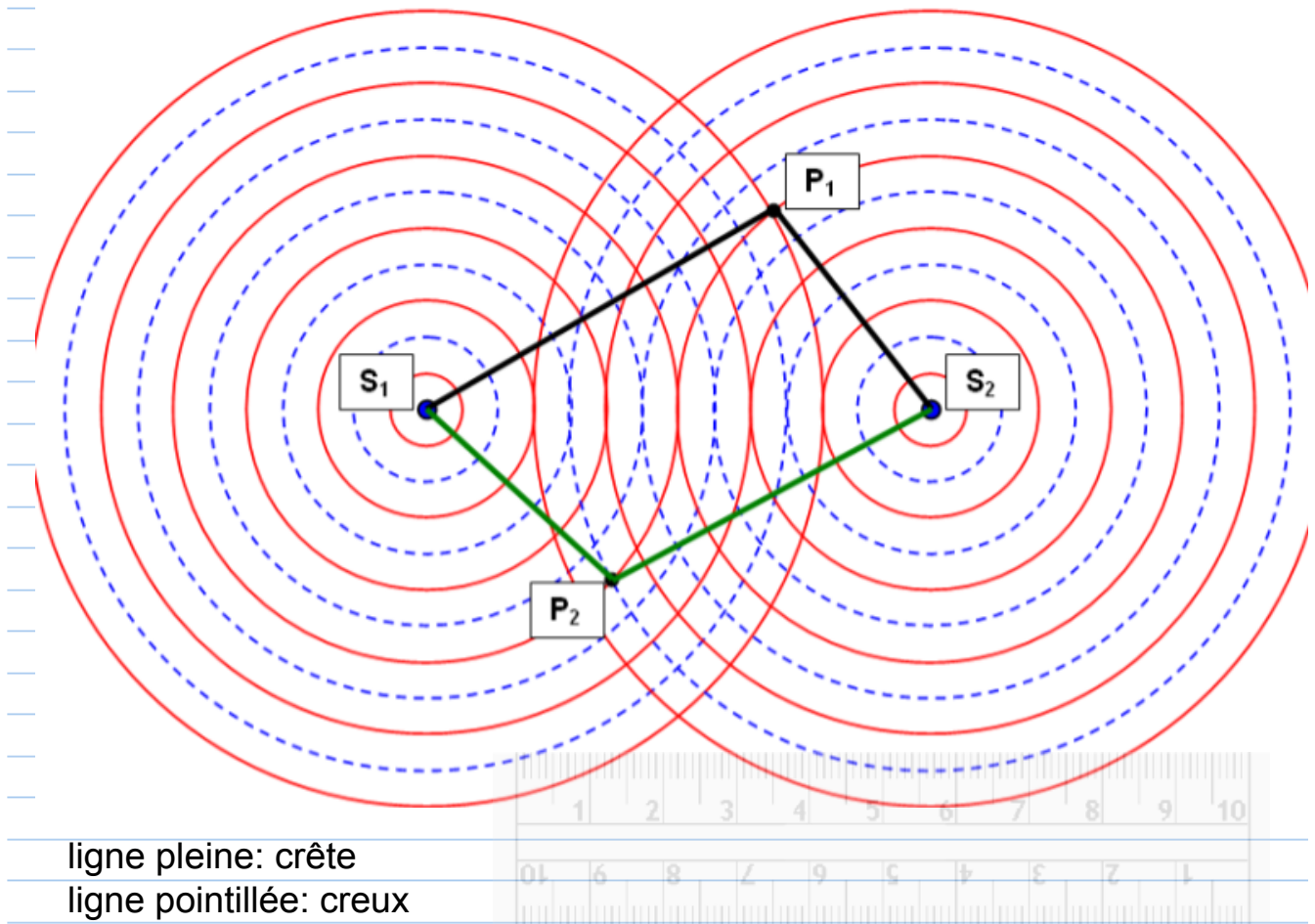
Cette représentation explique qu'il y ait un changement de direction à partir des fronts d'onde; ce qui explique de façon plus rigoureuse la loi de Snell-Descartes à l'étude du cours de SPH 3U.

(animation graphique super bien faite!!!)

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?PHPSESSID=f93191868b2c623a60f097d77966006c&topic=16.msg96#msg96>



OEM.15 Interférences-3D

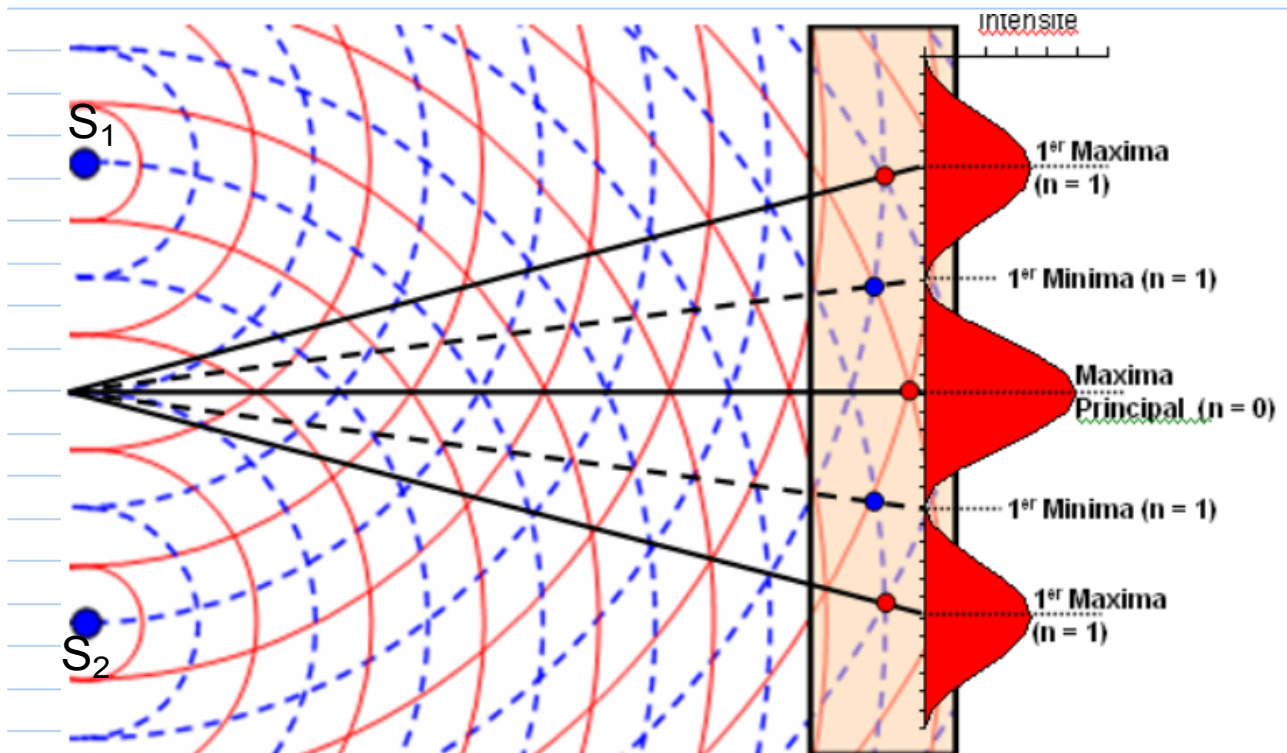


(Démontrer le type d'interférence au point " P_1 " et au point " P_2 " à l'aide de calculs)

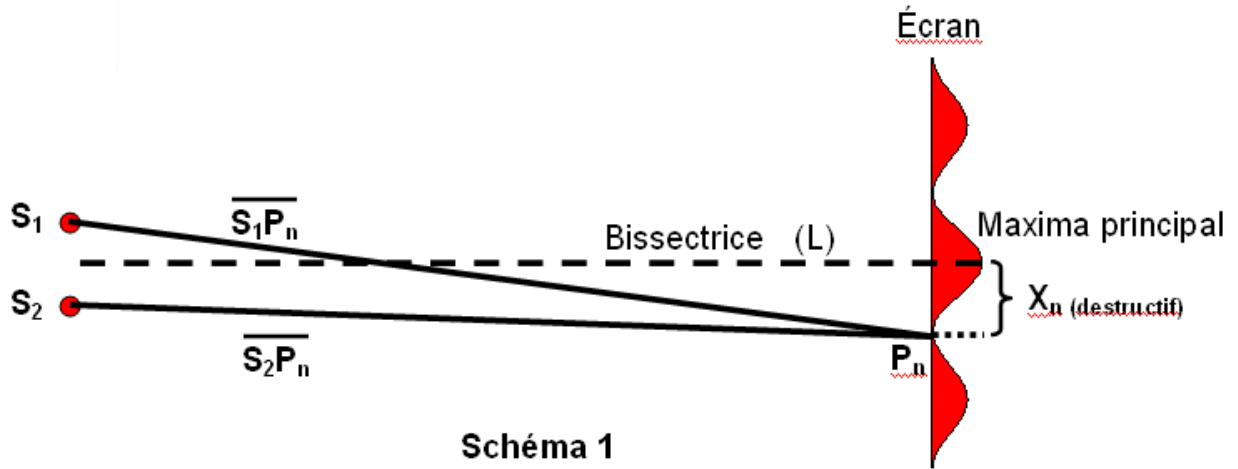
En mesurant, on obtient que: $\lambda = 1\text{cm}$

Calculons les différences de marche pour les points P_1 et P_2 .

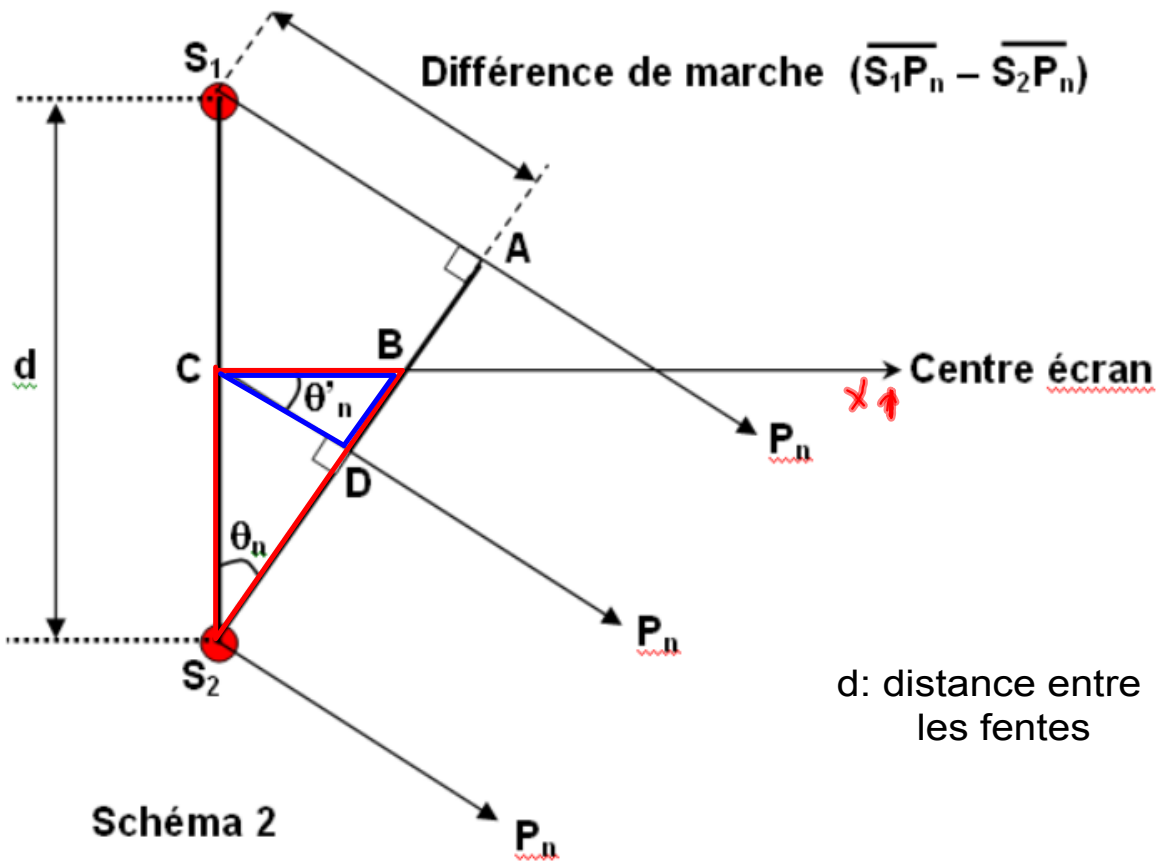
Disposons un écran près de deux sources:



OEM.16 Interférences de Young:



Effectuons un "zoom" près des sources:



approximation #1: les rayons sont presque parallèles.

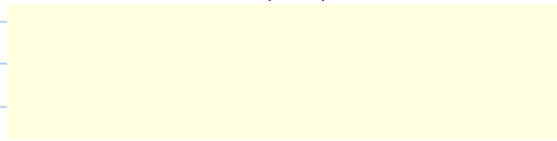
- Puisque j'ai choisi un point "P_n" destructif, il faut que:

{Formule}



- Sur le dessin, on observe également que:

{Formule}



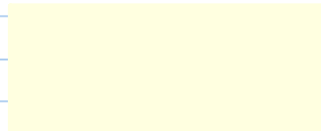
- Les triangles ΔS_2CB et ΔCDB sont semblables. Donc, on peut affirmer que

{Formule}



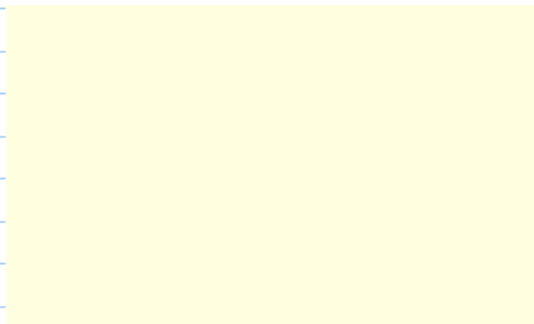
- En observant le schéma 1, on observe que:

{Formule}



- Mais, si les angles sont très petits:

{Conclusion}



- Remarque #1: Si on avait fait la preuve pour les interférences constructives, on aurait obtenu:

$$\sin \theta_n = \frac{n\lambda}{d}$$

et

$$\frac{X_n}{L} = \frac{n\lambda}{d}$$

- Remarque #2: Pour deux zones d'interférences consécutives, on aurait: {Calculer Δx pour constructif et destructif}

- Résumé:

Constructif:

$$\star \sin \theta_n = \frac{n\lambda}{d}$$

$$\star \frac{X_n}{L} = \frac{n\lambda}{d}$$

Destructif:

$$\star \sin \theta_n = \frac{(n-1/2)\lambda}{d}$$

$$\star \frac{X_n}{L} = \frac{(n-1/2)\lambda}{d}$$

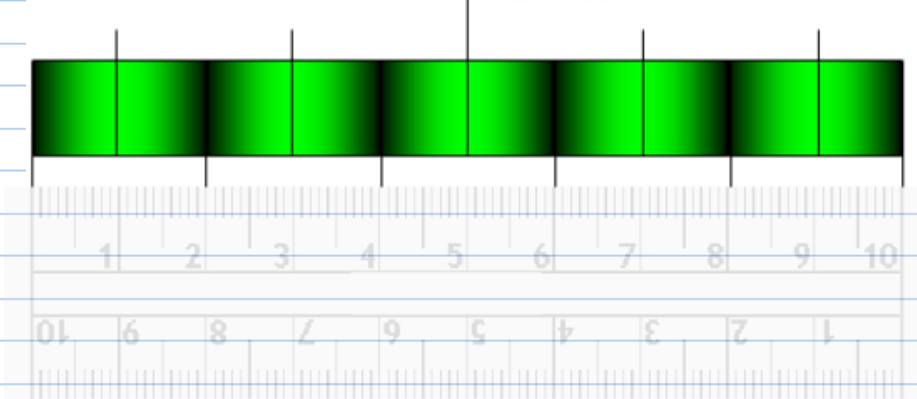
pour les deux:

$$\star \Delta X = \frac{\lambda L}{d}$$

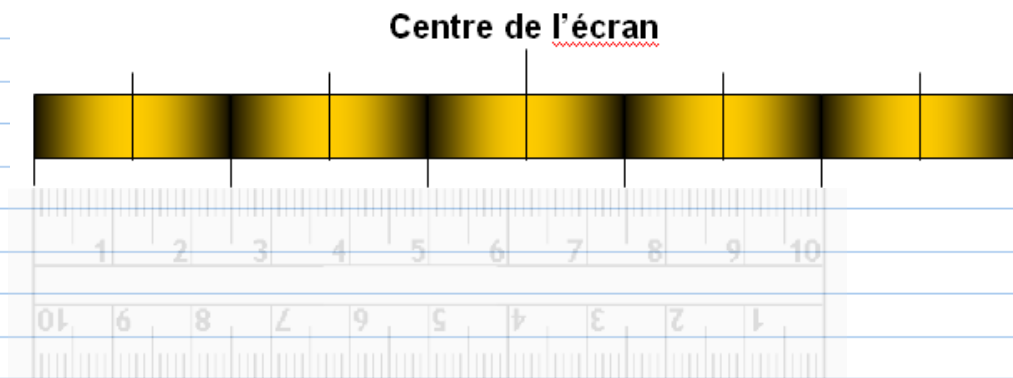
Ex 1: Déterminez la longueur d'onde à partir du dessin. Le dessin représente un patron d'interférence observé sur un écran situé à 1,25m. Les deux sources sont séparées de $34,375\mu\text{m}$.

(Faire le problème)

Centre de l'écran



Ex 2: De la lumière monochromatique jaune ($\lambda = 485\text{nm}$), passe par deux fentes. Le patron d'intéférences suivant est observé sur un écran situé à $1,28866\text{m}$. Calculez la distance qui sépare les fentes.



Ex 3: Un faisceau de lumière monochromatique vert ($\lambda = 525\text{nm}$) passe par deux fentes séparées par $d = 26,25\mu\text{m}$. Un patron d'interférence est observé sur un écran situé à 75cm .

- a. Calculez la position du deuxième maxima ($n = 2$)
- b. Calculez la position du premier minima ($n = 1$)

{Faire le problème}

Ex 4: Combien de maxima y aura-t-il?

($\lambda = 425\text{nm}$, $d = 20\mu\text{m}$, $L = 75\text{cm}$) {Faire le problème}

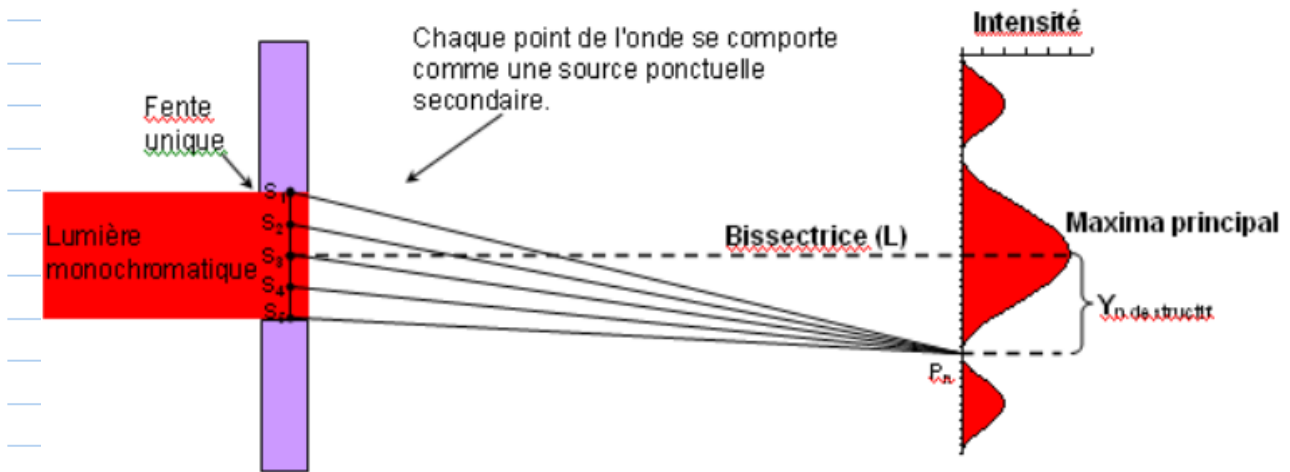
La valeur maximum de la fonction sinus est 1!

Remarque: Dans la vraie vie, il n'y aurait pas 47 maxima car les conditions d'approximation pour les formules ne seraient plus respectées.

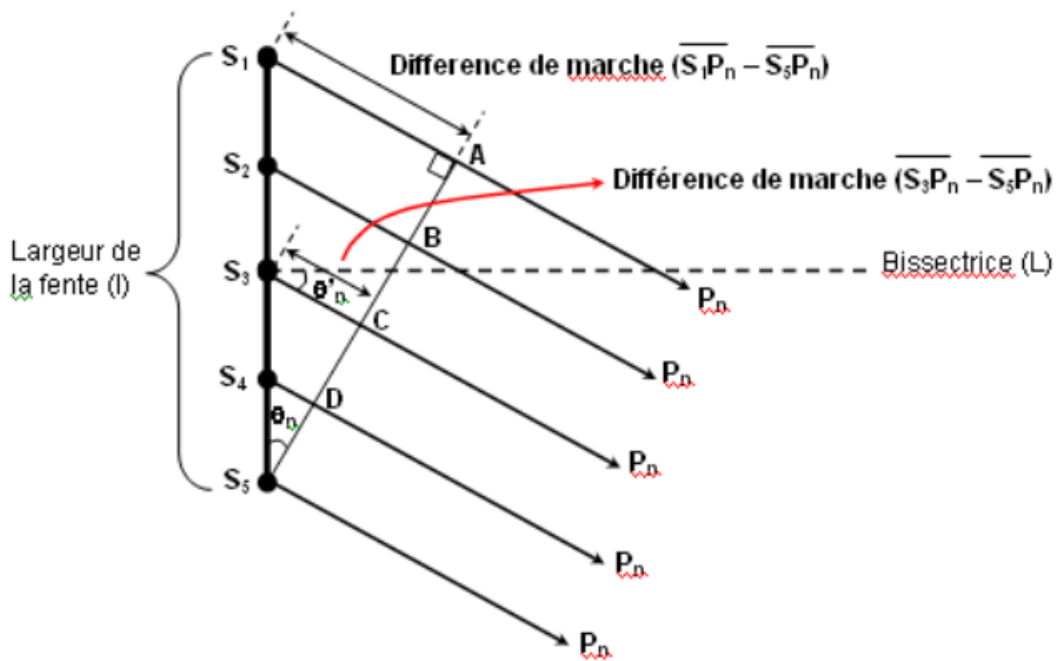
{Remarque}

Remarque: Dans la vraie vie, il serait impossible d'observer 47 maxima! La majorité seraient beaucoup trop faibles en intensité pour qu'on puisse les observer.

OEM. 17 Diffraction: Considérons la lumière qui passe dans une seule fente.



Zoom!!!!

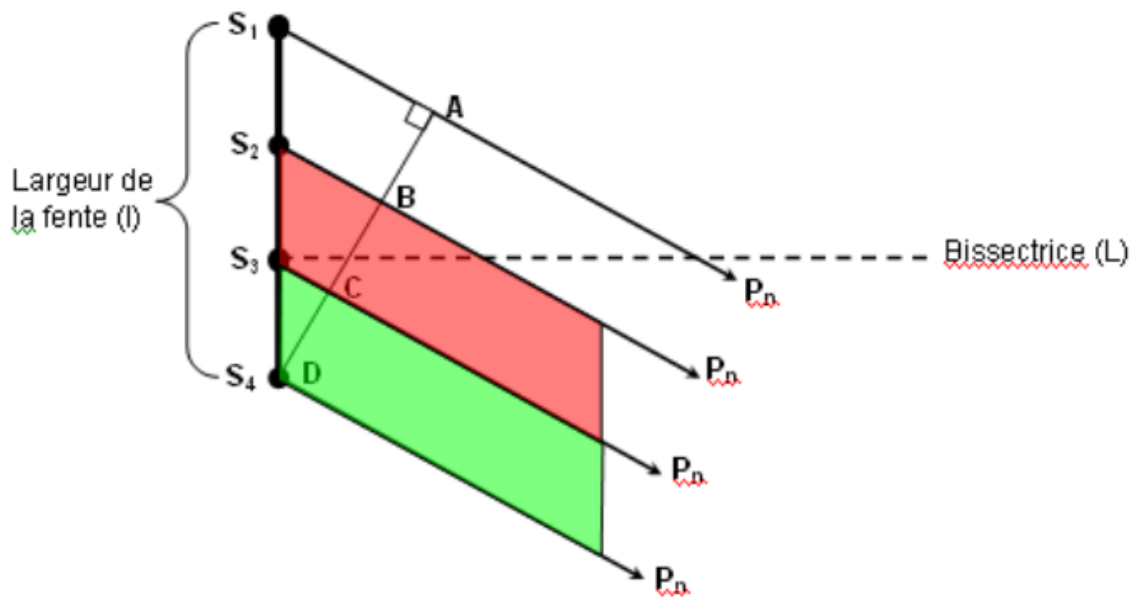


- Si $AS_1 = \lambda$ alors $CS_3 = \frac{\lambda}{2}$
- Donc, AS_1 et CS_3 interfèrent de façon destructive
- De façon logique, on peut également déduire que:
 BS_2 et DS_4 interfèrent de façon destructive.
- Il s'ensuit que la partie du haut détruit la partie du bas et on obtient une interférence destructive au point P_n .
- Les modèles mathématiques suivants peuvent être développés:

Interf. destructives

{formules}

Pour les points d'interférences constructives:

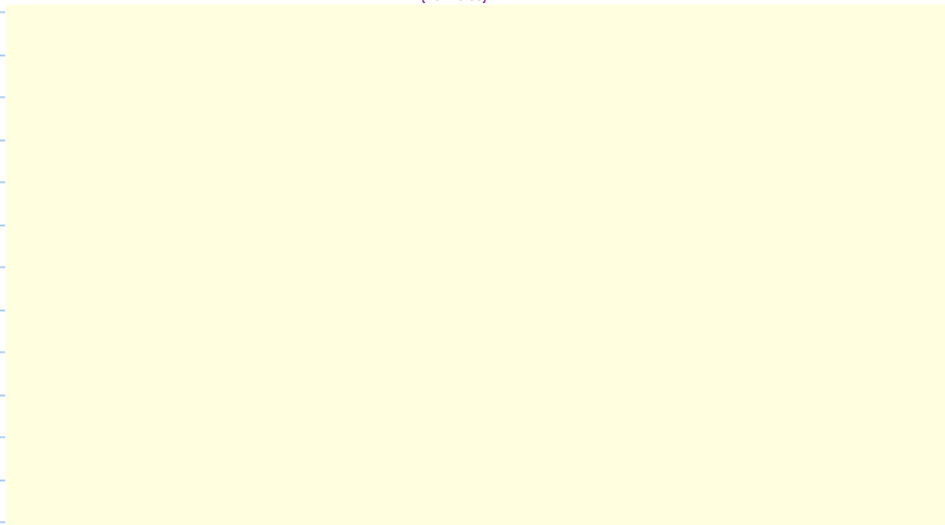


• Si $\overline{AS_1} = \frac{3\lambda}{2}$ alors $\overline{BS_2} = \lambda$ et $\overline{CS_3} = \frac{\lambda}{2}$

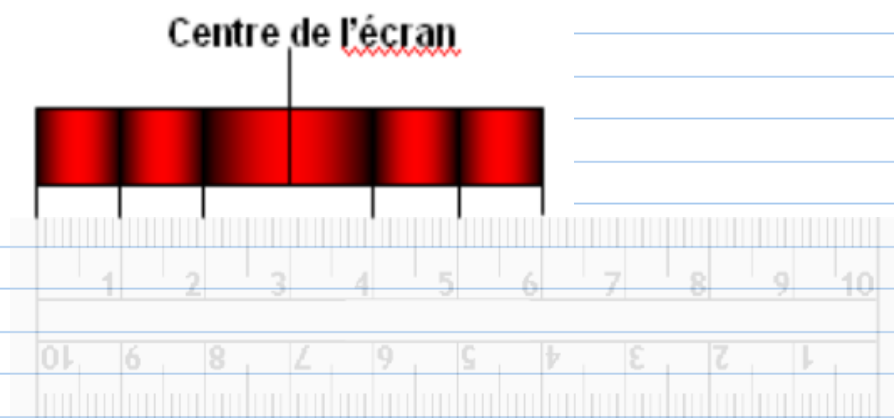
- Deux tiers des ondes se détruisent et il reste un tiers. Il y a donc interférence constructive!!!
- Les modèles mathématiques sont:

Interf. constructives

(Formules)

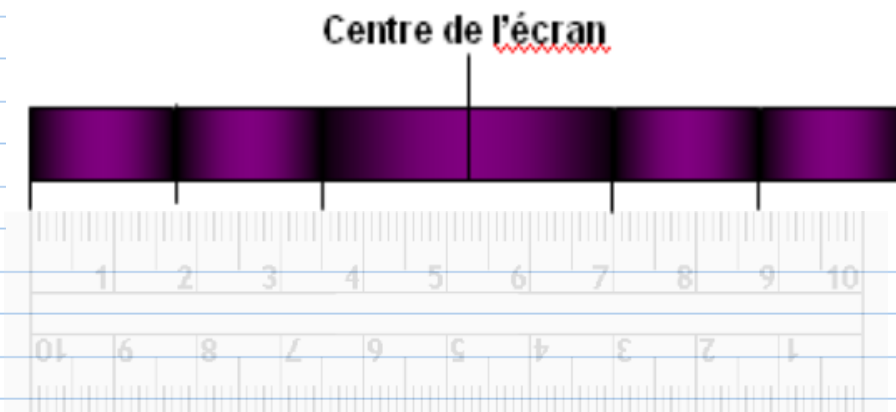


Ex 1: Déterminez la longueur d'onde à partir du dessin. Le dessin représente un patron d'interférence projeté sur un écran qui se trouve à 75cm d'une fente unique. La largeur de la fente est de $48,75\mu\text{m}$.



{Faire le problème}

Ex 2: De la lumière frappe un fil d'araignée ($\lambda = 425\text{nm}$). Le patron d'interférence suivant est observé sur un écran à $2,05882\text{m}$. Déterminez le diamètre du fil.



(faire le problème)

Résumé: Diffraction vs Young

diffraction (une fente ou obstacle)

constructif

$$\sin \theta_n = \frac{(n+1/2)\lambda}{l}$$

$$\frac{(n+1/2)\lambda}{l} = \frac{Y_n}{L}$$

où $n \in \mathbf{N}^*$

$$\Delta Y = \frac{\lambda L}{l}$$

destructif

$$\sin \theta_n = \frac{n\lambda}{l}$$

$$\frac{n\lambda}{l} = \frac{Y_n}{L}$$

où $n \in \mathbf{N}^*$

Young (2 fentes ou plus)

constructif

$$\sin \theta_n = \frac{n\lambda}{d}$$

$$\frac{X_n}{L} = \frac{n\lambda}{d}$$

où $n \in \mathbf{N}$

$$\Delta X = \frac{\lambda L}{d}$$

destructif

$$\sin \theta_n = \frac{(n-1/2)\lambda}{d}$$

$$\frac{X_n}{L} = \frac{(n-1/2)\lambda}{d}$$

où $n \in \mathbf{N}^*$

Remarque: une différence entre le patron d'interférence produit par la diffraction et celui produit par les interférences de Young est que la diffraction produit un patron dont le maxima principal est deux fois plus grand que les autres maxima.

OEM 18. Réseau de diffraction. Pour utiliser de façon concrète les patrons d'interférences, on utilise des réseaux de diffraction. (il s'agit de plusieurs fentes au lieu de deux)

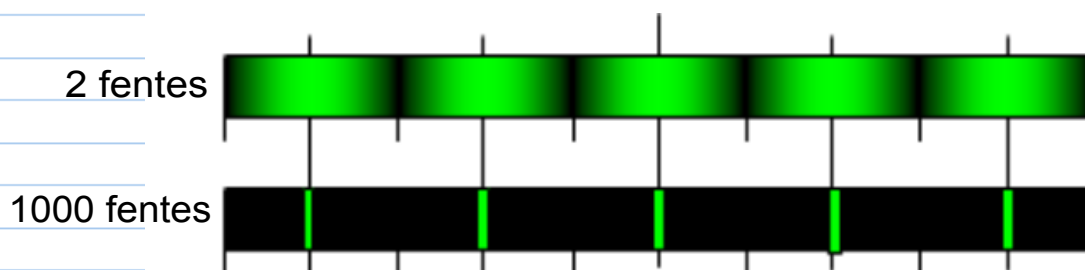
Les mêmes formules que pour les interférences de Young s'appliquent!

La seule différence est qu'il se peut que vous ayez à calculer " d ".

Ex: un réseau de diffraction large de 1,5cm est constitué de 1000 fentes. Calculez " d ".

{Faire le calcul}

par contre il y a une très grosse différence sur ce que vous observerez à l'écran. Puisqu'il y a plus de fentes, les chances que vous ayez des interférences parfaitement constructives diminuent, le patron sera plus précis.



clipboard(38).galleryitem