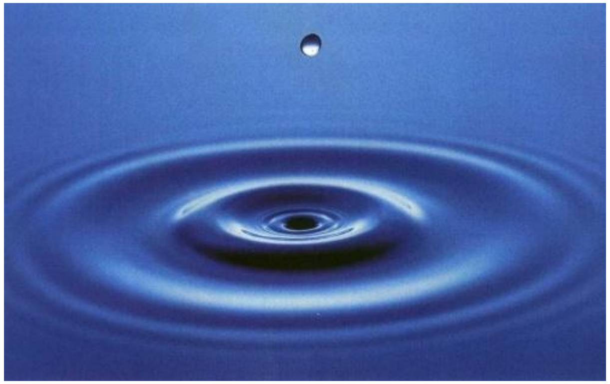
Cours Physique 01 **BCPST 1C**

- *Propagation d'un signal physique : les ondes* -

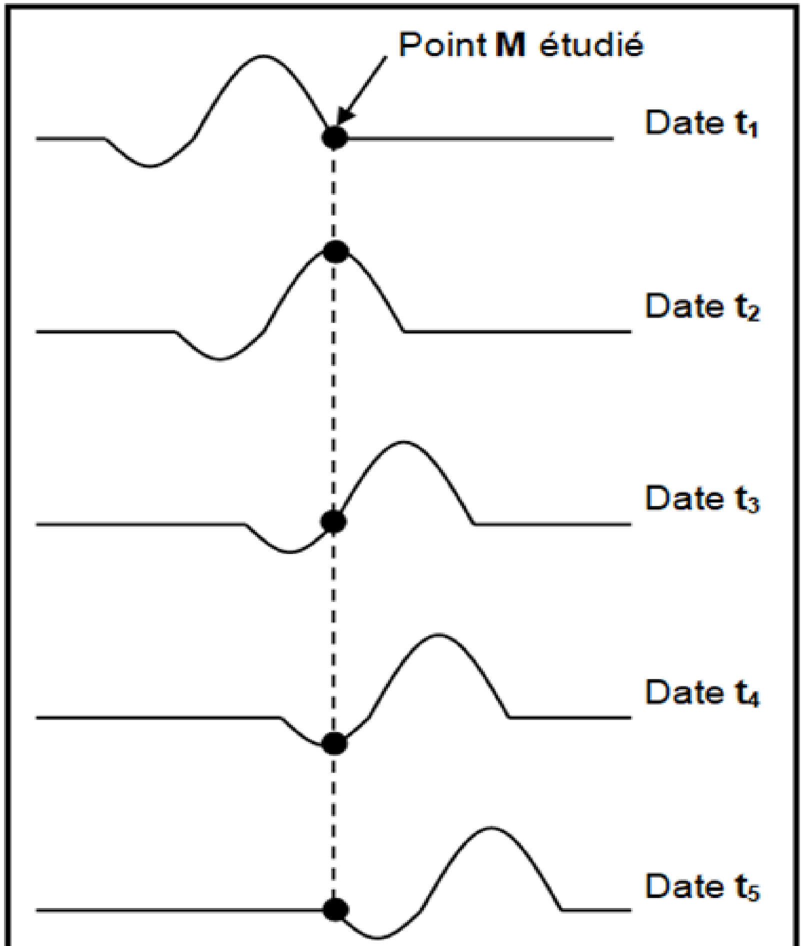
Notions et contenus	*Capacités exigibles*
Signaux physiques *- Exemples de signaux physiques.*	*- Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux mécaniques, acoustiques, électriques et sismiques.*
Propagation d'un signal dans un milieu homogène, illimité, non dispersif et transparent *- Célérité.*	*- Obtenir l'expression de la célérité par analyse dimensionnelle à partir des grandeurs physiques fournies. Interpréter l'influence de ces grandeurs physiques sur la célérité.* *- Citer les valeurs de la célérité du son dans l'air et dans l'eau dans les conditions usuelles.*
- Retard temporel	*- Exploiter la relation entre la distance parcourue par le signal, le retard temporel et la célérité.* *- Exploiter des données pour localiser l'épicentre d'un séisme.*
- Approche descriptive de la propagation d'un signal unidimensionnel. *- Cas particulier du signal sinusoïdal : amplitude, double périodicité spatiale et temporelle.*	*- Exploiter une représentation graphique donnant l'amplitude du signal en fonction du temps en un point donné, ou en fonction de la position à un instant donné.* *- Exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité.* *- Citer les limites en termes de fréquences du spectre audible par l'être humain.* ***(TP) Mesurer la célérité d'un phénomène ondulatoire.***



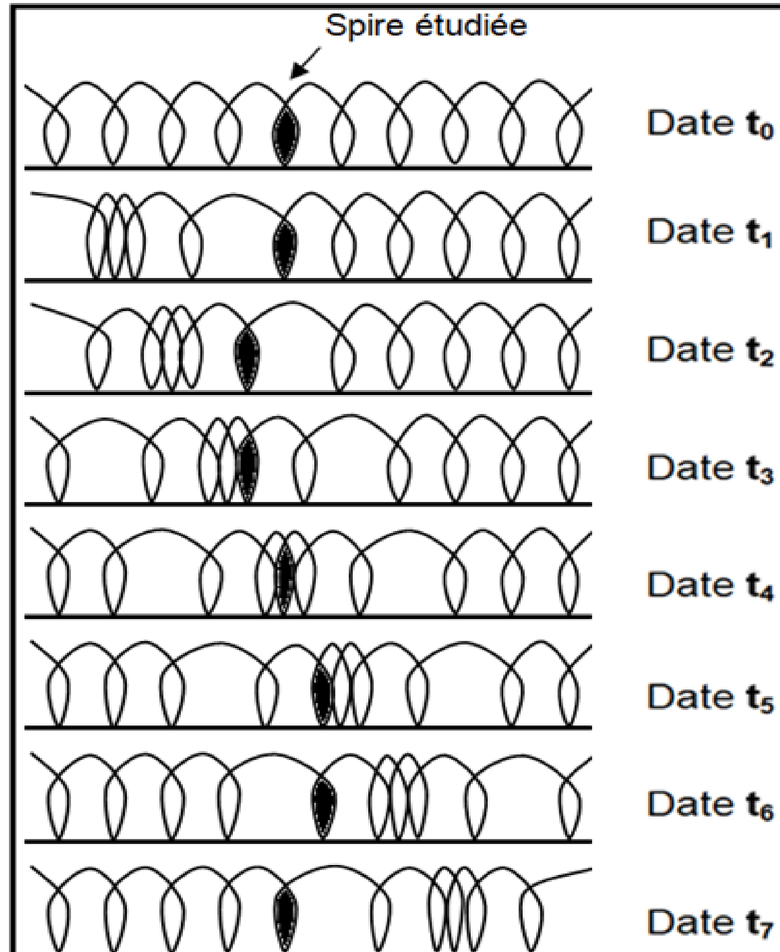
I- Description qualitative des ondes

1) Définitions

☛ **Définition d'une ONDE** : phénomène de **propagation d'une perturbation sans transport de matière** mais **avec transport d'énergie.**



Doc 1 : Profil d'une vague au cours du temps



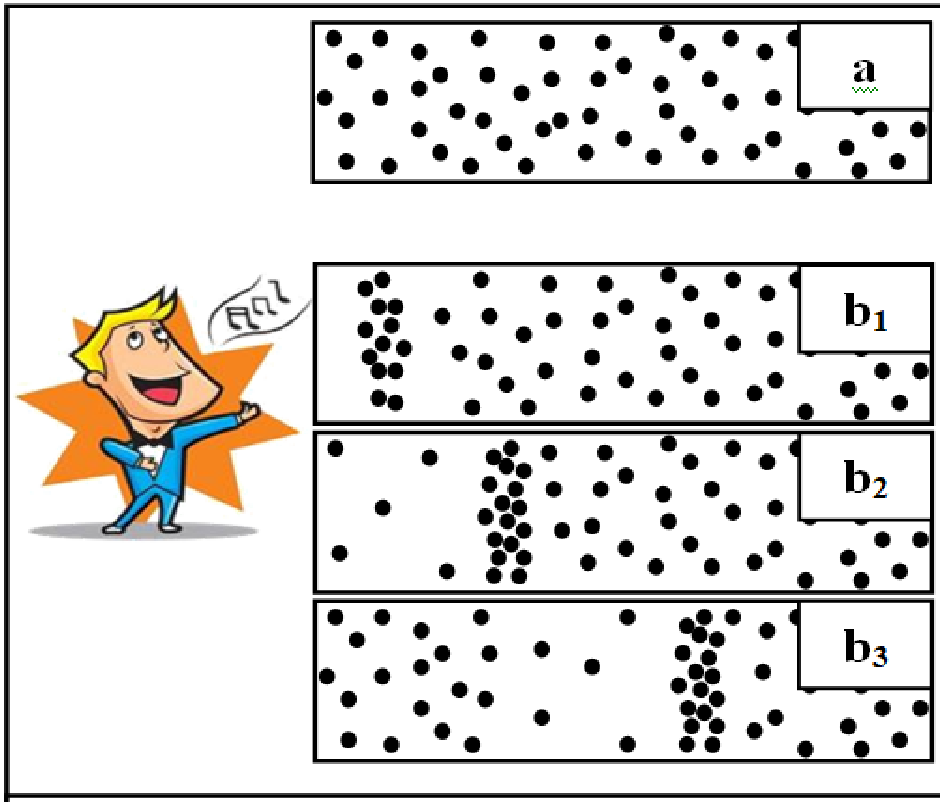
Doc 2 : Profil d'un ressort au cours du temps

☛ **<u>Définition d'une ONDE</u>** : phénomène de **propagation d'une perturbation sans transport de matière** mais **avec transport d'énergie.**

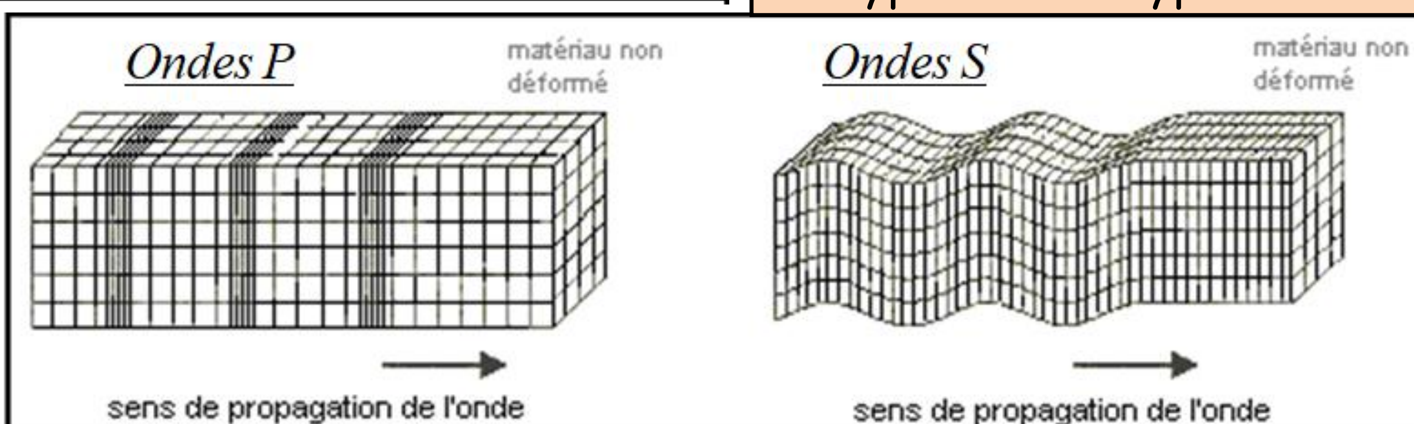
<u>Doc 3</u> : Disposition moyenne des molécules d'air :

(a) en absence de son ;

(b) quand un son bref est émis en **b_1** puis se propage en **b_2** et **b_3**.



<u>Doc 4</u> : Ondes sismiques de type P et de type S



☛ **Définition d'une onde MECANIQUE** : Onde qui a besoin d'un **milieu matériel pour se propager.**

✍- *Les ondes des documents 1 à 4 sont-elles mécaniques ?* **OUI**

Doc 1 : Milieu matériel = l'eau

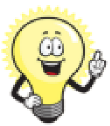
Doc 2 : Milieu matériel = le métal

Doc 3 : Milieu matériel = l'air

Doc 4 : Milieu matériel = le sol

✍- *Donner un exemple d'onde non mécanique.*

La **Lumière** : elle peut se propager dans le vide (= onde ***électromagnétique***)



Le milieu matériel dans lequel l'onde mécanique se propage doit être **ELASTIQUE** *(capable de se déformer et de reprendre sa forme initiale).*

La propagation se fait DE PROCHE EN PROCHE*: le mouvement d'une entité du milieu entraîne celui de ses voisines car il y a des interactions entre elles ou car elles s'entrechoquent.*

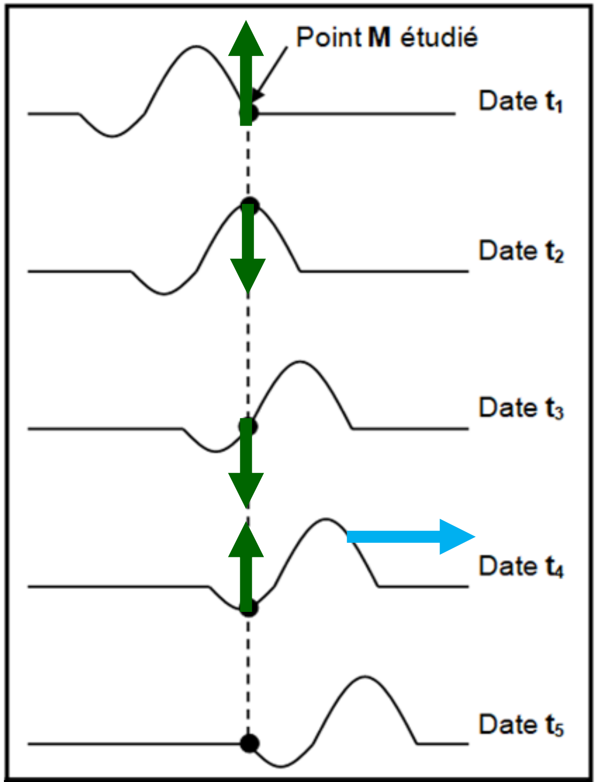
☛ **Définition d'une onde LONGITUDINALE** : onde dont la **direction de la perturbation** est **parallèle** à la **direction de propagation de l'onde**.

☛ **Définition d'une onde TRANSVERSALE** : onde dont la **direction de la perturbation** est **perpendiculaire** à la **direction de propagation de l'onde**.

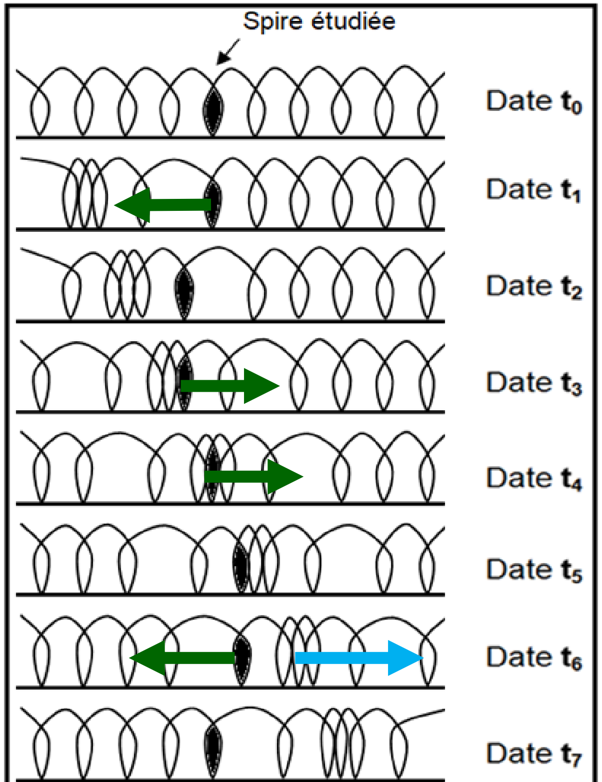
☛ **<u>Définition d'une onde LONGITUDINALE</u>** : onde dont la **direction de la perturbation** est **parallèle** à la **direction de propagation de l'onde**.

☛ **<u>Définition d'une onde TRANSVERSALE</u>** : onde dont la **direction de la perturbation** est **perpendiculaire** à la **direction de propagation de l'onde**.

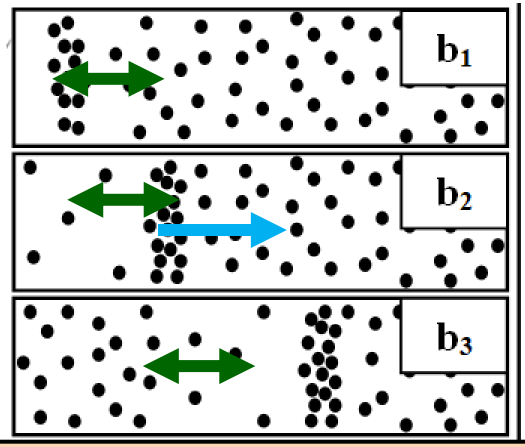
✍- *Les ondes des documents 1 à 4 sont-elles longitudinales ou transversales ?*



<u>Doc 1</u> : Transversale

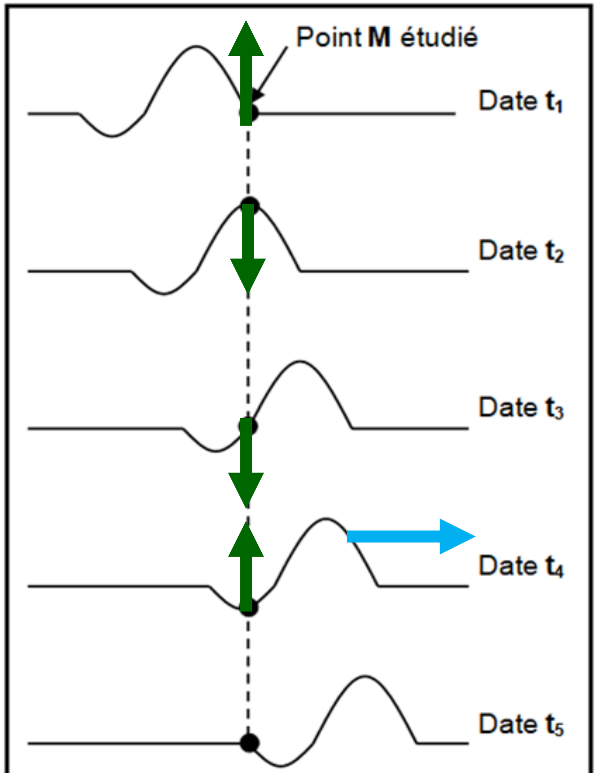


<u>Doc 2</u> : Longitudinale

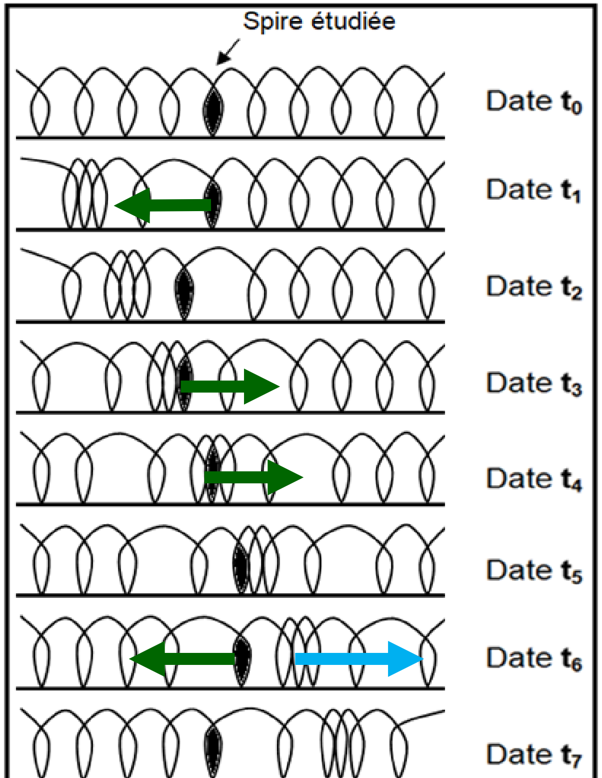


<u>Doc 3</u> : Longitudinale

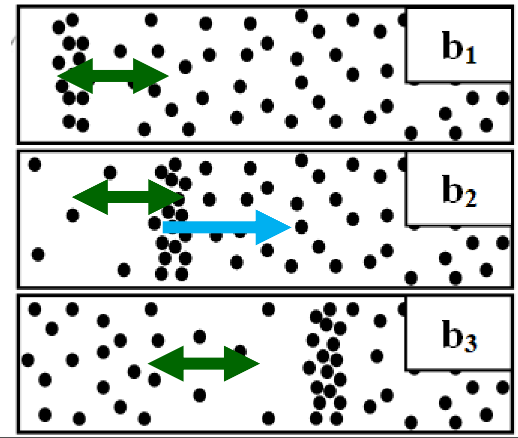
✍- *Les ondes des documents 1 à 4 sont-elles longitudinales ou transversales ?*



Doc 1 : Transversale



Doc 2 : Longitudinale

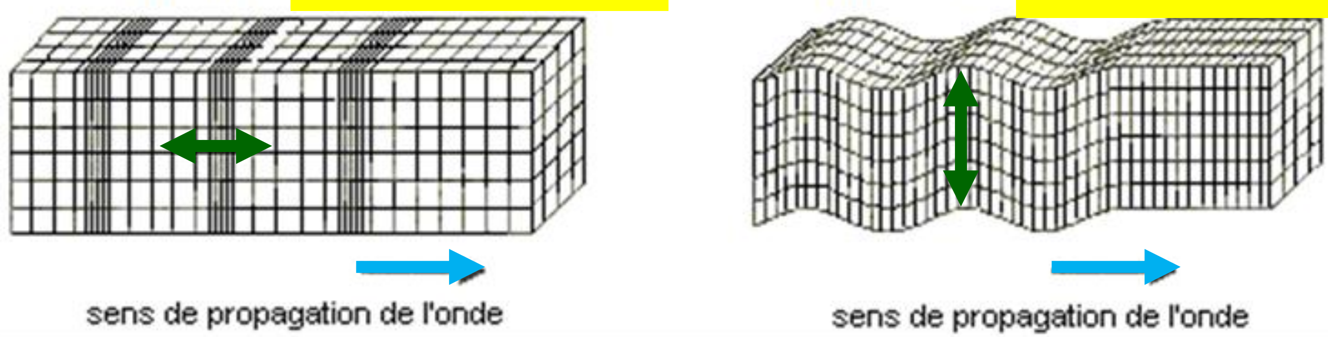


Doc 3 : Longitudinale

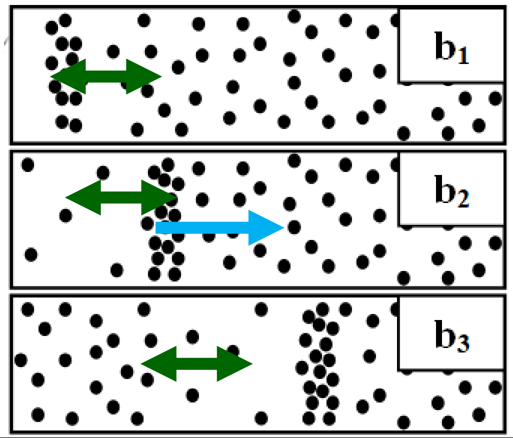
Doc 4 :

Ondes P Longitudinale

Ondes S Transversale

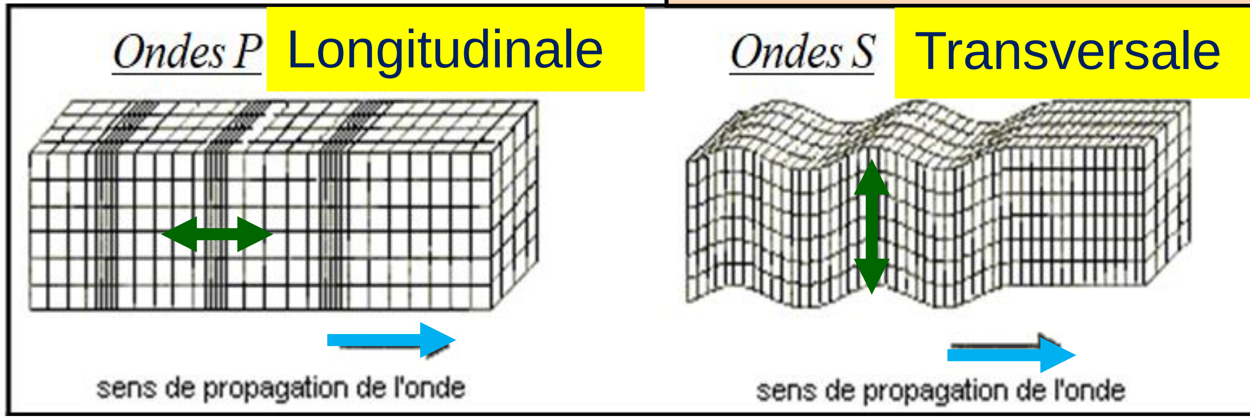


✍- *Les ondes des documents 1 à 4 sont-elles longitudinales ou transversales ?*



Doc 3 Longitudinale

Doc 4 :



☛ **Définition du SIGNAL** : Le ***SIGNAL*** est la **grandeur physique qui est modifiée** au passage de l'onde.

Voici quelques exemples d'ondes et de signaux physiques associés **à connaître** :

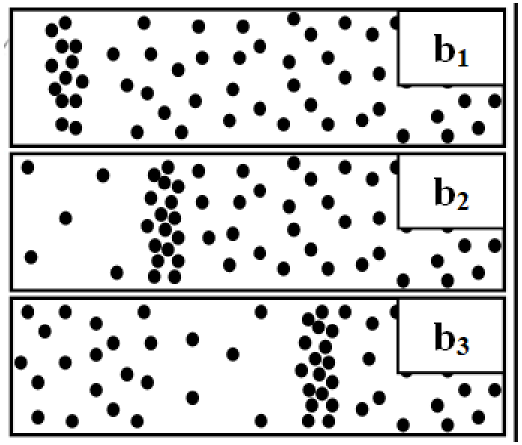
Type d'onde	**Mécanique** (ex : vague, ressort)	**Sismique** (ex : trembl^{nt} de terre)	**Electrique** (ex : influx nerveux)
Signal = Grandeur Physique modifiée	Position (Altitude/abscisse)	Position (Altitude/abscisse)	Tension ou intensité

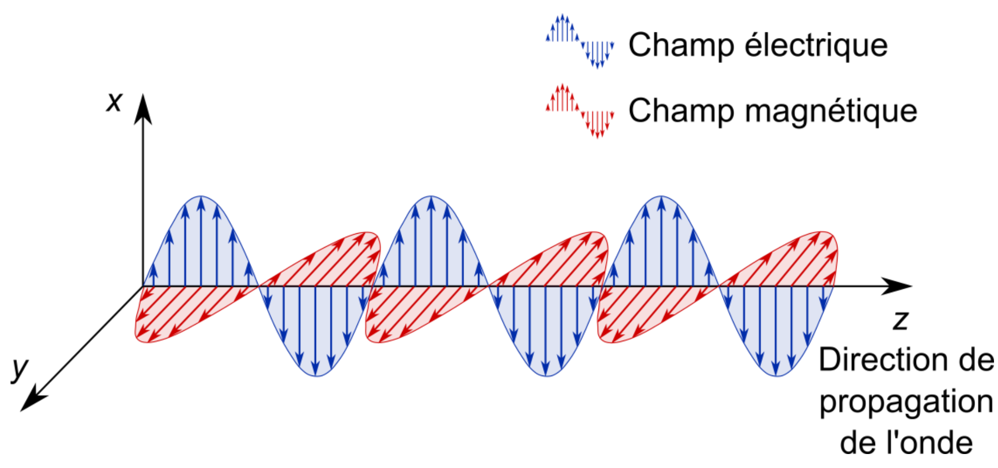
☛ **Définition du SIGNAL** : Le ***SIGNAL*** est la **grandeur physique qui est modifiée** au passage de l'onde.

Voici quelques exemples d'ondes et de signaux physiques associés **à connaître** :

Type d'onde	**Mécanique** (*ex* : vague, ressort)	**Sismique** (*ex* : trembl^{nt} de terre)	**Electrique** (*ex* : influx nerveux)
Signal = Grandeur Physique modifiée	Position (Altitude/abscisse)	Position (Altitude/abscisse)	Tension ou intensité

Type d'onde	**Acoustique** (*ex* : son)	**Electromagnétique** (*ex* : lumière)
Signal = Grandeur Physique modifiée	Pression	Champs électrique et magnétique

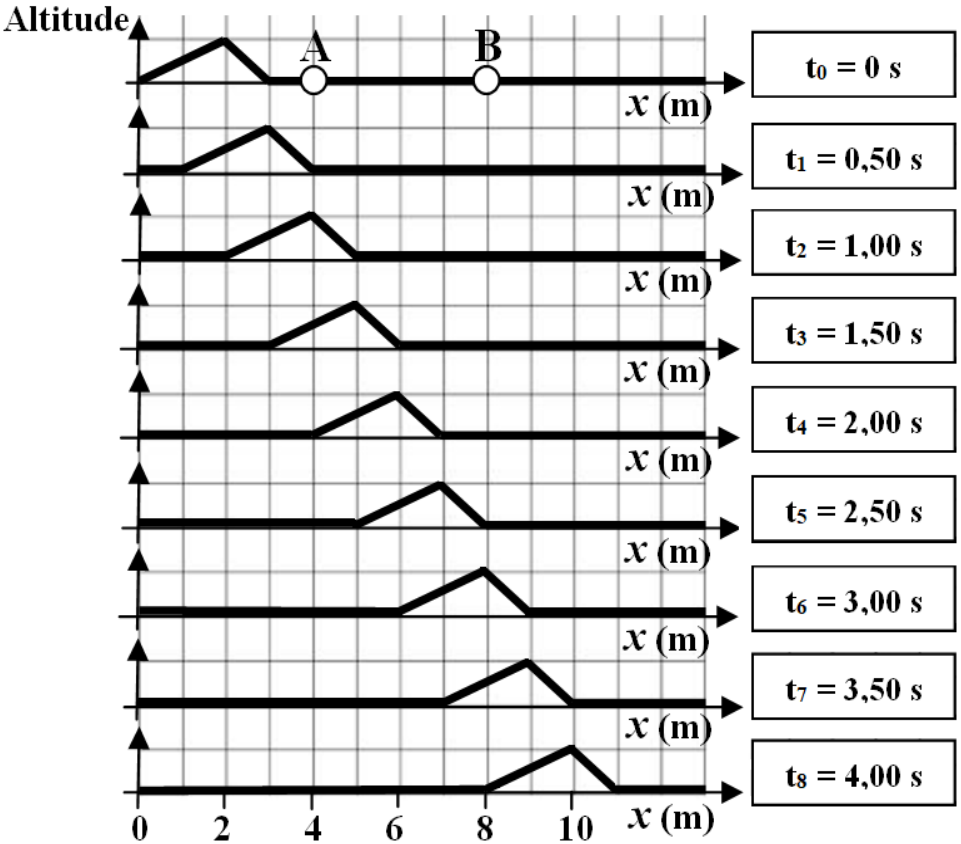




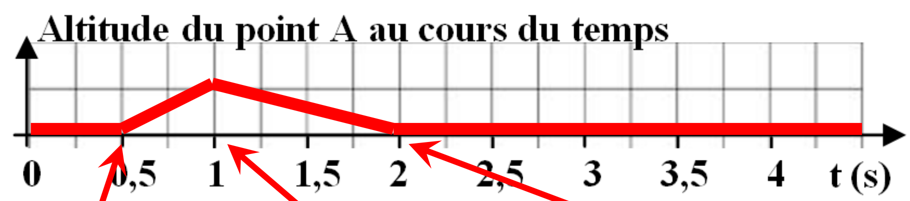
2) Représentations d’une onde

Pour indiquer comment sont perturbés les points du milieu, on peut représenter :

Doc 5 : Les variations du signal
en fonction de la position
à un INSTANT donné



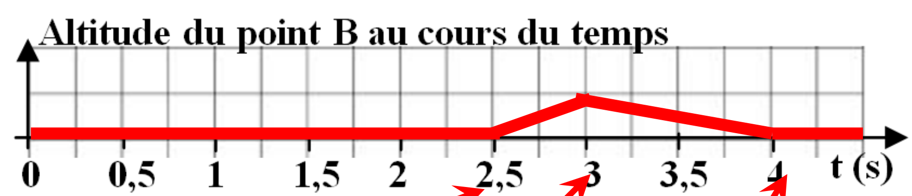
Doc 6 : Les variations du signal
en fonction du temps
en un POINT donné



A **commence** à être perturbé

A est le plus perturbé

A **finit** d’être perturbé

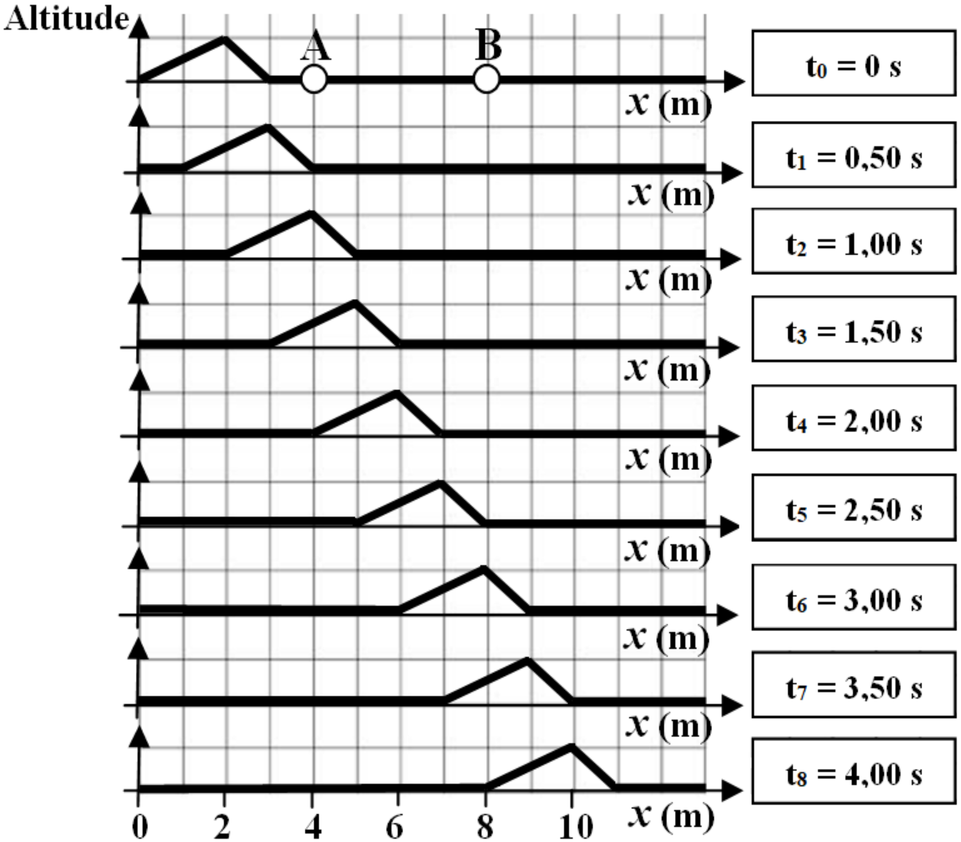


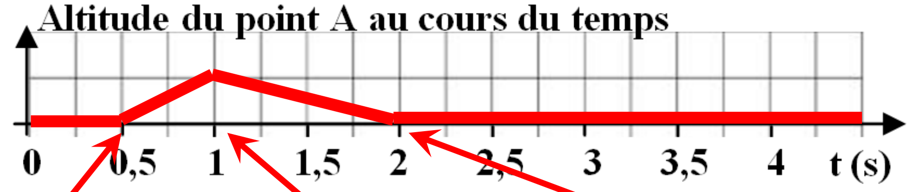
B **commence** à être perturbé

B est le plus perturbé

B **finit** d’être perturbé

Représentations **spatiale** et **temporelle** ont toujours une **forme inverse** !

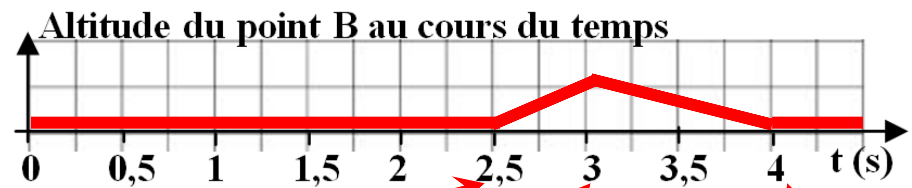




A **<u>commence</u>** à être perturbé

A est le plus perturbé

A **<u>finit</u>** d'être perturbé



B **<u>commence</u>** à être perturbé

B est le plus perturbé

B **<u>finit</u>** d'être perturbé

Représentations **spatiale** et **temporelle** ont toujours une **<u>forme inverse</u>** !

<u>II- Grandeurs associées aux ondes</u>

<u>Conditions de l'étude :</u>

Milieu HOMOGENE

Milieu ILLIMITE

Milieu NON DISPERSIF

Milieu TRANSPARENT

II- Grandeurs associées aux ondes

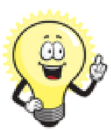
1) Retard et célérité

Si l'onde ne s'amortit pas, tous les points du milieu subissent la même perturbation à des instants différents.

☛ **Définition du RETARD** : Le retard τ d'un point **B** par rapport à un point **A** est la **durée nécessaire à l'onde pour parcourir la distance AB**.

☛ **Définition de la CELERITE d'une onde** : La célérité **v** d'une onde est le rapport de la distance **AB** parcourue par l'onde par la durée **Δt** nécessaire pour réaliser ce parcours.

$$\underset{(m.s^{-1})}{V} = \frac{AB \ (m)}{\Delta t \ (s)}$$



*On ne parle pas de « **vitesse** » pour une onde : on réserve ce terme quand un déplacement de matière est observé.*

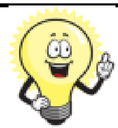
✍- *Calculer le retard du point B par rapport au point A pour les documents 5 et 6.*

✍- *Calculer la célérité de l'onde pour les documents 5 et 6.*

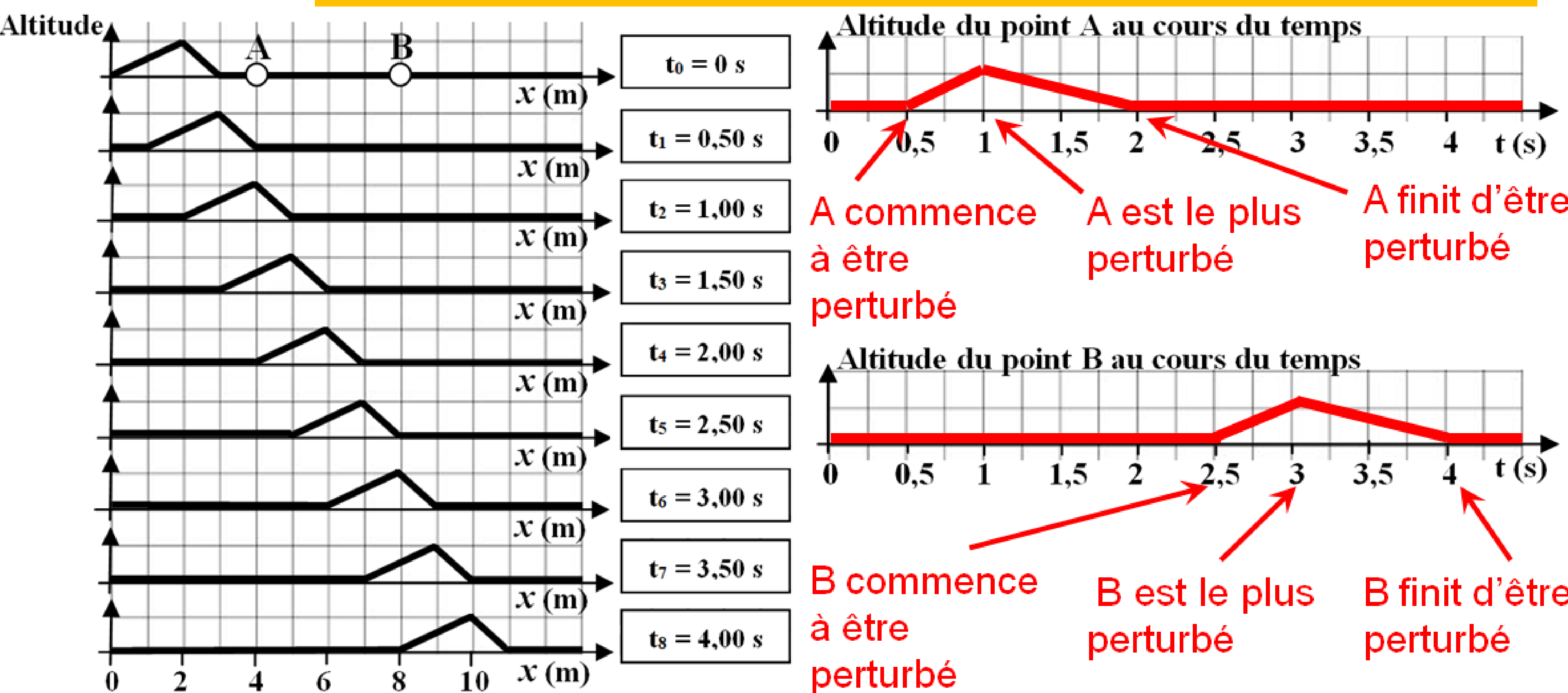
☛ **<u>Définition du RETARD</u>** : Le retard **τ** d'un point **B** par rapport à un point **A** est la **durée nécessaire à l'onde pour parcourir la distance AB**.

☛ **<u>Définition de la CELERITE d'une onde</u>** : La célérité **v** d'une onde est le rapport de la distance **AB** parcourue par l'onde par la durée **Δt** nécessaire pour réaliser ce parcours.

$$\underset{(m.s^{-1})}{V} = \frac{AB\ (m)}{\Delta t\ (s)}$$



*On ne parle pas de « **vitesse** » pour une onde : on réserve ce terme quand un déplacement de matière est observé.*



☛ **<u>Définition du RETARD</u>** : Le retard τ d'un point **B** par rapport à un point **A** est la **durée nécessaire à l'onde pour parcourir la distance AB**.

☛ **<u>Définition de la CELERITE d'une onde</u>** : La célérité **v** d'une onde est le rapport de la distance **AB** parcourue par l'onde par la durée **Δt** nécessaire pour réaliser ce parcours.

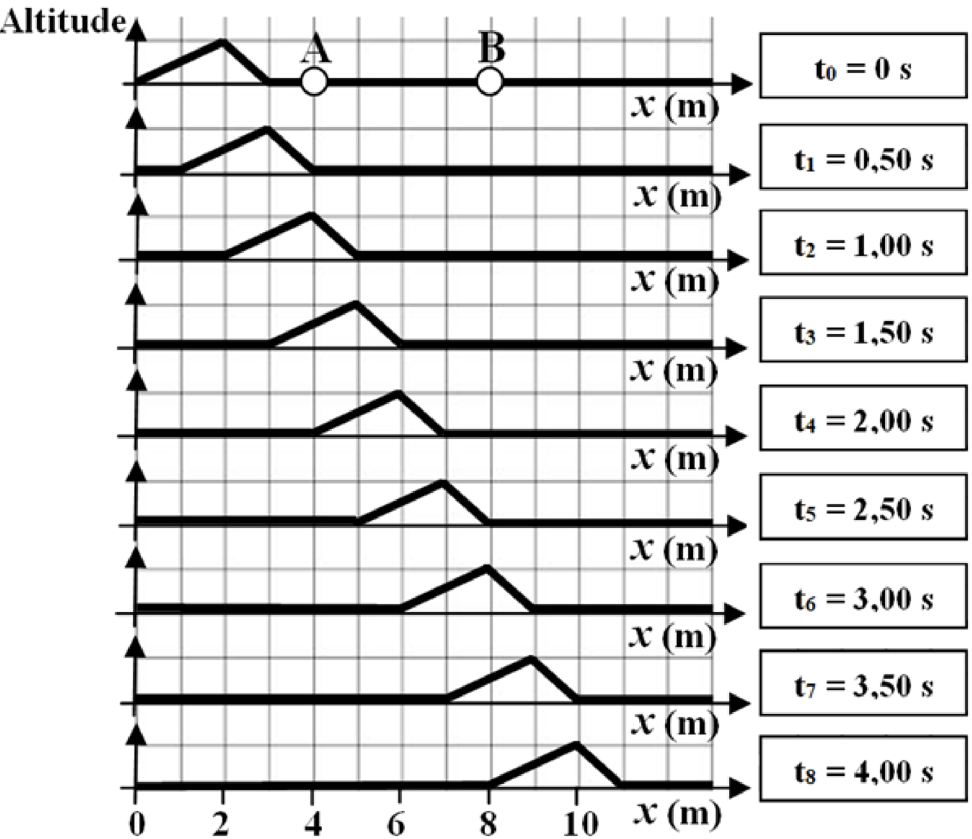
$$\underset{(m.s^{-1})}{V} = \frac{AB \ (m)}{\Delta t \ (s)}$$

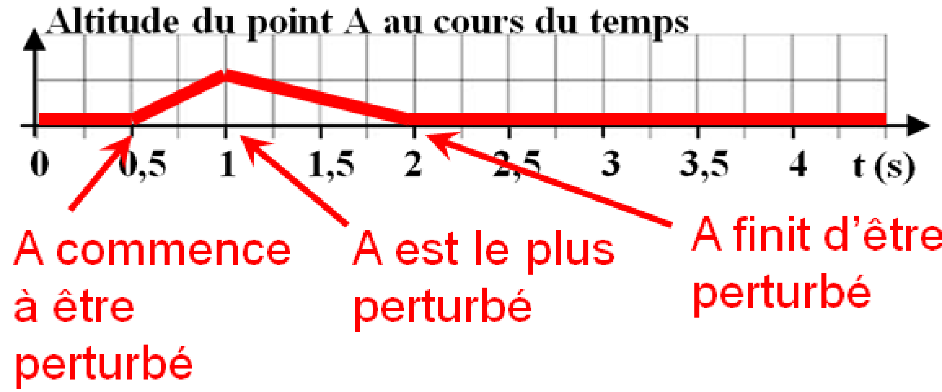
<u>Remarque</u> : on ne parle pas de « vitesse » pour une onde. On réserve ce terme quand un déplacement de matière est observé.

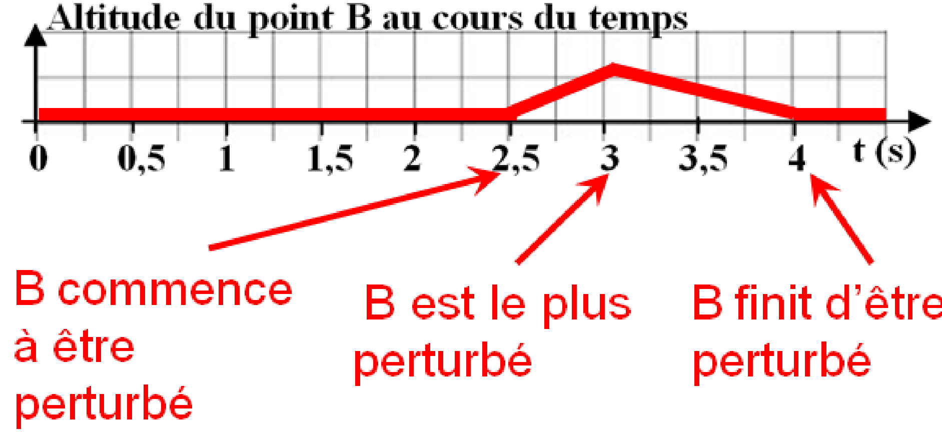
✍- *Calculer le retard du point B par rapport au point A pour les documents 5 et 6.*

- le point **A** commence à être perturbé à l'instant de date $t_1 = 0{,}50$ s
- le point **B** commence à être perturbé à l'instant de date $t_5 = 2{,}50$ s
- le point **B** admet donc un retard $\tau = t_5 - t_1 = 2{,}00$ s par rapport au point **A**.

✍- *Calculer la célérité de l'onde pour les documents 5 et 6.*







✍- *Calculer le retard du point B par rapport au point A pour les documents 5 et 6.*

- le point **A** commence à être perturbé à l'instant de date $\mathbf{t_1 = 0,50\ s}$
- le point **B** commence à être perturbé à l'instant de date $\mathbf{t_5 = 2,50\ s}$
- le point **B** admet donc un retard $\boldsymbol{\tau = t_5 - t_1 = 2,00\ s}$ par rapport au point **A**.

✍- *Calculer la célérité de l'onde pour les documents 5 et 6.*

La perturbation parcourt la distance **AB = 4 m** pendant la durée $\boldsymbol{\tau = 2,00\ s}$.

Or, $v = \dfrac{AB}{\tau}$ soit $v = \dfrac{4}{2,00}$ ➨ $\underline{v = 2\ m.s^{-1}}$

✍- *Calculer le retard du point B par rapport au point A pour les documents 5 et 6.*

- le point **A** commence à être perturbé à l'instant de date $t_1 = 0{,}50$ s
- le point **B** commence à être perturbé à l'instant de date $t_5 = 2{,}50$ s
- le point **B** admet donc un retard $\tau = t_5 - t_1 = 2{,}00$ s par rapport au point **A**.

✍- *Calculer la célérité de l'onde pour les documents 5 et 6.*

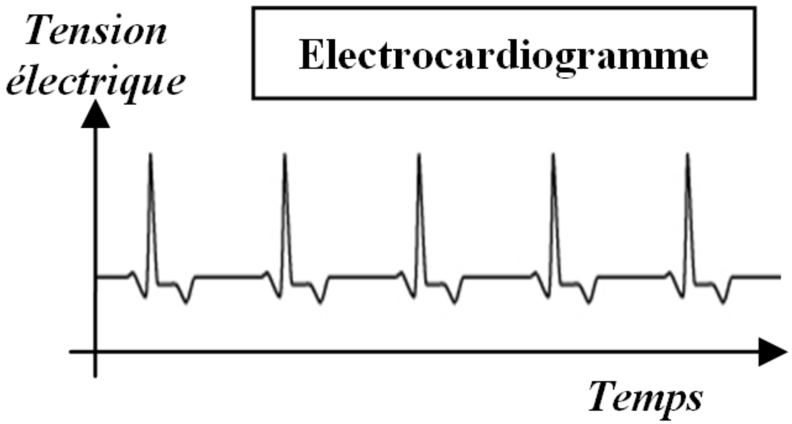
La perturbation parcourt la distance **AB = 4 m** pendant la durée **τ = 2,00 s**.

Or, $v = \dfrac{AB}{\tau}$ soit $v = \dfrac{4}{2{,}00}$ ➡ $\underline{v = 2\ m.s^{-1}}$

La célérité d'une onde peut dépendre de nombreux paramètres comme la ***nature du milieu*** dans lequel la propagation a lieu, la ***température***, la ***densité*** …

☛ **<u>Ordres de grandeurs à connaître</u>** : A 20 °C, $v_{son}(air) \approx 340\ m.s^{-1}$;
$v_{son}(eau) \approx 1500\ m.s^{-1}$

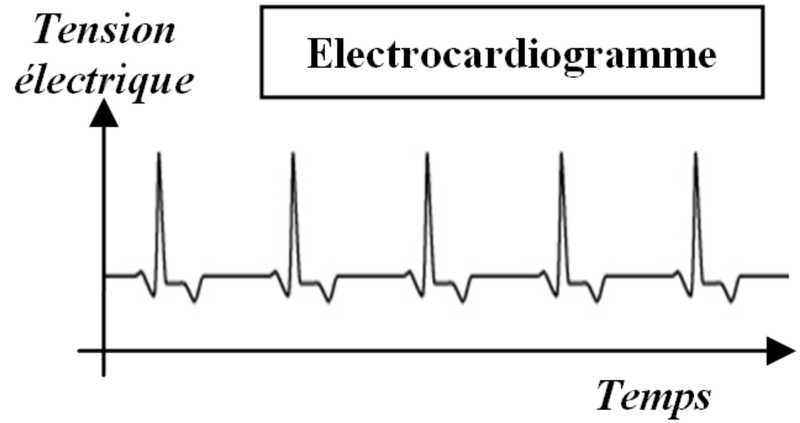
2) *Cas des ondes périodiques*

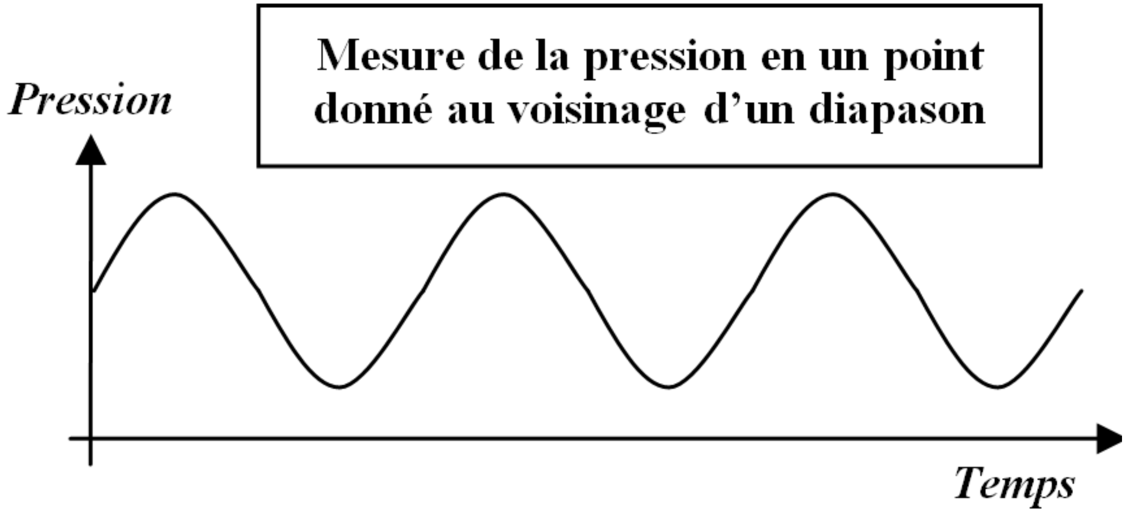


☛ <u>Ordres de grandeurs à connaître</u> : A 20 °C, v_{son}(air) ≈ 340 m.s^{-1} ;

v_{son} (eau) ≈ 1500 m.s^{-1}

2) *Cas des ondes périodiques*



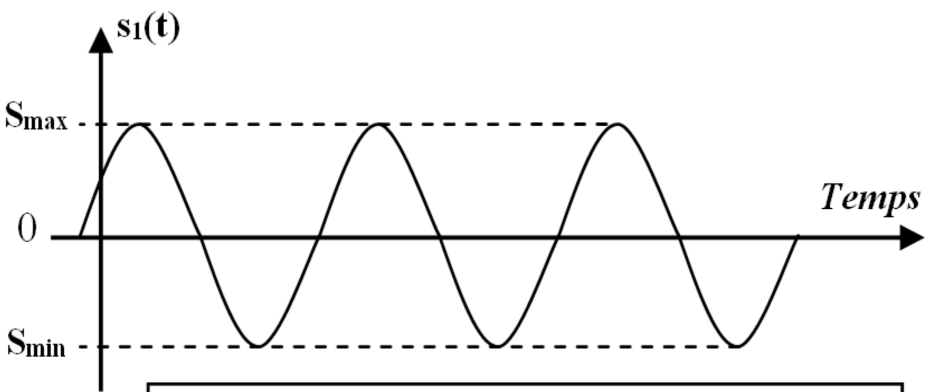


☛ **Ordres de grandeurs à connaître** : A 20 °C, v_{son}(air) ≈ 340 m.s^{-1} ;
v_{son} (eau) ≈ 1500 m.s^{-1}

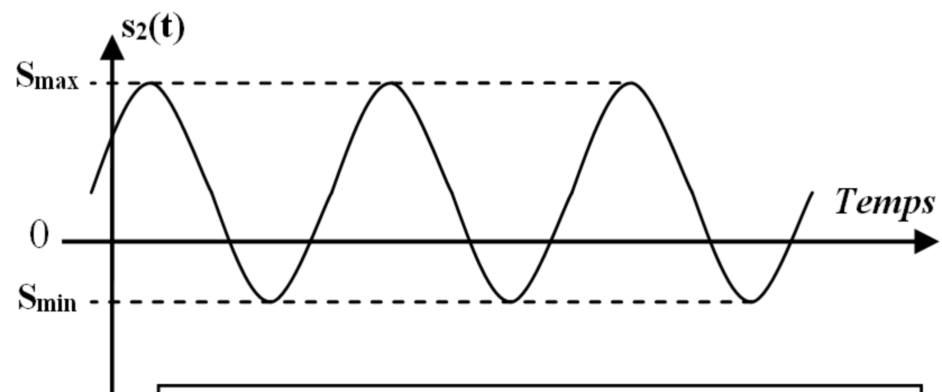
2) Cas des ondes périodiques

☛ **Définition d'une ONDE PERIODIQUE** : Une onde est **périodique** si la perturbation se reproduit **identique à elle-même à intervalles de temps égaux**.

Un cas particulier d'ondes périodiques ➡ ***les ondes SINUSOÏDALES***



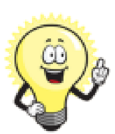
Signal **SINUSOÏDAL** (S_{min} = - S_{max})



Signal **NON SINUSOÏDAL** (S_{min} ≠ - S_{max})

a/ Amplitude

☛ **Définition** :C'est la **plus grande valeur S_{max} atteinte** par le signal sinusoïdal



*A ne pas confondre avec la **valeur « crête à crête »** du signal qui représente la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale du signal sinusoïdal.*

☛ **<u>Ordres de grandeurs à connaître</u>** : A 20 °C, **v_{son}(air) ≈ 340 m.s^{-1}** ;
v_{son} (eau) ≈ 1500 m.s^{-1}

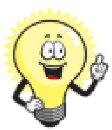
2) *Cas des ondes périodiques*

☛ **<u>Définition d'une ONDE PERIODIQUE</u>** : Une onde est **<u>périodique</u>** si la perturbation se reproduit **identique à elle-même à intervalles de temps égaux**.

Un cas particulier d'ondes périodiques ➨ ***<u>les ondes SINUSOÏDALES</u>***

a/ <u>Amplitude</u>

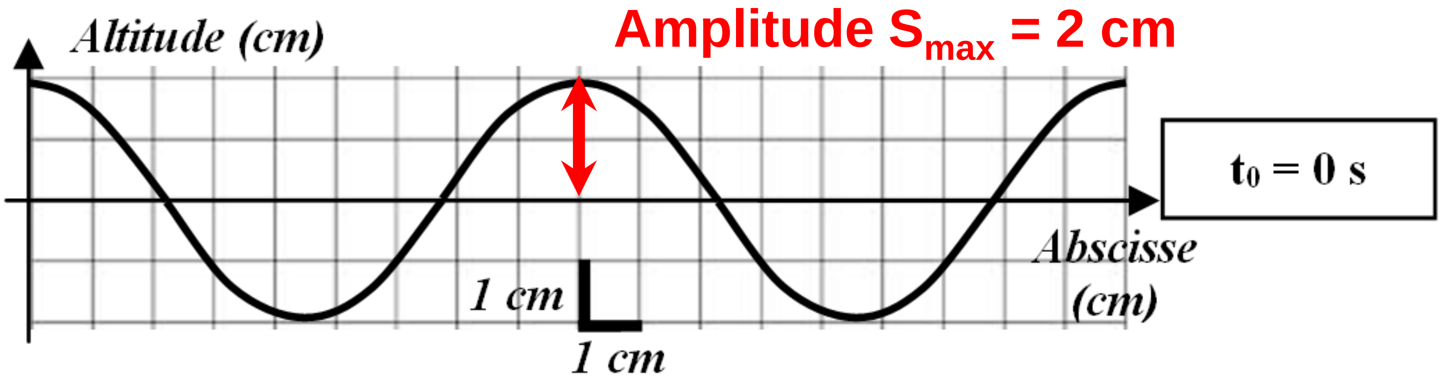
☛ **<u>Définition</u>** :C'est la **plus grande valeur S_{max} atteinte** par le signal sinusoïdal



*A ne pas confondre avec la **valeur « crête à crête »** du signal qui représente la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale du signal sinusoïdal.*

✍- *Que vaut l'amplitude de l'onde étudiée ?*

Amplitude S_{max} = 2 cm

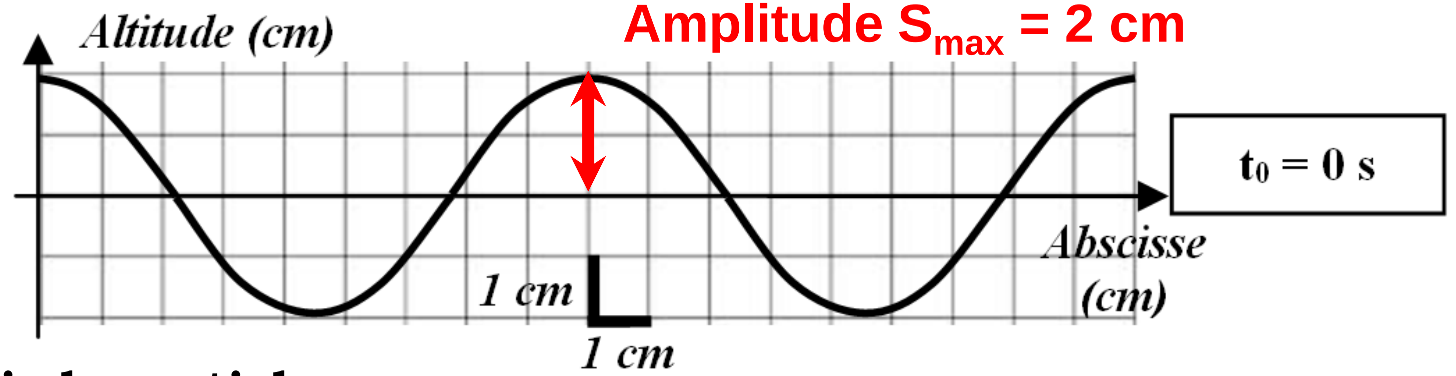


a/ Amplitude

☛ **Définition** : C'est la **plus grande valeur atteinte** par le signal sinusoïdal

✍- *Que vaut l'amplitude de l'onde étudiée ?*

Amplitude S_{max} = 2 cm

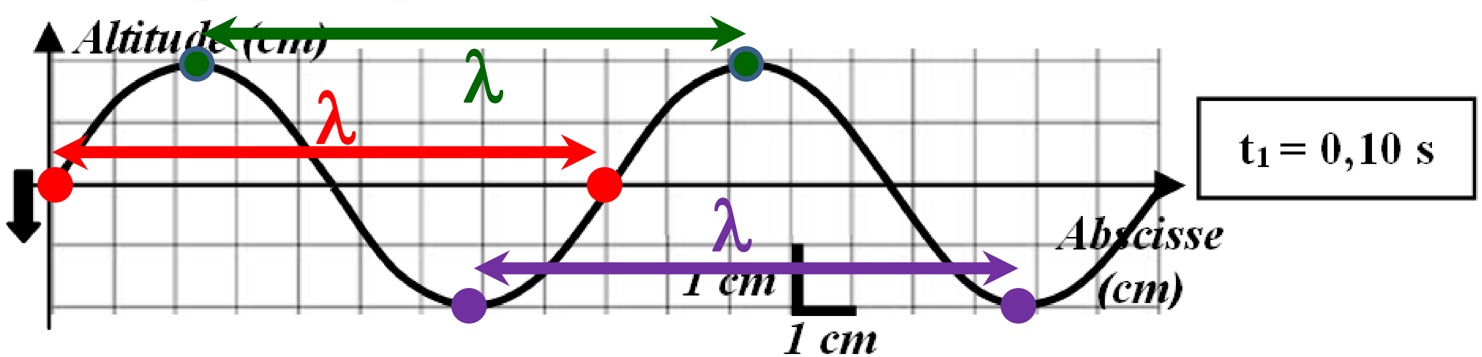


b/ Période spatiale

☛ **Définition** : **distance minimale** séparant **deux points du milieu dans le même état de perturbation** (on dit que ces points **vibrent EN PHASE**).

La période spatiale est aussi appelée **LONGUEUR D'ONDE**, elle se note λ et s'exprime **en mètre**.

✍- *Que vaut la période spatiale de l'onde étudiée ?* **λ = 9 cm**

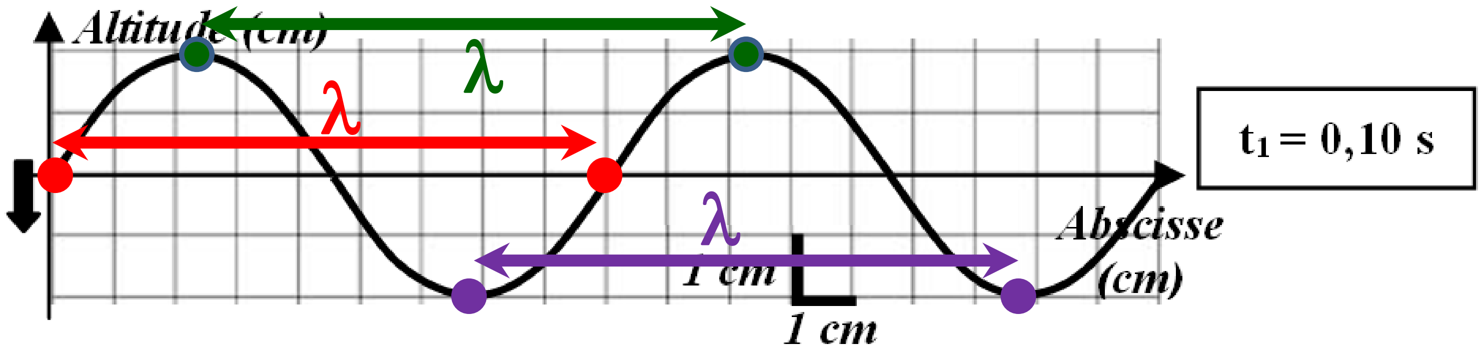


b/ Période spatiale

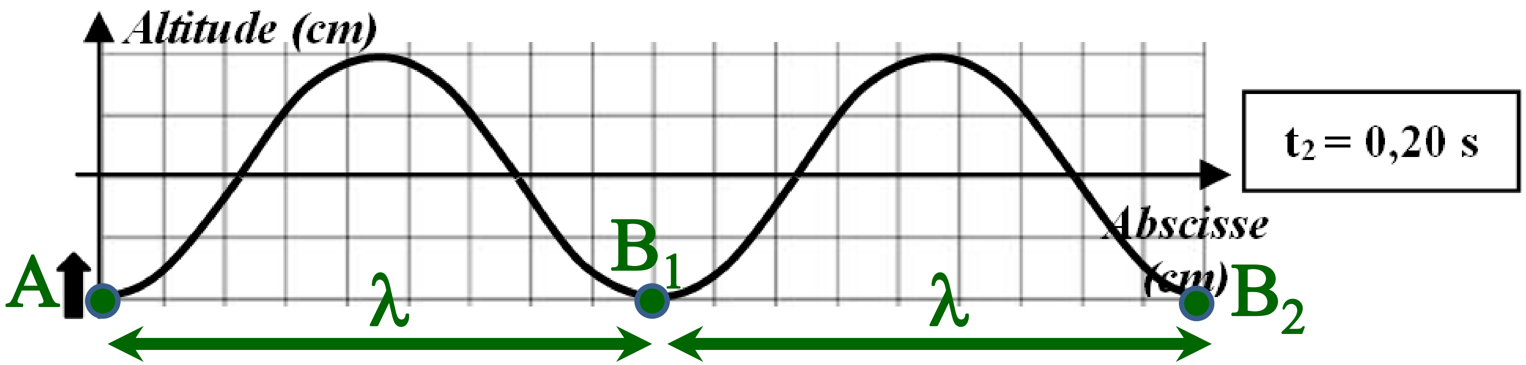
☛ **Définition** : **distance minimale** séparant **deux points du milieu dans le même état de perturbation** (on dit que ces points **vibrent EN PHASE**)

La période spatiale est aussi appelée **LONGUEUR D'ONDE**, elle se note λ et s'exprime **en mètre**.

✍- *Que vaut la période spatiale de l'onde étudiée ?* $\lambda = 9$ cm



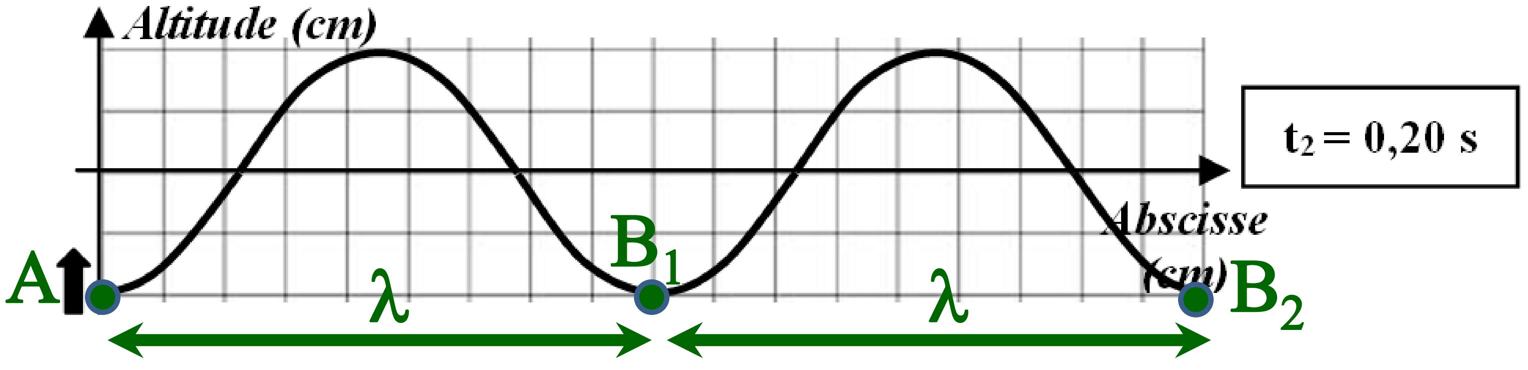
✍- *Quelle est la distance entre deux points A et B dans le* ***même état de perturbation*** *?*



Il faut que **AB = k x λ** avec **k € N**. On dit que ces points **sont en phase**.

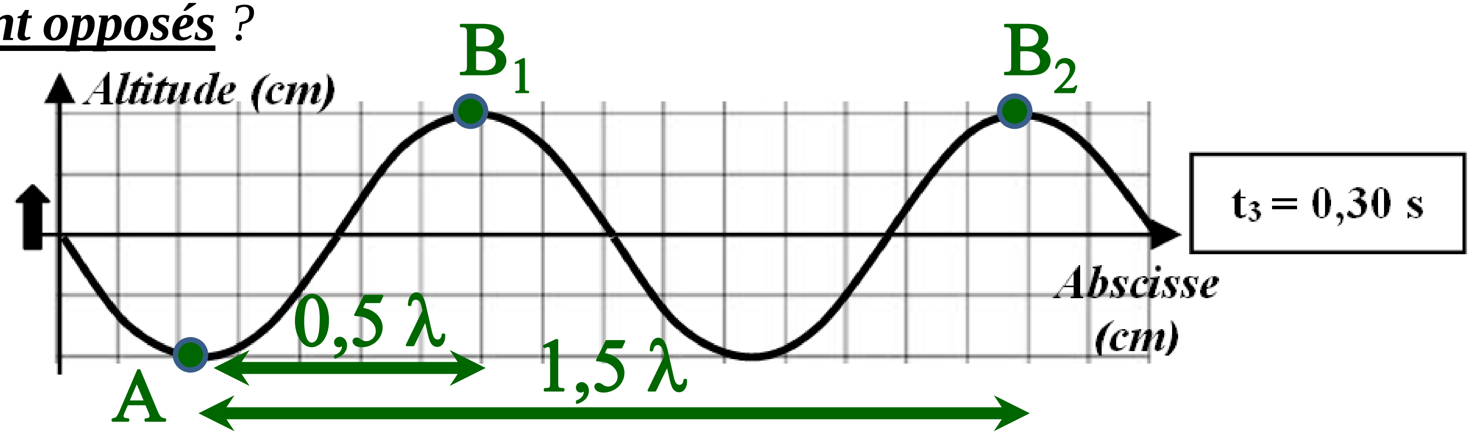
b/ Période spatiale

✍- *Quelle est la distance entre deux points A et B dans le* ***même état de perturbation*** *?*



Il faut que **AB = k x λ** avec **k € N**. On dit que ces points **sont en phase**.

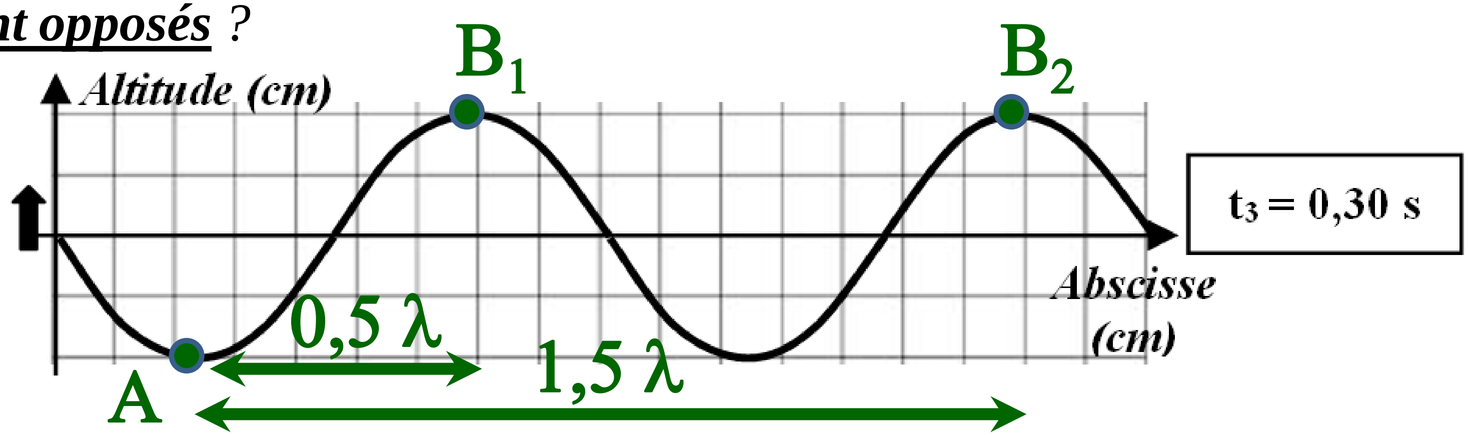
✍- *Quelle est la distance entre deux points A et B dans des* ***états de perturbation complètement opposés*** *?*



Il faut que **AB = (k + 0,5) x λ** avec **k € N**. On dit que ces points **sont en opposition de phase**.

b/ Période spatiale

✍- *Quelle est la distance entre deux points A et B dans des* ***états de perturbation complètement opposés*** *?*



Il faut que **AB = (k + 0,5) x λ** avec **k € N**. On dit que ces points **sont en opposition de phase**.

c/ Période temporelle

☛ **Définition** : **durée minimale** au bout de laquelle **un point du milieu se retrouve dans le même état de perturbation**

La période temporelle se note **T** et s'exprime **en seconde**. Elle est imposée par la source.

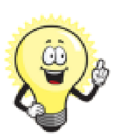
✍- *Que vaut la période temporelle de l'onde étudiée ?*

c/ Période temporelle

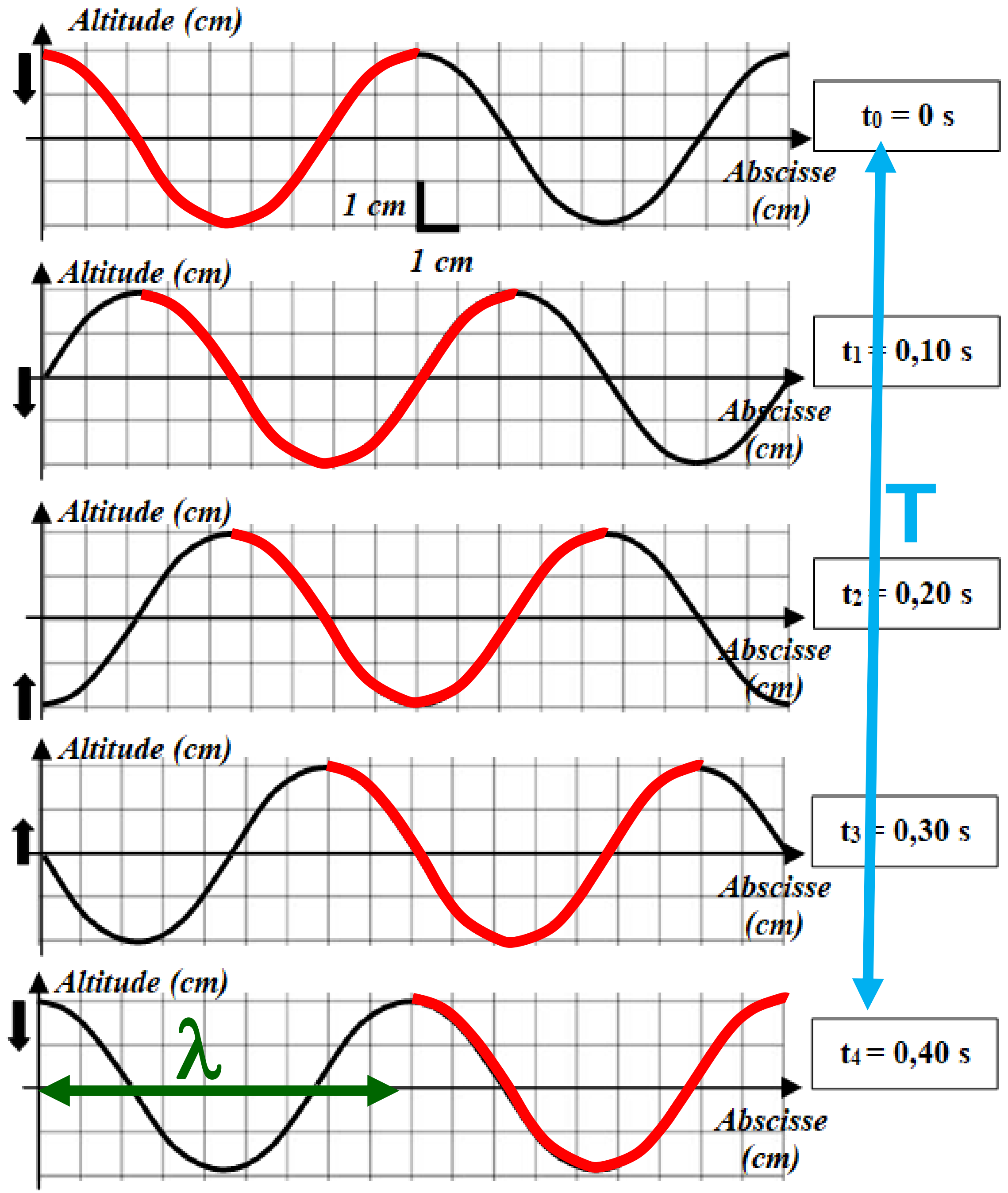
☛ **Définition** : **Durée minimale** au bout de laquelle **un point du milieu se retrouve dans le même état de perturbation**

La période temporelle se note **T** et s'exprime **en seconde**.

✍- *Que vaut la période temporelle de l'onde ci-contre ?* **T = 0,40 s**



La valeur de **T** *ne dépend que de la source !*



☛ **Relation entre λ, T et v** :
Pendant une période temporelle **T**, les perturbations parcourent une distance équivalente à une longueur d'onde λ à la célérité **v**.

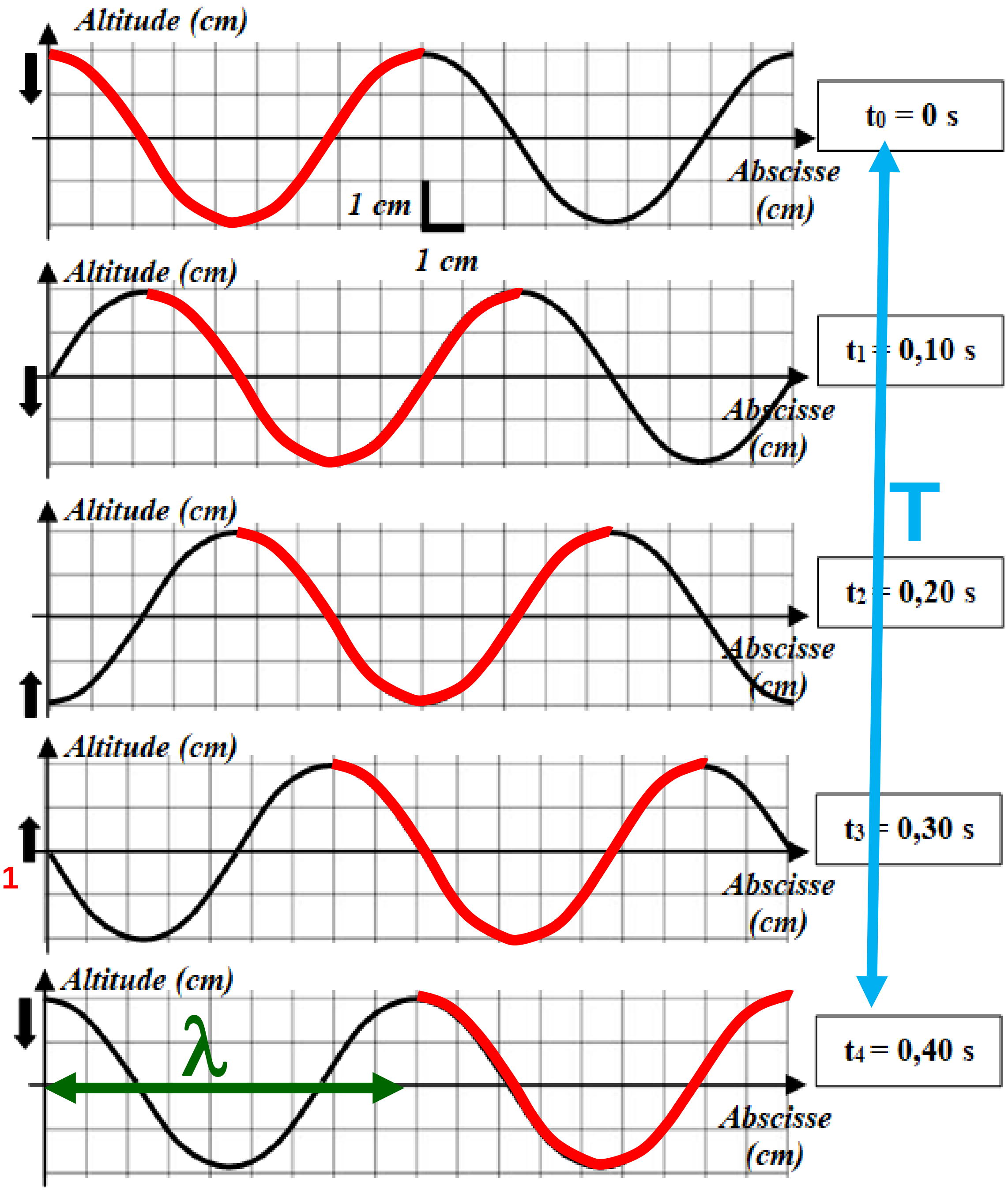
☛ **Relation entre λ, T et v :**

Pendant une période temporelle **T**, les perturbations parcourent une distance équivalente à une longueur d'onde λ à la célérité **v**.

$$\underset{(m.s^{-1})}{v} = \frac{\lambda \ (m)}{T \ (s)}$$

✍- *Calculer la célérité* v *de l'onde étudiée.*

$$v = \frac{9 \ (cm)}{0{,}40 \ (s)} \Rightarrow v = 22{,}5 \ cm.s^{-1}$$



☛ **Relation entre λ, T et v** :

Pendant une période temporelle **T**, les perturbations parcourent une distance équivalente à une longueur d'onde λ à la célérité **v**.

$$\underset{(m.s^{-1})}{v} = \frac{\lambda \ (m)}{T \ (s)}$$

✍- *Calculer la célérité* v *de l'onde.*

$$v = \frac{9 \ (cm)}{0{,}40 \ (s)} \Rightarrow v = 22{,}5 \ cm.s^{-1}$$

d/ Fréquence

☛ **Définition** : **nombre de perturbations** subies par chaque point du milieu **pendant une durée de 1 s**.

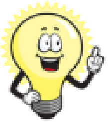
La fréquence se note **f** et s'exprime **Hertz**. C'est l'inverse de la période temporelle **T**.

$$\underset{(Hz)}{f} = \frac{1 \ (ø)}{T \ (s)}$$

✍- *Calculer la fréquence* f *de l'onde ci-dessus et en donner une interprétation*

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{soit } f = \frac{1}{0{,}40} \Rightarrow \underline{f = 2{,}5 \ Hz}$$

Chaque point du milieu subit <u>2,5 perturbations en 1 seconde</u>.



*Tout comme **T**, la valeur de **f** ne dépend que de la source !*

d/ Fréquence

☛ **Définition** : **nombre de perturbations** subies par chaque point du milieu **pendant une durée de 1 s**.

La fréquence se note **f** et s'exprime **Hertz**. C'est l'inverse de la période temporelle **T**.

$$f = \frac{1}{T}$$

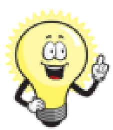
(Hz) (ø) (s)

✍- *Calculer la fréquence* f *de l'onde ci-dessus et en donner une interprétation*

$$f = \frac{1}{T} \qquad \text{soit } f = \frac{1}{0{,}40}$$

➡ **f = 2,5 Hz**

Chaque point du milieu subit 2,5 perturbations en 1 seconde.



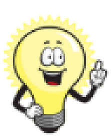
*Tout comme **T**, la valeur de **f** ne dépend que de la source !*

☛ **Ordres de grandeurs à connaître concernant les SONS** :

INFRASONS | **Sons audibles par l'Homme** | **ULTRASONS** → **Fréquence**

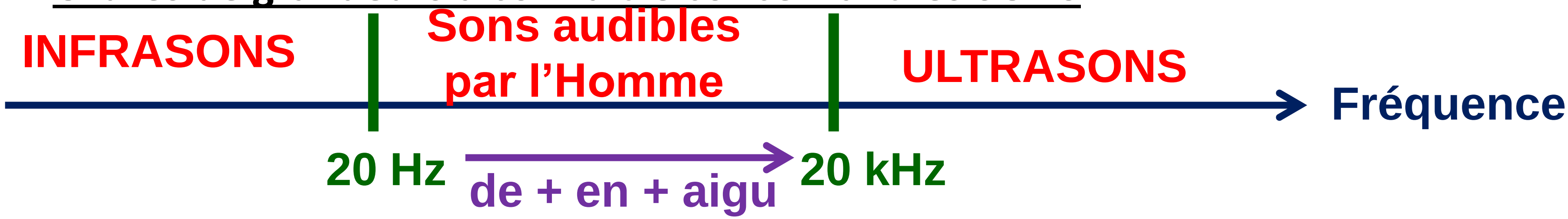
20 Hz → **20 kHz**

de + en + aigu



*Un milieu **DISPERSIF** est un milieu dans lequel la célérité de l'onde dépend de sa fréquence.*

☛ **Ordres de grandeurs à connaître concernant les SONS** :



*Un milieu **DISPERSIF** est un milieu dans lequel la célérité de l'onde dépend de sa fréquence.*

Point MATHEMATIQUE : Expression analytique d'une fonction sinusoïdale

Pour décrire l'évolution d'un signal sinusoïdal en un point donné au cours du temps, on peut utiliser une **expression analytique de la fonction sinusoïdale** qui regroupe certaines des caractéristiques vues précédemment. Tout signal sinusoïdal peut ainsi s'écrire :

$$\boxed{s(t) = S_m \times \cos(\omega \times t + \varphi)}$$

Avec :
- S_m = **amplitude** du signal (même unité que **s**) ;
- t = **temps** (en s) ;
- ω = **pulsation** (valeur positive en rad.s^{-1}) : $\boxed{\omega = \frac{2\pi}{\underset{(s)}{T}} = 2\pi \underset{(Hz)}{f}}$
- $\omega t + \varphi$ = **phase** du signal (en rad) ;

Point MATHEMATIQUE : Expression analytique d'une fonction sinusoïdale

Pour décrire l'évolution d'un signal sinusoïdal en un point donné au cours du temps, on peut utiliser une **expression analytique de la fonction sinusoïdale** qui regroupe certaines des caractéristiques vues précédemment. Tout signal sinusoïdal peut ainsi s'écrire :

$$\boxed{s(t) = S_m \times \cos(\omega \times t + \varphi)}$$

Avec :

- S_m = **amplitude** du signal (même unité que **s**) ;
- **t** = **temps** (en s) ;
- ω = **pulsation** (valeur positive en rad.s^{-1}) : $\boxed{\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f}$
- $\omega t + \varphi$ = **phase** du signal (en rad) ;

(s) (Hz)

- φ = **phase du signal à l'origine des temps** (en rad), définie dans l'intervalle $]-\pi, \pi]$ et qui dépend du choix de l'origine des temps.

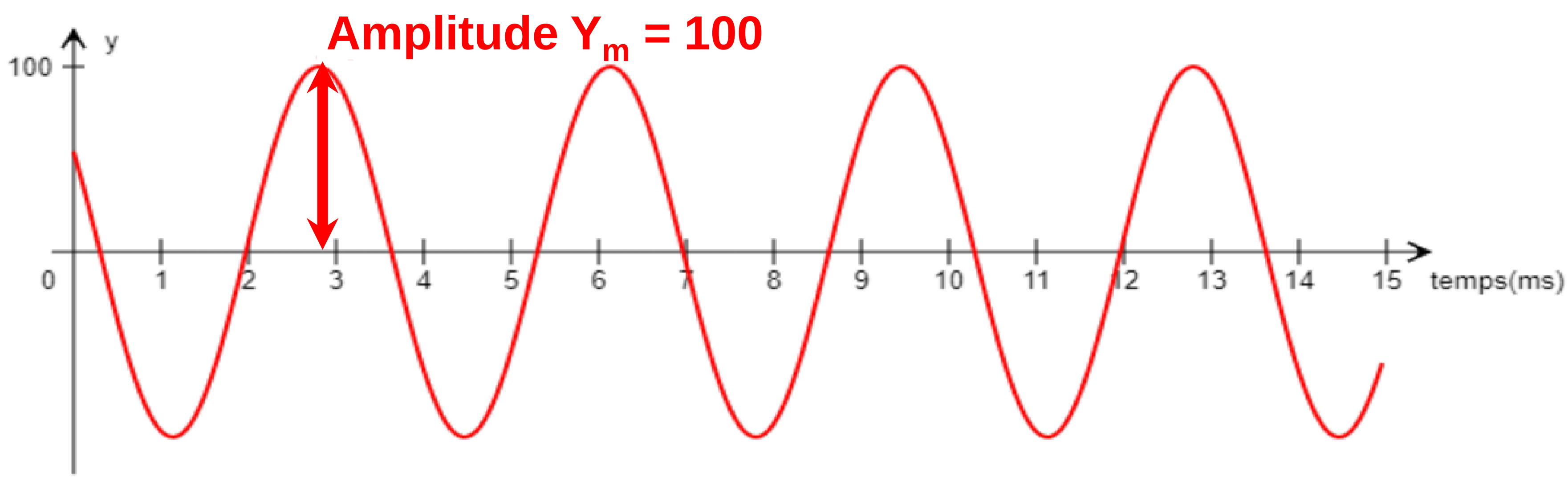
Démonstration (pour les curieux !)

$\omega \times t + \varphi + 2\pi = \omega \times (t + T) + \varphi$ ➡ $2\pi = \omega \times T$ ➡ $\boxed{\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi \times f}$

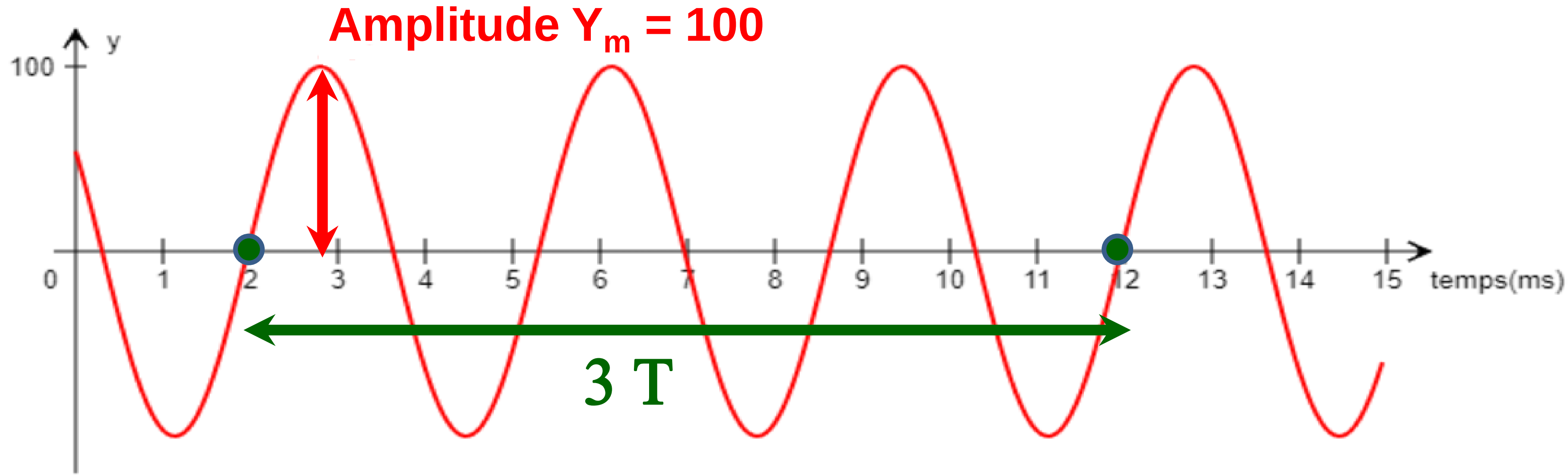
$$\boxed{s(t) = S_m \times \cos(\omega \times t + \varphi)}$$

Avec :
- S_m = **amplitude** du signal (même unité que **s**) ;
- **t** = **temps** (en s) ;
- ω = **pulsation** (valeur positive en rad.s^{-1}) : $\boxed{\omega = \dfrac{2\pi}{\underbrace{T}_{(s)}} = 2\pi \underbrace{f}_{(Hz)}}$
- $\omega t + \varphi$ = **phase** du signal (en rad) ;
- φ = **phase du signal à l'origine des temps** (en rad), définie dans l'intervalle $]-\pi, \pi]$ et qui dépend du choix de l'origine des temps.

✍- *Déterminer la valeur de l'amplitude* Y_m*, de la période* T*, de la fréquence* f*, de la pulsation* ω *et de* $\cos(\varphi)$ *pour le signal sinusoïdal ci-contre.*



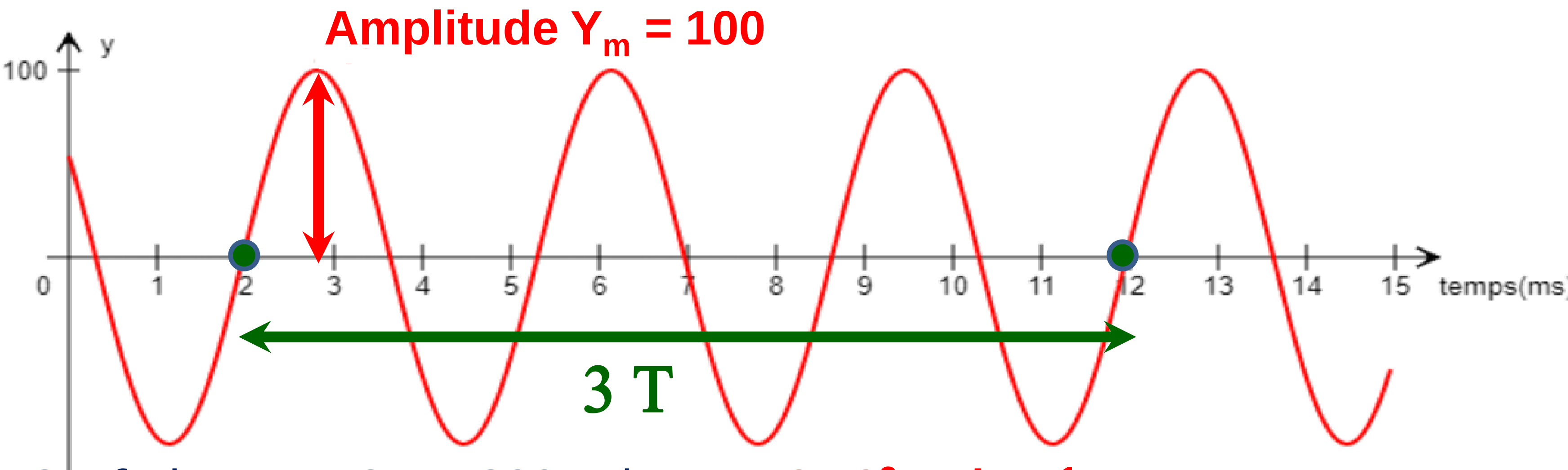
✍- *Déterminer la valeur de l'amplitude* Y_m, *de la période* T, *de la fréquence* f, *de la pulsation* ω *et de cos(φ) pour le signal sinusoïdal ci-contre.*



- **$Y_m = 100$**
- **3 T = 10 ms** donc **T = 3,33 ms**
- **f = 1 / T**, donc **$f = 1 / 3{,}33.10^{-3}$** soit **f = 300 Hz**
- **ω = 2 π f**, donc **ω = 2 π × 300** soit **$\omega = 1{,}9.10^3$ rad.s^{-1}**
- **Pour t = 0 s**, **$y_0 = 50$** **Or, $y_0 = Y_m \times \cos(\varphi)$**

donc **$50 = Y_m \times \cos(\varphi)$** soit $\cos(\varphi) = \dfrac{y_0}{Y_m} = \dfrac{50}{100}$

cos(φ) = 0,50 donc **φ = π / 3 ou – π / 3 (rad)**



- $\omega = 2\pi f$, donc $\omega = 2\pi \times 300$ soit $\underline{\omega = 1{,}9.10^3\ rad.s^{-1}}$

- **<u>Pour t = 0 s</u>**, $y_0 = 50$ **Or,** $y_0 = Y_m \times \cos(\varphi)$

  donc $50 = Y_m \times \cos(\varphi)$ soit $\cos(\varphi) = \dfrac{y_0}{Y_m} = \dfrac{50}{100}$

  $\underline{\cos(\varphi) = 0{,}50}$ donc $\underline{\varphi = \pi / 3}$ **<u>ou</u>** $\underline{- \pi / 3\ (rad)}$

Comment trancher entre ces deux valeurs ? (pour les curieux !)

A **t = 0**, **la tangente à la courbe a un <u>coefficient directeur négatif</u>** …

On en déduit donc que **<u>la dérivée du signal est négative à t = 0</u>**.

On dérive !

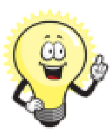
$y(t) = Y_m \times \cos(\omega \times t + \varphi)$ ⟶ $y'(t) = -\omega \times Y_m \times \sin(\omega \times t + \varphi)$

Donc, **à t = 0,** $y'(0) = -\omega \times Y_m \times \sin(\omega \times 0 + \varphi)$ soit $y'(0) = -\omega \times Y_m \times \sin(\varphi)$

Si $\underline{\varphi = \pi / 3}$, $y'(0) < 0$ et si $\underline{\varphi = -\pi / 3}$, $y'(0) > 0$ ⟶ Donc $\underline{\varphi = \pi / 3\ (rad)}$

☛ Autres grandeurs caractéristiques d'une fonction sinusoïdale :

- ***la valeur CRÊTE à CRÊTE*** : $S_{max} - S_{min}$ **$= 2\ S_m$** pour une fonction sinusoïdale
- ***la valeur MOYENNE*** : $< s(t) > = \dfrac{1}{T}\int_0^T s(t)dt$ **$< s > = 0$** pour une fonction sinusoïdale
- ***la valeur EFFICACE*** : $s_{eff} = \sqrt{< (s(t))^2 >}$ $s_{eff} = \dfrac{S_m}{\sqrt{2}}$ pour une fonction sinusoïdale



La ***valeur efficace*** *d'un courant ou d'une tension est la valeur du courant continu ou de la tension continue produisant un échauffement identique dans une résistance. Elle est mesurée par les multimètres en mode AC.*

☛ ***Fonctions s_1 dont la forme est sinusoïdale mais dont la valeur moyenne S_0 n'est pas nulle*** (voir ci-dessous) :

$$\boxed{s_1(t) = S_m \times \cos(\omega \times t + \varphi) + S_0}$$