**C 15 : LES ONDES MECANIQUES**

Idée générale :

-comprendre ce que sont des ondes mécaniques progressives ;

-comprendre que la description de ces ondes nécessite d’introduire des grandeurs physiques

***Rappel :*** *une onde qui se propage est la propagation d’une perturbation de proche en proche, sans transport de matière.*

1. **PROPAGATION DES ONDES MECANIQUES PROGRESSIVES.**
2. Propagation d’une onde mécanique progressive à l’échelle macroscopique.

Nous allons prendre 3 exemples concrets :

\*\* une corde à laquelle on donne une impulsion,

\*\* un ressort comprimé

\*\* une perturbation à la surface de l’eau.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Onde le long d’une corde  https://e.educlever.com/img/1/4/0/0/140089.gif | Onde le long d’un ressort  ressort.jpg | Résultat de recherche d'images pour "propagation onde bateau et vague"  Onde à la surface de l’eau |

Questions :

Y a-t-il transport de matière dans la propagation de ces ondes ?

Y a-t-il transport d’énergie dans la propagation de ces ondes ?

Vocabulaire :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Onde transversale | Onde longitudinale |
| La perturbation se produit dans une direction  à la direction de propagation. | La perturbation se produit dans une direction  à la direction de propagation. |

A retenir :

-Une perturbation qui se propage dans un milieu matériel s’appelle une **onde mécanique** (les ondes électromagnétiques, elles, peuvent se propager dans le vide mais pas les ondes mécaniques)**.**

-Après le passage de la perturbation, le milieu matériel retrouve son état d’équilibre.

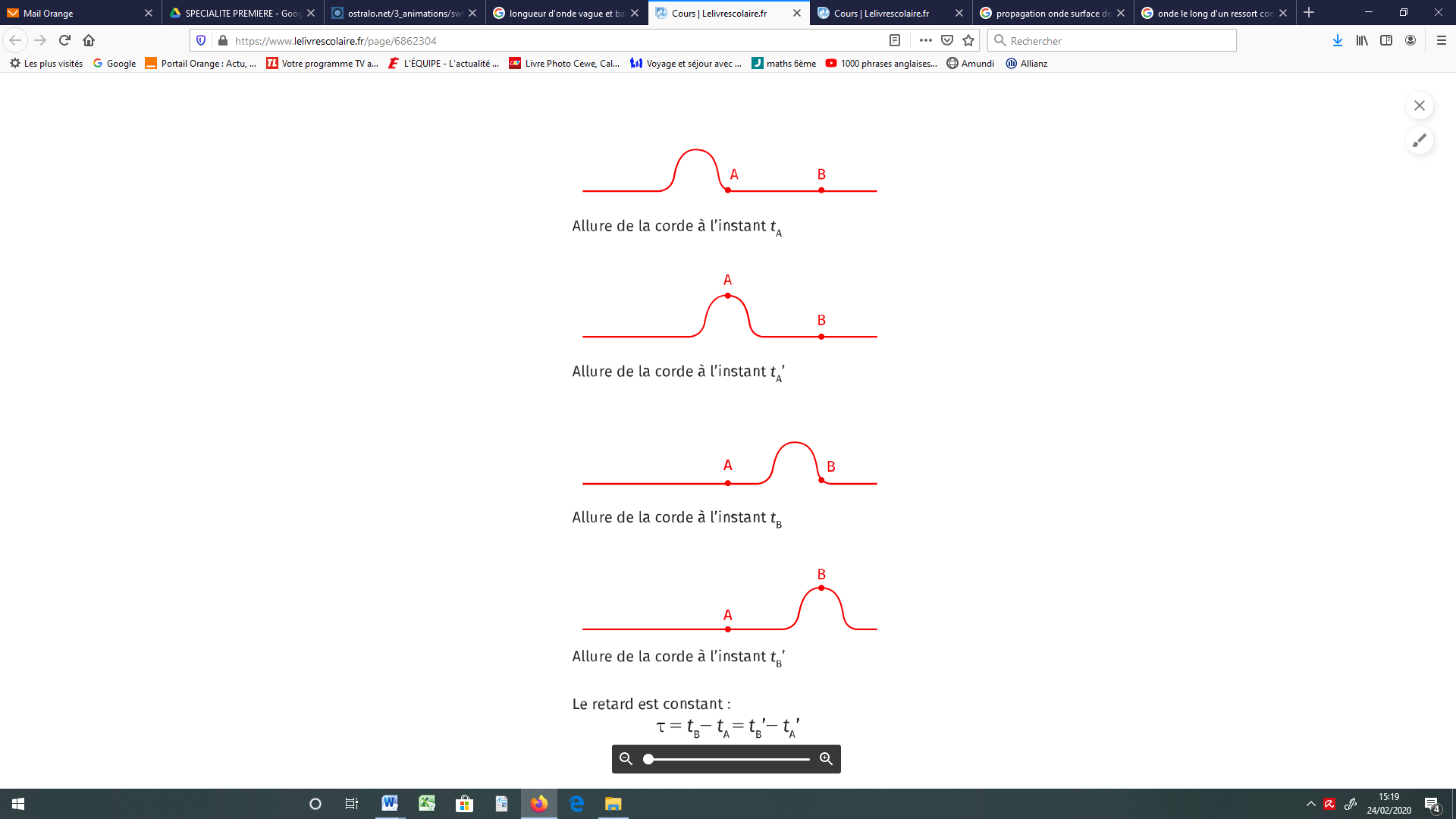
-Cette perturbation peut modifier la position d’un objet lors de son passage : elle possède donc de l’énergie mais puisque l’objet déplacé retrouve sa position initiale, l’onde ne transporte pas l’objet avec elle donc ne transporte pas de matière.  
  
**Une onde mécanique progressive est une perturbation qui se propage dans un milieu matériel, sans transport de matière mais avec transport d’énergie.**

1. Propagation d’une onde mécanique progressive à l’échelle microscopique.

Lorsqu’un évènement perturbe un milieu, ce milieu subit localement **une déformation** : les molécules ou les atomes se déplacent. Ils vont et viennent autour de leur position initiale d’équilibre, avec un écart maximal appelé **amplitude**. Ce mouvement est appelé **oscillation**.  
  
Ce déplacement local microscopique met alors en mouvement les particules voisines à leur tour poussées, qui poussent les suivantes avant de revenir à leur position initiale.

**La perturbation se propage de proche en proche.**  
Propriétés importantes des ondes mécaniques : les ondes mécaniques ont besoin d’un support matériel pour se propager (l’air, l’eau, le métal, le bois, etc.).  
***Rqe :*** *les ondes électromagnétiques n’ont pas besoin de milieu de propagation. Dans le vide, la lumière se propage, mais pas le son.*

1. Célérité d’une onde mécanique progressive.



Une onde progressive qui se propage atteint un point A à un instant tA​, puis un point B à un instant tB​.  
  
Le décalage temporel entre ces instants est appelé retard et noté τ (tau). Il s’exprime en seconde dans le système international.  
  
Le retard est la durée nécessaire à l’onde progressive pour parcourir la distance d entre 2 points A et B du milieu de propagation : τ = tB​−tA​

**Définition** : la vitesse de propagation « v » ou célérité d’une onde entre deux points A et B du milieu de propagation (avec B atteint par la perturbation après un retard τ), est définie par la relation :

V =

Dans le système international, l’unité est le m·s-1.

Exemples :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Onde | Son | Son | Sismique | Vague |
| Milieu de  propagation | Air | Eau | Terre/roche | Eau |
| v (m·s-1) | 340 | 1 500 | 1 500 à  5 000 | 0,1 à 10 voire  plus |

Les principaux facteurs jouant sur la célérité d’une onde mécanique sont la température, la masse volumique et l’élasticité du milieu de propagation.

Application 1 :

On lance une pierre dans un lac et elle tombe dans l’eau à une distance L = 9,3 m de la rive.  
Calculer le retard de l’onde créée à la surface de l’eau, quand elle arrive sur le rivage, si sa célérité est v = 5,0 km·h-1.

Application 2 : déterminer approximativement la vitesse de l’onde ci-dessous en m.s-1.

|  |  |
| --- | --- |
| c | 10 images plus tard … |

1. **ONDES PROGRESSIVES PERIODIQUES.**
2. Définitions.

* Lorsque la perturbation se reproduit dans le temps et dans l’espace, l’onde est dite **périodique.**

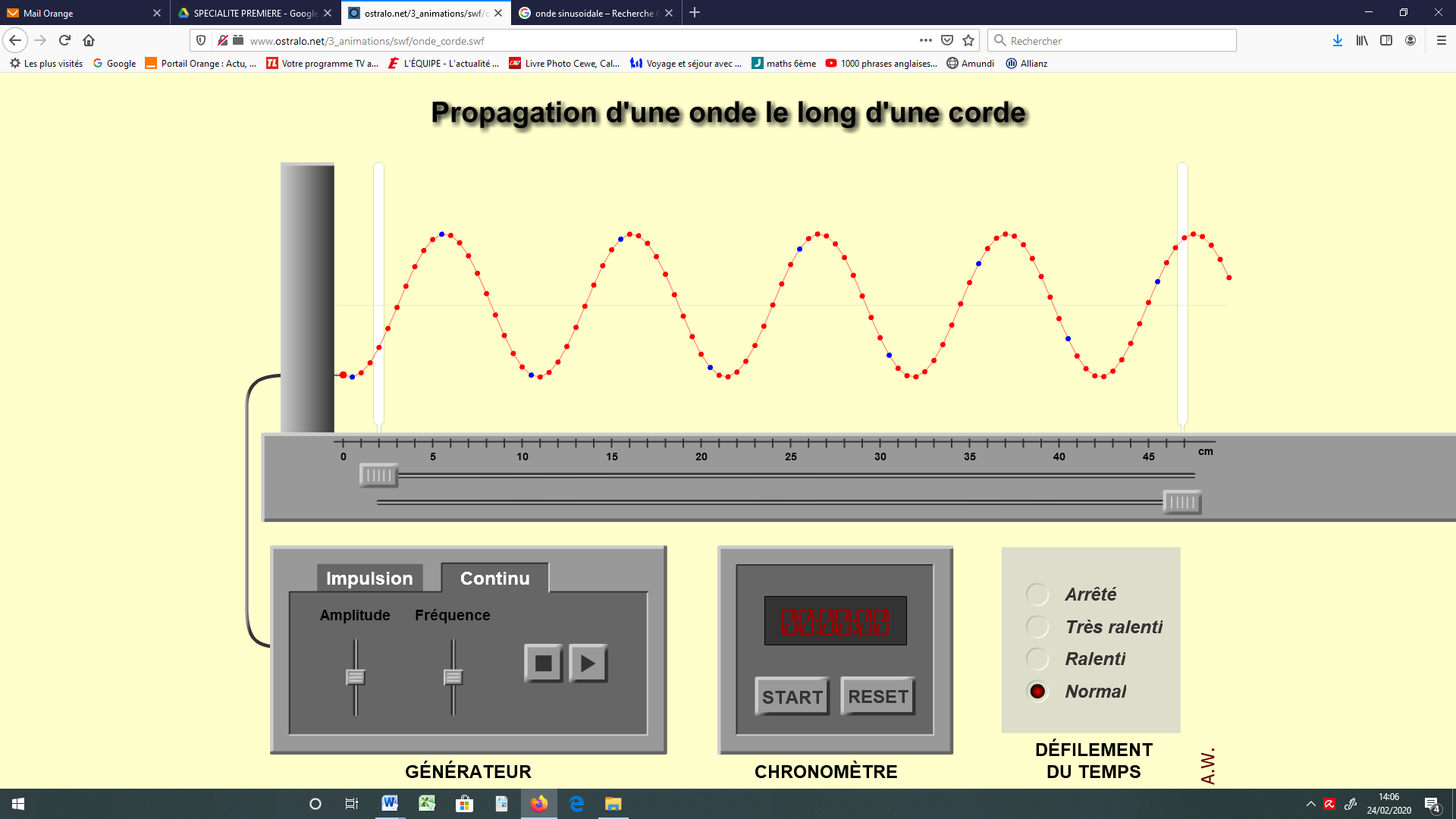
Rappels :

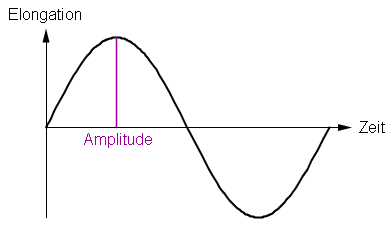
- La fréquence f de l’onde est le nombre de répétitions de la perturbation par seconde.

- La période temporelle T est la plus petite durée pendant laquelle la perturbation se reproduit identique à elle-même.

- La relation entre f et T est donnée par : T = 1 / f.

* Si la propagation de la perturbation est décrite par une fonction sinusoïdale du temps, l’onde sera dite **sinusoïdale**.





**Vocabulaire à connaître** :

*Perturbation : modification d’un équilibre ou d’une situation invariable jusque-là.*

*Propagation : fait de se déplacer*

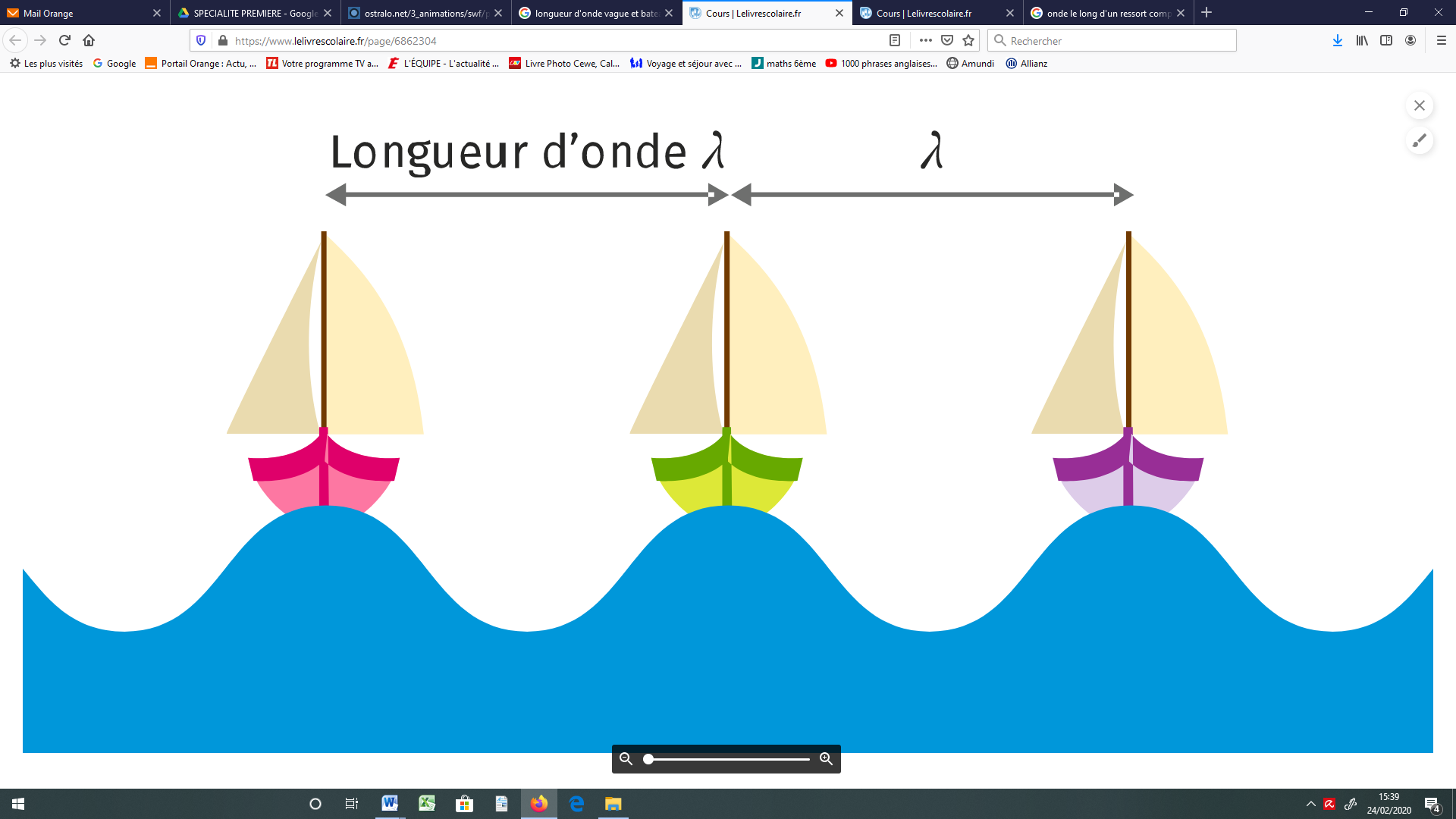
t

*Élongation : distance entre la position actuelle d’un point et sa position d’équilibre.*

*Amplitude : élongation maximale*

1. Double périodicité.

Lorsqu’une onde périodique se propage dans un milieu, certains points du milieu de propagation (eau, corde, ressort) sont **en phase** : cela signifie qu’il existe des endroits dans le milieu de propagation où quelle que soit la date t, l’élongation (écart transversal par rapport à la position d’équilibre) est identique.



Ainsi, une onde périodique, en plus de posséder une période temporelle, possède également une **période spatiale**, appelée longueur d’onde et notée par la lettre lambda (λ).

On définit alors :

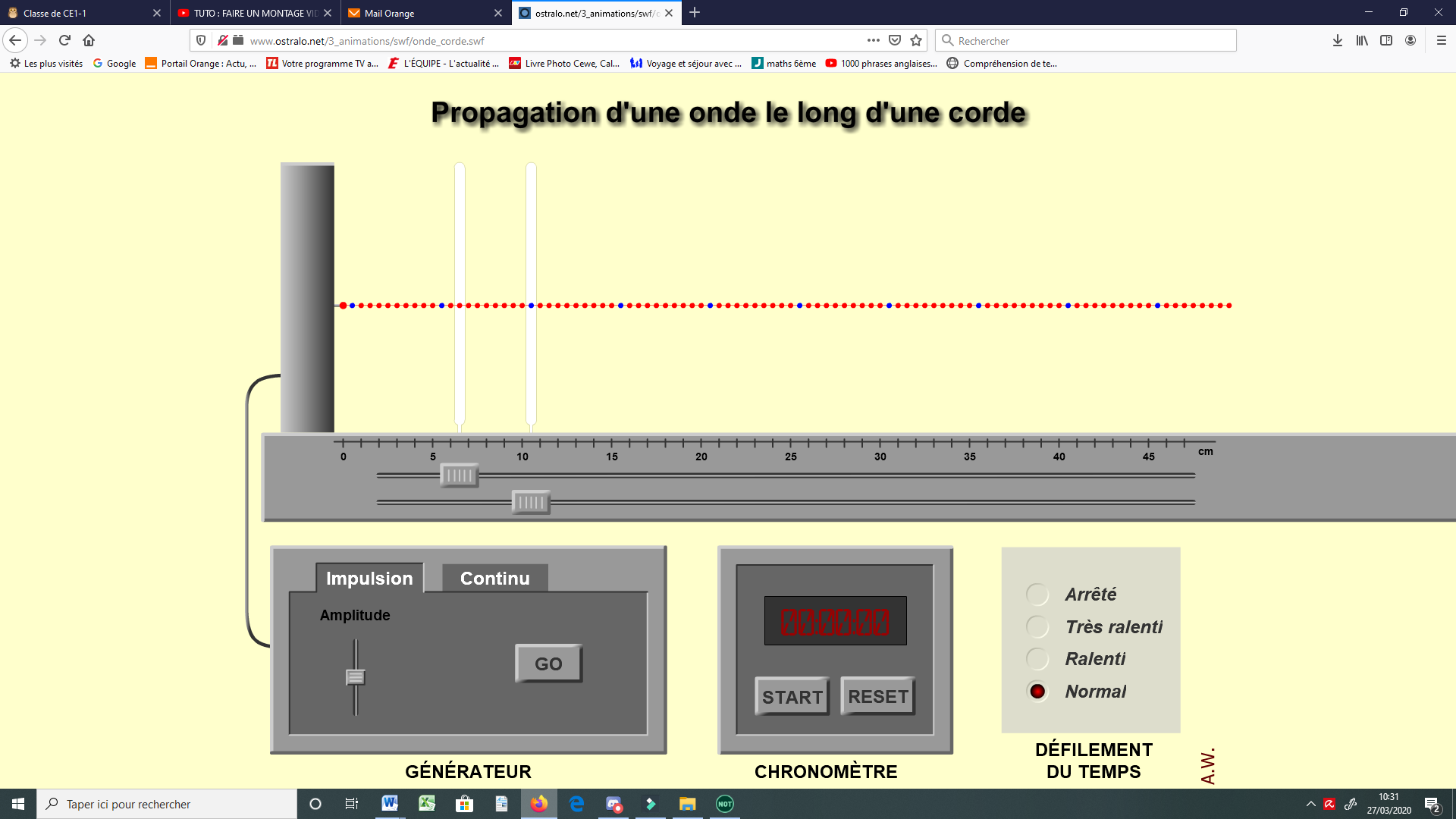
* Période temporelle, **T (s)**, appelée simplement période : plus petite durée au bout de laquelle le signal se répète identique à lui-même.
* Période spatiale **λ (m)**, appelée longueur d’onde : plus petite distance séparant deux points pour lesquels l’élongation est identique.

1. Relation entre λ, T et V.

Application 1 : propagation d’une onde le long d’une corde :

Lien vers l’animation : <http://www.ostralo.net/3_animations/swf/onde_corde.swf>

(ouvrir l’animation avec internet explorer si jamais elle ne s’ouvre pas).



Réglages à faire :

-cliquer sur continu

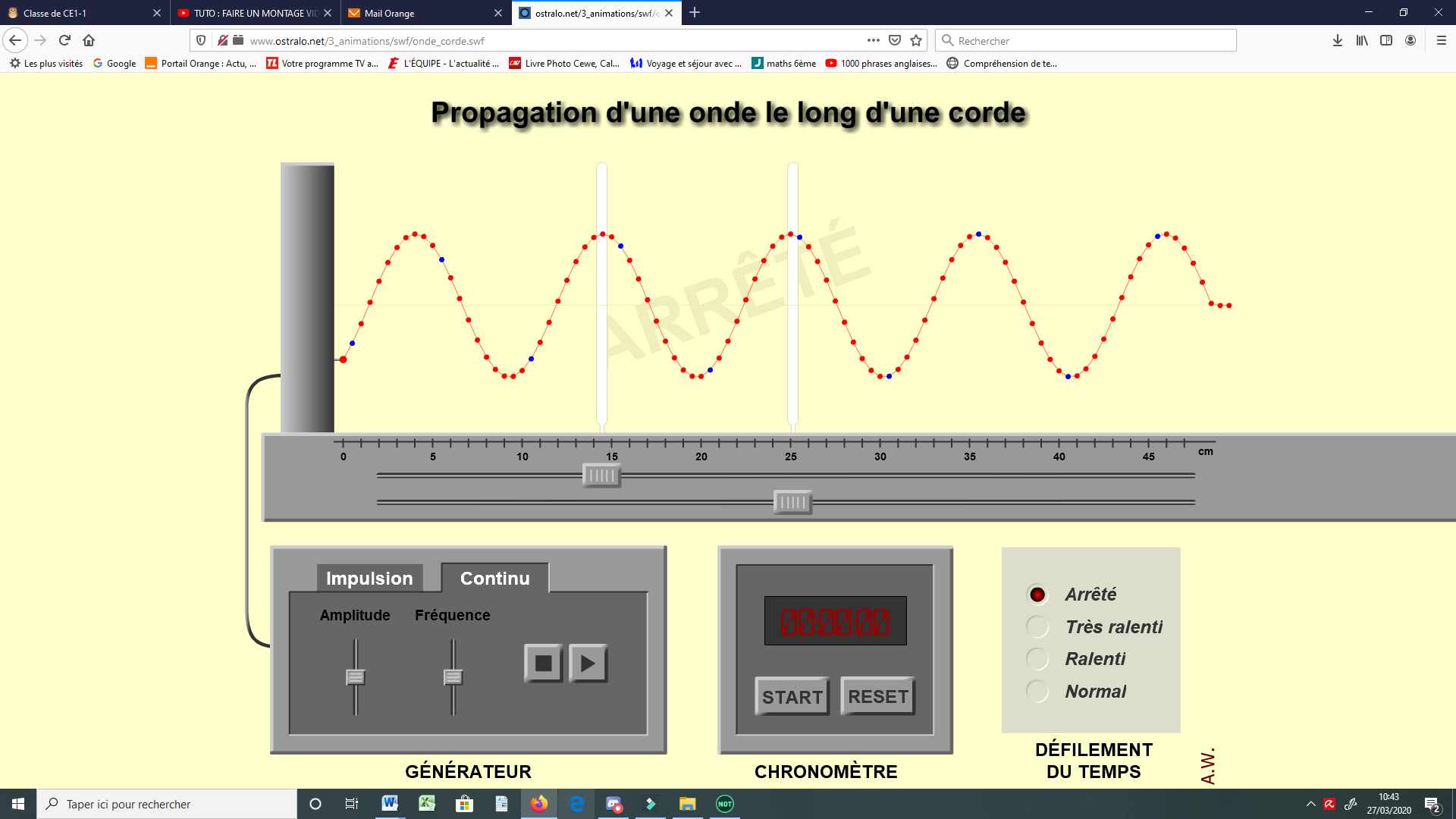
-cliquer sur Très ralenti

Questions : calculer V, λ et T ; existe-t-il une relation entre ces 3 grandeurs ?

\*\* détermination de V

\*\* détermination de T :

\*\* détermination de λ :



Relation entre V, T et λ :

Relation à connaître :

La longueur d’onde correspond également à la distance parcourue par l’onde pendant la période temporelle T : on a ainsi la relation **V =**

Application 2 :

Ecrire l’élongation d’une onde mécanique sinusoïdale dans l’espace en vous aidant de l’expression de l’élongation (écart par rapport à la position d’équilibre) dans le temps.

|  |  |
| --- | --- |
| Dans le temps | Dans l’espace |
| y(t) = A.cos (t + φ) |  |
| Noms des grandeurs :  A = amplitude (élongation maximale) (m)  T = période temporelle (s)  φ = phase à l’origine (radian) |  |
| Résultat de recherche d'images pour "élongation et amplitude"  t | Résultat de recherche d'images pour "élongation et amplitude"  x |

**Vocabulaire** :

*Perturbation : modification d’un équilibre ou d’une situation invariable jusque-là.*

*Propagation : fait de se déplacer, de s’étendre.*

*Élongation : distance entre la position actuelle d’un point et sa position d’équilibre.*

*Amplitude : élongation maximale*

Travail numérique : à l’aide du programme Python intitulé « fonction sinus\_paramètres », modifier les paramètres pour comprendre l’effet de leurs modifications sur l’allure de la courbe.