

Ondes et formules de Lorentz
(Serge Cabala)

Rôle des boutons et quelques explications.
Pour le programme animé. OndesEtLorentzEpiphi.exe.

Cliquer sur -w pour augmenter le nombre d'images par seconde, +W pour le diminuer.

Avec w,W On diminue ou augmente le délai entre deux images.

Cliquer sur +D ou -d pour augmenter ou diminuer l'incrémentation dt de t(temps) entre deux images. Un fort dt donne un animation saccadée.

Important:

La touche * (étoile) du clavier permet de modifier au clavier:

- La valeur de l'unité sur S0 (axe ox).
- La valeur de c (vitesse des ondes sur ox).
- La vitesse v1 du système S1.
- La vitesse v2 du système S2.
- La valeur dv de l'accélération des systèmes.

Lorsque la touche * est tapée, la fenêtre devient plus petite, et l'animation se gèle. Déplacer si besoin, avec la souris, la fenêtre de l'animation, pour voir la console (fenêtre noire). Ne cliquer pas sur la console, et si vous l'avez fait, cliquer sur la fenêtre de l'animation. Suivez alors les indications écrites dans la console, en répondant avec le clavier. Les réponses doivent toujours se terminer en tapant la touche "Entrée".

Attention : après modification à travers la console de c, v1, v2, ou dv, la touche '/' est inactive. Tapez ou cliquer '=', ou 'i' pour la débloquent. Voir plus bas les actions de '=', 'i' et '/'.

Les écrans F4 ou F5 sont les plus pratiques. F5 est maximal.

L'écran animé est enroulé de droite à gauche.

Les touches pg-up,pg-down font défiler le texte du programme.

Chaque case à cliquer avec la souris a son équivalent au clavier. Dans ce qui suit, "Touche" est remplaçable par "case à cliquer"

Touche 0,...,9,a,b : choix d'une onde avec le bouton gauche de la souris, le bouton droit marque l'onde choisie d'une * .
L'onde marquée peut être ensuite reprise dans la partie du programme consacrée à la construction d'une onde.

Touche haut,bas (flèches de direction) : augmente, diminue la vitesse v de l'onde S1 .
Lorsque trois ondes sont affichées, les vitesses de S1 et S2 sont modifiables à la souris, chaque système, S1,S2, a sa boîte à cliquer. La vitesse de S2 est aussi modifiable en actionnant les touches v et V du clavier.

Touche droite,gauche (flèches de direction) : déplace l'origine relative "or", marquée en rouge.
Cette unité rouge est toujours prise comme origine de toute modification de vitesse.Il est intéressant de la déplacer.

Touche k : pose, enlève une seule horloge, celle sur l'unité rouge "or" .

Touche K : enlève toutes les horloges lorsque certaines sont affichées.
Si aucune n'est affichée, un ensemble prédéfini d'horloges est alors posé.

Touche h : cache, montre les horloges posées.

Touche u : cache, montre les unités sous les horloges.

Touche z : l'abscisse du point rouge est pris comme origine des unités.
Marque zéro dessous ce point, le reste est en accord.

Touche g : l'observateur (classique) suit S1 sur l'unité rouge.
On voit l'écran défiler tandis que l'unité rouge est immobile.

Touche D,d : augmente, diminue l'intervalle dt d'incrémentation du temps t entre deux images animées successives.Plus dt est grand, plus l'animation est rapide et saccadée. Plus dt est petit, plus elle est lente et liée.

Touche +,- : augmente, diminue le nombre de demi-périodes visualisées.

Touche r,R,m,M : permet d'ajuster la position des ondes sur l'écran .

Touche s,S : cache, affiche une des ondes visualisées.

Touche w,W : délai (en ms) entre deux images. Pour ordinateur très rapide.
Le temps d'attente en milli-secondes peut être augmenté ou diminué.
Cela permet des animations très lentes. Ce délai est de 1 au départ. Son maximum est de 250 ms.

Touche p,P : gèle, dégèle l'écran, les autres touches restent actives.
A utiliser souvent. On peut ainsi changer de vitesse en observant les modifications de l'onde soumise à ce changement.
Des appuis successifs sur p(ause) donnent un fonctionnement pas à pas de l'animation.

Touche o : remet à zéro les horloges des unités rouges, et aligne ces unités, le reste est en accord.

Touche i : réinitialise temps vitesses et origines, réactive '/' si inactif.
Les horloges ainsi que les unités sont effacées.
Les points rouges sont alignés à gauche des systèmes.
Les vitesses sont toutes mises à zéro. Les horloges repartent à zéro.

Touche F1,F2,F3,F4,F5 : choix du mode graphique.",
Au démarrage, les résolutions données par F1..F5 sont des fonctions de la résolution de l'écran.

Touche F6, au clavier uniquement:
F1..F5 donnent alors les résolutions fixes suivantes:
320x200 ; 640x480 ; 640x480 ; 800x600 ; 1024x768.
En 640x480, il y a deux hauteurs pour l'écran animé.

Un nouvel appui sur F6 redonne les résolutions de départ.

Exemple: pour un écran de 1600x900, au départ on a le plein écran.
F6 fait passer à 1024x768. Un second appui sur F6 redonne le plein écran.
Si après le plein écran (toujours de 1600x900) on tape sur F5 ,
on obtient 1250x761.
F6 fait basculer entre 1250x761x600 et 800x600

Touche T : montre, cache le troisième système noté S2, ainsi que sa boîte à cliquer.
Quand T est actif (S2 est affiché) :

La Touche = se trouve dans la boîte à cliquer de S2.

Touche = : fait S2=S1 , pour l'expérience des jumeaux .
S2 devient le double de S1.
A partir de là, on modifie la vitesse de S2, puis on ramène S2 sur S1.
En égalisant: a) la distance S0 S2, à celle de S0 S1. (La distance S0 S1 varie).
b) la vitesse de S2 à celle de S1.
Ces manipulations ne sont pas faciles à faire.
Pour éviter ces difficultés, on utilise le retour automatique ci-dessous.

Touche / ou clic sur = avec le bouton droit de la souris :
S2 est progressivement amené sur S1 (mêmes vitesses et mêmes positions par rapport à S0).

Pour effectuer l'expérience des jumeaux de Langevin:
a) On met S0 à une vitesse quelconque (pas trop près de c).
b) On tape =, ou on clique sur = dans la boîte de S2 avec le bouton gauche de la souris.
c) On modifie la vitesse de S1.
d) On tape / , ou on clique sur = avec le bouton droit de la souris.
Lorsque S2 a rejoint S1, on Compare les horloges de même abscisse.
On constate alors que le système S2 qui a subi les accélérations a ses horloges qui retardent par rapport à celles de S1.

Durant la phase de rapprochement (phase (d)), un appui sur une touche autre que w,W,/ , stoppe les accélérations automatiques de S2 (stoppe la phase (d)).
Pour les reprendre, taper / , ou faire un clic droit sur =.
Attention : '/' est inactive après utilisation de la touche *. '=' la rend active

Touches V,v : permet de modifier la vitesse de S2, modifiable aussi avec la souris dans la nouvelle boîte avec les flèches "haut", "bas".

Touches <, > : montrent les composantes des ondes stationnaires,
& : remontre la somme des deux composantes.

Touche f : permet de construire une onde avec la souris.
Pick-up copie l'onde marquée d'une * sur la grille affichée.
Pour construire une ondes, maintenir le bouton gauche appuyé et déplacer la souris verticalement. Le déplacement horizontal est automatique.
On peut aussi cliquer une première fois, puis déplacer la souris à un autre endroit, un nouveau clic trace un segment de droite.
Cette méthode est commode pour obtenir des ondes triangulaires ou carrées.
On construit de même l'onde en x.
Lors de la construction d'une onde, à chaque étape seuls certains boutons sont sensibles, ce sont ceux qui se trouvent dans le rectangle à bords jaune.
Les autres sont temporairement inactifs.
Il faut essayer pour bien comprendre.

Lorsqu'une nouvelle onde est tracée, son dessin apparaît dans la petite boîte à fond clair, à la place de l'onde qui s'y trouve juste avant la construction.
Dans cette boîte, apparaît son numéro suivi maintenant de la lettre d (pour dessinée).
Un nouveau clic sur cette boîte fait réapparaître l'ancienne onde, et le numéro de la boîte est maintenant suivi de la lettre c (pour calculée).
On peut ainsi basculer entre l'onde dessinée et l'onde calculée par des clics successifs. La lettre c ou d qui suit un numéro de boîte indique qu'il y a deux ondes dans cette boîte.

Compléments pour la touche f: On peut modifier l'amplitude et la période d'une d'une fonction reprise ou construite.

Le texte ci-dessous, qui complète le précédent est le même que de celui dans l'animation.

f : construit une onde à la souris. Pick-up prend l'onde marquée '*'.
Dans le mode f, les boutons permis sont entourés de jaune, et la souris reste dans ce cadre jaune.

Pour construire une onde, cliquer f, puis y. Une grille apparaît avec la souris retenue horizontalement à gauche. Maintenir pressé le bouton gauche de la souris en la bougeant verticalement (elle se déplace seule en horizontale).
On trace ainsi une courbe $y=f(x)$.

Pour un ligne droite, relacher le bouton gauche; la souris devient libre à droite du dernier point tracé.

Placer la souris sur un autre point et cliquer; un segment droit se trace", jusqu'à ce nouveau point. Avec un clic bref au départ, on peut construire de cette façon, des ondes triangulaires, carrées ou trapézoïdales.

Pour quitter le tracage, cliquer droit ou taper une touche. On passe alors dans la partie modification. Le bouton s arrondi l'onde et fait disparaître ses tremblements. Attention: le dernier point, placé automatiquement, est égal au premier. Les extrémités ne sont pas arrondies avec s.

Les boutons, flèche droite, flèche gauche, tournent la courbe, cela permet entre autre, d'arrondir les bouts.

h, H :modifient la hauteur ou amplitude.

d,D :modifient la longueur ou période.

c :annule toutes les modification en reprenant la ou les courbes d'origines.

ok :quitte cette partie.

Si l'onde en y est seule, le cadre jaune suivant permet soit de quitter, avec e, soit de tracer une onde en x, avec x, comme pour y, soit de dupliquer y dans x, avec d.

Attention : la courbe x a toujours même longueur ou période que celle en y.

Lorsque les deux courbes sont tracées, les touches d,D modifient les deux longueurs.

De retour dans le cadre jaune des modifications, X, Y permettent de choisir la courbe sur laquelle les touches s, fèche droite, flèche gauche, h, H agissent.

La touche c(ancel) annule toutes les modifications faites sur les deux courbes, et ajuste la longueur de x à celle de y.

Soit $f(x)$ la courbe y, et $g(x)$ la courbe x. La touche & à coté de ok montre en plus de x et y, la courbe formée par les points de coordonnées $(x+g(x), f(x))$.

De retour à l'animation, l'onde construite est marquée *

Elle peut être reprise avec f puis p ou P et de nouveau être modifiée.

Pour prendre et modifier une onde quelconque, placer * dans sa case avec un clic droit de la souris, cliquer éventuellement dans une autre case, puis puis cliquer sur f, puis sur p ou P.

L'onde modifiée marquée *, est placée dans la case de la dernière animation.

Chaque case peut contenir deux ondes, celle d'origine et une construite ou modifiée.

Dans ce cas le numéro de la case est suivi de c ou d, c pour calculée, d pour dessinée.

On passe de l'une à l'autre en cliquant dans la même case.

Touche F : autre choix de fonctions.

Douzes autres fonctions sont affichées à la place des premières.

Le programme dispose ainsi de 24 exemples calculés.
Vous pouvez en dessiner 24 aussi. Ce qui donne un total de 48.

Touche Echap ou clic sur x : quitter le programme.
Une confirmation clavier est demandée.
Deux appuis successifs sur Echap, font quitter.

Touche c : clavier seulement, permet de changer la couleur de fond de l'écran animé.
Tois couleurs possibles , bleu , noir , blanc.

Le fond blanc est utile pour une projection vidéo, ou pour une saisie d'écran qui se fait enn appuyant sur la touche « Impr écran » du clavier.

Cette saisie pourra être reprise avec un logiciel de dessin.

Le fond blanc est plus pratique lorsqu'on désire imprimer un écran saisi.

Touche C : clavier seulement, change la couleur des ondes animées.
Deux couleurs possibles seulement , blanc et jaune.
Ceci n'est pas très utile.

7 juin 1999 modifié le 30 novembre 99. Adapté à Windows Xp le 12 avril 2002.
Mis en mode fenêtre puis amélioration de ce mode : février mars avril 2004.
Amélioraton du mode plein écran (Dos) : avril 2004.
Adaptation à Windows Vista puis Windows 7 en 2008 puis mars 2010.
Programme retouché en févrie 2013 et février 2014.

Curieusement, la mise à vitesse v d'une onde en mécanique classique est un phénomène inconnu.
Cette étude, que j'ai faite dans les années 1970-1975, permet de voir les transformations de Lorentz, et la formule $E=mc^2$, sous un jour différent.

Serge CABALA