

1. Il est vrai que le schéma des ressorts couplés qui est illustré sur la première diapo concernant les oscillateurs couplés peut prêter à confusion ; cela mérite quelques explications.

Il faut d'abord se rappeler que l'on a montré, page 14 (diapo du dessus) que l'énergie potentielle d'un ressort est donnée par une constante plus une quantité proportionnelle à sa déformation au carré. Par exemple si la déformation est notée  $x$ ,  $U_R(x) = kx^2/2 + cst$ . Et on choisit le plus souvent cette constante  $cst = 0$ . Donc une expression comme  $kx_B^2/2 - kx_A^2/2$ , qui est calculée sur la même page, représente la *différence* d'énergie potentielle lorsque le ressort passe de la déformation  $x_B$  à  $x_A$ .

Ce n'est pas la même chose dans l'expression de l'énergie totale des atomes couplés par des ressorts. Ici les coordonnées  $x_1$  et  $x_2$  doivent être interprétées comme les abscisses "relatives" des positions des atomes, mesurées par rapport à leur position d'équilibre. En fait, chacune des variables  $x_1, x_2, x_3$  représentent l'écart par rapport à une position d'équilibre (qui n'est pas indiquée sur le dessin, mais qui est différente pour chaque atome), avec en particulier l'idée que  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = 0$  et  $x_3 = 0$  sont les valeurs d'équilibre de ces variables. Une situation analogue, mais plus claire, se retrouve dans l'exemple des pendules couplés (sur la même diapositive) où les angles  $\theta_1$  et  $\theta_2$  représentent des déplacements angulaires par rapport aux positions d'équilibre  $\theta_1 = 0 = \theta_2$ .

On suppose implicitement que lorsque les atomes sont positionnés en leurs coordonnées relatives  $x_1 = 0$  et  $x_2 = 0$ , alors la distance entre ces atomes est telle que le ressort qui les lie ne subit aucune déformation. Par contre si ces coordonnées sont non nulles, la déformation du ressort s'écrit  $d = (x_2 - x_1)$ . On peut vérifier en considérant quelques cas simples que si  $d > 0$ , cela signifie que les atomes se sont éloignés l'un de l'autre, ce qui déforme le ressort en extension, et si  $d < 0$ , alors les atomes se sont rapprochés relativement l'un à l'autre, ce qui comprime le ressort. (On suppose aussi implicitement que les variations  $x_i$  restent suffisamment petites pour que les atomes n'entrent pas en collision...).

Au final, l'énergie potentielle emmagasinée dans le ressort est proportionnelle à sa déformation au carré, soit  $kd^2/2$ , ce qui donne bien le terme d'énergie potentielle égale à  $k(x_2 - x_1)^2/2$ . Par un raisonnement analogue on ajoute l'autre terme  $k(x_3 - x_2)^2/2$ .

2. L'équation paramétrique d'un cercle de rayon  $A$  centré à l'origine peut s'écrire de plusieurs façons, par exemple comme  $(x(t) = A \cos(\omega t), y(t) = A \sin(\omega t))$ , ou comme  $(x(t) = A \sin(\omega t), y(t) = A \cos(\omega t))$ . Ces deux paramétrisations diffèrent par le sens de la rotation du point  $(x(t), y(t))$  au cours du temps. En cinématique on choisit traditionnellement la première façon, comme je l'ai considéré au début du cours, ce qui correspond à la convention "trigonométrique" du sens de la rotation (sens contraire des aiguilles d'une montre). Mais dans le cas de l'oscillateur harmonique, dans les coordonnées  $(x, y)$  telles que je les ai introduites le mouvement de rotation se fait dans l'autre sens, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre. Il faut donc choisir la deuxième paramétrisation du mouvement circulaire, celle où  $(x(t) = A \sin(\omega t), y(t) = A \cos(\omega t))$ .

3. Par “règle du vissage droit”, j’entends l’une des multiples manières de décrire le sens du vecteur “produit vectoriel”  $\vec{A} \wedge \vec{B}$ . J’ai expliqué en cours que pour obtenir ce sens on pouvait commencer par ouvrir la main (droite) en plaçant son tranchant dans direction du  $\vec{A}$ , perpendiculairement au plan  $(\vec{A}, \vec{B})$ . Ensuite, en refermant, ou en enroulant la main dans la direction de  $\vec{B}$ , la direction du pouce donne le sens du vecteur  $\vec{A} \wedge \vec{B}$  (dont la direction par définition est perpendiculaire au plan  $(\vec{A}, \vec{B})$ ).