

### Travaux dirigés – Série 4

#### Problème n°1 : Phonons localisés sur une impureté

Soit un réseau linéaire d'atomes identiques de masse «  $M$  » équidistants de «  $a$  ». On remplace l'atome situé au milieu de la chaîne atomique par un atome d'impureté de masse «  $M'$  » ( $M' < M$ ).

1. Ecrire les équations du déplacement relatives aux déplacements de l'atome d'impureté et d'un atome pur de la chaîne ; on admet que la constante de rappel «  $\gamma$  » entre proches voisins est la même quel que soit l'atome considéré.
2. L'atome d'impureté, plus léger, entraîne dans son mouvement les atomes voisins. On cherchera une solution en forme d'onde amortie :

$$u_n = u_0 e^{-\alpha|n|a} e^{ikna} e^{i\omega t}$$

Quelle sera la valeur de la fréquence maximale de vibration ?

#### Problème n°2 : Vibration d'une chaîne diatomique

Considérons une chaîne diatomique linéaire de paramètre de maille  $a$ . Les atomes A et B sont de masses respectives  $M_A$  &  $M_B$  ( $M_A > M_B$ ). On se propose d'étudier les vibrations longitudinales en se plaçant dans l'approximation harmonique. Dans cette étude on se limite aux interactions entre premiers voisins. Les interactions sont caractérisées par les constantes de rappels «  $\gamma_1$  » et «  $\gamma_2$  ».

On désignera par  $u_n$  et  $v_n$  les écarts par rapport aux positions d'équilibre des atomes A et B respectivement.

1. Etablir les équations de mouvement des deux espèces d'atomes qui constituent le motif «  $n$  » ;
2. Etablir les relations de dispersion des vibrations susceptibles de se propager le long de la chaîne ;
3. Quelle est l'expression de la vitesse du son le long de la chaîne.