

## Analyser un problème en mécanique

### Analyse physique

- ✧ La première étape consiste à essayer d'imaginer ce qui peut se passer :
  - choisissez un référentiel d'étude (surtout lorsque quelque chose tourne, il peut être utile de se placer dans le référentiel non galiléen tournant) ;
  - repérez les différents points / solides qui peuvent bouger ;
  - cherchez si les mouvements sont guidés (présence d'un support, d'un rail...) et regardez au passage ce qu'il en est de la liaison (avec ou sans frottement – de type solide forcément – ?) : rappelez-vous que tout point ou tout solide **astreint** à se déplacer d'une certaine manière est forcément guidé (donc en contact) avec un support, ce qui implique la présence d'au moins une force.
- ✧ Repérez les degrés de liberté :
  - chaque point en a *a priori* 3 (comme le pendule simple) : trois degrés de translation ;
  - un solide en a *a priori* 6 : trois degrés de translation et trois degrés de rotation.
- ✧ Repérez les degrés de description :
  - certains degrés de liberté ne sont pas accessibles à cause des contraintes de mouvement ;
  - certains degrés de liberté ne sont pas étudiés (le pendule simple n'est souvent étudié que fil tendu) ;
  - certains degrés de liberté ne sont pas explorés à cause de loi physique (le pendule simple oscille dans un plan quand il est lâché sans vitesse initiale).
- ✧ Regardez ce qu'il en est au niveau énergétique :
  - le régime est-il forcé ? Une machine ou un opérateur apporte-t-il ou récupère-t-il de l'énergie ?
  - le régime est-il libre ? Le dispositif est-il en train d'évoluer « tout seul » ?
  - y a-t-il dissipation d'énergie mécanique ? Que devient-elle ?
  - faites attentions aux frottements solides qui peuvent ne pas dissiper de l'énergie (frottement sans glissement) et aux réactions normales qui peuvent en apporter (lorsque le support bouge) !
- ✧ N'oubliez pas une chose : plus un mouvement est contraint au niveau de la trajectoire, moins les forces sont connues. Donc plus les approches en terme de forces (PFD, TMC, TCI) devront être subtiles pour éviter de rencontrer ces forces.
- ✧ Dans le cas d'un problème d'ondes (mécaniques ou électriques), il faut tout de suite repérer ce qui est attendu : la mise en équation ou la résolution :
  - s'il s'agit de la mise en équation, alors un découpage mésoscopique permet de ramener le problème à un problème plus simple qui s'analyse comme précédemment. Attention seulement au fait qu'il s'agit *pour la partie mésoscopique* d'un régime forcé, en conséquence de quoi l'approche énergétique sera rarement pertinente dans le but de trouver l'équation de propagation ;
  - s'il s'agit d'un problème de résolution, il faut repérer :
    - le nombre de domaines de propagation (*i.e.* le nombre de zones où il pourra y avoir des ondes qui se propagent) ;
    - le sens de propagation des ondes qui s'y propagent (exploitation des zones « semi-infinie ») ;
    - les contraintes (excitateur, interface...).
- ✧ Au niveau des grandeurs pertinentes, il y a :
  - la description inertielle (masse, moment d'inertie) des choses qui bougent ;
  - la description géométrique des choses qui bougent (pour les solides) ;
  - les caractéristiques de chaque force ( $g$ ,  $k_0$ ,  $\ell_0$ ,  $f$ ,  $\lambda$ ... ) ;
  - les paramètres géométriques de la contrainte de trajectoire ;
  - les conditions initiales (ou limite pour les ondes).

## Analyse technique

- ✧ Bien sûr, là aussi, il va falloir trouver autant de loi que de paramètres de description ou, pour les problèmes ondulatoires, autant de contraintes / conditions aux limites que d'ondes présentes.
- ✧ Lorsqu'il n'y a qu'un seul point matériel, si le but est de trouver l'équation différentielle alors :
  - si le problème est à un degré de description et que le dispositif est en régime libre, c'est l'approche énergétique, sans hésiter. Toute autre approche sera plus longue, plus difficile, moins pertinente, moins bien rémunérée en terme de points ;
  - à un seul degré de liberté avec un régime forcé, il est possible d'utiliser l'approche énergétique, pourvu seulement que les gains et pertes énergétiques soient connues (donc exit les mises en équation des problèmes ondulatoires) ;
  - pour l'évolution des solides le TCI et le TMC apportent deux informations différentes (contrairement au PFD et au TMC pour *le* point matériel) ;
  - dans les autres cas (rare) écrire classiquement, autant de PFD, TMC, théorème énergétique qu'il faut **après** avoir écrits les lois de conservation.
- ✧ Une fois l'équation différentielle obtenue, avant de la résoudre, regardez bien si le second membre ne contient que des grandeurs pertinentes.
- ✧ Au niveau des ondes, lorsqu'il s'agit de la résolution :
  - privilégiez les OS si au moins une condition aux limites est une condition de nullité dans le temps ;
  - utilisez ensuite les OPPM avec notation complexe sans oublier d'écrire les deux ondes duales avec la notion d'impédance caractéristique ;
  - n'utilisez des OPP que dans le cas où c'est demandé explicitement ou bien lorsqu'il y a uniquement deux milieux de propagation **et** qu'ils sont tous les deux semi-infinis.
- ✧ Au niveau des commentaires :
  - vérifiez bien la présence ou l'absence des grandeurs pertinentes dans le résultat ;
  - justifiez si le terme de masse présente est un terme de masse grave ou inertielle.