

# AM-00.05 — Ordres de grandeur : savoir si un résultat est plausible avant la virgule

Version PDF de travail - contenu du cours HTML canonique

## Boussole du cours

Question directrice : Comment repérer une erreur d'un facteur 10, 1 000 ou un million sans refaire tout le calcul ?

Repères : MESURÉ · CONVENTION · CALCULÉ · HYPOTHÈSE PÉDAGOGIQUE · APPROXIMATION

- comprendre la notion
- faire un calcul simple
- expliquer chaque symbole
- vérifier un résultat

## Réponse essentielle

Ordres de grandeur : savoir si un résultat est plausible avant la virgule. La question à résoudre est la suivante : Comment repérer une erreur d'un facteur 10, 1 000 ou un million sans refaire tout le calcul ? Repères : MESURÉ · CONVENTION · CALCULÉ · HYPOTHÈSE PÉDAGOGIQUE · APPROXIMATION comprendre la notion faire un calcul simple expliquer chaque symbole vérifier un résultat ? Entre 980 et 1 020, le détail change mais l'échelle reste proche de  $10^3$ . Entre 1 000 et 1 000 000, nous avons changé de trois puissances de dix. La suite du cours montre comment passer de cette idée à un raisonnement contrôlable : unités explicites, hypothèses annoncées, calculs reproductibles, ordre de grandeur et limites d'interprétation. Le résultat n'est utile que si l'on peut expliquer ce qu'il mesure, d'où viennent les nombres et quelle décision d'ingénierie il éclaire.

Synthèse de départ : les démonstrations, exemples, limites et sources sont développés dans le corps du cours.

## Mots clés avant de commencer

unité · ordre de grandeur · hypothèse · approximation · puissance

## 1 — L'ordre de grandeur regarde l'échelle

Entre 980 et 1 020, le détail change mais l'échelle reste proche de  $10^3$ . Entre 1 000 et 1 000 000, nous avons changé de trois puissances de dix.

Cette pensée par échelle est essentielle lorsque des grandeurs spatiales vont du millimètre au million de kilomètres.

## 2 — Arrondir pour estimer

Une estimation remplace temporairement des nombres compliqués par des voisins faciles : 327 devient environ 330, 9,81 devient environ 10.

Le but n'est pas le résultat final mais un garde-fou indépendant du calcul précis.

## 3 — Préfixes : kilo, méga, giga

kilo signifie mille, méga un million, giga un milliard dans le SI. Confondre kN et N crée un facteur 1 000.

Les préfixes sont donc une partie de la grandeur, pas une décoration typographique.

## 4 — Plausibilité avant précision

Un moteur annoncé à quelques newtons ne peut pas soulever un lanceur de centaines de tonnes ; une durée de quelques secondes ne correspond pas à un transfert interplanétaire.

Comparer le résultat à un cas connu ou à une borne physique permet de détecter beaucoup d'erreurs.

## Trois exemples complets : changer une hypothèse pour comprendre

Avant chaque calcul : repérez l'origine de chaque nombre et son statut — mesuré, convention, hypothèse ou résultat.

### Exemple A — multiplication mentale

$327 \times 19,8$  peut s'estimer comme  $330 \times 20 = 6\,600$ . Le calcul exact devra donc être proche de  $6,6 \times 10^3$ , pas de 66 ou 660 000.

APPROXIMATION : l'estimation sert à encadrer.

### Exemple B — kilo

$1\,371\text{ kN} = 1\,371\,000\text{ N} = 1,371 \times 10^6\text{ N}$ .

CONVENTION SI :  $k = 10^3$ .

### Exemple C — distance

225 000 000 km s'écrit  $2,25 \times 10^8\text{ km}$ . La notation scientifique rend visible l'échelle immédiatement.

CALCULÉ : déplacer la virgule de huit rangs.

### Calcul inverse

Si une grandeur vaut  $3 \times 10^7$ , diviser par  $10^3$  donne  $3 \times 10^4$ . Les exposants se soustraient parce que  $10^7 \div 10^3 = 10^{(7-3)}$ .

## Piège fréquent et contrôle du résultat

Piège : croire qu'une estimation "fausse" à 5 % est inutile. Pour détecter une erreur  $\times 1\,000$ , une approximation à 5 % est excellente.

Vérifiez toujours les unités, l'ordre de grandeur et le sens physique avant d'accepter le résultat.

## Exercices et corrigés

### Comprendre

Expliquez la relation avec vos propres mots.

### Changer une hypothèse

Modifiez une donnée et prédisez d'abord le sens du changement.

### Vérifier

Citez deux contrôles à faire après le calcul.

## Sources primaires et pédagogiques

- NIST - International System of Units (SI)
- NASA Glenn - Guide to Rockets