

Boussole du cours

Question directrice : Comment lire une unité, comprendre ce qu'elle mesure et savoir si un résultat a du sens ?

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

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

Ressource pédagogique libre : ce contenu ne constitue ni une formation professionnelle, ni un diplôme, ni une certification, ni une habilitation. Les exemples servent à comprendre les principes et ne remplacent pas l'ingénierie, les essais ni la qualification d'un système réel.

1 — Un nombre répond toujours à « combien de quoi ? »

Un nombre isolé peut être presque inutile en ingénierie. « 500 » ne dit pas s'il s'agit de 500 grammes, 500 kilogrammes, 500 secondes, 500 watts ou 500 mètres carrés.

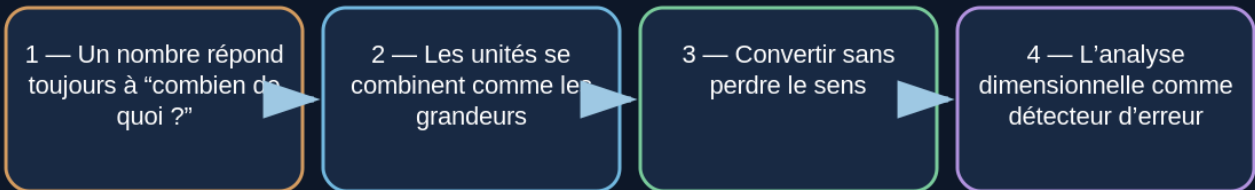
Une **grandeur** associe une valeur à ce que l'on mesure. Une **unité** donne la référence commune utilisée pour exprimer cette grandeur.

Exemple simple

« Le réservoir contient 120 » est incomplet. « Le réservoir contient **120 kg de propergol** » permet déjà de comprendre ce que représente le nombre.

Les unités SI : la langue commune qui empêche des catastrophes

Pourquoi un nombre sans unité peut-il être presque inutile en ingénierie ?



Delta-Sierra · Space Academy

Une valeur et son unité doivent rester ensemble.

2 — Lire les symboles à voix haute

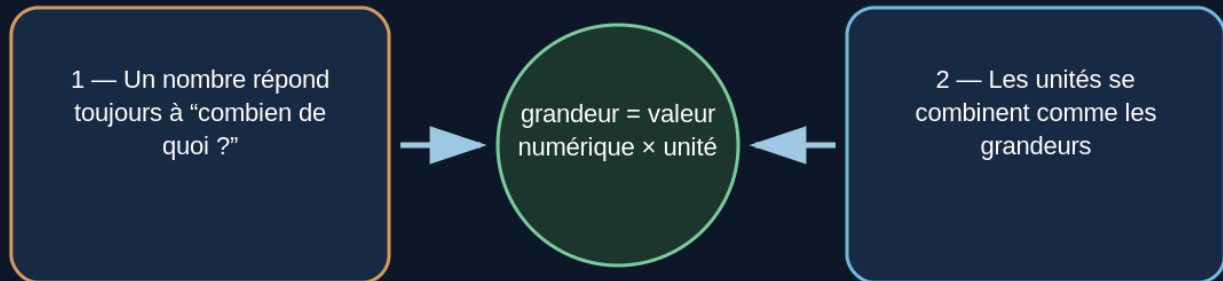
Une notation devient beaucoup moins intimidante lorsqu'on la prononce.

- **kg** : kilogramme, unité de masse ;
- **s** : seconde, unité de temps ;
- **m** : mètre, unité de longueur ;
- **m²** : mètre carré, unité de surface ; le symbole ² se lit « au carré » ;
- **m/s** : mètres par seconde ;
- **m/s²** : mètres par seconde au carré, unité d'accélération ;
- **N** : newton, unité de force ;
- **W** : watt, unité de puissance.

Le Système international d'unités — souvent abrégé **SI** — organise les unités de base et les unités dérivées. NIST rappelle par exemple que l'aire s'exprime en m², la vitesse en m/s et l'accélération en m/s².

Les unités SI : la langue commune qui empêche des catastrophes

1 — Un nombre répond toujours à «combien de quoi ?»



Delta-Sierra · Space Academy

Lire « par » et « au carré » donne déjà une partie du sens physique.

3 — **kg/s** : combien de propergol par seconde ?

kg/s se lit « kilogrammes par seconde ». Le symbole / se lit ici « par ».

Cette unité répond à une question : **combien de kilogrammes passent ou sont consommés pendant une seconde ?**

Exemple spatial — 120 kg de propergol en 4 secondes

Imaginons un moteur-fusée qui consomme **120 kg de propergol** pendant **4 secondes**.

Propergol : matière consommée par le moteur pour produire sa poussée ; selon le moteur, il peut s'agir d'un carburant et d'un oxydant.

Question : combien de kilogrammes sont consommés en moyenne pendant une seule seconde ?

Nous partageons les 120 kg entre les 4 secondes : $120 \div 4 = 30$.

Résultat : **30 kg/s**.

Après 1 s : environ 30 kg ; après 2 s : 60 kg ; après 3 s : 90 kg ; après 4 s : 120 kg.

Le terme technique est « débit massique » : masse qui passe par unité de temps.

Calculatrice

Tapez **120 ÷ 4 =**. Le résultat 30 est associé à l'unité kg/s parce que nous avons divisé une masse en kilogrammes par une durée en secondes.

4 — **N/kg** : la force exercée pour chaque kilogramme

N/kg se lit « **newtons par kilogramme** ».

Un **newton**, symbole N, est l'unité SI de force. Pour un débutant, on peut retenir qu'une force décrit une action capable de pousser, tirer ou modifier le mouvement d'un objet.

À la surface de Mars, la gravité est d'environ **3,71 m/s²**. La même intensité de champ gravitationnel peut aussi s'exprimer numériquement comme environ **3,71 N/kg** : chaque kilogramme de masse subit environ 3,71 newtons de poids près de la surface.

Exemple — Un outil de 10 kg sur Mars

Masse de l'outil : **10 kg**. Champ gravitationnel pédagogique : **3,71 N/kg**.

Question : quel est le poids de l'outil sur Mars ?

Chaque kilogramme correspond à environ 3,71 N de poids. Pour 10 kg : $10 \times 3,71 = 37,1$.

Résultat : **37,1 N** de poids environ.

Attention à la distinction. La masse de l'outil reste 10 kg ; son poids, qui est une force, dépend du champ gravitationnel et s'exprime en newtons.

Et sur Terre ?

Le même outil garderait une masse de 10 kg. Son poids serait plus élevé parce que la gravité terrestre de surface est plus forte. La masse et le poids ne sont donc pas deux mots pour la même chose.

5 — **W/m²** : la puissance reçue par surface

W/m² se lit « **watts par mètre carré** ».

Le **watt**, symbole W, est l'unité SI de puissance. La puissance indique à quel rythme de l'énergie est transférée ou utilisée. Un **mètre carré**, symbole m², est la surface d'un carré de 1 m de côté.

Exemple — Un panneau solaire de 2 m²

Supposons, pour un exercice volontairement simplifié, qu'un panneau de **2 m²** reçoive uniformément **500 W/m²**.

« 500 W/m² » signifie : chaque mètre carré reçoit une puissance de 500 W.

Le panneau possède deux mètres carrés : $500 \times 2 = 1\,000$.

Résultat : les 2 m² reçoivent **1 000 W** dans ce modèle pédagogique.

Ce calcul ne donne pas automatiquement la puissance électrique réellement produite : il faudrait encore tenir compte du rendement, de l'angle, de la température et des autres pertes.

6 — Convertir sans perdre le sens

Convertir une unité ne change pas la grandeur physique ; cela change seulement la manière de l'exprimer.

2,5 km en mètres

1 km = 1 000 m. Donc 2,5 km = $2,5 \times 1\,000 = 2\,500$ m.

72 km/h en m/s

72 km = 72 000 m et 1 h = 3 600 s. Donc $72\,000 \div 3\,600 = 20$. Résultat : **20 m/s**.

Une surface

$0,50\text{ m} \times 0,40\text{ m} = 0,20\text{ m}^2$. Les unités se multiplient aussi : $\text{m} \times \text{m} = \text{m}^2$.

Les unités SI : la langue commune qui empêche des catastrophes

2 — Les unités se combinent comme les grandeurs

1 — Un nombre répond toujours à "combien de quoi ?"

2 — Les unités se combinent comme les grandeurs

3 — Convertir sans perdre le sens

4 — L'analyse dimensionnelle comme détecteur d'erreur

Delta-Sierra · Space Academy

Une conversion correcte garde la même grandeur physique.

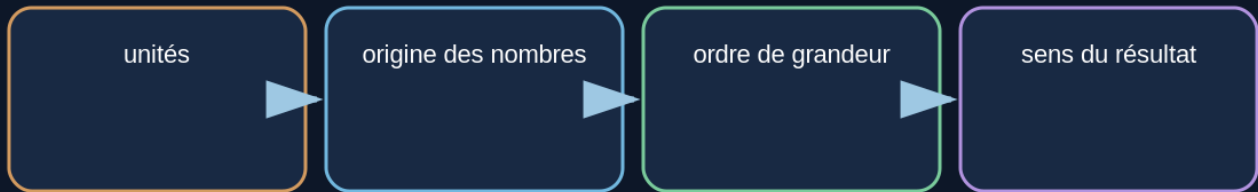
7 — L'analyse dimensionnelle détecte des erreurs

Les unités servent de seconde ligne de calcul. Si une formule prétend produire une vitesse mais termine en kilogrammes, quelque chose ne va pas.

Exemple : une masse divisée par un temps donne bien une unité de type kg/s. Une puissance répartie sur une surface donne W/m^2 . Une force divisée par une masse donne N/kg.

Les unités SI : la langue commune qui empêche des catastrophes

Toujours vérifier



Delta-Sierra · Space Academy

Les unités peuvent révéler une erreur avant même de regarder le nombre.

Trois exemples complets : une unité, une question, un résultat

Les unités SI : la langue commune qui empêche des catastrophes

Trois cas complets

1

Exemple A — km vers m

La fraction de conversion vaut 1 parce que 1 km et 1 000 m représentent la même longueur.

2

Exemple B — km/h vers m/s

□ CALCULÉ : deux conversions successives, distance puis temps.

3

Exemple C — surface

Le symbole ² se lit "au carré".

Delta-Sierra · Space Academy

Chaque unité répond à une question physique différente.

Exemple A — Débit massique

90 kg de propergol en 3 s : $90 \div 3 = 30 \text{ kg/s}$.

Exemple B — Poids sur Mars

$5 \text{ kg} \times 3,71 \text{ N/kg} = 18,55 \text{ N}$ environ.

Exemple C — Puissance surfacique

3 m² recevant 400 W/m² donnent $3 \times 400 = 1\,200 \text{ W}$ reçus dans un modèle uniforme simplifié.

Pièges fréquents et contrôles

- Écrire un nombre sans son unité.
- Confondre masse en kg et force en N.
- Lire m² comme « mètres deux » au lieu de « mètres carrés ».
- Confondre 120 kg en quatre secondes et 120 kg/s.
- Multiplier des grandeurs sans vérifier ce que les unités deviennent.

Exercices et corrigés

Exercice 1 — Lire l'unité

Comment se lisent kg/s, N/kg et W/m² ?

Corrigé : kilogrammes par seconde ; newtons par kilogramme ; watts par mètre carré.

Exercice 2 — Débit

Un moteur consomme 200 kg en 5 s. Quel est le débit moyen ?

Corrigé : $200 \div 5 = 40$ kg/s.

Exercice 3 — Panneau

Un panneau de 1,5 m² reçoit uniformément 600 W/m². Quelle puissance incidente reçoit-il dans ce modèle ?

Corrigé : $1,5 \times 600 = 900$ W.

Sources primaires et pédagogiques

- [NIST — SI Units](#)
- [NIST — SI Units: Area](#)
- [NASA — Planet Compare: surface gravity](#)
- [NASA Science — Mars Facts](#)