# Statistiques à deux variables
## Problème de recherche : l'autonomie de la voiture électrique

On a mesuré la consommation $C$ (en kWh pour 100 km) d'une voiture électrique roulant à vitesse constante $v$ (en km/h) :

| $v$ (km/h) | 50 | 70 | 90 | 110 | 130 |
|---|---|---|---|---|---|
| $C$ (kWh/100 km) | 11,0 | 13,2 | 16,4 | 20,0 | 24,7 |

La batterie de la voiture peut fournir 60 kWh.

### La mission

1. Représenter le nuage de points $(v\,;C)$ avec un tableur. Un ajustement affine vous semble-t-il adapté ?
2. On pose $X = v^2$. Représenter le nuage $(X\,;C)$, calculer les coordonnées du point moyen, puis déterminer une équation de la droite d'ajustement de $C$ en $X$.
3. En déduire une estimation de la consommation à 120 km/h, puis de l'autonomie de la voiture à cette vitesse.
4. À quelle vitesse maximale faut-il rouler pour disposer d'une autonomie d'au moins 300 km ?

### Pour aller plus loin

Sur un trajet de 240 km, combien de temps perd-on en roulant à 110 km/h au lieu de 130 km/h ? Quelle énergie économise-t-on ?

### Coups de pouce

Bloqué ? Des indices progressifs sont disponibles en ligne. N'en ouvrir qu'un à la fois, et seulement après avoir cherché !

# Éléments de correction

## 1. Le premier nuage

Les points ne sont pas alignés : la consommation augmente de plus en plus vite (+2,2, +3,2, +3,6, +4,7 par tranche de 20 km/h). Un ajustement affine n'est pas adapté.

## 2. Le changement de variable

| $X = v^2$ | 2500 | 4900 | 8100 | 12100 | 16900 |
|---|---|---|---|---|---|
| $C$ | 11,0 | 13,2 | 16,4 | 20,0 | 24,7 |

Le nouveau nuage est presque aligné. Point moyen : $\overline{X} = 8\,900$ et $\overline{C} = 17{,}06$.
Le tableur donne la droite d'ajustement $C \approx 0{,}000\,95\,X + 8{,}60$, soit $C \approx 0{,}000\,95\,v^2 + 8{,}60$.
Remarque : une partie de la consommation est indépendante de la vitesse (8,6 kWh) ; l'autre, due surtout à la résistance de l'air, est proportionnelle au carré de la vitesse.

## 3. À 120 km/h

$X = 14\,400$ et $C \approx 0{,}000\,95 \times 14\,400 + 8{,}60 \approx 22{,}3$ kWh/100 km. Autonomie : $\frac{60}{22{,}3} \times 100 \approx 269$ km.

## 4. Une autonomie de 300 km

Il faut $\frac{60}{C} \times 100 \geqslant 300$, soit $C \leqslant 20$. Or $0{,}000\,95\,X + 8{,}60 \leqslant 20 \iff X \leqslant 12\,000$, donc $v \leqslant \sqrt{12\,000} \approx 109{,}5$ km/h. Il faut rouler à environ 110 km/h au plus.

## Pour aller plus loin

Durées : $\frac{240}{130} \approx 1{,}85$ h (environ 1 h 51 min) et $\frac{240}{110} \approx 2{,}18$ h (environ 2 h 11 min) : on perd environ 20 minutes.
Énergie (avec le modèle) : à 130 km/h, $2{,}4 \times 24{,}7 \approx 59$ kWh, presque toute la batterie ; à 110 km/h, $2{,}4 \times 20{,}1 \approx 48$ kWh. On économise environ 11 kWh, soit près d'un cinquième, et on évite peut-être un arrêt pour recharger.

## Ce qu'on a utilisé du chapitre

- Nuage de points, point moyen.
- Ajustement affine après changement de variable, au tableur.
- Utilisation de l'ajustement pour une prévision.