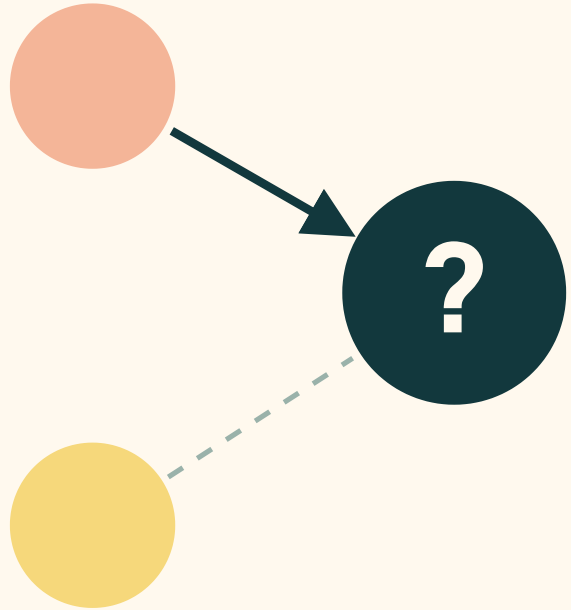
Les pièges de la causalité :

testez votre intuition



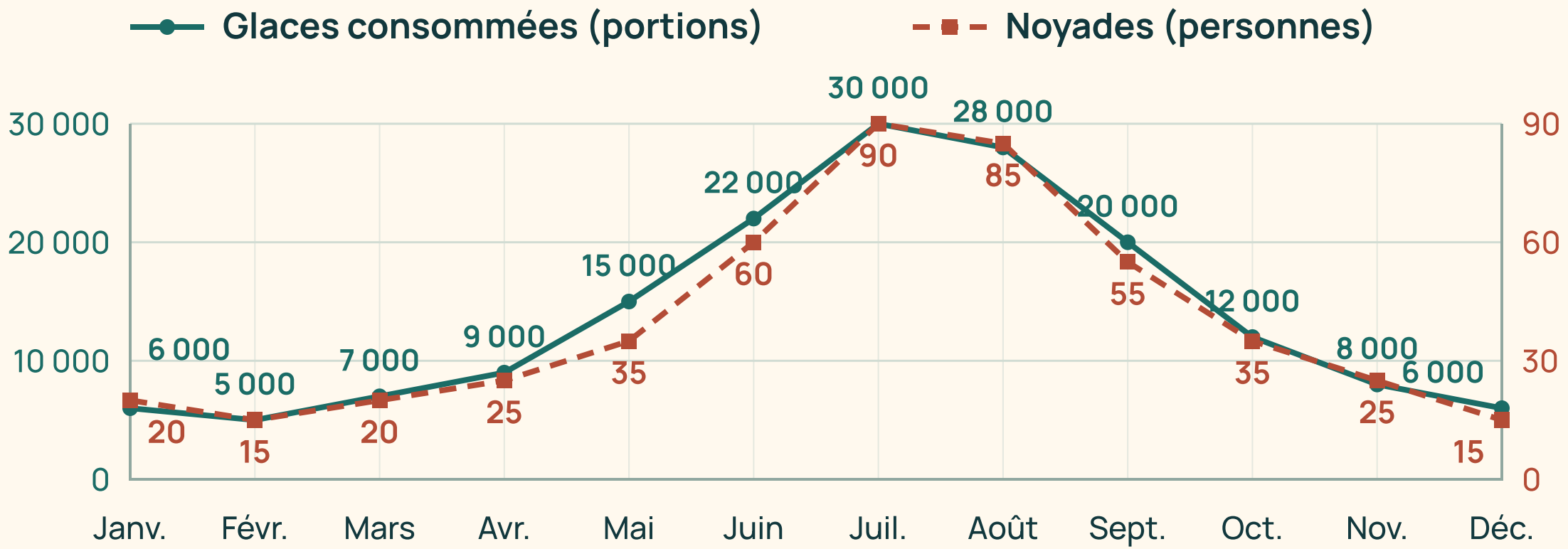
Clément Yvernes
Doctorant à l'Université Grenoble Alpes

UGA Université Grenoble Alpes

FRANCE 2030 PROGRAMME DE RECHERCHE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

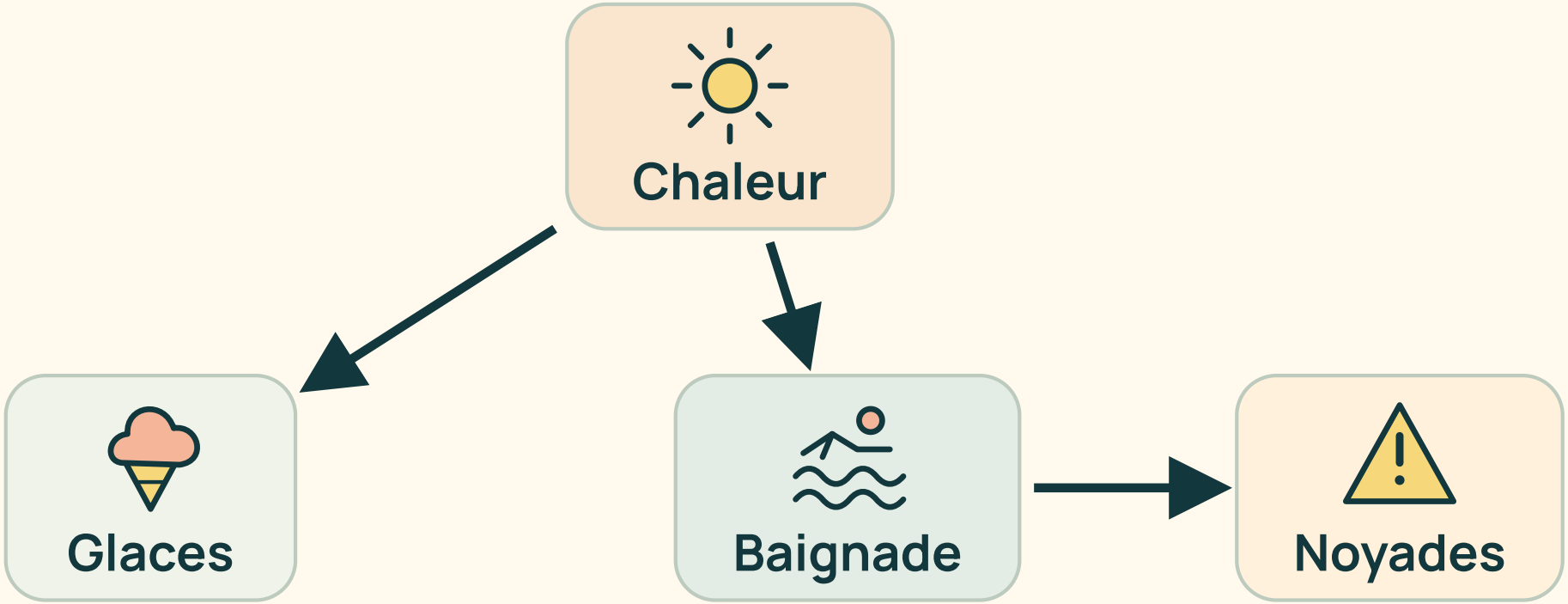
Faut-il interdire les glaces ?

UNE ANNÉE, MOIS PAR MOIS



Exemple pédagogique · valeurs fictives

Et si c’était la chaleur ?



Une même cause peut relier deux observations.

Pour agir, comprendre les mécanismes

Les corrélations seules ne suffisent pas.
Pour savoir **quoi changer**,
il faut comprendre **qui agit sur quoi**.

Qui veut essayer la tablette ?

Si vous voyez mal la tablette
ou voulez jouer vous-même,
scannez ce QR code.

cyvernes.github.io/tablette.html



Version individuelle

Du jeu au graphe causal

DÉFINITION

Une variable a un effet causal sur une autre
si **intervenir** sur la première peut **modifier** la seconde.



Sommets
Les variables : ce qui peut changer.

Flèches (arêtes)
Les influences causales directes.

Le bouton et la lampe

Appuyer sur le bouton allume la lampe.

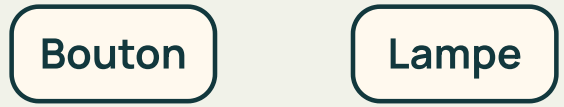
A



B



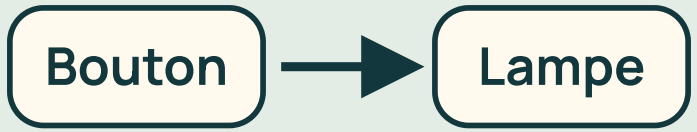
C



Quel graphe traduit cette histoire ? Votez A, B ou C.

Réponse A

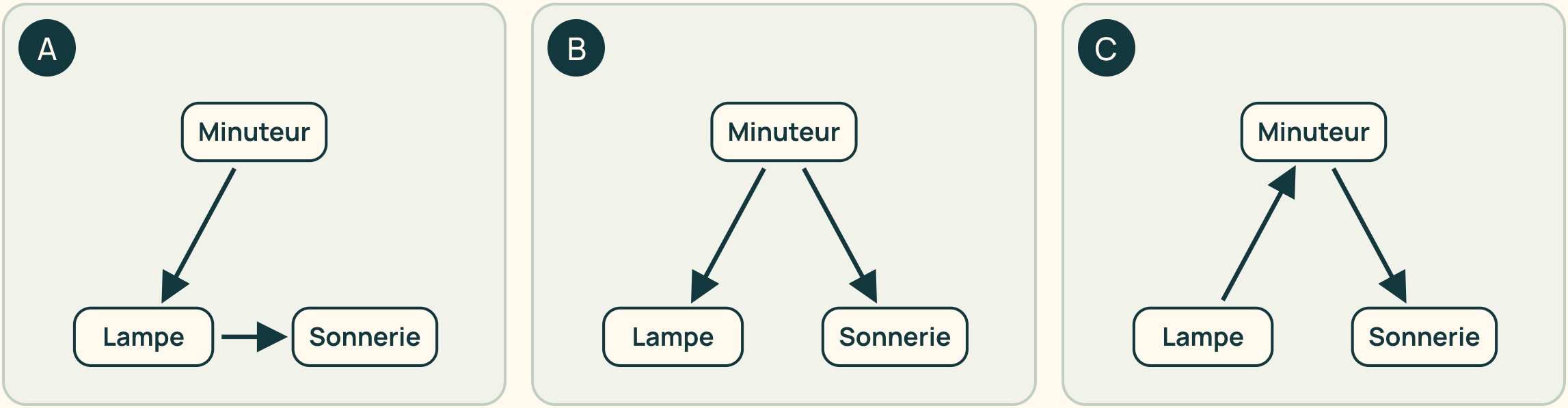
A **Mécanisme décrit dans l'histoire**



Le bouton commande la lampe.

La minuterie

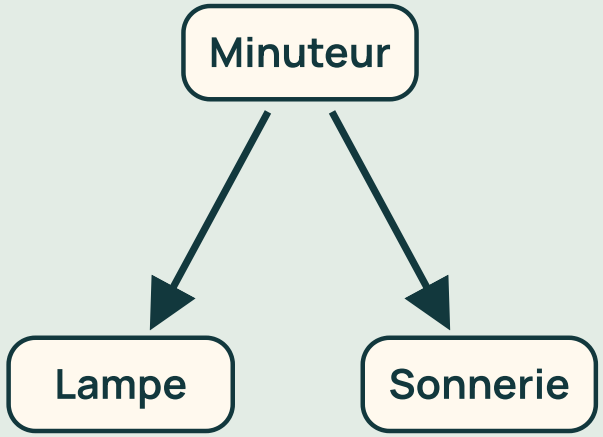
Le minuteur déclenche directement une lampe et une sonnerie.



Quel graphe traduit cette histoire ? Votez A, B ou C.

Réponse B

B **Mécanisme décrit dans l'histoire**

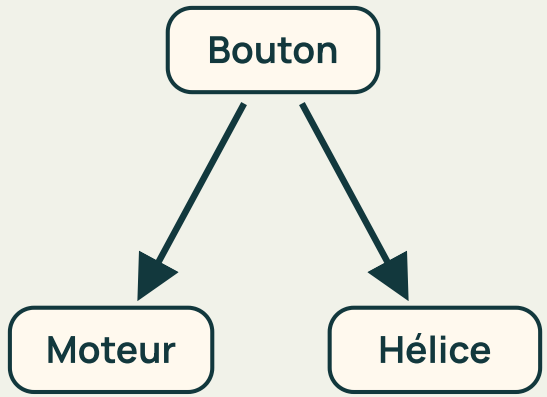


La même commande déclenche les deux sorties.

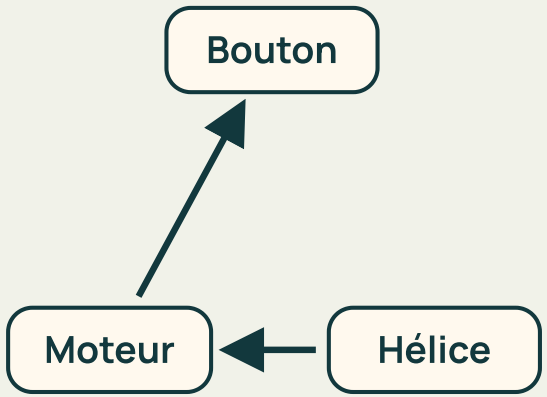
Le ventilateur

Le bouton lance un moteur. Seul ce moteur fait tourner l'hélice.

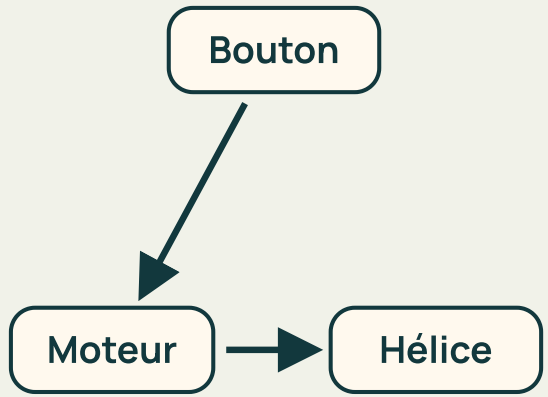
A



B



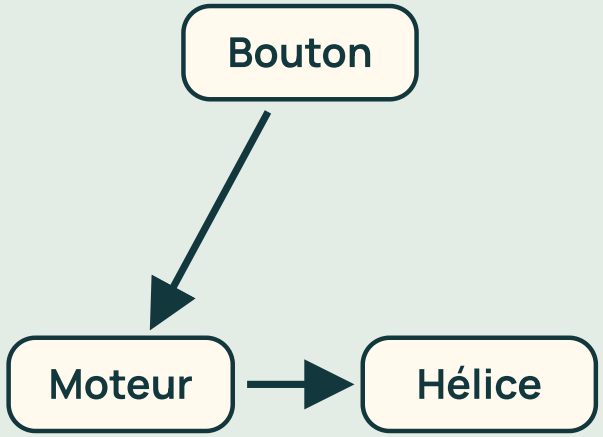
C



Quel graphe traduit cette histoire ? Votez A, B ou C.

Réponse C

C Mécanisme décrit dans l'histoire



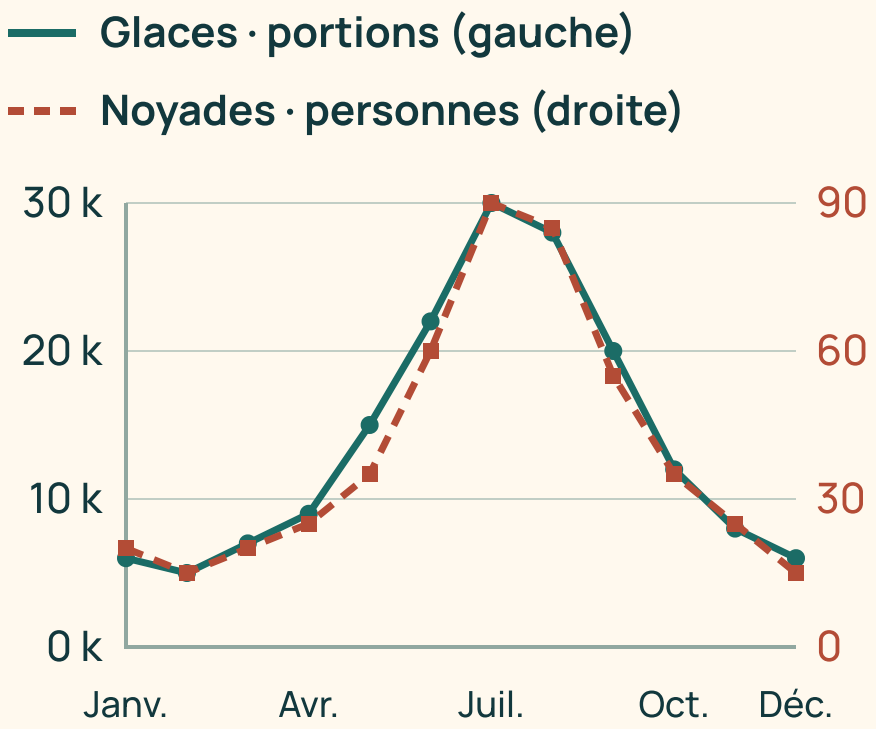
L'effet du bouton passe par le moteur.

Et si nous n’avions que les chiffres ?

Jusqu’ici, vous connaissiez l’histoire.
Cette fois, **proposez une histoire qui pourrait expliquer les données.**

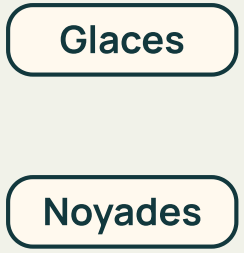
Puis cherchons ce qu’il faudrait vérifier.

Glaces et noyades : quel graphe ?

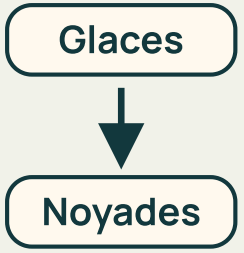


12 mois · Données fictives · Deux axes distincts

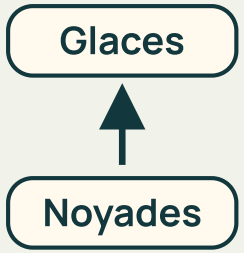
A Pas de lien causal



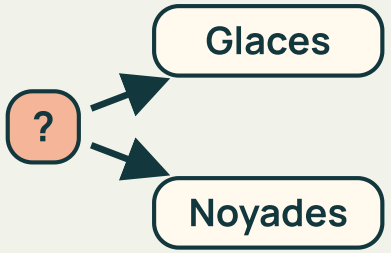
B Influence ↓



C Influence ↑



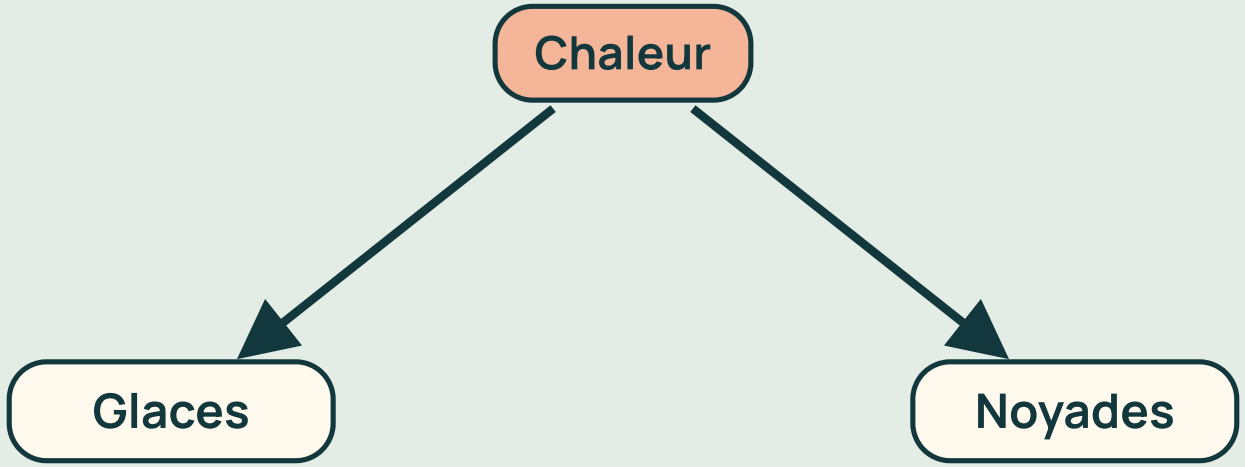
D Cause commune ?



Votez A, B, C ou D. Quelle information vous manque ?

La chaleur : une piste commune

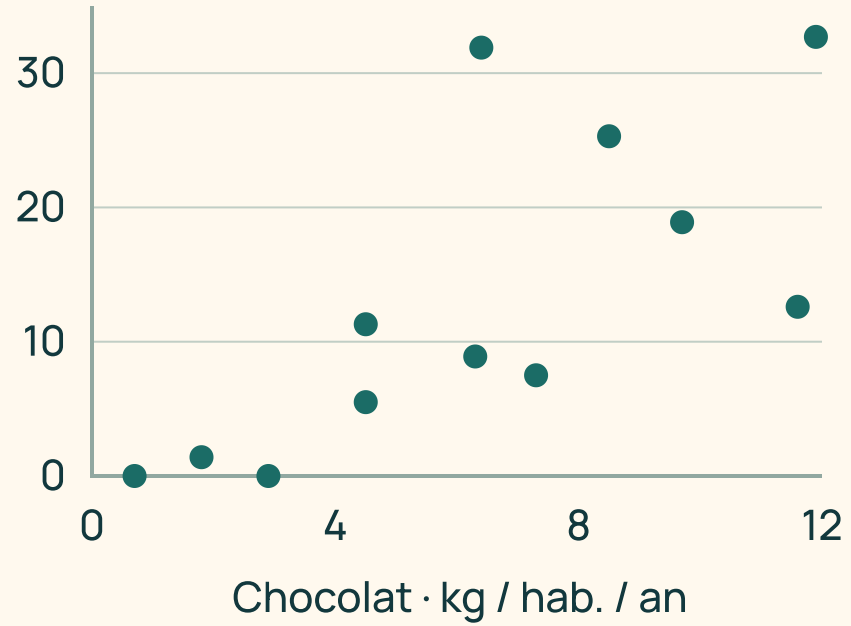
D **Hypothèse : une cause commune**



La chaleur peut expliquer les deux variations.

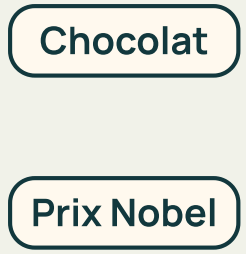
Chocolat et Nobel : quel graphe ?

Lauréats Nobel
pour 10 millions d'habitants

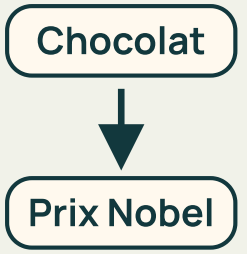


Données fictives inspirées de Messerli (NEJM, 2012).

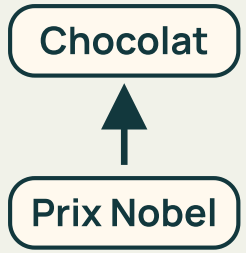
A Pas de lien causal



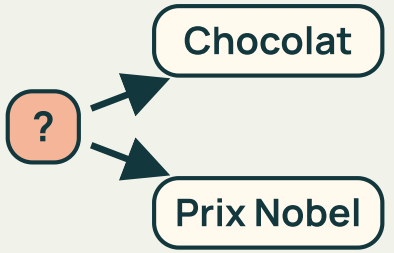
B Influence ↓



C Influence ↑



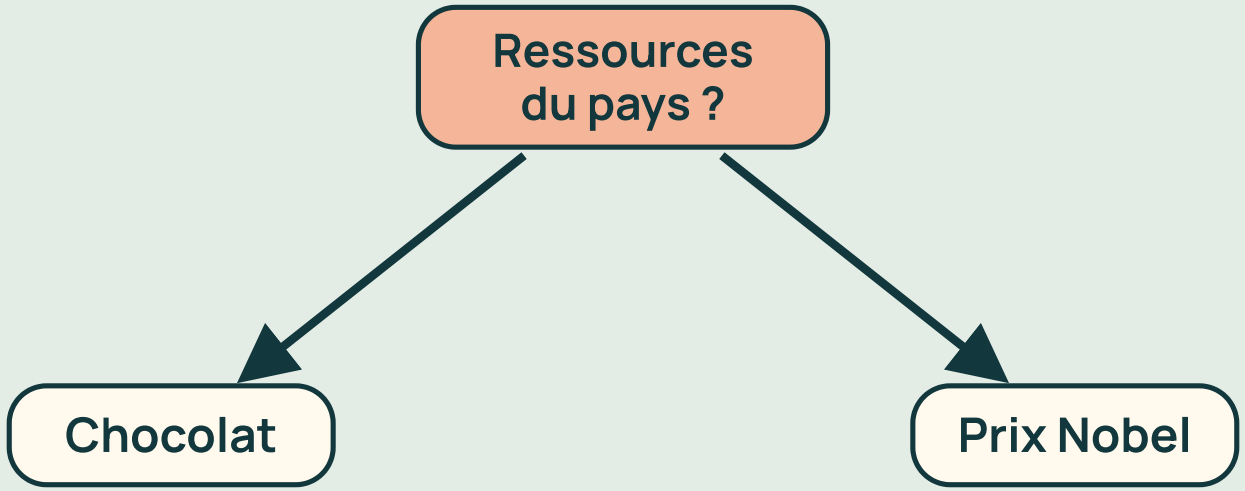
D Cause commune ?



Votez A, B, C ou D. Quelle information vous manque ?

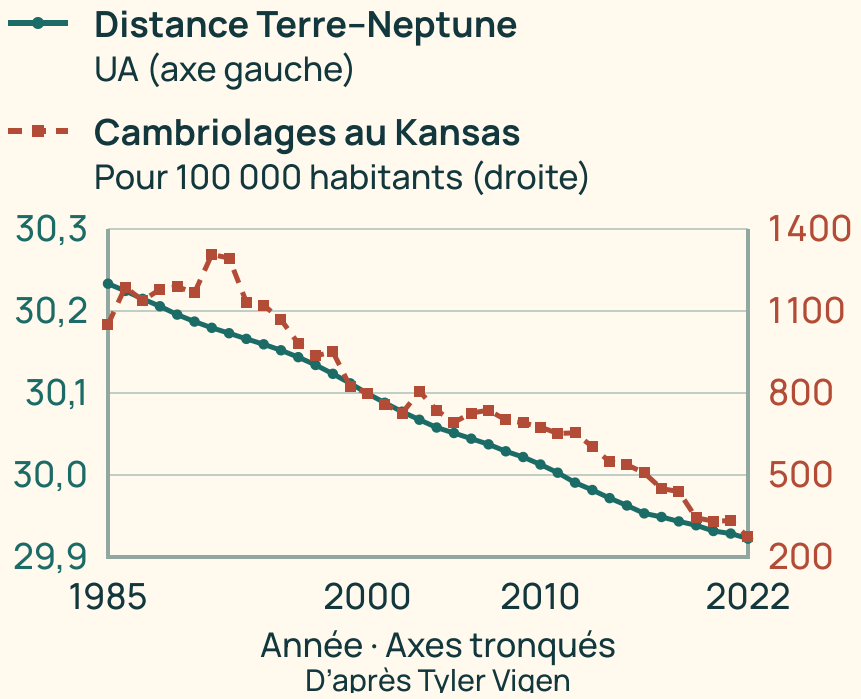
Une piste : les ressources du pays

D **Hypothèse : une cause commune**

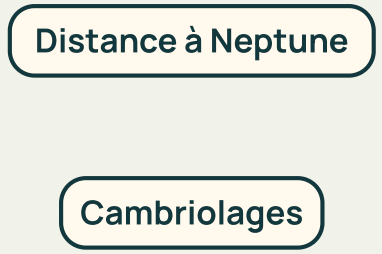


Les ressources du pays pourraient agir sur les deux variables.

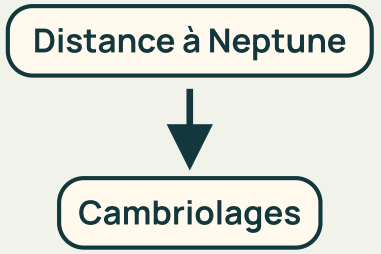
Neptune et cambriolages : quel graphe ?



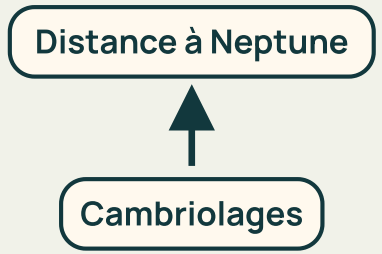
A Pas de lien causal



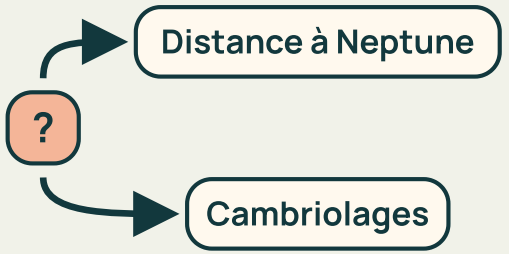
B Influence ↓



C Influence ↑



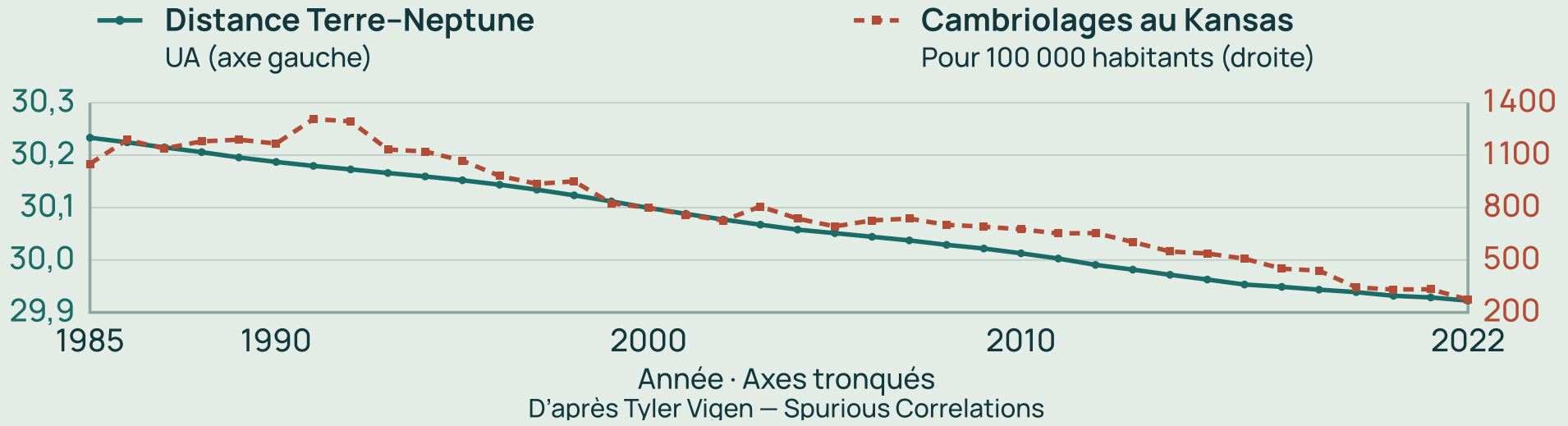
D Cause commune ?



Votez A, B, C ou D. Quelle information vous manque ?

Pas de lien causal

A Hypothèse : pas de lien causal



Deux courbes proches ne prouvent pas un lien causal.

Cette paire a été repérée parmi des milliers de séries.

Les chiffres ouvrent l'enquête

Les graphes proposés sont
des hypothèses.

Ces données ne les démontrent pas formellement.
D'autres observations, expériences et analyses
sont souvent nécessaires pour conclure.

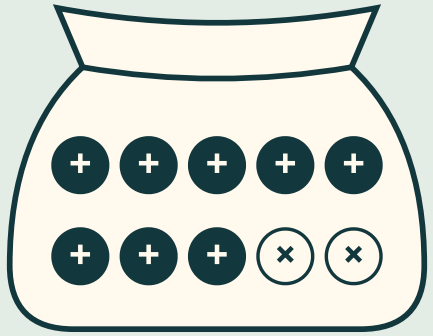
Et si l'on changeait de regard ?

Le fonctionnement reste le même.
En regardant certains cas seulement,
un lien peut-il disparaître ?
Ou apparaître ?

Deux joueurs, deux sacs

À chaque manche, **un sac choisi au hasard** : une chance sur deux.

Sac facile



8 jetons gagnants sur 10

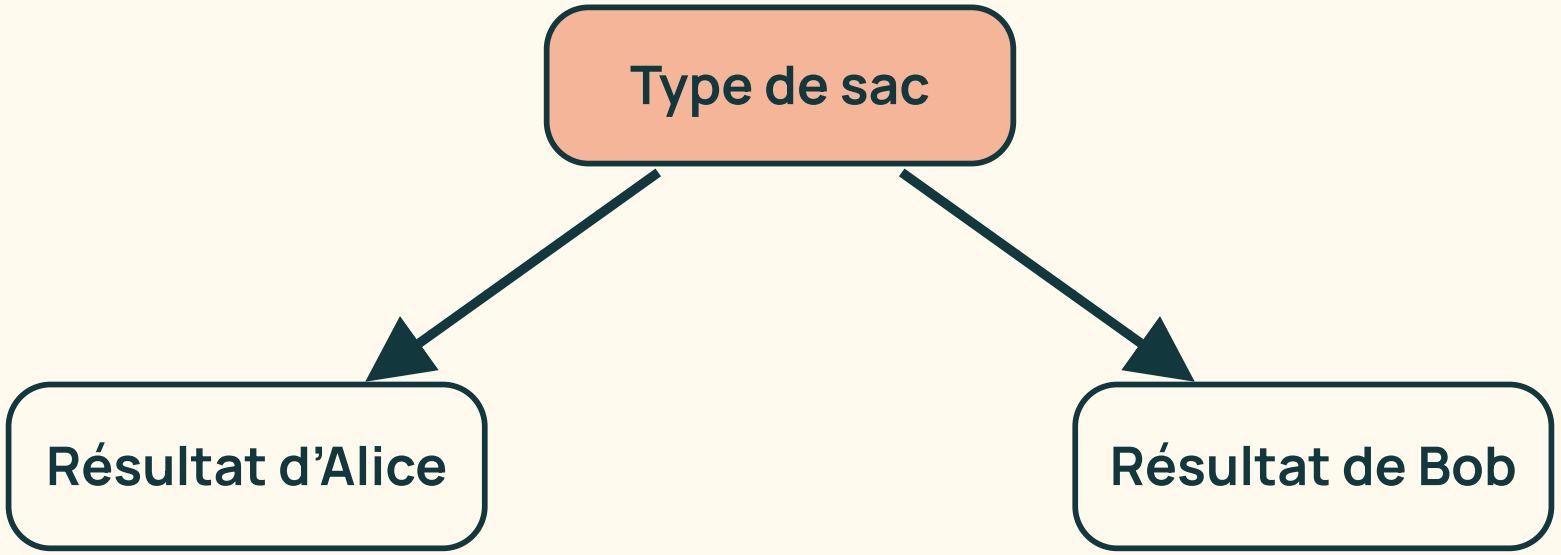
Sac difficile



1 jeton gagnant sur 10

Alice et Bob tirent chacun un jeton dans **le même sac**.
On remet le jeton **après chaque tirage**.

Le type de sac influence les deux joueurs



Le sac choisi influence les chances de gagner **des deux joueurs**.

Le résultat d'Alice aide-t-il à prévoir celui de Bob ?

Type de sac inconnu · Toutes les manches mélangées

Chances de victoire de Bob

Quand Alice gagne

72,2 %

Quand Alice perd

22,7 %

Alice gagne : le sac choisi était plus probablement facile,
ce qui favorise aussi Bob.

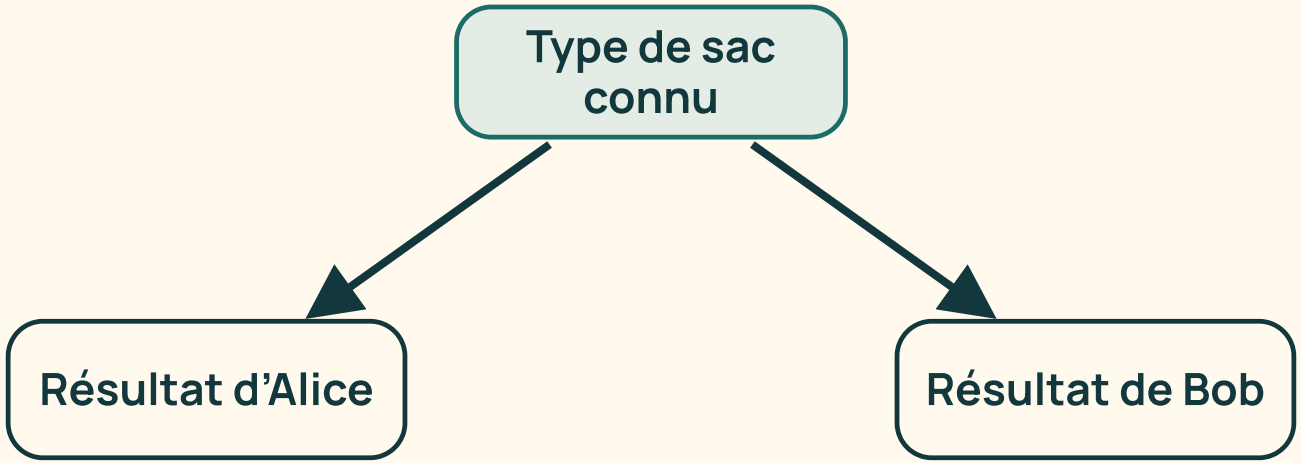
Et si l'on connait le type de sac ?

Chances de victoire de Bob

	Quand Alice gagne		Quand Alice perd
Sac facile	80 %	=	80 %
Sac difficile	10 %	=	10 %

Mêmes chances pour Bob, qu'Alice gagne ou perde.

Pourquoi le lien disparaît-il ?



Sac inconnu → dépendance

Le résultat d'Alice renseigne sur le sac… donc sur les chances de victoire de Bob.

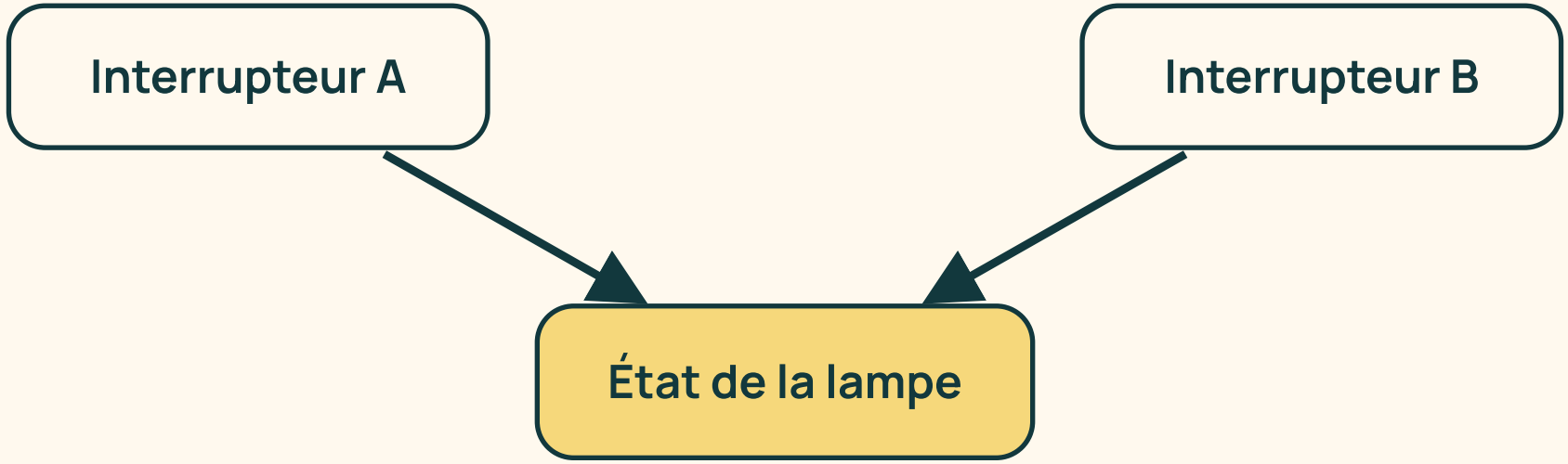
Sac connu → indépendance

Le résultat d'Alice n'apporte plus d'information sur le résultat de Bob.

Ici, **conditionner sur la cause commune** rend ses deux conséquences **indépendantes.**

Deux interrupteurs, une lampe

Deux interrupteurs en va-et-vient commandent une lampe.

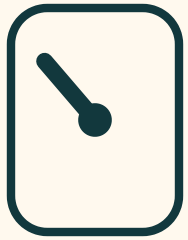


Chacun est placé au hasard sur **0 ou 1**, indépendamment de l'autre.

Dans ce montage : **mêmes positions → lampe allumée.**

Sans regarder la lampe…

Interrupteur A



Position 0



On ne regarde pas la lampe

Interrupteur B



À deviner

connaitre la position de A aide-t-il à deviner celle de B ?

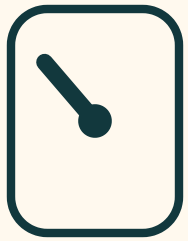
Non : les choix sont indépendants

Découvrir la position de A

ne nous apprend rien sur le choix fait pour B.

Et si la lampe est allumée ?

Interrupteur A



Position 0



Lampe
allumée

Interrupteur B



À deviner

Rappel : mêmes positions → lampe allumée.

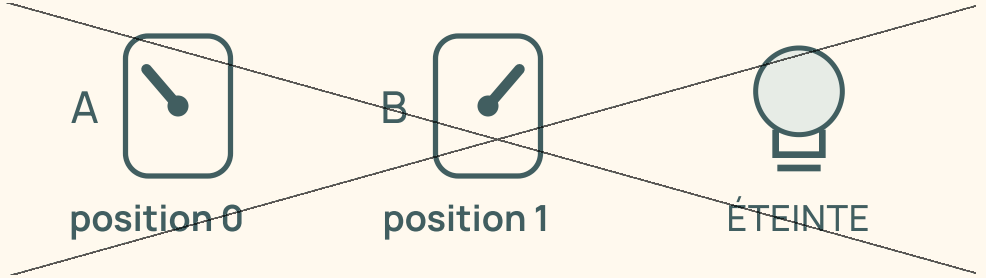
Cette fois, peut-on déduire la position de B ?

Oui : B est dans la même position

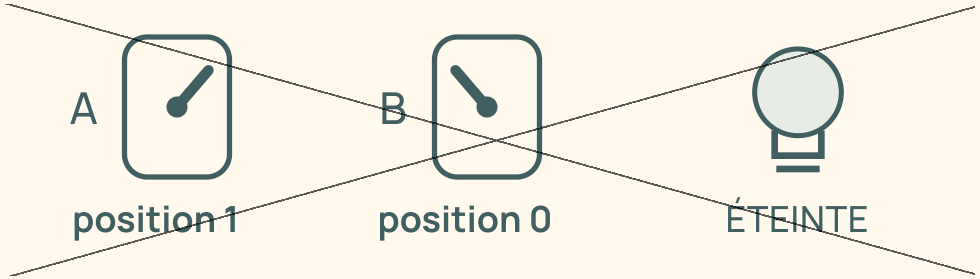
CAS 1



CAS 2 × Cas écarté



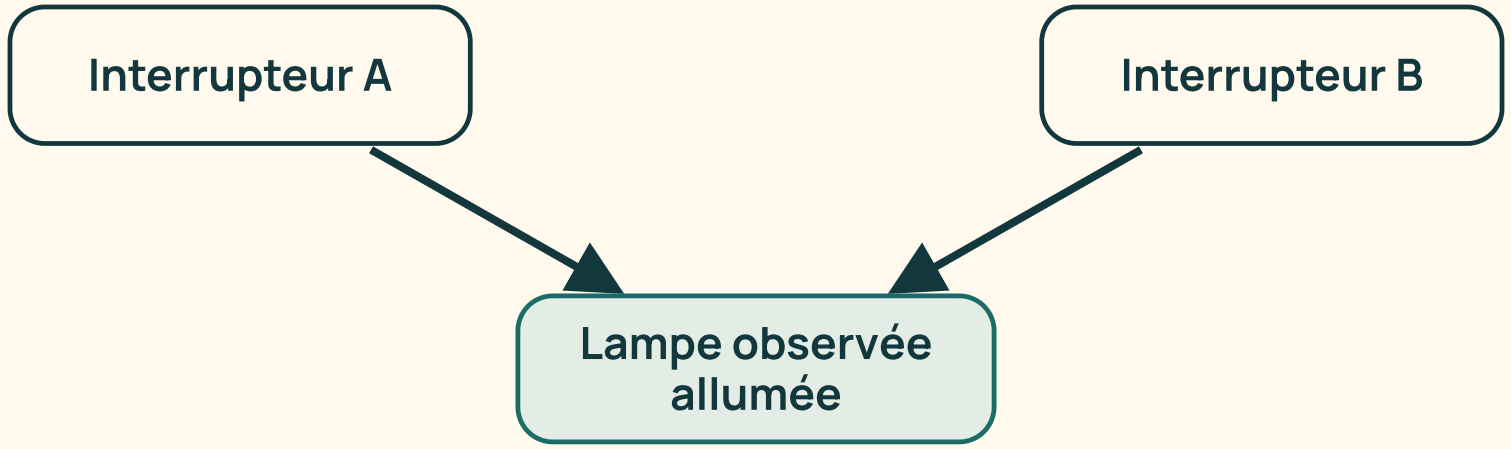
CAS 3 × Cas écarté



CAS 4



Pourquoi un lien apparaît-il ?



Lampe non observée → indépendance

La position de A ne renseigne pas sur celle de B.

Lampe allumée → dépendance

La position de A permet de déduire celle de B.

Ici, **conditionner sur un effet commun** rend ses causes **dépendantes.**

Quel service de livraison choisir ?

Votre plateforme vous laisse désormais choisir le service, au même prix.
Voici ses résultats avant que ce choix soit possible :

Service A

63 %

6 300 / 10 000 livraisons à l'heure

Service B

77 %

7 700 / 10 000 livraisons à l'heure

Données fictives

Quel service choisissez-vous : A ou B ?

Et maintenant ?

DANS CHAQUE GROUPE, A LIVRE PLUS SOUVENT À L'HEURE

Trajets courts

Service A 90 %

900 / 1 000

Service B 80 %

7 200 / 9 000

Trajets longs

Service A 60 %

5 400 / 9 000

Service B 50 %

500 / 1 000

Données fictives

Et maintenant : A ou B ?

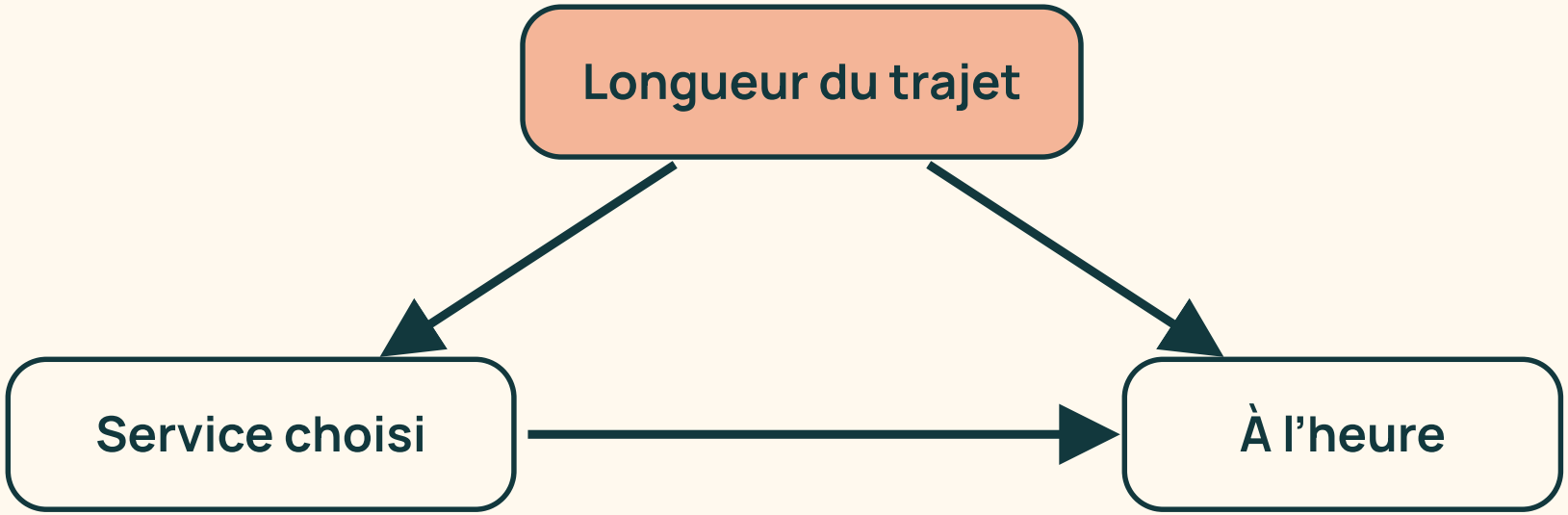
Deux lectures, deux classements

Tous les trajets réunis	À longueur comparable
B réussit mieux que A	**A réussit mieux que B**
77 % contre 63 %	Courts : 90 % contre 80 % Longs : 60 % contre 50 %

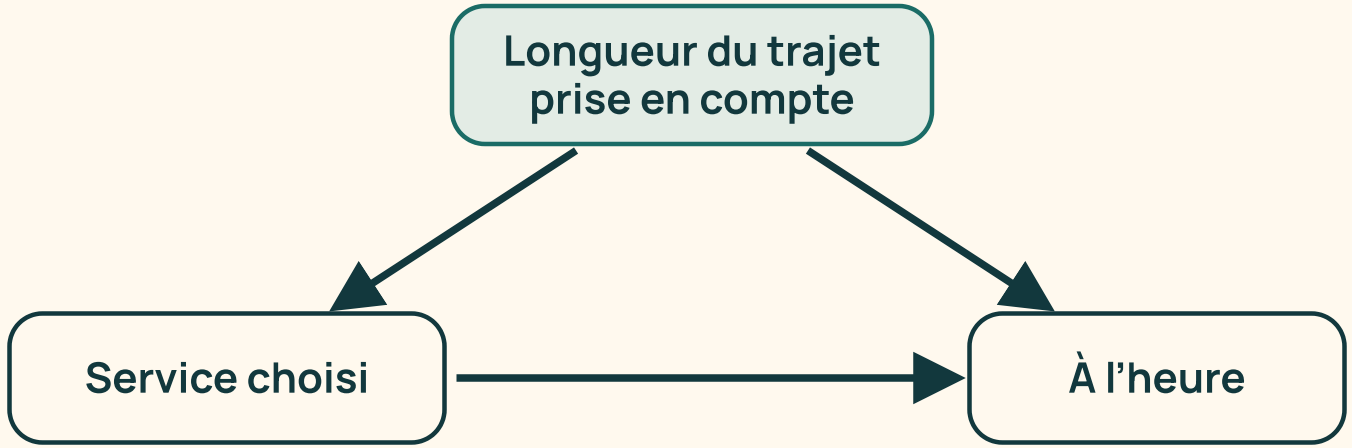
Comment le classement peut-il s'inverser ?

Comment les colis sont-ils répartis ?

Pour limiter ses coûts, la plateforme privilégiait :
B pour les trajets courts, A pour les trajets longs.



A est le meilleur choix



Si la longueur est connue

Sur les trajets courts comme longs,
A livre plus souvent à l'heure.

Si elle est inconnue

On moyenne les résultats des deux catégories, avec **les mêmes poids pour A et B** :
A reste meilleur.

La comparaison dépend du graphe causal

Selon le graphe, la comparaison pertinente
peut porter sur **les données agrégées**
ou sur **les données par groupe.**

Conditionner n’est pas une recette universelle.

Les graphes causaux : comprendre et agir

Modéliser les relations causales d'un système et en discuter.

Si le graphe est connu, **raisonner sur les effets de nos actions** pour décider comment agir.

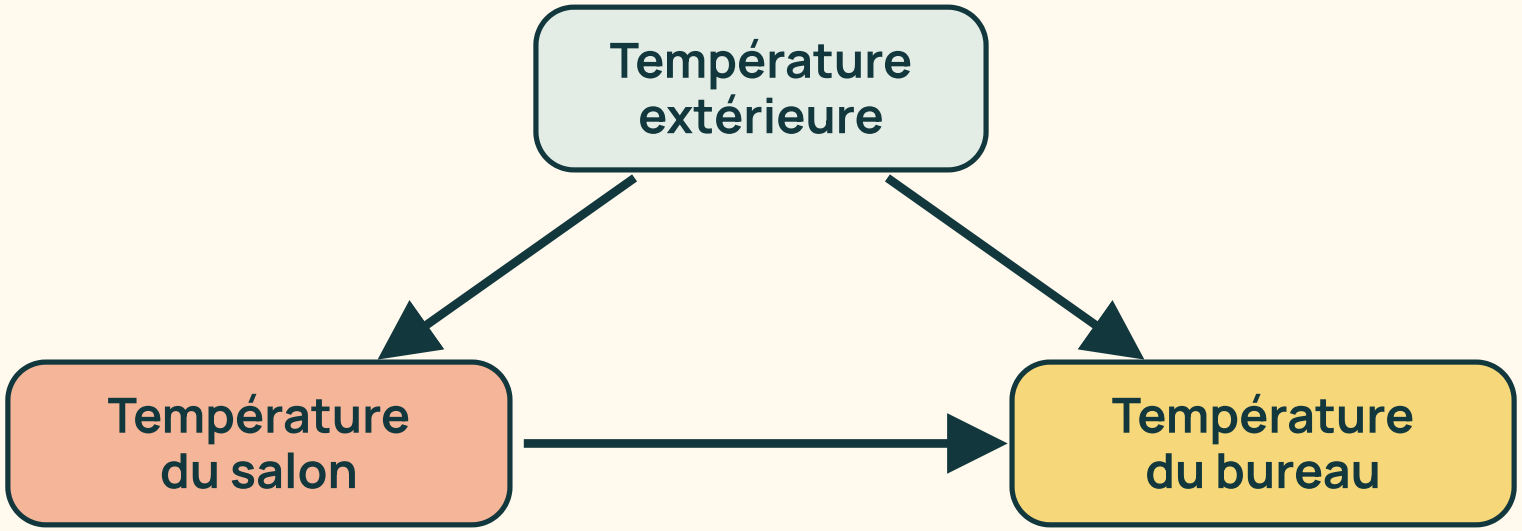
Et en pratique, a-t-on le graphe ?

Le connaitre en détail est difficile.

On dispose souvent de connaissances partielles.

Un exemple : chauffer le salon

On connait les influences entre les températures, mais pas leurs délais.



Chauffer le salon maintenant :

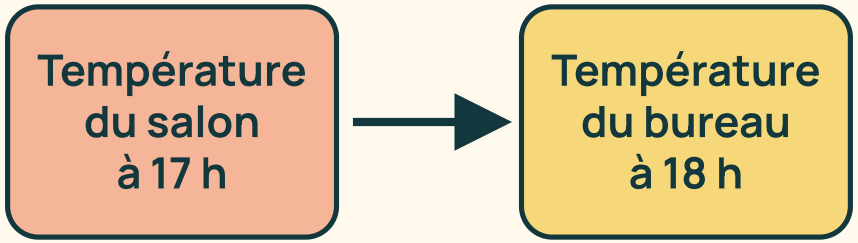
quel effet sur le bureau plus tard ?

Illustration simplifiée inspirée de Yvernes, Devijver & Gaussier · UAI 2025

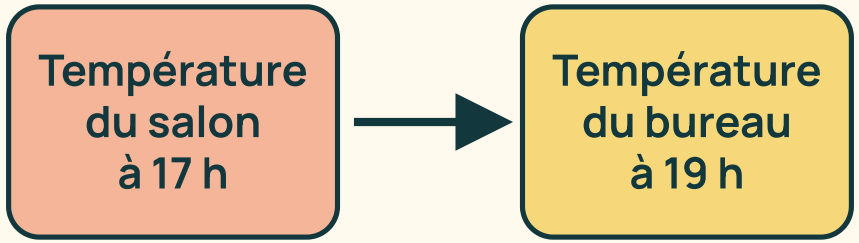
Les influences sont connues, pas les délais

Zoom sur un même lien résumé : **température du salon → température du bureau.**

Par exemple, après une heure



Ou après deux heures



Pour appliquer directement les méthodes classiques,
il faut le graphe détaillé dans le temps. Or on ne le connait pas.

Mon travail : raisonner avec ce résumé

Le papier

Déterminer **quand et comment** estimer l'effet d'une action, malgré les détails temporels inconnus.

> Notre approche doit être valable
> pour **tous les graphes temporels compatibles.**

Yvernes, Devijver & Gaussier · UAI 2025

Merci pour votre attention !

Avez-vous
des questions ?

La tablette numérique

Tous mes travaux

Université Grenoble Alpes

FRANCE 2030 PROGRAMME DE RECHERCHE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Sources des graphiques

Terre–Neptune et cambriolages au Kansas

Tyler Vigen · Spurious Correlations, n° 2428 · 1985–2022.

Distance calculée avec Astropy ; taux de cambriolages : FBI, via le tableau de Vigen.

38 couples repris sans modification. Graphiques traduits et redessinés · CC BY 4.0.

Chocolat et prix Nobel

Messerli, F. H. (2012). Chocolate Consumption, Cognitive Function, and Nobel Laureates.

New England Journal of Medicine, 367, 1562–1564 · DOI : 10.1056/NEJMon1211064.

Notre graphique : données fictives inspirées de la figure, douze pays anonymes.

Glaces, sacs et livraisons : exemples pédagogiques fictifs.

Références de l’exposé

Raisonnement causal et paradoxe de Simpson

Pearl, J. (2014). Comment: Understanding Simpson’s Paradox.

The American Statistician, 68(1), 8–13. Les nombres de livraison sont construits pour cet exposé.

Publication présentée · UAI 2025

Clément Yvernes, Emilie Devijver et Eric Gaussier.

Complete Characterization for Adjustment in Summary Causal Graphs of Time Series.

Proceedings of UAI 2025 · PMLR 286, 4844–4871 · Article intégral.

Ressources générales en causalité

Causality

Judea Pearl (2009).

Causality: Models, Reasoning, and Inference.

2e édition · Cambridge University Press.

Elements of Causal Inference

Jonas Peters, Dominik Janzing et Bernhard Schölkopf (2017).

Elements of Causal Inference: Foundations and Learning Algorithms.

The MIT Press.