

Atelier I

Les méthodes scientifiques

Comment définit-on une méthode scientifique ?

La méthode scientifique désigne l'ensemble des démarches nécessaires pour obtenir des connaissances valides (scientifiques) par le biais d'instruments fiables.

Une ou plusieurs méthode(s) scientifique(s) ?

Plan

Démarche inductive

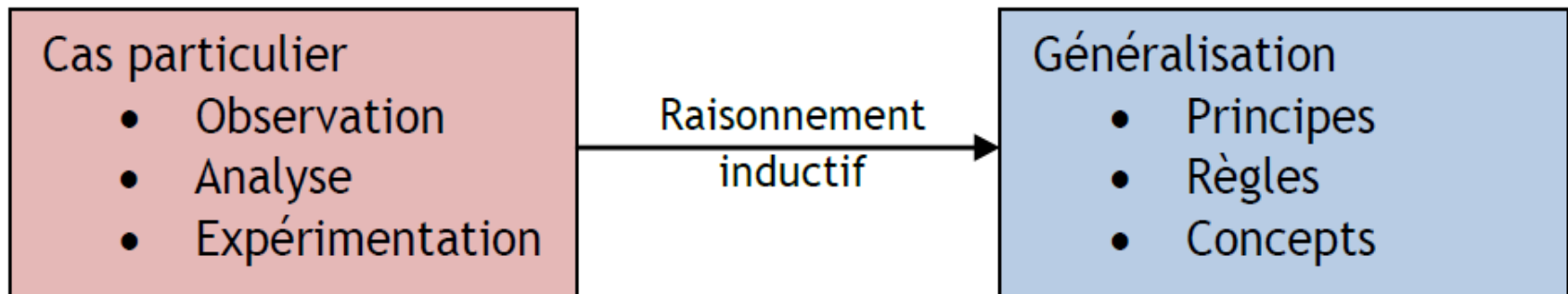
Démarche déductive

Démarche abductive

Démarche hypothético-déductive

I- Démarche inductive

Définition: La méthode inductive est **une méthode de travail scientifique qui part d'un fait (avec des données brutes, réelles, et observables) pour expliquer un phénomène.**



Extraît de “Le raisonnement en sciences de l’ingénieur”, JL Prensier, T. Zenard, 2006, ENS Cachan

L'induction est un raisonnement qui **s'appuie sur une série d'évènements préalables**.

La loi générale que l'on formule doit être vérifiée pour chacun des évènements préalables, mais **elle peut à tout moment être démentie par un contre-exemple**.

I- Démarche inductive

Exemples (vie courante):

Observation: Je vois le soleil se lever tous les matins.

Que peut-on induire ?

Le soleil se lèvera tous les jours le matin.

Observation: Je n'ai toujours vu que des corbeaux noirs.

Que peut-on induire ?

Tous les corbeaux sont noirs.



Observation: J'ai un sac de 50 billes : je tire 5 billes, elles sont toutes bleues / je refais : même résultat/ je refais : idem/ je refais 5 autres fois : idem /

Que peut-on induire ?

Toutes les billes sont bleues.

Mais j'ai pu mettre une bille rouge

I- Démarche inductive

Même si elle n'est pas un raisonnement fiable, **l'induction est cependant universellement utilisée dans toutes les sciences qui décrivent le réel et qui ne peuvent le faire que sur la base de vérification par l'observation.**

Exemple en biologie :

Pour étudier des cellules dans un organisme: impossible de les observer toutes (trop nombreuses).

=> **Etude d'un échantillon restreint**, puis **généralisation des observations** à l'ensemble des cellules.

=> **Formulation d'hypothèses et de modèles** dont il faudra **tester les prédictions** par des observations et des expériences ultérieures.

I- Démarche inductive

Exemples:

1. Tracer plusieurs triangles ABC rectangles en A, comparer les quantités $AB^2 + AC^2$ et BC^2 .

Que pouvez-vous induire ?

2. Soit le point O, centre de symétrie. Prenez plusieurs points (A, B, C...) et placez leurs symétriques par rapport à O (A', B', C...). Que pouvez-vous induire concernant les droites (AB), (AC), (BC)... et leurs images respectives ?

3. Soient 0.5 moles d'air dans 1 m^3 , on mesure la pression exercée par l'air sur les parois en fonction de la température. Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures. Calculer le rapport P/T. Que peut-on induire ?

| | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|
| P (Pa) | 1052 | 1134 | 1184 | 1309 | 1538 |
| T (K) | 253 | 273 | 285 | 315 | 370 |

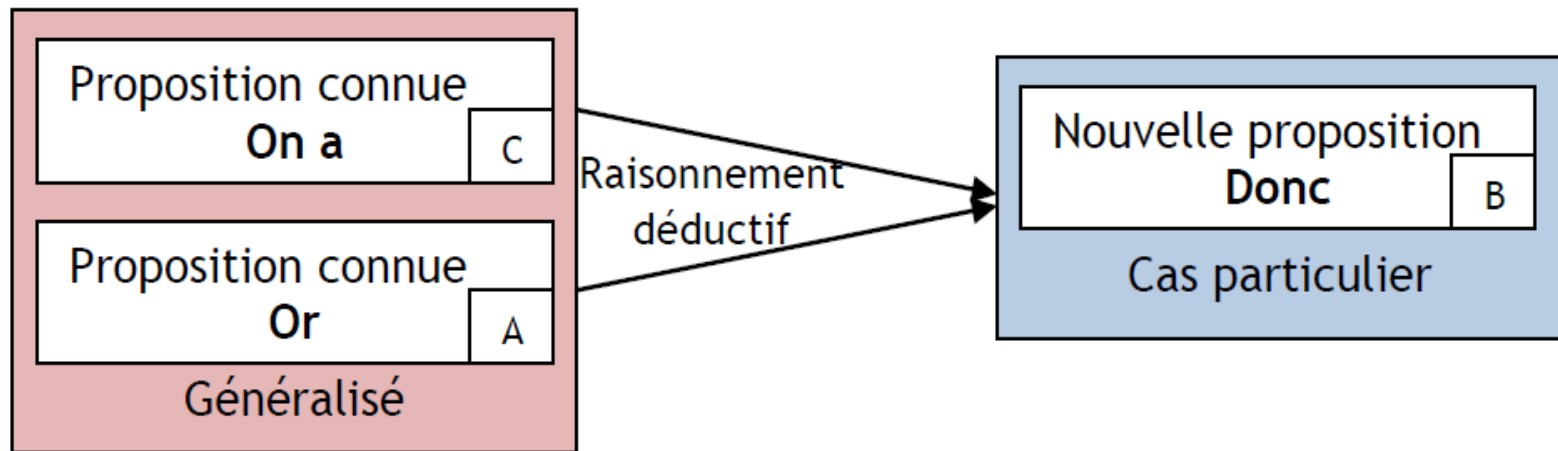
4. On mesure l'absorbance à 480 nm d'une solution X en fonction de sa concentration molaire. Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures. Calculer le rapport A/C. Que peut-on induire ?

| | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|-------|
| $A_{480\text{nm}}$ | 0.20 | 0.41 | 0.49 | 0.72 | 0.91 | 1.09 |
| c (mmol/L) | 1.97 | 4.08 | 4.95 | 7.05 | 9.04 | 10.94 |

II- Démarche déductive

La **dédution** est un **raisonnement** qui consiste à tirer, à partir d'une ou de plusieurs propositions, une autre qui en est la conséquence nécessaire, c'est à dire **extraire du particulier à partir de l'universel**.

Elle est toujours valable dans le domaine de validité de la loi.



Extraît de "Le raisonnement en sciences de l'ingénieur", JL Prensier, T. Zenard, 2006, ENS Cachan

II- Démarche déductive

Exemples:

- Socrate est un homme, **or** tous les hommes sont mortels, **donc** Socrate est mortel.
- Le saumon est un poisson, **or** tous les poissons respirent sous l'eau, **donc** le saumon respire sous l'eau

Exercice 1: On a (d) perpendiculaire à (d1) et à (d2) : que peut-on en déduire ?

Exercice 2: On a un triangle ABC rectangle en B, avec AB=8 cm et BC = 5 cm.

En déduire la longueur AC.

Exercice 3: Soit une solution de ferricyanure de potassium qui suit la loi de Beer-Lambert et dont on mesure l'absorbance à 420 nm dans une cuve de longueur $l=0.5$ cm. On obtient $A_{420}=0,57$. (Donnée: $\varepsilon_{420\text{nm}}=1010 \text{ mol}^{-1}.\text{L. cm}^{-1}$)

En déduire la concentration de la solution.

III- Démarche abductive

Un **raisonnement par abduction** consiste, en observant un ou plusieurs faits A1, A2, A3, etc.; dont on connaît une cause possible et la plus vraisemblable B, à prendre B comme hypothèse pour affirmer qu'elle est probablement la cause de A1, A2, A3, etc. en particulier.

Exemple :

- **Majeure :**

"S'il pleut alors je prends mon parapluie" (ie : il pleut => je prends mon parapluie),

- **Mineure :** "J'ai pris mon parapluie"

Quelle hypothèse peut-on formuler ?

Rien par déduction (en effet, je peux prendre mon parapluie même s'il fait soleil ... sans contredire la majeure),

Probablement qu'"il pleut" par abduction.

III- Démarche abductive

L'abduction cherche la plausibilité. Il s'agit d'établir une cause la plus plausible à un fait constaté.

L'abduction est utilisée, par exemple, en médecine pour poser des diagnostics.

Exemple:

Hiver 2018.

Une épidémie de grippe sévit. La grippe entraîne les symptômes : toux sèche + fièvre + fatigue.

Vous toussiez, avez 39° de fièvre et êtes fatigués.

Quelle hypothèse de diagnostic pouvez vous formuler ?

Majeure: grippe => toux sèche + fièvre + fatigue

Mineure: je tousse, j'ai de la fièvre et je suis fatigué(e)

*J'ai **probablement** la grippe*

Hiver 2022: Vous toussiez, avez 39° de fièvre et êtes fatigués.

Quelle hypothèse de diagnostic pouvez vous formuler ?

Le raisonnement par abduction n'aboutit pas à une vérité, mais apporte une hypothèse probable qu'il y a lieu d'explorer et de vérifier.

Pour résumer...

| Induction | Déduction | Abduction |
|---|---|---|
| Trouver une loi par généralisation d'observations / de corrélations particulières | Déduire une conclusion à partir d'une loi/proposition considérée comme vraie | Poser la plausibilité d'une hypothèse à partir d'une loi / de constats |
| Socrate est un homme Socrate est mortel Tous les hommes sont mortels | Socrate est un homme Tous les hommes sont mortels Socrate est mortel | Tous les hommes sont mortels Socrate est mortel Socrate est (plausiblement) un homme |

IV- Démarche hypothético-déductive

En sciences expérimentales, la **démarche hypothético-déductive** est une façon de conduire la recherche qui associe théorie et pratique selon une **séquence définie**.

1-Observation / questionnement

On observe un fait. On se pose une question sur ce fait.

La question doit pouvoir être répondue par l'intermédiaire d'observations concrètes.

2-Élaboration d'une/des hypothèse(s)

Une hypothèse est une réponse imaginaire, mais basée sur un raisonnement intelligent, pour la question posée. Une hypothèse doit être testable, vérifiable, potentiellement réfutable.

3- Déduction de prédictions

4- Définition d'expériences pour pouvoir tester les prédictions

On prédit ce qui devrait arriver sous certaines conditions si l'hypothèse est valide. On conçoit une/des expériences dont les conditions peuvent être créées de toute pièce en laboratoire ou sur le terrain ou en profitant des conditions créées par la nature (variations naturelles de l'environnement).

5-Validation ou invalidation des prédictions (et donc hypothèses) par l'expérience

On exécute l'expérience, on recueille les données.

Si la prédiction ne se réalise pas, l'hypothèse est rejetée.

Si la prédiction se réalise, l'hypothèse est supportée (du moins pour l'instant).

6-Communication des résultats à la communauté scientifique (voire à la société en général).

IV- Démarche hypothético-déductive

Activités en petits groupes

Activité 1: Formulez une série d'hypothèses, prédictions et propositions de vérification de prédictions à partir de la situation suivante:

Vous entrez dans une pièce et appuyez sur l'interrupteur, mais l'ampoule ne s'allume pas.

Activité 2:

Choisir l'une des 2 observations suivantes et imaginer une démarche hypothético-déductive qui pourrait permettre d'expliquer ces observations.

Observation 1:

On observe que, dans notre ville, les étourneaux se perchent sur les cheminées très souvent en hiver, mais presque jamais en été.

Observation 2:

Vous remarquez que, année après année, le gazon pousse moins bien sous les arbres de votre cour qu'en plein milieu de la cour.

IV- Démarche hypothético-déductive

Activités en petits groupes (suite)

Le 22 janvier 2022, le corps sans vie d'un jeune homme est retrouvé dans les couloirs d'une usine de produits chimiques. Aidez l'expert à retrouver le coupable.

L'expert a prélevé un morceau de vêtement de la victime sur lequel on a décelé des traces de chlorure de cuivre.

A proximité du lieu de la découverte se trouvent 3 laboratoires de recherche.

Dans le labo 1: Jean travaille sur la solution A.

Dans le labo 2: Ines travaille sur la solution B.


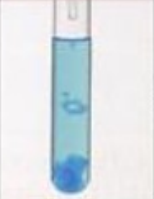


Dans le labo 3: Théo travaille sur la solution C.



Démasquez le/la scientifique impliqué(e) dans ce crime en déployant une démarche hypothético-déductive complète.

Documents fournis au départ: Fiche récapitulative de tests de reconnaissance d'ions

IV- Démarche hypothético-déductive

| | | | |
|-------------------------------------|---|--|--|
| ion chlorure Cl^- | test au nitrate d'argent |  | On verse quelques gouttes de nitrate d'argent dans la solution à analyser. S'il se forme un précipité blanc qui noircit à la lumière , la solution analysée contient des ions chlorure Cl^- . |
| ion cuivre (II) Cu^{2+} | test à la soude (hydroxyde de sodium) |  | On verse quelques gouttes de soude dans la solution à analyser. S'il se forme un précipité bleu , la solution analysée contient des ions cuivre (II) . |
| ion fer (II) Fe^{2+} | |  | On verse quelques gouttes de soude dans la solution à analyser. S'il se forme un précipité vert , la solution analysée contient des ions fer (II) . |
| ion fer (III) Fe^{3+} | |  | On verse quelques gouttes de soude dans la solution à analyser. S'il se forme un précipité de couleur rouille , la solution analysée contient des ions fer (III) . |

Fiche résultats des expériences

| Solution | Ajout AgNO_3 | Ajout NaOH |
|----------|-----------------------|---------------------|
| A | Précipité blanc | Précipité rouille |
| B | Précipité blanc | Précipité vert |
| C | Précipité blanc | Précipité bleu |

IV- Démarche hypothético-déductive

Rendre compte de sa démarche: le compte-rendu de TP

Objectifs

Rappel en quelques lignes de l'objectif des expériences réalisées et des méthodes/techniques utilisées.

Matériel et méthodes

Récapitulatif du protocole expérimental utilisé **et du but recherché à chaque étape.**

Les schémas de montage bien légendés sont préférables à une liste de matériel.

Si des calculs ont été nécessaires pour réaliser le protocole (dilutions, calculs de concentration...), ils doivent être détaillés dans cette partie.

Toutes les données nécessaires aux calculs doivent être mentionnées (masses molaires, densités, températures...).

Hygiène et sécurité

Rappel des principaux codes risque/sécurité des produits manipulés lors des expériences et de précautions à prendre pour la réalisation des expériences.

Résultats et interprétations

Les résultats des expériences doivent être présentés de façon claire et synthétique.

Privilégier les tableaux et les graphiques.

Tout graphique doit comporter un titre, une échelle, des graduations et des unités sur les axes.

Si des calculs sont nécessaires, ils doivent être détaillés.

Tout résultat doit être commenté, discuté voire critiqué (évolution, lien avec la théorie, comparaison valeurs expérimentales obtenues-valeurs théoriques attendues...).

Conclusion

La conclusion résume les principaux résultats en regard des objectifs initiaux.

Si des difficultés ont été rencontrées, elles doivent être mentionnées et des pistes d'amélioration proposées.

The logo of the University of Bordeaux is located in the bottom right corner. It features the word "université" in a dark grey, lowercase sans-serif font. The letter "e" is stylized with a blue outline and a blue dot. Below "université" is the word "de" in a smaller, dark grey font. To the right of "de" is the word "BORDEAUX" in a bold, dark grey, uppercase sans-serif font. The background of the slide is split diagonally from the top left to the bottom right, with a solid blue upper-left triangle and a white lower-right triangle.

université
de **BORDEAUX**