

Quelques éléments méthodologiques

Frédéric Pitout

Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) - Institut de recherche en astrophysique et planétologie (Irap)
Institut de recherche pour l'enseignement des sciences (Ires)

Université Toulouse 3 – Paul Sabatier

frederic.pitout@univ-tlse3.fr

Sommaire

Comment faire de la *bonne* recherche scientifique ?

→ Que veut dire « faire de la recherche » ?

→ Bonnes pratiques en recherche

→ Publications

→ Interprétation de données

Que veut dire « faire de la recherche » ?

Que faisons-nous en tant que scientifiques ?

Notion de science normale chez Thomas Kuhn

Que font les scientifiques ? Ils travaillent d'une part à valider les théories (par l'expérience ou l'observation) mais aussi à essayer de les réfuter (une réfutation ayant plus de valeur qu'une infinité de validations).

La plupart du temps, les scientifiques confortent et affinent le paradigme : ils valident des théories ordinaires et réfutent des théories extraordinaires.

Mais s'ils valident une théorie extraordinaire ou réfute une théorie ordinaire : changement de paradigme !

Le changement de paradigme

Résistance aux nouvelles théories

En recherche les résistances aux nouveaux concepts sont fréquentes. Elles sont même nécessaires pour éviter de changer trop facilement de théories. Plus une théorie résiste aux réfutations, meilleure elle est !

« Une théorie extraordinaire nécessite des preuves extraordinaires »

MAIS... cette résistance doit être motivée par de bons arguments : arguments scientifiques, méthodologiques, etc. Les opinions, impressions, intuitions ou autres arguments non étayés sont irrecevables.

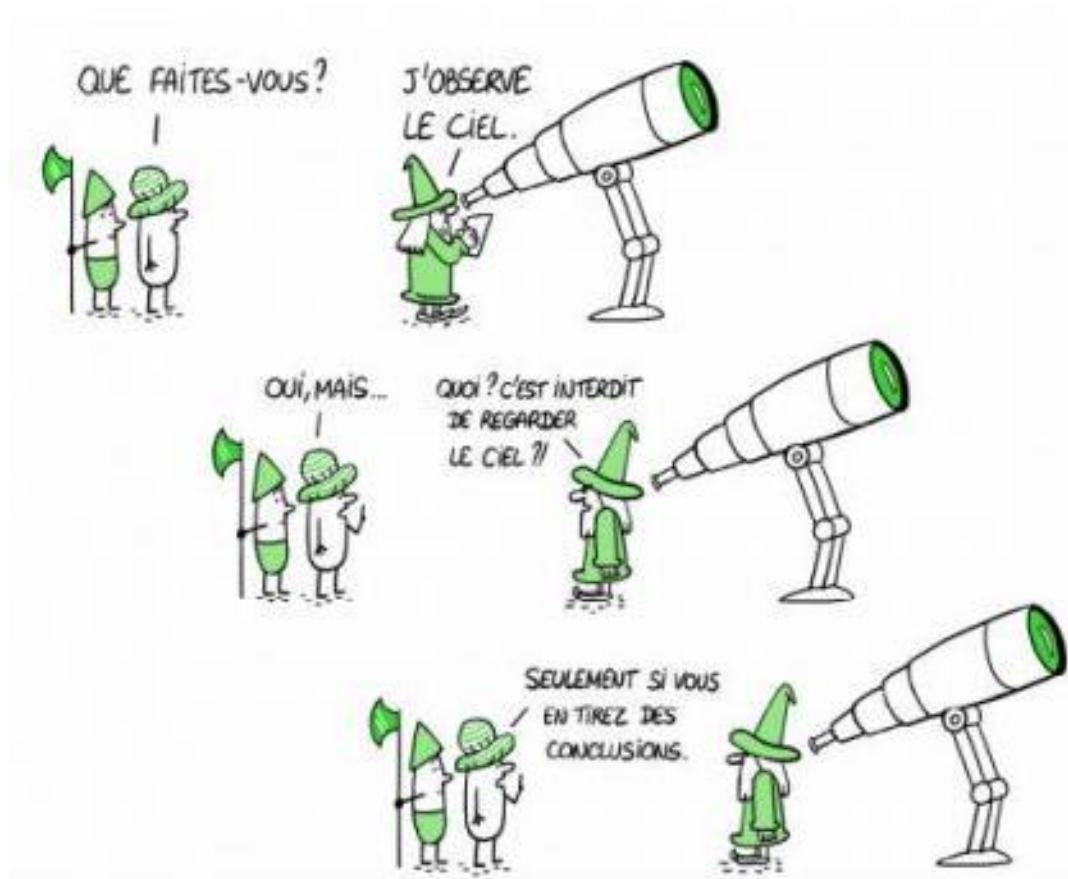
Exemple de la révolution copernicienne

Les observations télescopiques ont joué un rôle central dans la nouvelle façon de concevoir le monde (on parle de révolution scientifique) :

- Satellites de Jupiter (Galilée)
- **Taches solaires**
- Phases de Vénus

Mais... ce ne fut pas évident du tout ! Que voit vraiment Galilée dans sa lunette ? L'image d'objets célestes ? Des aberrations ? Des artefacts ?

Paul Feyerabend (dans *Contre la méthode*) va plus loin : il critique la notion même de méthode scientifique. Il constate que Galilée a fait fi de la méthode scientifique pour imposer ses idées.



Sur la notion de révolution scientifique

Au fait, pourquoi « révolution scientifique » ?

- Étymologie : du lat. *revolvere* « rouler (quelque chose) en arrière; imprimer un mouvement circulaire à, faire revenir (quelque chose) à un point de son cycle; au passif: accomplir une révolution, revenir à son point de départ ». (Source : CNRTL)
- Astronomie : « retour périodique d'un astre à un point de son orbite »
- On parlait aussi de révolution des affaires ou de révolution des états quand il s'agissait de faire table rase et de repartir à zéro.

Bonnes pratiques en recherche

Des cas qui posent problèmes (dans le monde académique)

Article paru dans le Monde du 28 juillet 2020

L'annulation d'une thèse pour plagiat déstabilise l'université Paris-I - Panthéon- Sorbonne

Le doctorat d'[Arash Derambarsh](#), qui lui a permis de devenir avocat, lui a été retiré par la section disciplinaire de l'établissement. Une série de dysfonctionnements ont été mis au jour.

Par [Yann Bouchez](#) et [Camille Stromboni](#) Publié aujourd'hui à 00h14, mis à jour à 11h43

Plagiat, vol, appropriation de thèses... quand les encadrants s'emparent du travail des jeunes chercheurs

Dans le monde concurrentiel de la recherche académique, les travaux des doctorants ou des chercheurs en début de carrière sont parfois usurpés par des supérieurs. Un thésard sur cinq a déjà été confronté à cette situation.

Par Alice Raybaud

Publié le 25 janvier 2022 à 01h17 - Mis à jour le 25 janvier 2022 à 21h15 · 🕒 Lecture 6 min.

Des cas qui posent problèmes (dans le monde académique)

17 AOÛT 2020 PAR HUET

Ce que révèle le canular « Hydroxychloroquine »

Tweeter

Partager

4,6 K

Partager

Rire, bien sûr, mais aussi agir. C'est la leçon qu'il faut tirer du formidable canular dénonciateur opéré par une bande de jeunes scientifiques à l'humour féroce, au détriment de la revue Asian Journal of Medicine and Health. Une revue ciblée pour avoir publié une simili étude promouvant l'hydroxychloroquine pour traiter le Covid-19.



Violaine Guérin
@ViolaineGuerin



Intérêt du traitement précoce par #azithromycine et #hydroxychloroquine chez les patients ambulatoires atteints de #COVID_19 Dépister, tester, isoler les malades, soigner - Rassurer les citoyens RT ++
journal.ajmah.com/index.php/AJMA... -
doi.org/10.9734/ajmah/... #COVID19france #ethique



9:27 AM - 20 juil. 2020



articles de presse écrite et radio sont venus désinformer leurs lecteurs en s'appuyant sur cette publication pour affirmer qu'il s'agissait de science normale.

Cette étude (Violaine Guérin et al.) avait été rejetée par toutes les revues sérieuses à laquelle elle avait été envoyée. Et donc finalement publiée dans Asian Journal of Medicine and Health, revue prédatrice comptant parmi ces revues totalement bidon, sans réelle relecture par les pairs et où, moyennant paiement, il est possible de publier... vraiment n'importe quoi. Or, dès après cette publication, de nombreux

Des cas qui posent problèmes (dans les médias)

- 27 mars 2007 : *Le mystère de la couronne solaire enfin résolu grâce au satellite Hinode ?* (futura-sciences.com)
- 2 août 2011 : *La fin de l'énigme du chauffage de la couronne solaire* (futura-sciences.com)
- 24 octobre 2012 : *L'énigme du chauffage de la couronne solaire enfin résolue* (sciences-et-vie.com)
- 12 novembre 2013 : *Le mystère du chauffage de la couronne solaire serait résolu* (sciences-et-vie.com)
- 18 juin 2015 : *Le mystère du chauffage de l'atmosphère solaire résolu* (larecherche.fr)
- 12 décembre 2016 : *La NASA a résolu l'un des plus anciens mystères du Soleil* (sciencepost.fr)

Des cas qui posent problèmes (dans les médias)



(Crédit : Christophe Michel)

Serment des docteurs

(depuis sept. 2022)

« En présence de mes pairs.

*Parvenu(e) à l'issue de mon doctorat en [xxx], et ayant ainsi pratiqué, dans ma quête du savoir, l'exercice d'une recherche scientifique exigeante, en cultivant la rigueur intellectuelle, la réflexivité **éthique** et dans le respect des principes de l'**intégrité scientifique**, je m'engage, pour ce qui dépendra de moi, dans la suite de ma carrière professionnelle quel qu'en soit le secteur ou le domaine d'activité, à maintenir une conduite intègre dans mon rapport au savoir, mes méthodes et mes résultats. »*

Éthique, intégrité et déontologie

- **L'éthique** nous invite à réfléchir aux valeurs qui motivent nos actes et à leurs conséquences et fait appel à notre sens moral et à celui de notre responsabilité.
- **L'intégrité scientifique** concerne, quant à elle, la « bonne » conduite des pratiques de recherche.
- **La déontologie** réunit les devoirs et obligations imposés à une profession, une fonction ou une responsabilité.

Charte française de la déontologie de la recherche

1. Respect des dispositifs législatifs et réglementaires

2. Fiabilité du travail de recherche

Méthodes appropriées, reproductibilité, conservation, résultats objectifs et honnêtes, référencement des sources

3. Communication

Publications, auteurs, liberté d'expression / obligation de réserve

4. Responsabilité dans le travail collectif

Règles de bonne conduite, dynamique collective, respect, manquements

5. Impartialité et indépendance dans l'évaluation et l'expertise

Conflits d'intérêts, confidentialité, non utilisation des données

6. Travaux collaboratifs et cumul d'activités

Accords avec partenaires, règles de cumul

7. Formation

Apprentissage des règles déontologiques, participe à la maîtrise du domaine de recherche

Pourquoi parler d'éthique ?

Parce que nous sommes des citoyennes et citoyens
Nous ne sommes pas que des scientifiques

Parce que nous sommes (majoritairement) dans des institutions publiques au service de la société

Nos rôles :

- en science : construire des connaissances, les diffuser...
- vis-à-vis de la société : expliquer nos travaux, éclairer des débats...

Devoir d'exemplarité

VOICI MA NOUVELLE INVENTION !



GÉNIAL, EST-CE QU'ON PEUT EN FAIRE
UN MÉDICAMENT RÉVOLUTIONNAIRE ?

GÉNIAL, EST-CE QU'ON PEUT EN FAIRE
UNE ARME DE DESTRUCTION MASSIVE ?

L'éthique de la recherche

« La recherche a pour but d'établir des connaissances honnêtes, démontrées et reproductibles.

La connaissance scientifique est réfutable par nature : c'est la raison même de la recherche, et de la discussion par les pairs. »

J.-P. Alix - Renforcer l'intégrité de la recherche en France - Propositions de prévention et de traitement de la fraude scientifique. Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, sept. 2010

Éthique et science

Un couple souvent difficilement conciliable !

G. Bachelard : « Face au réel, ce qu'on croit savoir clairement offusque ce qu'on devrait savoir. Quand il se présente à l'esprit scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés »

Lutte des sciences contre les préjugés (religieux, culturels, idéologiques, etc.)

Faire preuve d'objectivité.

Le propre de l'esprit scientifique est de se construire différemment des *dispositions psychiques* du monde commun, des mœurs courantes, voire en opposition.

Considérer son travail d'un point de vue éthique

C'est se poser des questions sur :

- son métier de chercheur/chercheuse,
- ses responsabilités dans le cadre de ce métier,
- le sujet de sa recherche,
- l'impact de cette recherche sur la société,
- la façon de conduire sa recherche et de la rendre publique.

Les réponses à ces interrogations peuvent varier en fonction :

- de son employeur (académique / entreprise, domaine d'activités...)
- de sa fonction (doctorant, post-doc, enseignant-chercheur, ingénieur)
- du pays où l'on exerce
- ...

Pourquoi promouvoir l'intégrité scientifique ?

L'intégrité scientifique est le socle de la connaissance

- indispensable pour la **crédibilité** de la communauté scientifique
- indispensable pour la **réputation** de l'institution
- indispensable pour la **confiance** entre scientifiques et entre scientifiques et autres citoyens

Quelles conséquences pour les mauvaises conduites :

méfiance, voire **défiance** vis-à-vis de la science et des scientifiques

gaspillage de fonds pour une recherche pas fiable, des résultats non reproductibles

usurpation de qualité

danger pour les applications dans la société

« L'intégrité scientifique s'impose, elle ne se discute pas »

Les publications scientifiques

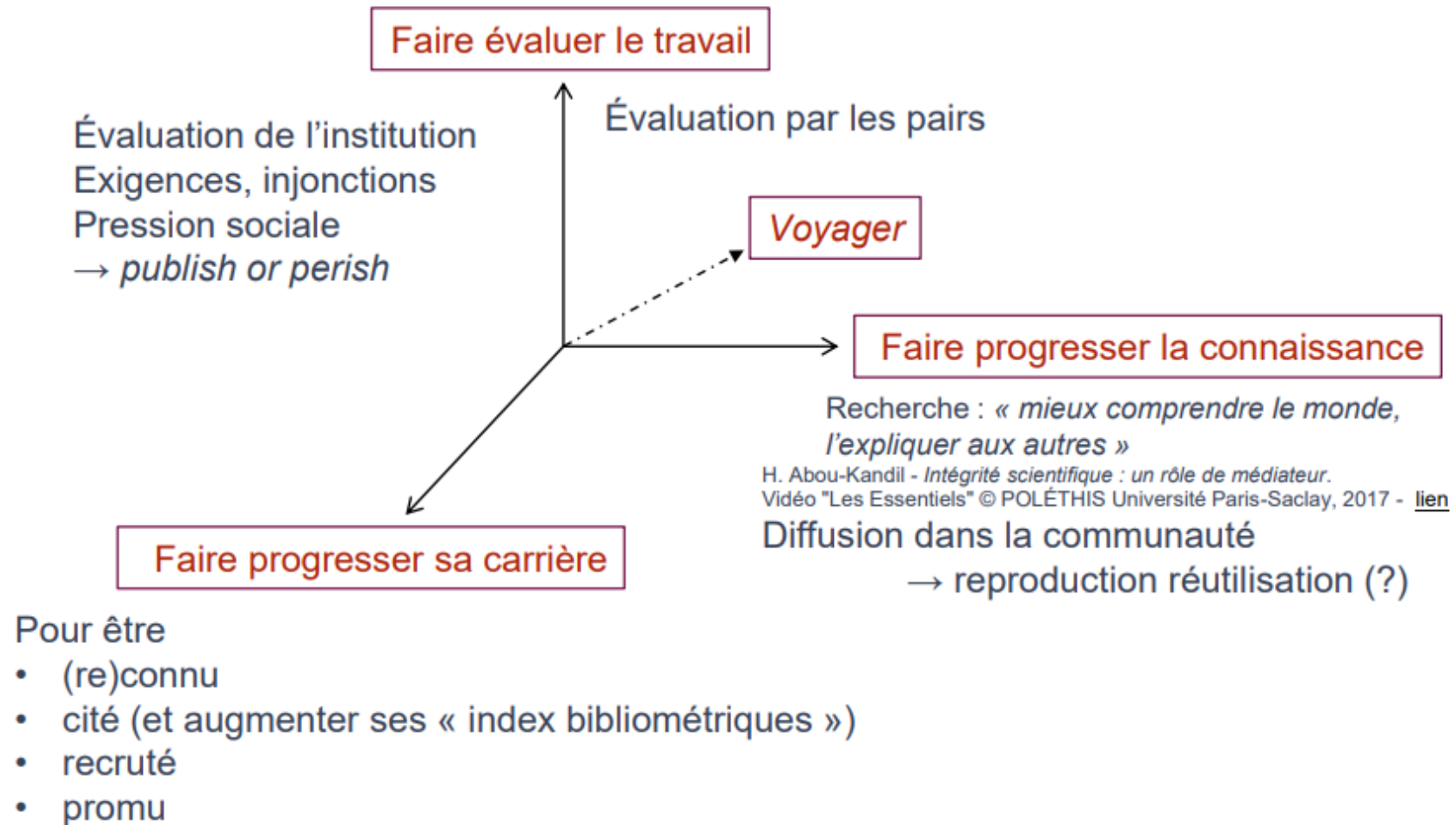
TU VOIS, POUR ÊTRE RECONNU
DANS LE MONDE SCIENTIFIQUE,
JE DOIS PUBLIER RÉGULIÈREMENT
DANS CES REVUES PRESTIGIEUSES.



AH, MAIS IL Y A VRAIMENT
DES GENS QUI LES LISENT?

NON, PERSONNE.

Pourquoi publier ?



Pourquoi publier ?

Publish or perish... pression académique

Pourquoi est-ce que je publie ?

- pour que mon travail soit évalué par les pairs
- pour diffuser mon travail dans la communauté, qu'il soit réutilisé
- parce que c'est exigé
- pour être (re)connu
- pour être cité (augmenter mon h-index !)
- pour être recruté

Tensions : publier et...

- ne pas publier plusieurs fois la même chose (auto-plagiat)
- ne pas multiplier les publications artificiellement en fractionnant ses résultats (*salami slicing*)
- difficulté à publier les résultats négatifs
- Se positionner dans l'état de l'art : citations (auto-citations, amicales, imposées ?)

Où publier ?

- Revues internationales reconnues ?
- Conférences avec actes ?
- Et les archives ouvertes ?
- Quel système dans l'édition scientifique ?

Fraudes

Consensus international :

Violation sérieuse et intentionnelle dans la conduite d'une recherche et dans la diffusion de résultats

Trois grands types (FFP) :

Fabrication (de données, de résultats)

Falsification (de données, de résultats)

Plagiat

Cas avérés très rares (heureusement !)

Mais... sans aller jusqu'à la fraude, il y a des petites pratiques douteuses répréhensibles.

Pratiques douteuses (zone grise)

Ne pas expliciter toutes les conditions expérimentales

Parler seulement des expérimentations qui donnent les résultats désirés

Exclure des données (sélectionner ses données)

Parler d'un résultat inattendu comme s'il avait été attendu

Négliger les résultats négatifs (mais difficulté à les publier !)

Arrêter la collecte de données lorsque le résultat désiré est acquis

Utiliser une démarche statistique erronée pour conforter ses hypothèses

Ne pas conserver les données supportant une publication ; ne pas en favoriser l'accès aux pairs

Se réclamer / mentionner comme auteur d'une publication alors que les critères ne sont pas vérifiés

Ne pas encadrer correctement ou exploiter ses chercheurs subordonnés

Ne pas expliciter toutes les conditions dans un consentement libre et éclairé

Pratiques douteuses (zone grise)

La méthode scientifique

Voici les faits.
Quelles conclusions
pouvons-nous
en tirer ?



La méthode idéologique

Voici la conclusion.
Quels faits pouvons-nous
trouver pour la
rendre crédible ?



(Crédit : Christophe Michel)

Attention au plagiat !

Emprunter à un ouvrage original (et à son auteur), des éléments, des fragments dont on s'attribue abusivement la paternité en les reproduisant, avec plus ou moins de fidélité, dans une œuvre que l'on présente comme personnelle [source : CNRTL].

Facilité par le numérique ! Mais la détection l'est aussi.

Des pratiques à nuancer

- ✓ pillage d'une partie de publication
- ✓ pillage d'idée, de résultats
- ✓ pillage en changeant de langue d'écriture
- ✓ auto-plagiat
- ✓ oubli de référence

Suites en cas de plagiat avéré par une instance habilitée

- ✓ action, sanction ?
- ✓ tension entre le juridique et l'éthique : en France, le plagiat n'est pas caractérisé en droit, seule la contrefaçon l'est.

Attention aux revues prédatrices

L'édition scientifique est un *business* (très) lucratif et attire des convoitises.

Des revues aux pratiques plus que douteuses se multiplient.

Publier dans ces revues est facile mais sans aucun impact pour vous car :

- ces revues ne sont pas indexées ;
- elles n'ont aucune valeur reconnue ;
- **personne ne lira vos travaux...**

Listes des revues prédatrices :

- ministère algérien de l'Ens. sup. et de la recherche: https://univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/2021/01/Liste-des-revues-scientifiques-predatrices-2021_compressed.pdf
- université de Rennes : <https://scienceouverte.univ-rennes.fr/les-revues-predatrices>.

!!! Idem pour les colloques !!!

Recherche bibliographique

Astrophysics data system : <https://ui.adsabs.harvard.edu/classic-form>

Google scholar : <https://scholar.google.com/>

Pour obtenir les articles eux-mêmes, deux cas :

- Article en accès libre : accès direct
- Article payant : via votre BU, via des archives ouvertes (arxiv.org, hal.archives-ouvertes.fr), via researchgate.net

Dans quelles revues scientifiques publier à moindre frais ?

Voici quelques principales revues pertinentes pour la météo de l'espace et qui proposent la gratuité de publication sous conditions :

Annales Geophysicae : <https://www.annales-geophysicae.net/>

Journal of Space Weather and Space Climate : <https://www.swsc-journal.org/>

JGR – Space Physics : <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/journal/21699402>

Space Science Reviews : <https://link.springer.com/journal/11214>

Space Weather : <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/journal/15427390>

Niveau de preuve

NIVEAU DE PREUVE ÉLEVÉ

- Méta-analyses et articles de revue publiés dans des revues à comité de lecture
- Consensus scientifique

PRÉSUMPTION SCIENTIFIQUE

- Études comparatives théorie-observations publiées dans des revues à comité de lecture

NIVEAU DE PREUVE FAIBLE

- Études de cas et observations isolées publiées dans des revues à comité de lecture

NIVEAU DE PREUVE NUL FIABILITÉ VARIABLE

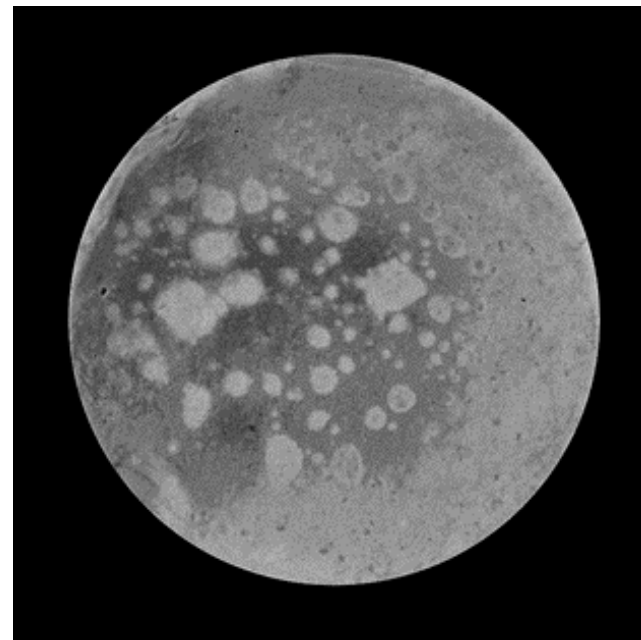
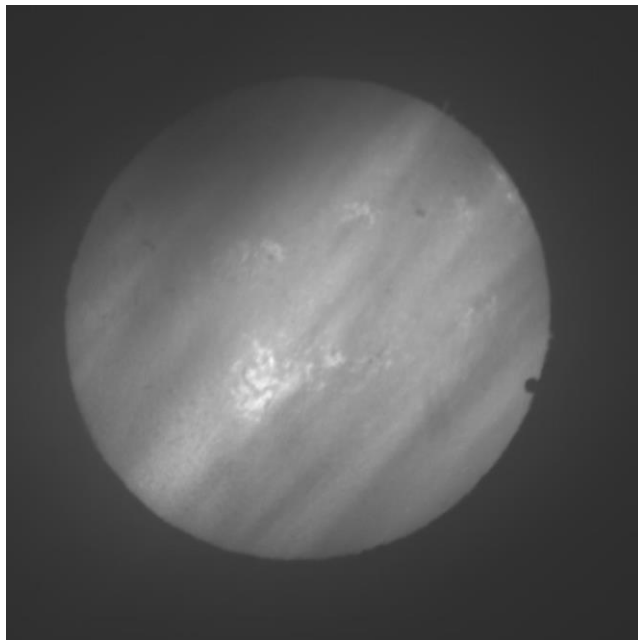
- Article de vulgarisation, parole d'experts

NIVEAU DE PREUVE NUL FIABILITÉ FAIBLE

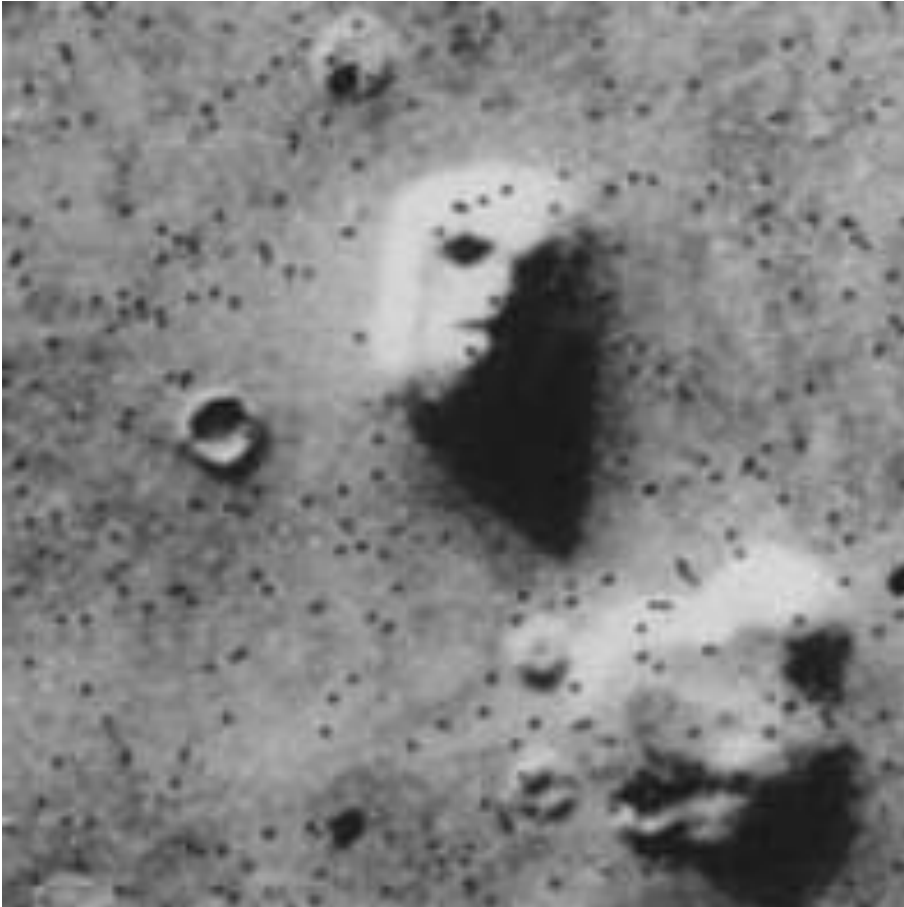
- Rumeur, croyance, opinion

À propos de l'interprétation de données

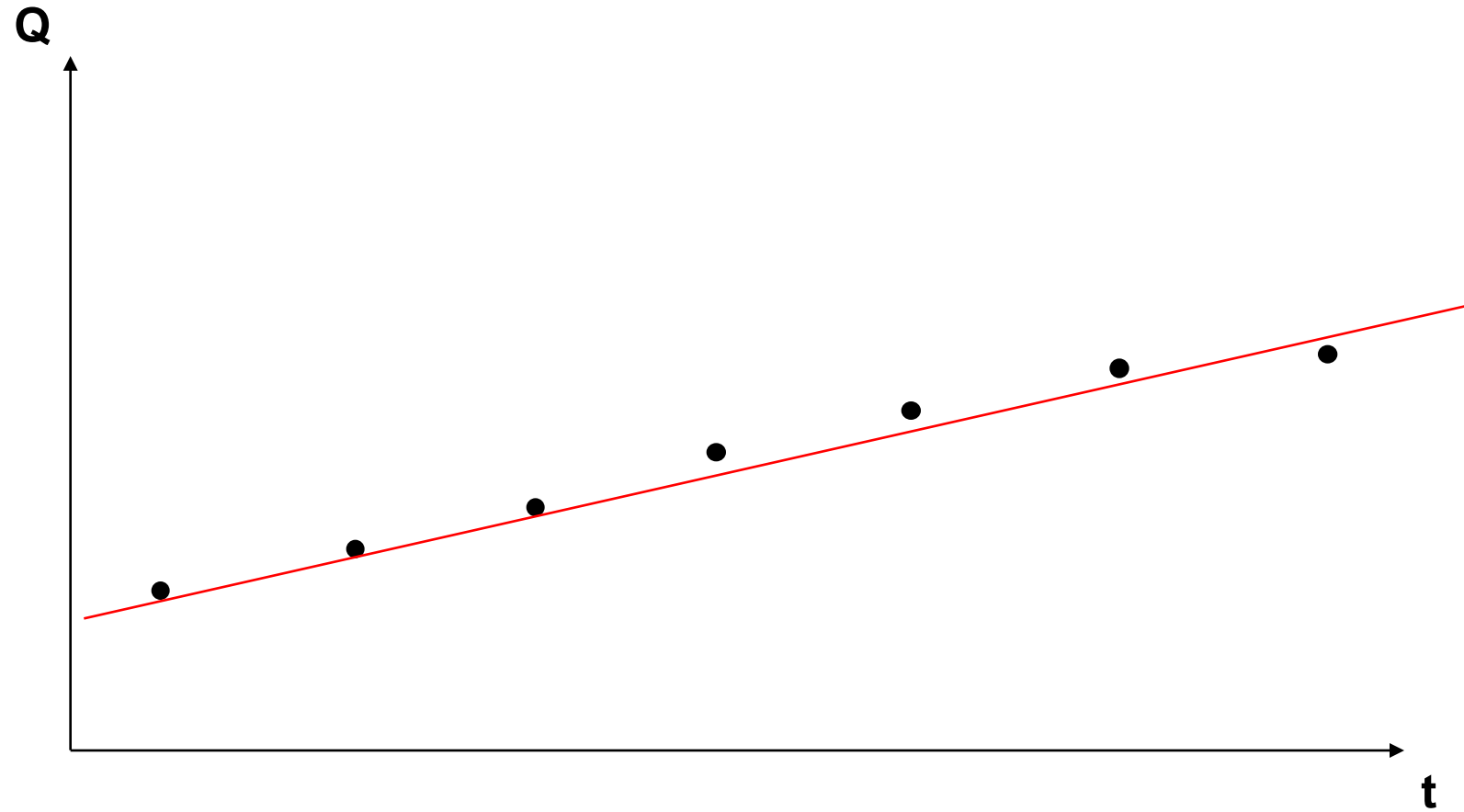
Les images



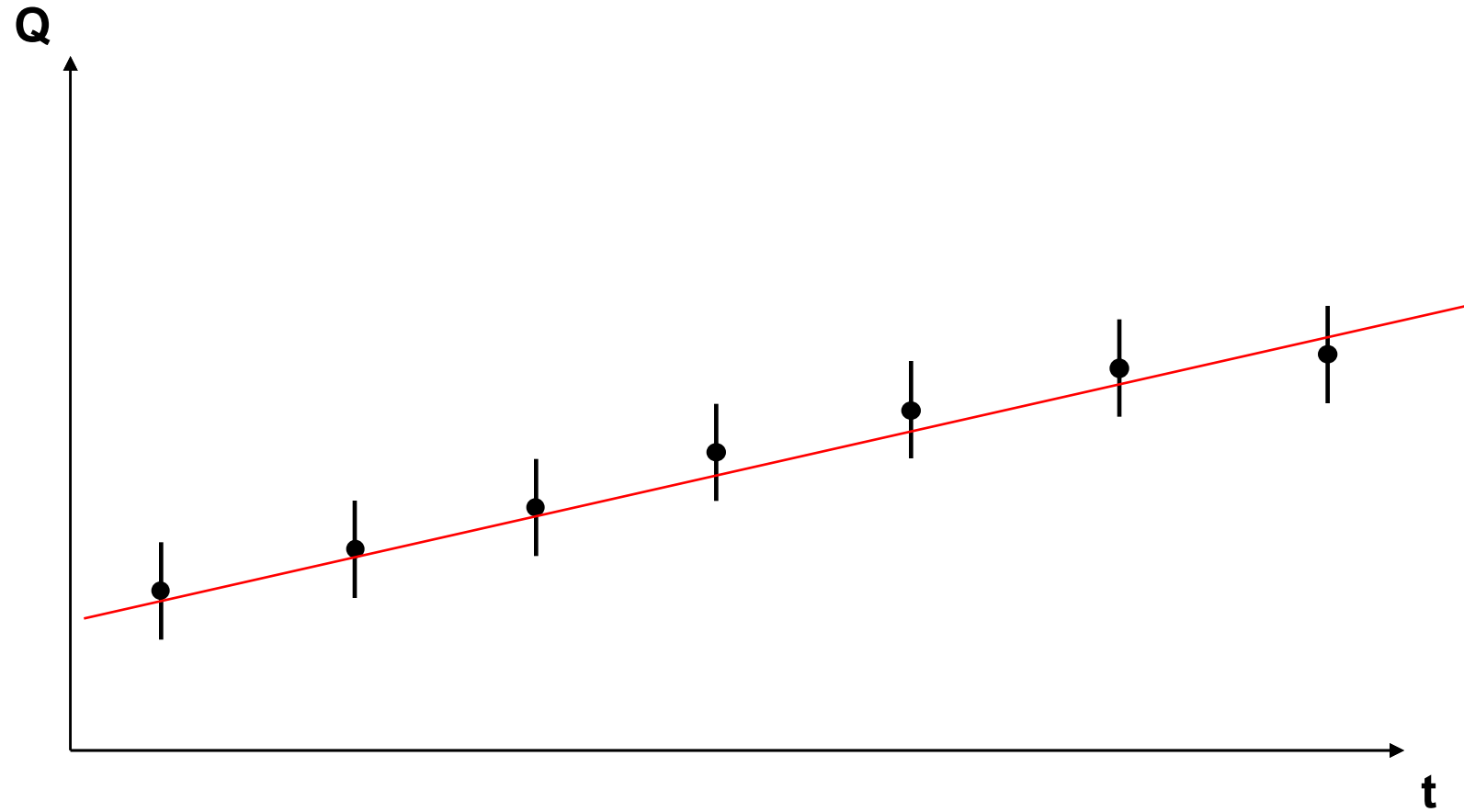
Les images (paréidolies)



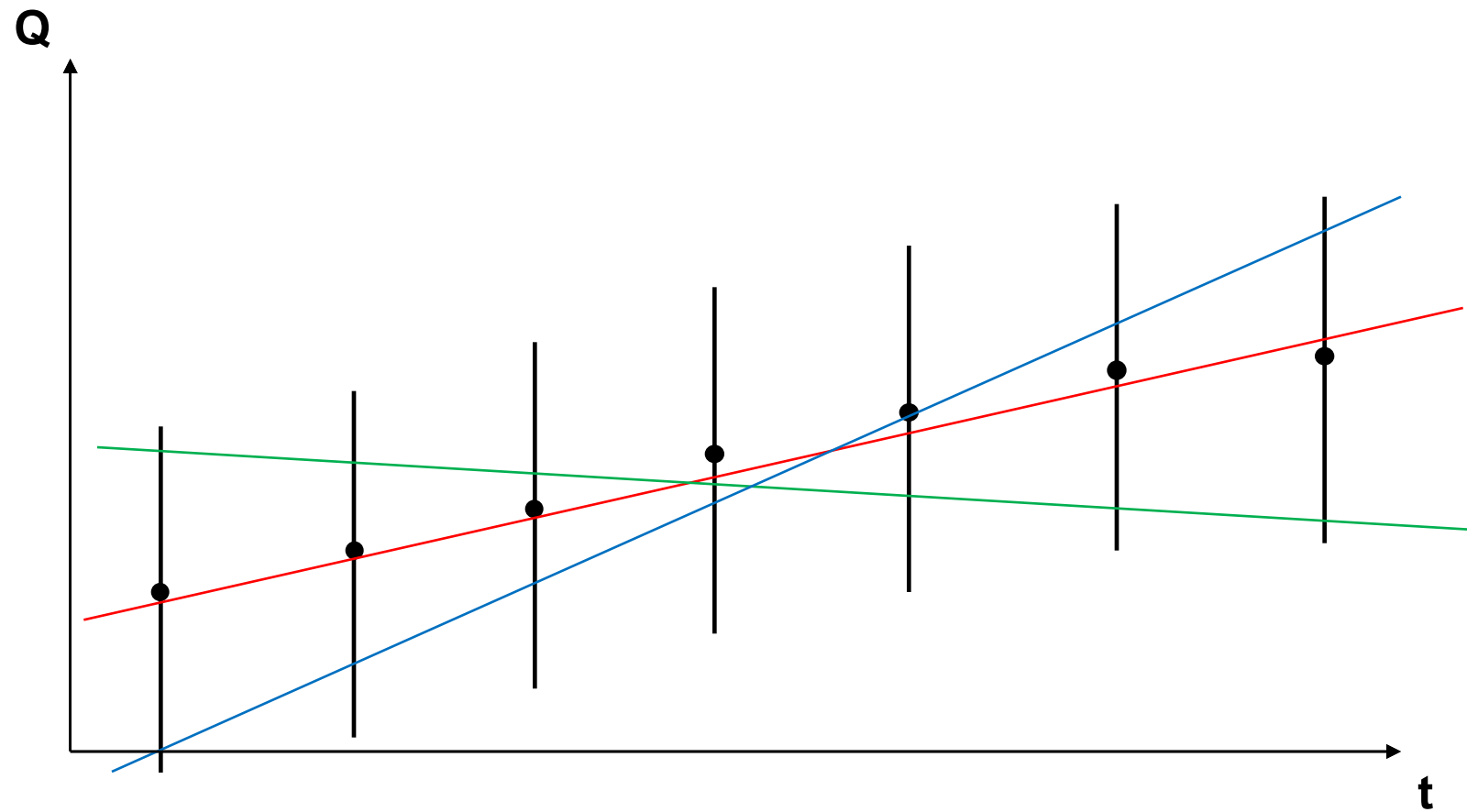
Sur les tendances - 1



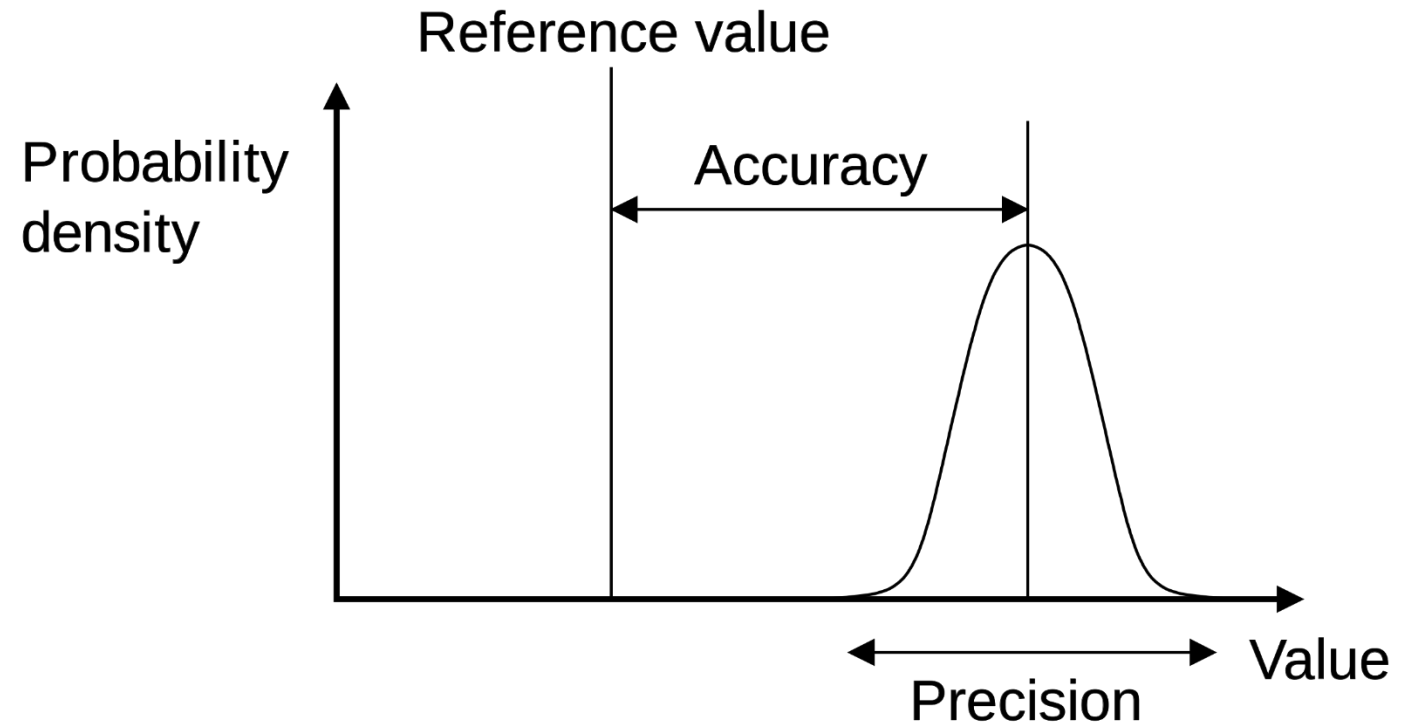
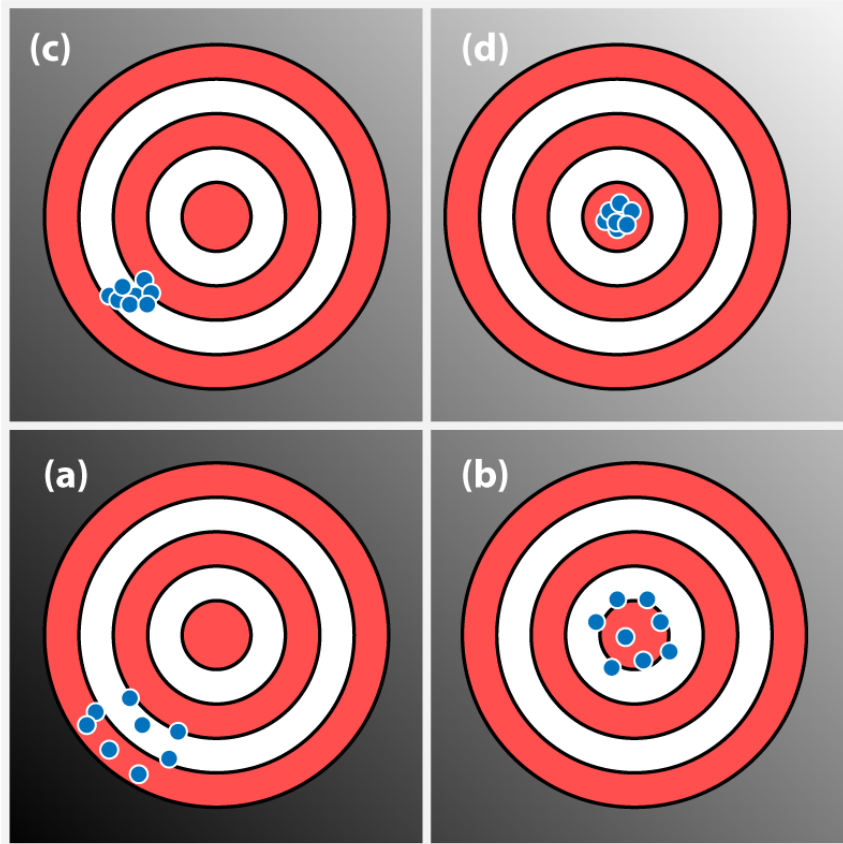
Sur les tendances - 2



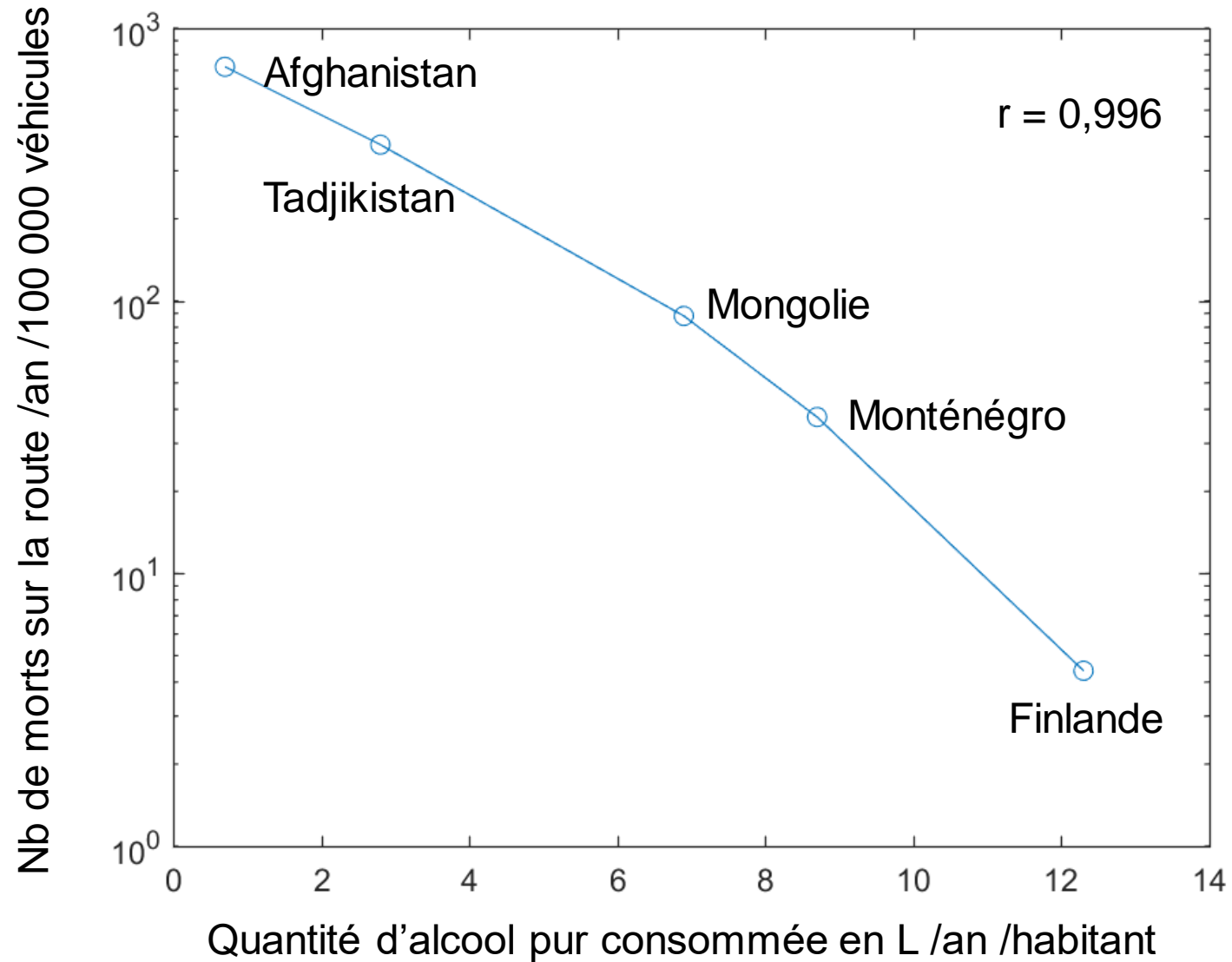
Sur les tendances - 3



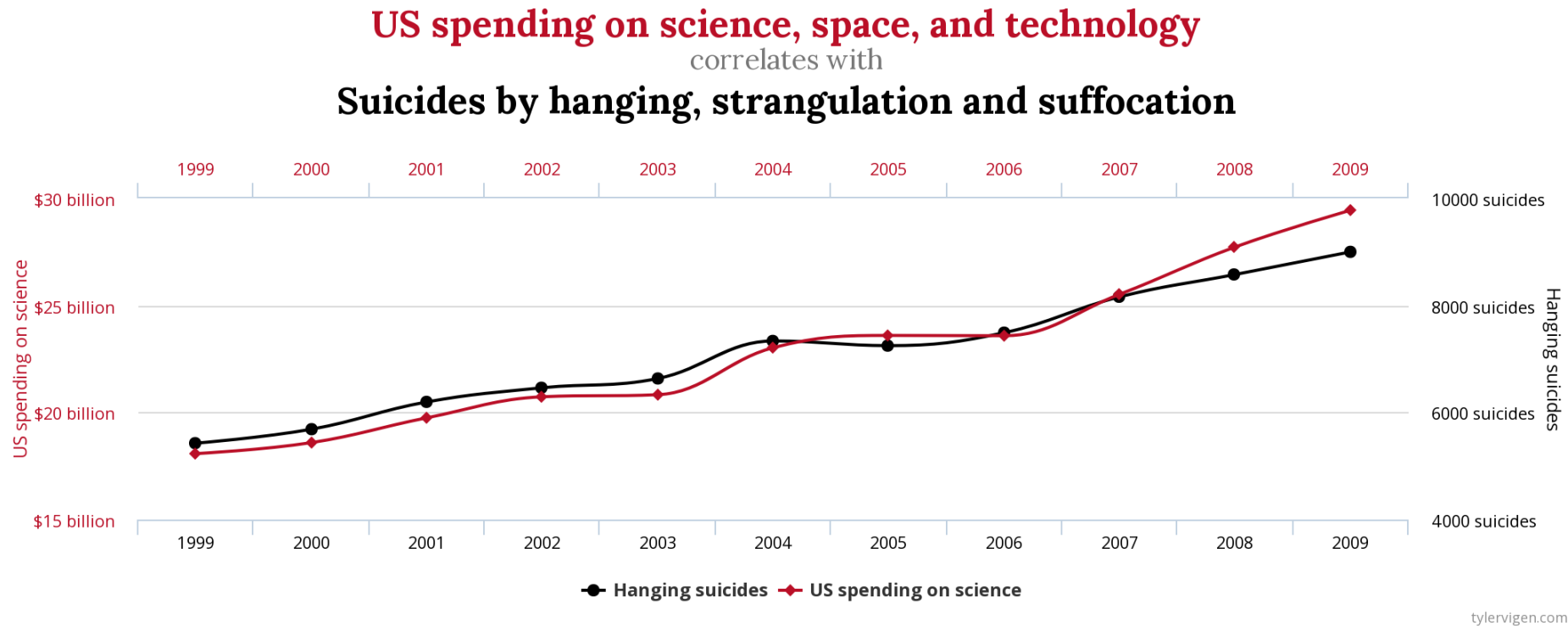
Notions de justesse et précision



À propos des corrélations



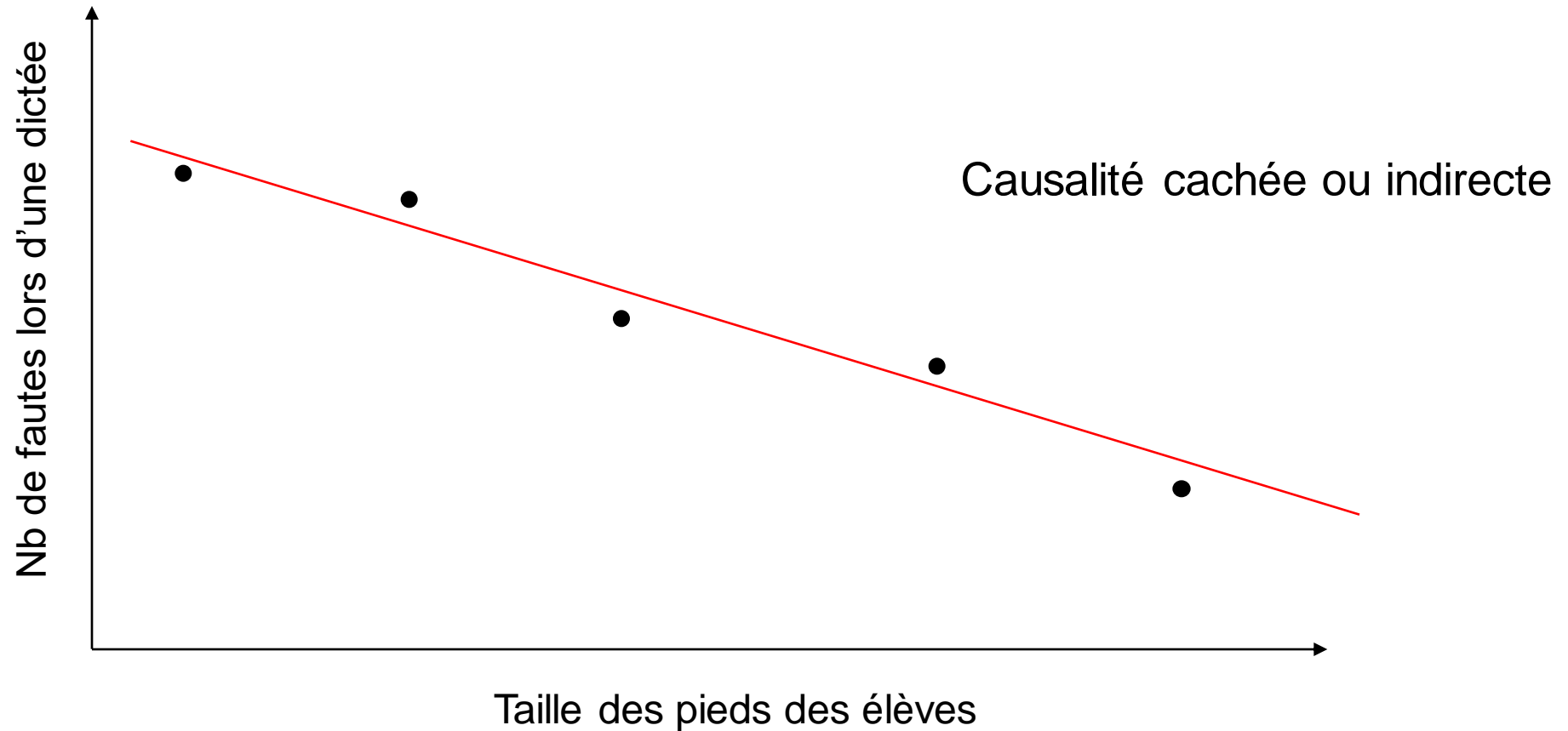
À propos des corrélations - 2



$$r = 0,998$$

<https://www.tylervigen.com/spurious-correlations>

À propos des corrélations - 3



À propos des corrélations - 4

Corrélation \neq causalité

Une corrélation veut seulement dire que les quantités comparées évoluent de la même façon.

Si un lien de cause à effet est suspecté ou attendu, il doit être expliqué et justifié.

Sur l'intention dans la démarche scientifique

Faire une figure, interpréter des données ne sont pas de actes anodins : derrière il y a une intention, une hypothèse, une théorie...

En science, il convient de rester neutre et impartial, de ne pas (trop) se laisser influencer par ses acquis (biblio...), a priori, préjugés, croyances et opinions.

Attention aux biais cognitifs

→ En psychologie cognitive et sociale, la notion de biais cognitifs fait référence à la manifestation systématique de jugements faux, liée à l'utilisation automatique et inconsciente de règles de raisonnement que l'on appelle « les heuristiques ». La théorie des biais cognitifs et des heuristiques décrit les illusions dont notre cognition est victime et qui menacent parfois notre rationalité. (encyclo-philo.fr)

Ces biais peuvent être classés en plusieurs catégories :

- Les biais mnésiques
- Les biais de jugement
- Les biais de raisonnement
- Les biais de personnalité

Biais mnésiques

- **effet de simple exposition** : avoir préalablement été exposé à quelqu'un ou à une situation le/la rend plus positive.
- **effets de primauté/récence** : mieux se souvenir des premières ou dernières informations auxquelles on a été confronté.

Biais de jugement

- **Ancrage mental** : influence laissée par la première impression.
- **Biais de confirmation** : tendance à adhérer à des arguments qui vont dans le sens de nos connaissances/croyances/opinions.
- **Effet halo** : une perception sélective d'informations allant dans le sens d'une première impression que l'on cherche à confirmer.
- **Effet retour de flamme** : croyance initiale renforcée en face de preuves pourtant contradictoires.

Biais de raisonnement

→ **Biais de cadrage** : la façon de présenter une situation influe sur la façon dont elle est interprétée.

→ **Biais de disponibilité** (ou d'accessibilité) : ne pas chercher d'autres informations que celles immédiatement disponibles (ou accessibles).

→ **Réduction de dissonance cognitive** : réinterpréter une situation pour éliminer les contradictions.

Biais de personnalité

- **Biais culturel**
- **Conformisme** : chercher à ressembler à la majorité.
- **Effet boomerang** : tentative de persuasion à l'effet inverse de celui attendu

Effets de rhétorique

La définition classique de la rhétorique est l'art de persuader et ce faisant de captiver c'est-à-dire, étymologiquement, de capturer, de faire prisonnier l'interlocuteur, le public.

→ **Argument irréfutable**

→ **Argument d'autorité**

→ **Mille-feuille argumentatif** : submerger son interlocuteur d'arguments

→ **Effet puits** : succession de phrases creuses

Exercer son esprit scientifique

- Sur un message général : est-ce qu'il relève de la connaissance, de la croyance ou de l'opinion ?
- Sur les conditions expérimentales ou méthodologiques : qui a mené l'expérience ou l'étude, et comment ?
- Sur l'interprétation d'un résultat : qui interprète ? à quel institut ou obédience (pseudo)scientifique il ou elle appartient ? quels biais peuvent intervenir dans l'interprétation des résultats ? l'interprétation est-elle unique ? Si non, quelles sont les explications alternatives ?
- Sur le résultat publié : où, comment et par qui il a été publié ? Quels biais peuvent intervenir quand j'adhère ou pas au résultat ?
- Est-ce que mon propre jugement est impartial, rationnel et objectif ?