

Eclairage scientifique : Observer

Eclairage scientifique : Observer

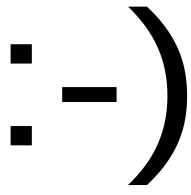


A la base de toute compréhension se place l'observation. C'est un processus actif, motivé par la curiosité et lui-même moteur de notre volonté d'explorer le monde.

Une tendance naturelle à l'observation

Dans la vie de tous les jours nous observons le monde à l'aide de nos sens. Les observations ainsi collectées servent de base à nos raisonnements et connaissances. Elles sont continuellement renouvelées et nous permettent de mettre à jour nos idées. Leur fonction est de guider nos actions dans un monde complexe et changeant.

Lorsque l'on observe quelque chose, on ne se limite que rarement à « voir », c'est-à-dire à constater les formes, couleurs, etc. des objets. En l'espace de quelques millisecondes, et sans que nous nous en rendions compte, notre cerveau analyse les informations fournies par les sens et en donne une interprétation cohérente : il intègre différentes sources d'information, fait des suppositions sur leur origine, résout plusieurs problèmes, comme calibrer les informations provenant de chacun des deux yeux.



Si cette image ne nous laisse pas indifférents, c'est parce que notre cerveau propose en permanence des interprétations pour les informations qu'il reçoit ! Peu de traits sur une page sont suffisants pour « voir un visage » et même pour lui prêter des émotions, des intentions...

Devant une fleur, nous ne nous contentons pas de détecter un objet rond et jaune, entouré de nombreux autres de forme oblongue et de couleur blanche. Si on nous demande alors ce que l'on voit, nous répondons spontanément : « une fleur ! ».

En se réveillant au matin, on pourra constater que le terrain en face de notre fenêtre est mouillé, que des gouttes d'eau coulent de la gouttière. Maintenant le soleil brille. Nous n'observons donc pas directement la pluie mais nos observations combinées ensemble nous mènent à interpréter ce que nous voyons : il a plu cette nuit. Nous avons utilisé nos observations pour en faire une inférence, pour aller au-delà de ce que nous pouvons directement observer.

Assez spontanément, nous identifions des régularités dans notre environnement. Très vite nous en retirons des connaissances : identification d'objets ou de situation, interprétations... A partir des seuls éléments observables dont nous disposons, nous pouvons donc retracer, de façon plus ou moins certaine, des événements du passé, ou anticiper des événements à venir.

De l'observation aux inférences : dans la peau de Sherlock Holmes

Sherlock Holmes est passé chez nous l'autre soir. Il a remarqué que nous avions des bonbons dans l'entrée, du chocolat dans la cuisine, des gâteaux dans le salon. Comme d'habitude, après avoir attentivement observé son entourage, il en a tiré une inférence. Il s'est exclamé : « Vous êtes des gourmands, mes chers amis ! »

Une inférence est un processus qui mène à une conclusion, à une interprétation ou à une explication des faits observés. Il existe deux types fondamentaux d'inférence : les inductions et les déductions. Les inférences inductives partent de faits observés pour en tirer des conclusions d'ordre général, des règles ou des lois qui s'appliquent à d'autres cas semblables. Les inférences déductives partent de connaissances préalables, de règles générales, et les appliquent pour interpréter les données observées. La technique utilisée par Sherlock Holmes est donc l'induction, et non la déduction, comme beaucoup le pensent.

L'induction est considérée comme une pierre angulaire des sciences, mais celle-ci ne peut pas s'y limiter, pas plus que nous ne devrions le faire dans nos observations quotidiennes. La méthode scientifique pousse les chercheurs à orienter leurs observations par rapport à leur problématique, à sélectionner les observations pertinentes, à identifier les interprétations plus correctes. Dans ce processus, ils mobilisent des connaissances préalables voire des théories. En sciences comme dans l'observation quotidienne, donc, l'induction s'accompagne toujours de la déduction ! Élémentaire !

Les limites de l'observation naturelle

L'observation naturelle est cependant limitée. Les caractéristiques de nos organes sensoriels conditionnent ce que nous pouvons capter. Dans le cas de la perception visuelle, par exemple, nos yeux ne sont pas sensibles à la gamme complète des longueurs d'onde présentes dans un faisceau lumineux, mais seulement à une toute petite partie d'entre elles.

Les interprétations que notre cerveau donne des stimuli véhiculés par les organes de sens peuvent diverger de la réalité physique. La perception ne se limitant pas à enregistrer des états du monde, des illusions peuvent s'y insérer.

Cette divergence entre réalité et observation n'est pas nécessairement problématique, et nos sens nous servent généralement bien dans la vie de tous les jours. L'observation naturelle reste cependant insuffisante pour permettre d'appréhender la réalité de manière objective et peut nous induire en erreur dans nos choix et décisions du quotidien.

Quand la réalité et la perception n'arrivent pas à se mettre d'accord



Sur l'image ci-dessus, les deux cercles jaunes ont la même taille (la même propriété physique) mais nous percevons l'un plus grand que l'autre ?? (propriétés perceptives sont différentes). Nous sommes face à une illusion perceptuelle. Les illusions sont des phénomènes dont nous sommes tous « victimes », car ils ne dépendent pas du mauvais fonctionnement de nos organes de sens (comme c'est le cas pour les erreurs de perception à distance dues à la myopie par exemple). Dans l'illusion présentée ici, tout le monde a tendance à voir un cercle comme étant plus grand que l'autre ! Les illusions sont aussi « résistantes » à la connaissance ; elles fonctionnent même si on sait que ce sont des illusions. Ces caractéristiques font des illusions des phénomènes surprenants mais utiles pour les scientifiques, qui les voient comme des fenêtres ouvertes sur notre cerveau, révélatrices de son fonctionnement.

Observations non méthodiques

En plus de ces imprécisions ou erreurs induites par nos « outils naturels » d'observation, nous avons rarement recours à des stratégies d'observation méthodiques et rigoureuses. Nos observations sont le plus souvent « improvisées » et peu structurées : nous ne nous donnons pas la peine d'être attentifs aux détails des objets ou de notre environnement. Nous pouvons – par ailleurs – manquer du vocabulaire nécessaire pour communiquer ces mêmes détails. Enfin, il est difficile de distinguer ce que nous avons réellement « vu » de ce que nous avons pu interpréter.

En prenant conscience de ceci, nous pouvons préparer nos observations, focaliser notre attention et bien définir ce que nous souhaitons observer. Malgré tout, la plupart du temps, nos observations ne seront pas répétées, ni stratégiquement confrontées avec celles menées dans d'autres situations. En somme : nos observations du quotidien ne sont pas naturellement « expertes ».

Si on nous demandait de dire ce qui se trouve autour de nous en ce moment, ou quelle est la couleur de la cravate de l'homme que nous venons de croiser dans le couloir, nous aurions du mal à fournir une description détaillée. L'attention est nécessaire pour percevoir, mais souvent nous ne prêtons pas assez d'attention aux détails, et en tout cas nous ne pourrions pas prêter attention, en une seule fois, à tous les détails...

L'observation scientifique est une forme experte d'observation

Rien n'est plus omniprésent – en sciences – que l'observation. Les sciences ont fait de l'observation naturelle une activité rigoureuse et l'ont déclinée sous plusieurs modalités?: en laboratoire ou en milieu naturel, avec ou sans expérimentation...

Quand le scientifique mène des observations, il ne se limite pas à enregistrer l'un ou l'autre des aspects du monde qui l'entoure. Il éduque en même temps ses sens, en étend les capacités grâce à une pratique rigoureuse, aiguise ses capacités de tri et d'identification, décrit ses observations de façon détaillée, adopte un langage précis et non ambigu?: il transforme une capacité naturelle en une expertise technique hautement développée.

Adopter une méthodologie rigoureuse

Le passage des observations aux inférences, en sciences, s'accompagne d'une méthodologie rigoureuse. Premièrement, les scientifiques veillent à séparer ces deux étapes intellectuelles?: dans un cahier de laboratoire, par exemple, le scientifique consigne ses observations séparément de ses interprétations. Deuxièmement, avant de fournir une interprétation, les scientifiques s'efforcent de répéter plusieurs fois la même observation, voire de mener des observations complémentaires pour s'assurer de la fiabilité des données.



Outiller l'observation

Fréquemment, les scientifiques étudient des objets et des phénomènes qui ne peuvent pas être observés directement, des objets «?invisibles?». C'est le cas des objets trop petits (les quarks), trop anciens (les premières formes de vie ou les premiers instants de l'univers), trop lointains (certaines planètes ou étoiles) ou encore immatériels (les rumeurs, les croyances, les idées)... Les scientifiques se sont dotés d'instruments qui permettent de dépasser les limites de nos sens et aussi de notre raisonnement?: certains outils d'observation élargissent les limites du visible (microscopes, télescopes...)?; d'autres outils nous permettent d'accéder à des mesures quantifiées (thermomètres, pH-mètres, baromètres, etc...)?; d'autres encore nous permettent de classer les observations qui s'accumulent de façon confuse et ainsi de repérer plus facilement des structures (grilles, graphiques, cartes)... Ainsi, chaque observation méthodique ouvre à la possibilité d'une découverte.

Qu'est-ce qu'observer en sciences?? Regardez bien la Lune...

1609 : Galileo Galilei construit sa première lunette pour observer le ciel. La pointant sur la Lune, il décrit avec précision les «?mers?» et les «?vallées?» déjà révélées par l'observation à l'œil nu, ainsi que d'autres, plus petites, que seul le télescope permet d'observer en détail.

Il observe notamment que ces irrégularités de la surface lunaire changent d'aspect avec les phases de la Lune, donc en raison de la hauteur du Soleil sur l'horizon. Sur la base de ses connaissances, sur la lumière et les ombres, il déduit que la Lune a – comme la Terre – des cratères et des reliefs, et que les zones sombres de sa surface ne sont que des ombres projetées par ceux-ci. La Lune n'est pas lisse?: elle est rugueuse, inégale, pleine de cavités et de reliefs, comme la Terre.

La conception aristotélicienne, qui voulait des corps célestes parfaits, des sphères sans aspérités, vient se heurter à l'observation augmentée par l'instrumentation et le raisonnement... Et Galileo ne s'arrête pas là. Grâce à sa lunette et à de plus puissants télescopes, il observe Jupiter, ses satellites (qui ne s'appellent pas encore ainsi), le Soleil, avec ses taches, et il apporte des preuves d'observation à l'une des théories les plus contre-intuitives des sciences?: la théorie héliocentrique, selon laquelle la Terre tourne autour du Soleil, contrairement à ce que nos yeux nous disent tous les jours.

En observant Vénus, il s'aperçoit que celle-ci a des phases en tout point pareilles à celles de la Lune, y compris une phase pendant laquelle Vénus offre toute sa face éclairée à la Terre. Or cette observation n'est pas compatible avec le modèle dominant à l'époque, celui de Ptolémée, selon lequel Vénus est en orbite autour de la Terre. En revanche, elle est compatible avec le modèle de Copernic, selon lequel Vénus orbite autour du Soleil.

Si ces éléments n'apportent pas encore une preuve irréfutable de la justesse du système copernicien, Galileo a contribué à son succès grâce à des observations rigoureuses, minutieuses, instrumentées. Ainsi fonctionnent aujourd'hui les sciences, en privilégiant par rapport à toute observation singulière, la multiplication des observations et la convergence des preuves dans un ensemble cohérent.

Des nombres, de la géométrie et des mesures

Galilée, à la suite de ses observations sur la chute des corps et les oscillations d'un pendule, affirma?: «?Ce livre de l'Univers est écrit en langue mathématique.?» Quel est donc ce langage?? Observer le monde conduit à comparer divers résultats, puis bien vite à vouloir les mettre en ordre. Ainsi, la régularité constatée de la durée qui sépare deux pleines Lunes aboutit à la création d'un calendrier fiable. Seule la mesure permet une comparaison solide des observations, et la confrontation quantitative entre différents observateurs permet de se convaincre de la véracité de leurs affirmations, et d'approcher ainsi cette objectivité qui est le propre des sciences.



L'un des langages mathématiques élémentaires est celui des nombres, c'est-à-dire celui de l'arithmétique puis de l'algèbre?: par exemple ces nombres qui, à l'occasion d'une mesure, expriment une durée, une longueur, une masse, une vitesse, autrement dit une grandeur physique. Il devient alors intéressant de rechercher des relations entre ces mesures?: ainsi une vitesse (v) est le résultat d'une longueur (L) parcourue en une certaine durée (t). Ceci peut se dire en langue courante, mais il est plus économique de l'exprimer par une formule symbolique, ici très simple, soit $v = L / t$. Notons au passage que, pour entrer dans ce langage symbolique des grandeurs mesurables, il est nécessaire de disposer d'unités de mesure – ici le m/s, le mètre et la seconde. Ces unités sont fabriquées par l'être humain, et nous pourrions aussi bien, au prix d'une légère complication de la formule, utiliser ici le nœud, la minute-lumière et le siècle. Derrière ces formules, exprimées en langue mathématique – les plus élaborées deviennent presque impossibles à exprimer par des phrases écrites en langue courante – se disent les lois du monde, celles que nous connaissons déjà et celles qui demeurent à découvrir.

Un second langage élémentaire des mathématiques est celui des formes, c'est-à-dire celui de la géométrie, qui permet de décrire l'espace ainsi que les formes qu'il contient. L'observation de la trajectoire d'une balle, de la forme d'un cristal, du parcours d'un rayon lumineux conduit à les représenter par des objets abstraits de la géométrie?: droite, parabole, sphère, rhomboèdre. Grâce à cette abstraction géométrique du monde, il devient possible d'effectuer des mesures et de les comparer?: le cadran solaire permit à Eratosthène de conclure à la sphéricité de la Terre et d'en mesurer le périmètre.

Les nombres entiers et les objets de la géométrie élémentaire sont des abstractions construites sur l'expérience sensible?: compter sur ses doigts, trouver le plus court chemin d'un point à un autre par exemple. Toutefois, les mathématiciens construisent des abstractions extraordinairement complexes, de façon tout à fait libre et comme un jeu, indépendamment du monde sensible. Et, fait étonnant, l'histoire des sciences montre que ces abstractions finissent souvent, un jour ou l'autre, par se révéler d'un grand secours pour lire le langage de la nature, et découvrir de nouvelles lois.

Aujourd'hui, l'avènement de l'informatique permet de manipuler en des temps très courts, d'immenses quantités de nombres ou de formes. Ce fait nouveau fait profondément évoluer le rapport des sciences aux mathématiques.

[<< Retour aux contenus](#)

[Retour à l'éclairage scientifique général >>](#)