

SECTION 2.

SCHÈME DE LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE ¹

INTRODUCTION

Il existe plusieurs façons pour une personne d'entrer en relation avec son milieu en vue de mieux comprendre son environnement et de s'y situer. Nous pensons ici à différentes méthodes telle la méthode artistique, la méthode intuitive, la méthode expérientielle, la méthode médiatique, la méthode d'observation systématique et la méthode expérimentale.

Pour le biologiste dont l'objet d'étude est le vivant, les méthodes utilisées sont doubles : soit l'observation systématique et/ou la méthode expérimentale. Dans ce domaine de travail nous tenterons de caractériser avec exemple à l'appui ces deux instruments d'investigation dont dispose le scientifique, tout en insistant davantage sur la méthode expérimentale souvent surnommée «*expérimentation contrôlée*». F. Berthiaume et A. Lamoureux dans leur publication intitulée «*Initiation à la recherche en psychologie*» nous définissent ainsi la méthode expérimentale :

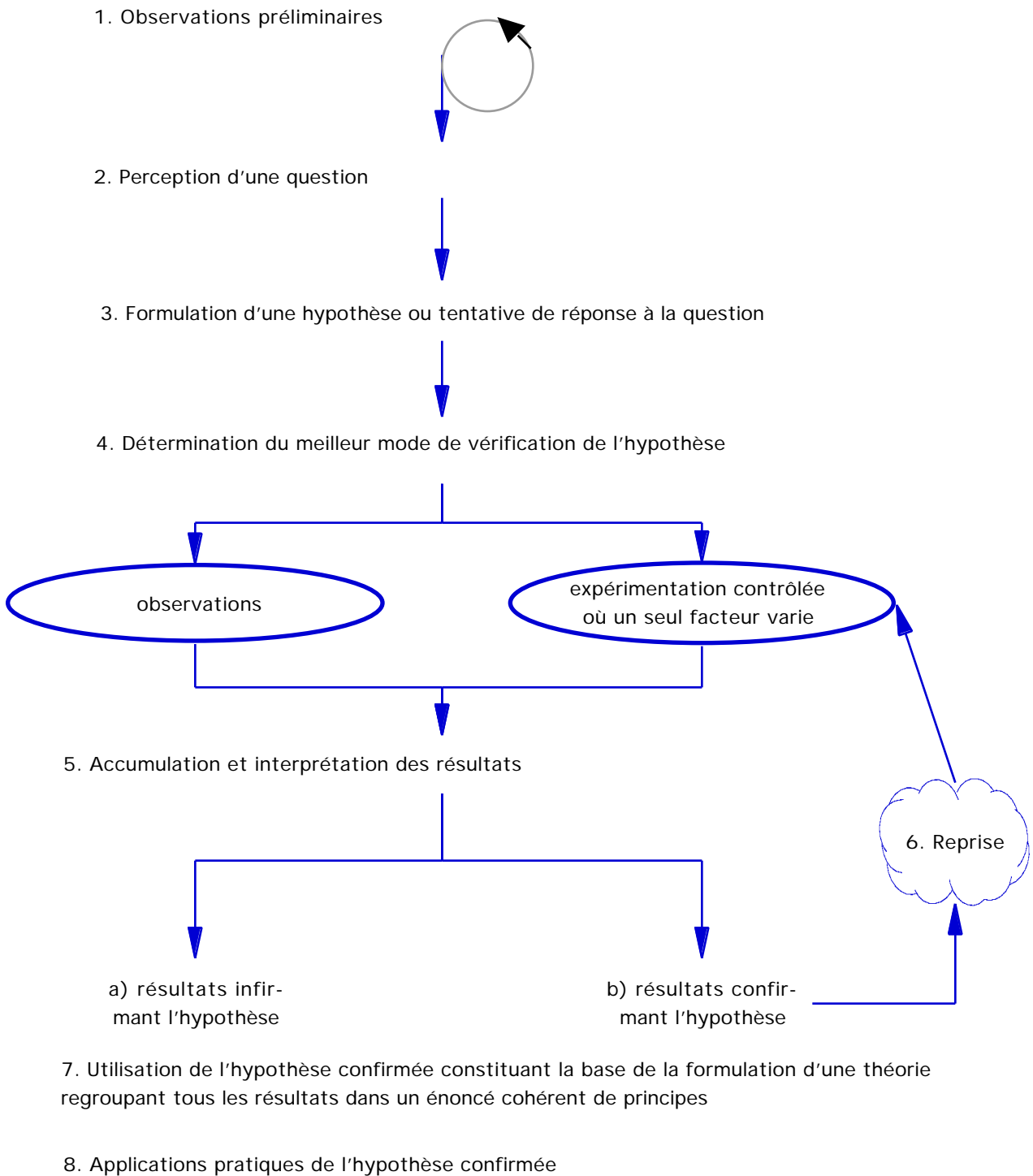
«*Dans la méthode expérimentale, l'expérimentateur fait varier un facteur, maintient tous les autres constants et mesure l'effet de cette variation sur le comportement étudié. Si l'expérimentateur enregistre un changement dans le comportement, à la suite de cette variation, ce changement pourra être dit CAUSE par cette variation et par elle seule, dans cette situation, puisque tous les autres facteurs auront été contrôlés*» ².

Parcourons donc ensemble la démarche du scientifique utilisant la méthode scientifique.

¹ MAYRAND, M. et F.M. Pépin, 1983 : La méthode scientifique en biologie, Fascicule théorique I du cours Bio. 101-301. Biologie Générale, CÉGEP André-Laurendeau, LaSalle.

² BERTHIAUME, F. et A. Lamoureux, 1981 : Initiation à la recherche en psychologie, Éditions HRW , Ltée, Montréal.

DIAGRAMME DE LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE¹



¹Modifié de Jessop, N.M., 1976, figures 1 et 2

2.1 Observation préliminaires

Souvent à la suite d'observation qualitatives préliminaires, une question ou un problème se pose au chercheur.

Exemples

Alexandre Fleming a découvert la pénicilline en 1929, de façon purement accidentelle. Le bactériologiste s'aperçut qu'un de ses nombreux milieux de culture bactérienne était envahi par une moisissure (champignon) du nom de Penicillium. Avant de jeter le milieu de culture, comme beaucoup avaient fait avant lui, il prit le temps de l'observer. Il constata que la surface contaminée par la moisissure était entourée d'une zone où les bactéries se développaient très mal.

2.2 Perception de la question ou du problème

Fleming recommença plusieurs fois afin d'observer si le même processus se reproduisaient à chaque fois qu'il introduisait la moisissure ou si c'était le fruit du hasard. Fleming se posa la question suivante:

Quelle relation existe-t-il entre la moisissure et le milieu bactérien?

2.3 Formulation d'une hypothèse

Après avoir fait des observations qualitatives, l'étape suivante consiste à formuler l'hypothèse, qui est, en fait, une réponse pertinente à la perception de la question ou du problème.

Plusieurs hypothèses peuvent surgir en premier. La plus plausible est conservée : celle qui explique le mieux tous les faits observés.

Après avoir observé qu'à chaque fois que la moisissure Penicillium se développait, aucune colonie de bactéries n'était trouvée dans son entourage, Fleming émit l'hypothèse suivante:

Penicillium produit une substance qui inhibe la croissance des bactéries.

L'hypothèse de travail conservée doit mettre en relief la variable indépendante et la variable dépendante du sujet choisi.

Variable indépendante

Se dit de tout facteur expérimental dont les variations sont sous le contrôle de l'expérimentateur. Les fluctuations de la variable indépendante occasionnent des changements de réponse de la part de la variable dépendante. Les variations de la variable indépendante figurent généralement sur l'abscisse d'un graphique.

Dans l'hypothèse qui nous concerne ici, la variable dépendante serait la croissance des bactéries exprimées en nombre de bactéries et la variable indépendante serait les variations de concentrations de moisissures qui inhibe la croissance des bactéries.

Variable dépendante

Une variable est dite «dépendante» si ses variations sont liées directement ou indirectement aux fluctuations d'une variable indépendante. Elle représente la réponse (effet) du sujet expérimental aux conditions expérimentales fixées par l'expérimentateur. Elle occupe généralement l'ordonnée sur un graphique.

Notons enfin qu'une hypothèse peut être vraie ou fausse. Malgré son apparente logique et raisonnable, l'hypothèse doit être soumise à l'observation directe et/ou à l'expérimentation contrôlée.

2.4 Détermination du meilleur mode de vérification de l'hypothèse

Le scientifique dispose de deux (2) instruments pour vérifier (valider) son hypothèse. Il devra donc choisir, selon le cas, entre les observations directes quantifiées ou l'expérimentation contrôlée.

2.4.1 Observations directes quantifiées.

L'observation directe permet la mesure de phénomènes naturels non-manipulés par l'observateur et ne nécessitant aucune intervention expérimentale. On a souvent recours à des équipements spéciaux, utiles pour analyser des phénomènes naturels dépassant la portée de sens humains.

Microscope en biologie.

Télescope astronomie.

Enregistrement des cris aigus de chauve-souris qui sont ensuite reproduits à des fréquences plus basses pour être perçus par notre oreille.

2.4.2 Expérimentation contrôlée

La suite de ce document visera à caractériser particulièrement cette démarche du scientifique. Dans une expérimentation contrôlée, comme son nom l'indique, le chercheur contrôle (le plus souvent en maintenant constant) tous les facteurs susceptibles d'influencer l'expérimentation en cours. Pour ce faire, il identifie les facteurs déterminants puis en fait varier un (1) seul à la fois. Le reste des conditions expérimentales sont maintenues constantes chez tous les sujets passant l'expérience.

Un groupe de sujets dits «témoins», et un groupe de sujets dits «expérimentaux» sont alors formés.

Groupe témoin

Dans un groupe témoin, la variable indépendante est maintenue constante comme tous les autres facteurs contrôlés. Le nombre de sujets le composant devrait être fixé à un minimum de six (6).

Groupe expérimental

Dans un groupe expérimental, la variable indépendante varie selon les dispositions de l'expérimentateur alors que tous les autres facteurs contrôlés sont maintenus constants. Le nombre de sujets de composant devrait être fixé à un minimum de six (6).

Une fois les groupes témoin et expérimental formés, la démarche entreprise dans l'élaboration d'une expérience contrôlée suit deux (2) étapes distinctes : le schème expérimental et le protocole expérimental.

Schème expérimental

Dans un schème expérimental, nous devons retrouver :

- a) Le nom de la variable indépendante ainsi que son mode de mesure.
- b) Le nom de la variable dépendante ainsi que son mode de mesure.
- c) L'énumération des facteurs contrôlés ainsi que leur mode de contrôle.
- d) L'énumération des facteurs non contrôlés mais dont la connaissance est pertinente à l'expérience en cours.

Dans notre exemple du départ concernant les travaux de Fleming, le schème expérimental pourrait être le suivant :

Variable indépendante:
concentration de la substance inhibitrice produite par les moisissures du genre Penicillium.

mesure: quantité (en ml.) de liquide provenant d'une culture de Penicillium.

Variable dépendante:
croissance bactérienne

mesure: nombre de colonies bactériennes/mm² de gélose.

Température: les géloses sont incubées à une T constante de 37°C.

Milieu nutritif: chaque gélose recevra le même milieu nutritif et la même quantité.

Temps d'incubation: le temps d'incubation sera le même pour chaque gélose

hérédité des sujets utilisés (variabilité génétique)

Protocole expérimental

Cette section, souvent surnommée «Manipulations» ou «Méthode», élabore précisément toutes les étapes des manipulations à suivre afin d'obtenir des données spécifiques au sujet traité. La rédaction du protocole doit être faite de manière à ce que toute personne puisse réaliser l'expérience au complet sans autre documentation que celle fournie dans le protocole.

2.5 Accumulation et interprétation des résultats

Accumulation des résultats

À partir d'observation directes quantifiées ou d'expérimentations contrôlées, le chercheur obtient des données qu'il compile et ordonne.

Il traite ses données au moyen de calculs de son choix et produit alors des résultats.

Interprétation des résultats

À la lumière des résultats obtenus, l'expérimentateur porte un jugement subjectif sur ses résultats en regard de son hypothèse. Il interprète ses résultats en les comparant (si possible) aux résultats obtenus lors de d'autres expérimentations. Si les résultats contredisent l'hypothèse de départ, il faut alors réviser cette hypothèse et établir une critique constructive du schème expérimental et du protocole expérimental.

Fleming examina chacun des pétris-témoins et expérimentaux : il compta le nombre de colonies bactériennes. Dans les pétris expérimentaux, 95% de la surface du milieu de culture ne présentait pas de colonie bactérienne comparé à 1% dans les pétris-témoins.

2.6 Reprise

Si les résultats confirment l'hypothèse, le chercheur doit répéter son expérimentation ou ses observations plusieurs fois pour s'assurer de l'exactitude des résultats obtenus.

Si les résultats confirment à nouveau l'hypothèse, le chercheur peut alors conclure que son hypothèse de départ a été confirmée.

Fleming remarqua que les cultures «témoins» s'étaient bien développées. Les cultures expérimentales se développaient moins bien. Fleming reprit l'expérience plusieurs fois pour s'assurer que la conclusion était toujours la même.

Après avoir analysé ses résultats, Fleming proclama que c'était nécessairement le liquide dans lequel avait vécu Pénicillium qui comptait pour l'inhibition de la croissance des colonies bactériennes, ce liquide étant la seule variable de son expérimentation.

2.7 Formulation de théories ou de principes généraux

Si l'hypothèse est confirmée, cette dernière peut constituer la base de la formulation d'une théorie regroupant tous les résultats dans un énoncé cohérent de principes.

Il faudra alors tester la théorie pour voir si elle s'applique à la majorité des cas semblables.

Fleming énonça le principe suivant : «Penicillium a un effet inhibiteur sur la croissance des bactéries». Cette généralisation fut testée sur plusieurs espèces de bactéries différentes.

La réponse à la question ou au problème de départ n'implique pas la fin du processus d'observation directe ou d'expérimentation, mais suscite plutôt une foule de questions additionnelles.

- Quelle est la structure de Penicillium?
- Existe-t-il d'autres moisissures ayant la même action que Penicillium?
- Peut-on inoculer la substance produite par Penicillium à des gens atteints d'infections bactériennes?

2.8 Applications pratiques de l'hypothèse concernée

Une hypothèse confirmée ne conduit pas nécessairement ou immédiatement à des applications pratiques mais peut servir de base à l'élaboration de ressources concrètes pour la population humaine.

Grâce à la confirmation de l'hypothèse de Fleming, les chercheurs ont réussi à isoler, dans un deuxième temps, la substance inhibitrice de la croissance bactérienne. Cette substance nommée «pénicilline» est utilisée, aujourd'hui, dans le traitement d'infections d'origine bactérienne.