Validité d'une observation :

les étapes d'une vérification empirique d'un énoncé théorique

Joseph LARMARANGE

Ce travail prend place dans le cadre d'une thèse en démographie sur les estimations des prévalences nationales du VIH, intitulée *Prévalences du VIH en Afrique : validité d'une mesure*. Dans les années 1980, une surveillance sentinelle des femmes enceintes consultant en clinique prénatale a été mise en place pour identifier l'apparition et le développement des épidémies de VIH. Ce système s'est généralisé en Afrique subsaharienne et a constitué, à partir du milieu des années 1990, la principale source de données pour l'estimation des prévalences nationales du VIH sur ce continent. À partir de 2001, plusieurs pays ont conduit des enquêtes nationales en population générale avec dépistage du VIH, notamment à travers le programme des Enquêtes Démographiques et de Santé. Pour une majorité de pays, les estimations de la prévalence nationale à partir des EDS se sont révélées différentes de celles réalisées à partir de la surveillance sentinelle. L'objectif de la thèse a donc visé à déterminer la portée, les limites et la signification objective des différentes sources de données.

Un détour par l'épistémologie nous a semblé un préalable nécessaire pour mieux comprendre les différentes étapes de tout acte d'observation. Cette discipline s'est le plus souvent focalisée sur le changement de paradigme scientifique. Dans le présent travail, nous portons notre attention sur l'élaboration d'énoncés d'observations et la validité de ces derniers.

Notre réflexion a été influencée en grande partie par la pensée de Georges MATHERON. Ce qui est présenté dans le présent papier doit se concevoir comme un essai et non comme une démonstration rigoureuse.

Nous y montrons que tout énoncé d'observation n'est pas donné par lui-même mais naît de l'application, à des données d'observations brutes, de la relation répétable définissant un concept opératoire. Nos énoncés d'observations ont une portée limitée puisque leur ensemble population-espace-temps est restreint aux individus effectivement enquêtés, sur les zones d'enquête, le temps de l'enquête. Or, nos assertions portent sur des populations plus larges et, en l'occurrence, nos estimations de la prévalence nationale du VIH concernent l'ensemble de la population adulte d'un pays, répartie sur tout son territoire.

Quelle que soit la source de données utilisées, nous avons donc recours à des hypothèses anticipatrices afin de transformer nos énoncés d'observation en assertions plus générales. Nous pouvons alors étudier, dans la suite de la thèse, la validité des différentes sources de données en analysant les hypothèses requises pour transformer leurs énoncés d'observation en assertion sur l'ensemble de la population générale.

Nous limiterons ici notre propos aux observations dites numériques, c'est-à-dire aux actes d'observations du monde se traduisant par la construction de grandeurs chiffrées. Nous tenons à préciser ici qu'il ne s'agit aucunement d'un déni des apports des méthodes dites qualitatives. Bien au contraire, nous croyons fermement que les approches quantitatives et qualitatives sont non seulement complémentaires, mais également nécessaires l'une à l'autre pour essayer de démêler la complexité du monde social qui nous environne. Cependant, afin de ne pas trop nous éloigner de notre sujet, à savoir la mesure des prévalences du VIH, il nous semble opportun de limiter notre discours, bien que certains des aspects abordés ci-après concernent tout aussi bien les observations qualitatives que les observations quantitatives.

1. À la recherche d'une signification objective de la mesure

Les phénomènes qui nous préoccupent, et plus largement l'ensemble des phénomènes des sciences sociales et d'autres sciences, présentent deux caractéristiques majeures. D'une part, ils s'inscrivent dans l'espace-temps physique et se manifestent sous une forme *régionalisée*. Ils se sont produits pendant un laps de temps donné, à une époque donnée, dans une zone donnée. D'autre part, il s'agit de phénomènes *uniques* en ce sens qu'ils ne se réalisent qu'une seule et unique fois dans des conditions parfaitement identiques. Nous nous situons en dehors du champ expérimental d'un laboratoire où il serait possible de répéter à loisir un même phénomène dans des circonstances *a priori* identiques.

Face à ce type de phénomènes, le scientifique est amené à estimer certaines grandeurs dont il n'a pas connaissance mais qui existent néanmoins indépendamment de lui. Ne pouvant procéder à un recensement exhaustif parfait de l'ensemble du phénomène et des propriétés du contexte dans lequel ce dernier intervient, il a alors recours à des méthodologies, des modèles pour tenter de répondre aux questions qu'il se pose. Fréquemment, le scientifique utilise la statistique et les modèles aléatoires, et implicitement fait appel à la *Loi des Grands Nombres*. Cette dernière, formalisée au XVIIIe siècle lors de la découverte de nouveaux langages mathématiques[1], indique que lorsque l'on procède à un tirage aléatoire dans une série de grande taille, plus la taille de l'échantillon augmente, plus les caractéristiques statistiques du tirage se rapprochent des caractéristiques statistiques de la population.

La plupart des sondages et des enquêtes repose sur cette loi. En interrogeant un nombre suffisant de personnes il devient alors possible de connaître ce qu'il en est (probablement) pour la population entière. C'est également grâce à cette loi qu'a pu se développer le système assurantiel en permettant de déterminer la probabilité des sinistres dont les assureurs se portent garants.

Cette loi porte par ailleurs en elle une sorte de paradoxe. Si un évènement considéré isolément semble soumis au hasard (obtenir 1 000 fois « pile » lors de 1 000 lancers d'une pièce de monnaie n'est pas impossible), cette loi postule

[1] La Loi des Grands Nombres a été tout d'abord formalisée par Jacob BERNOUILLI en 1713 dans un ouvrage intitulé *Ars Conjectandi: Usum & Applicationem Praecedentis*. Bernouilli l'avait alors nommée « théorème d'or ». En 1835, Siméon Denis POISSON la décrit comme « Loi des Grands Nombres », nom sous laquelle elle est aujourd'hui la plus connue. Les mathématiciens distinguent aujourd'hui deux énoncés : la *loi forte des grands nombres* et la *loi faible des grands nombres*.

l'absence de hasard global (sur 1 000 lancers, on observe en réalité un nombre de « pile » proche de 500), comme s'il existait une loi d'équilibre naturel, comme si le chaos était impossible et les catastrophes improbables.

Le recours à la statistique et aux modèles probabilistes a fait couler beaucoup d'encre et en particulier la notion de probabilité entre *objectivistes* (ou *fréquentistes*) et *subjectivistes*. Une vision objectiviste considère la probabilité d'un évènement comme la fréquence à laquelle ce dernier survient lorsque le nombre de répétitions tend vers l'infini. « *Parler de la probabilité pour qu'une proposition donnée soit vraie n'a aucun sens pour un objectiviste, car on ne peut parler de la probabilité d'un évènement par nature unique : la proposition est vraie ou fausse, en logique aristotélicienne.* » (COURGEAU 2004, p. 29) Dans le cadre d'une approche subjectiviste, « *la probabilité ε a la signification d'une évaluation personnelle (subjective) du "degré de croyance rationnelle" (selon une formule due à Keynes) dans la réalisation de l'évènement auquel elle s'applique* » (BONITZER 1984, p. 14).

Le débat entre ces deux approches est loin d'avoir été toujours fécond et la faiblesse commune au fréquentisme et au subjectivisme tient entre autres à une focalisation excessive sur le seul concept de probabilité d'un évènement particulier (BONITZER 1984). Par ailleurs, la distinction entre subjectivisme et objectivisme recoupe d'autres points de divergence, que ce soit en statistique, en épistémologie ou en sciences sociales : relativisme contre réalisme, positivisme ou anti-fondamentalisme, sociologie compréhensive face à sociologie explicative, DURKHEIM ou WEBER, approche qualitative ou approche quantitative…

Il nous semble peu opportun d'aller plus avant sur ces questions pour le moment ni même de nous positionner de suite. Nous risquerions de nous perdre dans des considérations purement théoriques et stériles d'un point de vue pratique ou opérationnel. Néanmoins, nous y reviendrons brièvement à la fin de ce papier (section 10).

Dans son *Essai sur la pratique des probabilités*[2], Georges MATHERON pose cette problématique de manière différente :

> « *Je ne peux donc, en aucune façon, éluder la fameuse question, si mal formulée : "la probabilité est-elle subjective ou objective ?". En fait, il n'y a pas, il ne saurait y avoir, de probabilité en soi. Il n'y a que des modèles probabilistes. Ou, si l'on préfère, l'"aléatoire" n'est en aucune façon une propriété, univoquement définie, ni même définissable, du phénomène lui-même. Mais, uniquement, une caractéristique du, ou des, modèle(s)*

[2] MATHERON G., *Estimer et Choisir : essai sur la pratique des probabilités*, Fontainebleau (FR), Centre de Géostatistique, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 1978.

> *que nous choisissons pour le décrire, l'interpréter, et résoudre tel ou tel problème que nous nous posons à son sujet. Et, suivant la nature de ces problèmes, nous pouvons fort bien adopter, tout à tour, des modèles différents, attribuant selon le contexte, des probabilités différentes à un évènement donné dont l'énoncé, apparemment reste le même. Le seul problème réel est de savoir si un modèle donné, dans un contexte donné, possède, ou non, une signification objective et, le cas échéant, de faire le tri : je veux dire, parmi les concepts, énoncés, paramètres, etc. figurant dans le modèle, distinguer ceux qui possèdent dans (ce que nous appelons) la réalité une contrepartie objective, observable, mesurable, etc. et les autres : ces derniers, que j'appellerai conventionnels (plutôt que subjectifs) pourront jouer un rôle heuristique utile dans l'élaboration et la mise en œuvre du modèle. Mais ils devront disparaître de la formulation ultime de nos conclusions et de nos résultats. Car, dans la mesure même où les problèmes que nous cherchons à résoudre sont des problèmes réels, les solutions que nous proposons doivent, elles aussi, sous peine de se révéler illusoires, respecter le principe de réalité. […]*
>
> *Cette position méthodologique se reflète dans la terminologie que j'adopte. Les statisticiens orthodoxes [ou objectivistes] auraient dit : estimer et prédire. Les bayesiens, ou subjectivistes : évaluer et prévoir. J'ai préféré : estimer et choisir. […] En somme, on estime des grandeurs (objectives), on choisit des méthodes, des modèles ou des paramètres conventionnels et on convient de critères. Pour les bayesiens, il n'y a pas d'estimation, mais seulement des "choix". Ils évaluent des probabilités (subjectives) et en tirent des prévisions (également subjectives) concernant les évènements et les grandeurs inconnues. Les orthodoxes, ou objectivistes, à l'inverse, réservent le terme "estimation" au choix des paramètres de leurs modèles, sans se demander au préalable si ces paramètres possèdent ou non, une contrepartie objective dans la réalité.* » (MATHERON 1978, p. 2-4)

MATHERON nous invite ainsi à nous interroger sur la signification objective de nos mesures et de nos estimations, à savoir dans quelle mesure ces dernières reflètent ou non un certain aspect du monde réel. Vis-à-vis des modèles que l'on utilise, il distingue *objectivité externe* et *objectivité interne*. Certaines méthodologies ont permis de traiter et de résoudre nombre de problèmes et ont connu ainsi des succès réels confirmés par la pratique. Ayant fait leurs preuves, il est possible de considérer que ces techniques et méthodes disposent d'une certaine objectivité que MATHERON nomme *objectivité externe*, c'est-à-dire la « *sanction de la pratique* ». Mais les objets étudiés restant uniques (il n'existe pas deux sociétés parfaitement identiques, deux territoires identiques, deux populations identiques en tout point), MATHERON se demande « *dans quelle mesure une estimation ou un modèle probabiliste concernant ce gisement-ci, cette forêt-là (et non un gisement ou une*

forêt en général) possède-t-il une signification objective ? » (MATHERON 1978, p. 2). C'est cette signification qu'il nomme *objectivité interne*.

Si MATHERON s'interroge essentiellement sur l'utilisation de modèles probabilistes, nous pouvons étendre son interrogation aux opérations de mesures d'un phénomène, étant donné que, comme nous le verrons plus loin, toute opération visant à quantifier le réel nécessite le passage par un modèle plus ou moins implicite. Nous nous interrogerons donc sur l'objectivité interne de nos mesures ou, exprimé autrement, sur la *signification objective* que nous pouvons accorder à celles-ci.

2. Le critère poppérien d'objectivité : la falsifiabilité

Si l'on cherche à déterminer la signification objective d'un énoncé, encore faut-il pouvoir définir ce que nous pouvons appeler *objectivité*. Pour cela, nous pouvons nous référer à ces mots de SÉNÈQUE LE JEUNE régulièrement cités par différents auteurs :

> « *La différence entre nous et les Toscans, les plus habiles interprètes des tonnerres, c'est que, selon nous, l'explosion de la foudre a lieu par suite de la collision des nuages, et que, suivant eux, la collision n'a lieu que pour amener l'explosion. En effet, comme ils rapportent tout à Dieu, ils croient non pas que les foudres annoncent l'avenir parce qu'elles sont formées, mais qu'elles sont formées parce qu'elles doivent annoncer l'avenir. Néanmoins elles se produisent de la même manière, que leur pronostic soit ou la cause ou l'effet de leur formation.* »
>
> (SÉNÈQUE vers 62, Questions Naturelles II, 32-2)

En l'occurrence, l'argument des Toscans est imparable. En expliquant la foudre comme étant la résultante d'une volonté divine, quelque soit le phénomène observé, il sera toujours possible de répondre que ce dernier correspondait au choix divin. Mais dans le même temps, cette explication ne permet pas de prévoir quoi que ce soit. Il est toujours possible, *a posteriori*, de fournir une explication *ad hoc*. Par contre, *a priori*, une observation du ciel ne permet pas de déterminer si la foudre tombera ou non, la volonté divine restant hors de portée. La position de

SÉNÈQUE, à savoir que la foudre naît de la collision entre nuages, implique au contraire que toute observation de foudre doit être concomitante avec un ciel chargé. Elle présuppose donc qu'en présence d'un ciel dégagé, il ne peut y avoir de foudre. Elle permet donc de réaliser une prédiction *a priori*, celle-ci pouvant ou non se vérifier dans les faits.

Nous pouvons alors considérer comme *purement subjective* (c'est-à-dire dépourvue d'objectivité) une opinion dès lors qu'elle sera compatible avec toute chose et son contraire. À l'inverse, elle ne permettra pas de prévoir un phénomène, quel qu'il soit. Cela revient à dire qu'elle n'apporte aucune information réelle. L'objectivité d'un énoncé est alors liée à la possibilité que nous avons d'en contrôler l'exactitude ou, à tout le moins, de procéder à une tentative de vérification empirique. Selon Karl POPPER, « *l'objectivité des énoncés scientifiques réside dans le fait qu'ils peuvent être intersubjectivement soumis à des test.*[3] » Il précise alors ce qu'il entend par « tests intersubjectifs ». Il introduit la notion de *régularité* qui, par la reproduction d'observations identiques, permet d'envisager des tests pour vérifier la validité des dites observations.

> *« Seules de telles répétitions peuvent nous convaincre que nous n'avons pas à faire à une simple "coïncidence" isolée mais à des évènements qui, en raison de leur régularité et de la possibilité qu'ils ont d'être reproduits, peuvent en principe être soumis à des tests intersubjectifs. »*[4]

Précision importante, POPPER n'exige pas qu'un énoncé scientifique *ait été soumis* à des tests intersubjectifs, mais que ce dernier *puisse* l'être. C'est la possibilité de pouvoir être testé intersubjectivement qui confère une objectivité à un énoncé. Cela ne signifie pas pour autant que cet énoncé soit juste ou véridique, mais cela permet d'envisager la possibilité d'une vérification empirique. Un énoncé ne pouvant être soumis à des tests intersubjectifs ne concernera donc pas le scientifique. Cela n'implique pas que cet énoncé soit faux mais, dans la mesure où l'on ne pourra ni confirmer ni infirmer cet énoncé, il sort du champ de la recherche scientifique.

POPPER distingue deux types d'énoncés pour lesquels la question de l'objectivité se pose différemment : les *énoncés universels* et les *énoncés singuliers*[5].

---

[3] POPPER K. R., *La Logique de la découverte scientifique*, Paris (FR), éditions Payot, 1968, p. 41. Chapitre premier, section 8.

[4] *Idem*, p. 42.

[5] Parfois appelés *énoncés de base* ou *énoncés existentiels*.

Figure 1
Déploiement du Quilt à Washington en 1992

Source : Plaquette du *Patchwork des Noms*, photographie de Jean FOREST.

Un énoncé singulier décrit « *une occurrence*[6] ». Il s'agit d'énoncé du type « *constatation d'un fait*[7] ». Un tel énoncé décrit un évènement particulier, en un lieu donné, à une date donnée. Par exemple, "*le 21 octobre 1992, 22 000 panneaux du Quilt*[8] *sont déployés en cercle autour du Mémorial de Washington (USA)*". Il

6 POPPER, *La Logique de la découverte scientifique*, p. 86. Chapitre 4, section 23.

7 MATHERON, *Estimer et Choisir*, p. 32.

8 Le Quilt est né à San Francisco en 1987 sous l'impulsion de Cleve JONES. Il est aujourd'hui maintenu dans le monde par le *Names Project* et s'est traduit en France avec la création en 1989 du *Patchwork des Noms*. « *C'est une mosaïque immense constituée de panneaux cousus où les gens ont exprimé quelque chose d'important sur celle ou celui qu'ils ont perdu.* » Jonathan MANN, *L'Autre Journal*, oct. 1990, cité par le Patchwork des Noms.

est possible, selon POPPER, d'arriver à un consensus concernant les énoncés de base pour décider de les accepter ou de les réfuter. « *Le critère d'objectivité réside dans le fait qu'une fois réunie toute la documentation nécessaire, un consensus se réalise entre les « gens sensés » concernant la vérité ou la fausseté de l'énoncé en question : il s'agit d'<u>énoncés décidables</u>, c'est-à-dire dont il serait univoquement possible de décider s'ils sont vrais ou faux, pourvu seulement que l'on dispose des informations voulues.*[9] » Un énoncé *décidable* peut rester *indécidé* si l'on ne peut avoir accès à des sources permettant d'arriver à un consensus. Par exemple, on ne pourra trancher un énoncé tel que "*il pleuvait à Lutèce le 14 juillet de l'an 52 avant Jésus-Christ*". Pour autant, cet énoncé garde son objectivité dans la mesure où, si nous avions à disposition la documentation adéquate, nous pourrions arriver à un consensus quand à sa vérité ou sa fausseté. Un énoncé objectif peut très bien être faux. Il suffit qu'il soit possible de le déclarer faux. Par ailleurs, cette définition des énoncés de base revient :

> *« à s'arrêter à des énoncés sur l'acceptation ou le rejet desquels les divers chercheurs peuvent s'entendre. Et s'ils ne s'entendent pas, ils poursuivront tout simplement leurs tests ou les recommenceront tous. S'ils n'obtiennent pas plus de résultat de cette manière, nous pourrions alors dire que les énoncés en question ne pouvaient pas être soumis à des tests intersubjectifs ou, qu'après tout, ils ne traitaient pas d'évènements observables. S'il devait un jour n'être plus possible pour les observateurs scientifiques de s'entendre au sujet des énoncés de base, cela équivaudrait à l'échec du langage comme moyen de communication universel.* » (POPPER 1968, p. 104, Chapitre 5, section 29)

POPPER distingue ensuite des énoncés qu'il qualifie d'*énoncés universels*. Ce type d'énoncés recoupe généralement ce que l'on nomme *énoncés théoriques* ou *lois naturelles*. Ils portent sur une classe illimitée d'objets ou d'évènements et sont valables en tous temps et en tous lieux. Un énoncé universel (par exemple : "*deux corps s'attirent en raison du carré inverse de leur distance*"[10]) affirme que tous les éléments d'une classe (en l'occurrence tous les objets ayant une masse) vérifient une certaine propriété. On ne peut vérifier de tels énoncés, c'est-à-dire montrer qu'ils sont vrais dans la mesure où il est impossible de procéder à un inventaire exhaustif de l'Univers (nous ne pouvons prouver matériellement que tous les corps de l'Univers s'attirent effectivement en raison inverse du carré de leur distance). Par contre, il est possible de montrer que de tels énoncés sont faux. Il suffit pour cela d'une seule observation ne vérifiant pas la propriété posée par l'énoncé. Par exemple, si nous prenons l'énoncé "*tous les chats sont noirs*", nous ne pouvons

[9] MATHERON, *Estimer et Choisir*, p. 32-33.

[10] Version simplifiée de la Loi Universelle de la Gravitation, formulée pour la première fois en 1684 par Isaac NEWTON.

montrer que cet énoncé est juste puisque nous ne pouvons vérifier la couleur de tous les chats passés, présents et à venir. Par contre, il nous suffit de trouver un seul chat blanc ou roux pour affirmer que l'énoncé "*tous les chats sont noirs*" est faux. C'est justement cette possibilité de pouvoir être *falsifié* qui déterminera l'objectivité d'un énoncé universel.

> « *En matière scientifique, s'agissant d'un énoncé, d'un modèle, d'une théorie, etc. (considérés en tant qu'ils se rapportent à un secteur bien défini du monde que nous appelons réel) nous disons qu'ils ont une signification objective si, et dans la mesure où, il est possible de les soumettre au contrôle d'expériences ou d'observations dont le résultat soit définissable sans équivoque (ce qui veut dire que l'énoncé de ces résultats doit être susceptible de réaliser le consensus des spécialistes). Le plus souvent, un énoncé scientifique est du genre universel, et ne peut par suite faire l'objet d'une vérification (logique) rigoureuse, qui impliquerait la réalisation effective d'une infinité d'observations ou d'expériences. Par contre, il doit toujours être possible de déduire d'un énoncé scientifique général des énoncés plus particuliers (prédiction du résultat d'expériences ou d'observations effectuées dans des conditions bien définies) susceptibles, eux, d'être confirmés ou infirmés (vérifiés ou falsifiés). S'ils sont confirmés, il n'en résulte pas que l'énoncé général soit vérifié, mais seulement qu'il est "corroboré" (non réfuté). Par contre, si l'un d'eux est infirmé, l'énoncé général est par la même falsifié (réfuté). Autrement dit, l'énoncé général a une signification objective dans la mesure où il est falsifiable, et possède une validité (relative et toujours provisoire) dans la mesure où il a été corroboré, c'est-à-dire a résisté victorieusement à toutes les tentatives de falsification auxquelles il a été soumis jusqu'à présent : et nous lui attribuerons un degré de validité d'autant plus élevé que ces tentatives auront été plus nombreuses et plus sévères. Tel est le critère de <u>falsifiabilité</u> que propose K. R. POPPER comme ligne de <u>démarcation</u> entre énoncés "métaphysiques" et énoncés "empiriques" ou objectifs.* » (MATHERON 1978, p. 33-34)

Nous pouvons donc poser le postulat[11] suivant :

[11] Nous avons préféré utiliser de *postulat* plutôt que les mots *axiome*, *théorème* ou *loi*. Un théorème ou une loi est une assertion rigoureusement démontrée à partir d'axiomes et/ou de postulats. Un axiome est une vérité évidente en soi sur laquelle une connaissance peut se reposer. Un postulat est un principe utilisé dans la construction d'un système déductif, mais qu'on ne démontre pas lui-même, sans pour autant s'interdire la possibilité de s'y essayer plus tard. En ce sens, le postulat se distingue de l'axiome, ce dernier étant toujours posé au départ comme un élément fondamental qu'on ne cherchera pas à démontrer. Le postulat n'est pas forcément *évident*, contrairement à l'axiome. Un postulat sera donc considéré comme légitime et temporairement accepté, bien que non démontré.

> **Postulat 1**
> *Un énoncé aura une signification objective s'il est potentiellement falsifiable.*

De nombreuses critiques ont été formulées à l'encontre du critère de falsifiabilité et plus généralement à l'encontre du *falsificationisme*. Nous ne les détaillerons pas toutes ici mais en retiendrons trois principales : l'incapacité de ce critère à rendre compte de l'histoire des sciences et des théories scientifiques, la complexité des situations réelles de tests et enfin la faillibilité des énoncés d'observations.

Si l'on étudie l'histoire des théories scientifiques, et en particulier l'histoire de la physique, les exemples sont nombreux de situations où une théorie a été maintenue alors qu'elle s'avérait contradictoire avec des observations. Par exemple :

> « *Dans les années qui suivirent sa formulation, la théorie de la gravitation de* NEWTON *fut falsifiée par des observations de l'orbite de la Lune. Cinquante ans environ s'écoulèrent avant que l'on écarte cette falsification en la mettant au compte d'autres facteurs que de la théorie newtonienne. Plus tard, cette même théorie se révéla en désaccord avec les valeurs précises trouvées pour la trajectoire de la planète Mercure et les savants ne l'abandonnèrent pas pour autant. Pourtant on ne parvint jamais à expliquer cette falsification d'une façon qui aurait préservée la théorie de* NEWTON. » (CHALMERS 1976, p. 116)

Dans une logique falsificationiste naïve, si un énoncé de base s'avère contradictoire avec ce que prédit les énoncés universels constituant une théorie, la dite théorie se retrouvant réfutée devrait être rejetée. Or, nombre de découvertes scientifiques importantes n'ont pas suivi cette règle, fort heureusement. Si cette critique est pertinente dans une optique historienne, visant à rendre compte de la science en tant que phénomène social inscrit dans un contexte historique, il n'en est pas de même dans le cadre d'une réflexion épistémologique sur les meilleures manières de produire du savoir. Lorsque POPPER pose le critère de falsifiabilité, il ne s'agit pas d'un critère historique mais d'un critère politique ou philosophique sur ce que doit être la science, selon lui, en tant que forme particulière d'acquisition de connaissances.

L'autre grande critique adressée à POPPER porte sur la complexité des situations réelles de tests. En effet, une théorie scientifique est composée de tout un ensemble, plus ou moins complexe, d'énoncés universels et d'assertions. Pour tester expérimentalement une théorie, il est nécessaire d'avoir également recours à d'autres énoncés ou postulats, telles que les lois et théories employées pour l'élaboration et l'utilisation des différents outils d'observation utilisés, ainsi que divers paramètres tels que les conditions initiales ou la description du descriptif expérimental. La prédiction qui sera testée découlera de l'ensemble de ces prémisses. Ainsi, si le test s'avère non concluant, cela ne signifie pas pour autant

que la théorie testée est réfutée. Cela implique simplement que l'un des prémisses entrant dans le cadre de cette expérience est faux. Encore faut-il pouvoir déterminer lequel.

> « *Un [...] exemple nous est fourni par l'argument de l'astronome danois Tycho* BRAHÉ *qui affirmait avoir réfuté la théorie copernicienne quelques dizaines d'années après sa publication. Si la Terre tourne en orbite autour du Soleil, disait* BRAHÉ, *alors la direction dans laquelle on observe une étoile fixe à partir de la Terre doit varier au cours de l'année pendant que la Terre se déplace d'une face du Soleil à une autre. Mais les tentatives de* BRAHÉ *de détecter cette parallaxe prévue au moyen de ses instruments, les plus sensibles et les plus précis qui existaient à l'époque, se soldèrent par un échec.* BRAHÉ *fut ainsi amené à conclure que la théorie copernicienne était fausse. Avec le recul, on s'aperçoit que la prédiction erronée provient non pas de la théorie de* COPERNIC, *mais de l'une des hypothèses auxiliaires de* BRAHÉ. *Son estimation de l'ordre de grandeur de la distance des étoiles fixes était bien trop sous-évaluée. Lorsqu'on lui substitua une valeur plus réaliste, on se rendit compte que la parallaxe prévue était beaucoup trop faible pour avoir pu être détectée par les instruments de* BRAHÉ. » (CHALMERS 1976, p. 113-114)

Autrement dit, pour pouvoir réfuter une théorie, il est nécessaire de pouvoir montrer qu'il s'agit bien des énoncés posés par la théorie qui induisent une prédiction erronée. Par ailleurs, une théorie étant composée de tout un ensemble d'énoncés, certains étant plus fondamentaux que d'autres, il se peut que l'expérience amène à réfuter un énoncé secondaire particulier sans remettre en cause les énoncés centraux. À ce moment-là, ce n'est pas l'ensemble de la théorie qui doit être rejetée, une amélioration de cette dernière pouvant éventuellement amener à une prédiction correcte sans modification des paradigmes fondamentaux.

Nous retrouvons ici la troisième critique majeure adressée au falsificationisme : la faillibilité des énoncés d'observations. Outre les problèmes liés à la subjectivité des individus dans l'acte d'observation, de nombreuses expériences ayant montré à quel point nos perceptions peuvent être trompeuses (*cf.* les illusions optiques par exemple), toute observation doit être précédée d'une théorie pour pouvoir être formulée de manière précise. Un cadre conceptuel est nécessaire afin de communiquer ce que l'on a observé.

> « *Les énoncés d'observations seront toujours formulés dans le langage d'une théorie et seront aussi précis que le cadre théorique ou conceptuel qu'ils utilisent. Le concept de "force" utilisé en physique est précis parce qu'il acquiert sa signification de par le rôle qu'il joue dans une théorie précise, relativement autonome, la mécanique newtonienne. L'utilisation du même mot dans le langage de tous les jours (la force des circonstances, les vents de force 8, la force de l'argumentation, etc.) est*

> *imprécise seulement parce que les théories correspondantes sont fort variées et imprécises. Des théories précises, clairement formulées, sont une condition préalable pour que des énoncés d'observation soient précis. En ce sens, la théorie précède l'observation.* »
>
> (CHALMERS 1976, p. 61)

Les écrits de POPPER, FEYERBEND et KUHN abondent en arguments et en exemples de ce que la théorie précède l'observation. Les théories scientifiques étant faillibles, il en résulte que les énoncés d'observations peuvent également être faillibles (voir l'exemple cité précédemment de Tycho BRAHÉ à propos de la parallaxe des étoiles fixes). Ces différents exemples nous montrent qu'une application naïve du falsificationisme peut amener à des erreurs. Quel que soit le résultat d'une expérience ou d'une observation, un examen critique rigoureux est nécessaire et il est parfois nécessaire de repousser la décision de rejeter ou d'accepter les résultats obtenus. Cependant, cette critique ne porte pas sur le critère de falsifiabilité d'un énoncé en tant que définition de l'objectivité d'un énoncé mais sur le processus visant à déterminer à partir de quel moment une théorie doit être considérée comme falsifiée.

Si, personnellement, nous serons prudent sur la question du rejet d'une théorie ou d'un ensemble d'énoncés dès lors qu'un test de falsification aura été positif, nous retiendrons par contre de POPPER la nécessité qu'un énoncé soit falsifiable, c'est-à-dire qu'il soit possible d'imaginer un test intersubjectif permettant, *a priori*, de le falsifier. Nous posons ainsi la falsifiabilité comme une exigence permettant de limiter les inférences abusives et les interprétations *ad hoc*.

3. À la quête de vérité : le philosophe et l'ingénieur

Plusieurs buts ont été assignés ou attribués à la philosophie au cours des âges. Pour certains, la philosophie s'apparente à la quête de la *vérité*[12], le philosophe recherchant à percer la nature véridique du monde qui nous entoure. La vérité a été

[12] Nous employons ici le terme de *vérité* dans un sens volontairement naïf : est vérité une proposition vraie, c'est-à-dire adéquate avec ce qui est.

posée très tôt comme étant l'objet de la science. Pour ARISTOTE, « *l'objet de la science au sens propre est quelque chose qui ne peut pas être autre qu'il n'est.* »[13] Autrement dit, la science porte sur l'essence même du monde qui nous entoure, au-delà de nos perceptions sensitives qui peuvent être trompeuses. Par ailleurs, le propos de la science se doit d'être universel, valable en tous lieux et en tous temps : « *la science consiste dans la connaissance universelle*[14] ». La recherche de lois universelles a marqué la progression du savoir scientifique et notamment la physique jusqu'au début du XXe siècle. Dans cette optique, toute théorie qui aurait été réfutée par quelque expérience que ce soit (moyennant les réserves évoquées à la section précédente) doit être rejetée : une telle théorie ne rendrait pas compte de l'ensemble des phénomènes observables et par là-même serait erronée quant à l'essence de ce qui est.

Un des exemples de réfutation le plus souvent cité concernant la pensée poppérienne est la réfutation de la mécanique classique newtonienne, remplacée par la relativité restreinte développée en 1905 par Albert EINSTEIN et la relativité générale publiée en 1915. À la fin du XVIIe siècle, Isaac NEWTON formule la loi universelle de la gravitation qui stipule que deux corps s'attirent mutuellement proportionnellement à leur masse et en raison du carré inverse de leur distance. Cette avancée majeure va se situer à l'origine de la mécanique dite classique et va être vérifiée empiriquement à de nombreuses reprises jusqu'à la fin du XIXe siècle. La théorie newtonienne va être ainsi en capacité de prédire avec précision les déplacements des astres dans le ciel, les trajectoires d'objets divers tels que des obus ou bien encore de prévoir les éclipses du Soleil et de la Lune. Les principes de la physique classique vont être universellement acceptés jusqu'à la fin du XIXe siècle. Cependant, certaines observations étaient en contradiction avec la mécanique classique, cette dernière étant dans l'incapacité d'expliquer par exemple les variations de la trajectoire de la planète Mercure. L'orbite de Mercure connaît une très lente précession du périhélie[15] autour du Soleil. En d'autres termes, son orbite est elle-même en rotation autour du Soleil. Toutes les planètes connaissent une précession, causée par l'influence gravitationnelle des autres corps du système solaire, et celle-ci s'explique par la mécanique newtonienne pour chacune d'elle, sauf Mercure. En effet, Mercure connaît une précession légèrement plus rapide que celle à laquelle on peut s'attendre en appliquant les lois de la mécanique céleste, et se trouve en avance d'environ 43 secondes d'arc par siècle. Ce phénomène constitue

[13] ARISTOTE, *Les Seconds Analytiques - Organon IV*, Wikisource, nouvelle traduction pour Internet par sœur Pascale NAU, à partir de la version grecque, de la traduction Vrin et de celle de G. R. G. Mure. Livre I, Chapitre 2.

[14] ARISTOTE, *Les Seconds Analytiques*. Livre I, Chapitre 31.

[15] Le périhélie d'une planète est le point de son orbite le plus proche du Soleil. La précession est le nom donné au changement graduel de l'axe de rotation d'un objet, en l'occurrence le changement de l'orientation du grand axe de l'orbite de la planète.

ainsi une réfutation expérimentale de la théorie newtonienne. La théorie de la relativité générale d'EINSTEIN permet quant à elle de décrire avec précision ce phénomène. Cette nouvelle théorie modifie la structure de l'espace et du temps tels qu'ils étaient pensés jusqu'alors. Alors que selon NEWTON l'Univers est euclidien (lisse et plat), la théorie relativiste institue un espace-temps à quatre dimensions (trois dimensions spatiales et une dimension temporelle) dans lequel tous les évènements de l'Univers s'inscrivent. Ce continuum espace-temps est courbe à proximité des objets massifs[16] ce qui implique que le chemin le plus court entre deux points n'est pas toujours une droite. Ainsi, la trajectoire d'un rayon lumineux sera courbe, selon cette théorie, à proximité d'un objet lourd tel que le Soleil. Ce phénomène, prédit par EINSTEIN, fut vérifié expérimentalement le 29 mai 1919, par des observations réalisées par Sir Arthur EDDINGTON lors d'une éclipse de Soleil. Cela constitua la première grande vérification expérimentale de la théorie relativiste. La relativité générale s'avéra ainsi à la fois capable d'expliciter les mêmes phénomènes que ceux décrits par la physique newtonienne mais également de prédire, avec justesse, des phénomènes dont la mécanique newtonienne était incapable de rendre compte. POPPER écrivit que « *la théorie newtonienne a été réfutée par des expériences cruciales qui n'ont pu réfuter la théorie d'EINSTEIN*[17] ».

Nous pouvons alors nous demander si la théorie newtonienne est caduque. Il est clair qu'EINSTEIN a profondément bousculé les conceptions de l'espace et du temps et qu'il n'est plus possible aujourd'hui de considérer que nous vivons dans un univers plat. Cependant, dans notre vie quotidienne, les implications de la relativité ne sont pas perceptibles. En effet, les effets relativistes n'ont une ampleur importante qu'à des vitesses proches de celle de la lumière. Par ailleurs, les équations relativistes sont beaucoup plus complexes à manipuler que les équations classiques. En d'autres termes, pour envoyer un satellite dans l'espace ou pour calculer la trajectoire d'un missile balistique, les ingénieurs ont toujours recours à la théorie de NEWTON. Il en découle que si la mécanique classique est fausse quant aux conceptions de la matière, de l'espace et du temps qu'elle implique, elle n'en conserve pas moins une certaine part de vérité dans des contextes particuliers.

> « *Si on limite les équations de la théorie de la Relativité Générale au cas où les champs de gravitation doivent être considérés comme faibles et où toutes les masses se déplacent, par rapport au système de coordonnées, avec des vitesses qui sont petites comparées à celle de la lumière, on obtient tout d'abord la théorie de NEWTON comme première approximation.* » (EINSTEIN 1917, p. 14)

[16] Et notamment à proximité du Soleil. Mercure étant la planète la plus proche de ce dernier, la précession de son orbite est plus affectée que celle des autres planètes.

[17] POPPER K. R., *Conjectures et Réfutations : la croissance du savoir scientifique*, Paris (FR), Payot, 1963, p. 172.

Albert EINSTEIN introduit ici un concept intéressant, celui de *validité limitée* d'une théorie qui pourrait s'exprimer également sous la forme du *domaine d'application* de cette dernière. Le terme « vrai » désigne, pour EINSTEIN, « *la concordance avec un objet réel* » (EINSTEIN 1917, p. 2). Nous pourrions qualifier cela comme la « posture de l'ingénieur », dans la mesure où cette approche de la notion de vérité s'apparente à une démarche fonctionnelle. D'un point de vue pratique, le physicien aura recours à la mécanique classique dès lors que cette dernière sera suffisamment précise pour l'usage qui en sera fait, c'est-à-dire dans un contexte où les déformations de l'espace-temps pourront être négligées. Nous voyons poindre ici deux idées importantes sur lesquelles nous reviendrons par la suite : la *précision* d'un énoncé, d'une part, et la notion d'*effets négligeables*, d'autre part.

Si POPPER ne parle pas de validité limitée, il existe dans sa pensée le concept de *vérité approchée*, la vérité étant chez lui toujours approchée et jamais définitivement atteinte.

> « *Tout en déclarant qu'EINSTEIN réfute NEWTON et que la théorie newtonienne peut être considérée comme "réfutée"*[18]*, c'est-à-dire "son système d'idées et le système formel qui en découle", POPPER affirme, par ailleurs, qu'il est "possible d'admettre, comme partie intégrante du savoir constitué, la vérité approchée, dans certaines limites, de ses formules quantitatives".* » (KREMER-MARIETTI 2005)

En fait, quelle que soit la théorie envisagée, il existe toujours une limitation à celle-ci. Et la théorie de la relativité générale n'échappe pas à cette règle, notamment du fait de son incompatibilité avec la mécanique quantique. Il s'agit de la seconde grande théorie physique du XXe siècle. Développée dans les années 1910-1930 par quelques physiciens visionnaires tels que Max PLANCK, Niels BOHR, Werner HEISENBERG, Wolfang PAULI ou Louis de BROGLIE, elle rend compte du comportement des particules élémentaires et des phénomènes subatomiques.

> « *Ces deux grandes théories, vérifiées à maintes reprises par de nombreuses mesures et observations, fonctionnent extrêmement bien tant qu'elles demeurent séparées et cantonnées dans leurs domaines respectifs. La mécanique quantique décrit précisément le comportement des atomes et de la lumière, quand les deux forces nucléaires forte et faible et la force électromagnétique mène le bal et que la gravité est négligeable. La relativité rend bien compte des propriétés de la gravité à l'échelle cosmique de l'Univers, des galaxies, des étoiles et des planètes, quand celle-ci occupe le devant de la scène et que les forces nucléaires et électromagnétique ne jouent plus le premier rôle. Mais la physique*

[18] Les citations de POPPER sont extraites de POPPER, *Conjectures et Réfutations*, p. 354.

> *connue s'essouffle et perd ses moyens quand la gravité, d'ordinaire négligeable à l'échelle subatomique, devient aussi importante que les trois autres forces. Or c'est exactement ce qui est arrivé aux premiers instants de l'Univers. […]*
>
> *L'infiniment petit a […] accouché de l'infiniment grand, et pour comprendre l'origine de l'Univers et, par conséquent, notre propre origine, il nous faut une théorie physique qui soit capable d'unifier la mécanique quantique avec la relativité et de décrire une situation où les quatre forces fondamentales qui contrôlent l'Univers sont sur un pied d'égalité.*
>
> *Or cette tâche d'unification n'est pas aisée car il existe […] une incompatibilité fondamentale entre la mécanique quantique et la relativité générale en ce qui concerne la géométrie de l'espace. Selon la relativité, l'espace à grande échelle où se déploient les galaxies et les étoiles est lisse et dépourvu de toute rugosité. Par contre, l'espace à l'échelle subatomique de la mécanique quantique n'est plus lisse, mais devient une sorte de mousse sans forme définie, remplie d'ondulations et d'irrégularités, surgissant et disparaissant sur des temps infinitésimalement petits, perpétuellement en mouvement et perpétuellement changeante.* » (THUAN 2000)

Ainsi, même ces deux grandes théories physiques que sont la relativité générale et la mécanique quantique sont limitées. Plusieurs physiciens planchent sur des théories en capacité de les englober toutes deux. La plus connue est probablement la théorie des cordes[19]. Cependant, nous sommes encore loin d'une théorie ultime permettant de rendre compte de l'ensemble des phénomènes observables.

Cette notion de *validité limitée* ne s'applique pas qu'à la physique mais à toute théorie scientifique, y compris en sciences humaines. Certes, ces dernières ne disposent pas encore de théories aussi globales que peuvent l'être celles de la physique. Néanmoins, les différentes constructions de ces disciplines sont, elles aussi, des « vérités approchées ». Par exemple, la validité de la loi économique de l'Offre et de la Demande ne tient que sous des hypothèses précises :

- en présence d'*homo œconomicus*, c'est-à-dire d'acteurs ayant un comportement rationnel de maximisation de leurs satisfactions conformément aux principes de l'utilitarisme ;

[19] Cette dernière suppose que les particules élémentaires de la matière ne seraient pas des particules ponctuelles mais des petites cordes vibrantes dont les différentes modalités vibratoires détermineraient les particularités des éléments constituants de la matière.

- en supposant une *concurrence « pure et parfaite »* sur les marchés des facteurs de la production et des produits (atomicité de l'offre et de la demande, information parfaite, etc.).

En toute autre circonstance, cette théorie ne donne qu'une approximation grossière du fonctionnement des marchés. Nous voyons de suite apparaître les limites de cette loi qui ne peut rendre compte dans les faits de la complexité des phénomènes économiques, ces deux hypothèses fondamentales n'étant jamais parfaitement remplies.

Nous retiendrons l'impossibilité de concevoir une théorie *universelle*. Par contre, pour certaines théories, il est possible d'envisager une *validité limitée* sur une ou plusieurs sous-régions de l'espace-temps. Il nous faut alors envisager le principe de réfutabilité sous un angle différent. Si l'exigence de réfutabilité doit être maintenue, afin de conférer une objectivité aux énoncés et théories étudiés, un test de réfutation non concluant, la théorie étant incapable de rendre compte du phénomène étudié, n'impliquera alors pas nécessairement une réfutation complète de la théorie, mais une limitation accrue du domaine d'applicabilité de cette dernière, la théorie pouvant rester non falsifiée et corroborée expérimentalement en d'autres endroits ou dans d'autres contextes.

4. À propos des énoncés singuliers et universels

Nous avons vu précédemment que POPPER distinguait énoncés singuliers et énoncés universels. Si une large part du débat épistémologique a porté sur la manière de valider, corroborer ou réfuter des énoncés universels et des théories en tant qu'ensemble d'énoncés universels, relativement peu d'écrits portent sur des critères ou des méthodes pratiques pour statuer quant à la validité d'un énoncé d'observation. Par ailleurs, à la suite de ce qui a été évoqué à la section précédente à propos de la notion de validité limitée, la distinction entre énoncés universels et énoncés singuliers semble trop binaire et restrictive. Ne pourrait-on envisager des énoncés ayant une universalité limitée ?

Il nous semble plus pertinent d'établir un continuum et de réinscrire chaque énoncé au sein d'une portion donnée de l'espace-temps pour laquelle nous

pourrons le considérer comme valable, ce qui correspondrait à son domaine d'applicabilité. L'énoncé singulier le plus simple portera sur un unique point de l'espace-temps. Par exemple, "*le lundi 13 août 2007, à 17h52, il y avait un renard au pied de l'arbre situé face à l'entrée du CEPED au Jardin Tropical de Paris*". Un énoncé un peu plus général sera représenté non plus par un point mais par une superficie d'espace-temps : "*le lundi 13 août 2007, de 17h30 à 18h, il y avait un renard tournant autour de l'arbre situé face à l'entrée du CEPED*". Un énoncé très général portera quand à lui sur une portion d'espace-temps particulièrement importante. Ainsi, la loi de la gravitation universelle de NEWTON pourra être associée à l'ensemble des domaines de l'espace-temps de notre univers tels que l'espace-temps en question puisse être considéré comme « plat ». La théorie de la transition démographique, quant à elle, s'inscrit dans une région d'espace-temps plus limitée, à savoir la planète Terre, sur la période XVIIIe-XXIe siècle.

En procédant ainsi, nous situons chaque énoncé dans le temps et l'espace et par là-même commençons à décrire le contexte au sein duquel il s'applique. Il y a un autre élément de tout énoncé qui nous semble fondamental, à savoir les objets sur lesquels il porte, ce que nous pouvons appeler la *population associée* à cet énoncé. Dans le cadre de la loi de la gravitation universelle, il s'agit par exemple de l'ensemble des objets possédant une masse. En informatique, les microprocesseurs forment la population concernée par la loi de MOORE[20]. La théorie de la transition démographique porte sur des populations humaines suffisamment grandes pour que des tendances démographiques y soient visibles.

Il nous semble important de préciser un point de vocabulaire afin d'éviter des confusions sur le terme de population, notamment lorsque l'on travaille en sciences humaines. Dans le cas de la théorie de la transition démographique, la *population associée* à cet énoncé est constituée de *populations humaines*, à savoir de groupes d'êtres humains. Les « individus » ou « éléments » constituant ce que nous avons appelé la « population sur laquelle porte cette théorie » sont donc eux-mêmes des agrégats d'êtres humains, que nous appelons couramment des « populations humaines ». Il importe donc de ne pas confondre ces deux emplois du mot « population ». En langage mathématique, la population associée à un énoncé s'avère être un ensemble. Dans le cadre de la théorie des ensembles, un *ensemble* désigne une collection d'objets, que l'on nomme *éléments* de l'ensemble. Et les éléments d'un ensemble peuvent être eux-mêmes des ensembles. Prenons l'énoncé

[20] En 1975, Gordon MOORE, l'un des trois fondateurs de la société Intel, a formulé ce que l'on nomme la seconde Loi de MOORE. Cette dernière stipule que le nombre de transistors des micro-processeurs doit doubler tous les deux ans. Cette loi, bien qu'intuitive, a été à peu près vérifiée depuis 1973. Dans la mesure où il est possible de la tester intersubjectivement, nous pouvons considérer qu'elle a une signification objective.

suivant : "*la prévalence du VIH était de 1,8 % au Burkina Faso en 2003*"[21]. Il s'agit d'un énoncé simple dont la population associée est un ensemble ne comportant qu'un seul élément : la population burkinabé. Il s'avère, dans le cas présent, que cet élément est lui-même un ensemble composé des êtres humains vivant au Burkina Faso. Par ailleurs, les femmes enceintes du Burkina Faso forment également un ensemble et ce second ensemble s'avère être un sous-ensemble de la population burkinabé : toute personne faisant partie des femmes enceintes burkinabé fait également partie de la population burkinabé. Néanmoins, l'ensemble constitué par les femmes enceintes burkinabé ne fait pas partie de l'ensemble associé à l'énoncé stipulant une prévalence de 1,8 %. Exprimé sous une forme mathématique, si un ensemble E est un élément d'un ensemble U, tout sous-ensemble S de E n'est pas un élément de U[22]. Un ensemble élément d'un autre ensemble n'est pas un sous-ensemble de ce dernier. Autrement dit, l'énoncé "*la prévalence du VIH était de 1,8 % au Burkina Faso en 2003*" ne nous informe en rien sur ce qu'il en était parmi les femmes enceintes. De la même manière, un énoncé tel que "*la prévalence mondiale du VIH est inférieure à 5 %*" ne nous informe en rien sur la situation du Burkina Faso, alors qu'un énoncé comme "*la prévalence du VIH est inférieure à 5 % dans tous les pays du monde*" implique, si cet énoncé est juste, que la prévalence du VIH au Burkina Faso doit être elle aussi inférieure aux 5 % mentionnés.

À chaque énoncé, nous pouvons alors associer un ensemble *population-espace-temps*, que nous noterons *PET*, définissant les éléments sur lesquels porte cet énoncé et les inscrivant à la fois dans l'espace et dans le temps. Une fois ces ensembles population-espace-temps définis, nous pouvons établir certaines règles. L'énoncé le plus singulier possible sera associé à un ensemble population-espace-temps ne comportant qu'un seul élément. Un énoncé universel au sens strict sera associé à un ensemble population-espace-temps correspondant à l'Univers dans sa totalité, incluant tous les objets le composant. Un énoncé A pourra être considéré comme étant plus universel ou plus général qu'un énoncé B s'il porte sur un nombre plus important d'éléments et/ou sur une plus grande portion de l'espace-temps, c'est-à-dire si l'ensemble population-espace-temps associé à A inclut l'ensemble population-espace-temps associé à B. Ainsi, l'énoncé "*tout système économique connaît au moins une crise par période de 50 ans*" sera plus général que l'énoncé "*la France a connu une crise économique entre 1960 et 1990*".

[21] Il s'agit du résultat mesuré par l'Enquête Démographique et de Santé de 2003 au Burkina Faso auprès des femmes et des hommes âgés de 15 à 49 ans. Par souci de simplicité, nous ne faisons pas mention de l'âge dans le corps du texte.

[22] Alors que si E était inclus dans U (c'est-à-dire si E était un sous-ensemble de U), alors tout sous-ensemble de E aurait également été un sous-ensemble de U.

> **Postulat 2**
> *L'énoncé A sera plus universel que l'énoncé B si et seulement si* $PET(B) \subset PET(A)$*, PET représentant l'ensemble population-espace-temps associé à tout énoncé et définissant son domaine d'applicabilité.*

Dès lors, un énoncé A ne pourra être corroboré ou réfuté par un autre énoncé B, sous réserve de la validité de ce dernier, qu'à la condition que l'ensemble population-espace-temps du premier contienne l'ensemble population-espace-temps du second. L'énoncé "*les ornithorynques pondent des œufs*" ne sera pas un falsificateur de l'énoncé "*les euthériens*[23] *ne pondent pas d'œufs*" dans la mesure où les ornithorynques appartiennent aux protothériens. Par contre, cet énoncé sera un falsificateur possible de "*les mammifères ne pondent pas d'œufs*" dans la mesure où les protothériens font partie des mammifères. Nous avons évoqué ici le cas particulier où l'ensemble population-espace-temps de B est entièrement inclus dans l'ensemble population-espace-temps de A. Plus généralement, l'énoncé B sera un falsificateur possible de A si l'intersection des ensembles population-espace-temps de A et de B est non vide (il existe au moins un élément commun à ces deux ensembles) et la falsification ne pourra être réalisée que sur les assertions de ces deux énoncés à cette intersection. L'énoncé "*les femmes utilisant un moyen contraceptif ne souhaitent pas avoir d'enfants*" pourra être un falsificateur de l'énoncé "*les femmes enceintes souhaitent avoir un enfant*" dans la mesure où parmi les femmes utilisant un moyen contraceptif, certaines se retrouvent néanmoins enceintes. On ne peut comparer deux énoncés qu'à l'intersection de leurs ensembles population-espace-temps.

> **Postulat 3**
> *Un énoncé B ne pourra être un falsificateur de l'énoncé A qu'à la condition que* $PET(B) \cap PET(A) \neq \varnothing$ *(l'intersection des ensembles population-espace-temps de A et B n'est pas vide).*

La falsification d'un énoncé ne portant que sur une partie de son ensemble population-espace-temps, il est possible de modifier cet énoncé afin qu'il ne soit plus falsifié en modifiant son ensemble population-espace-temps de telle sorte que l'intersection de ce dernier avec celui de l'énoncé falsificateur devienne vide. Si l'on

[23] Les euthériens ou placentaires forment l'infra-classe la plus importante des mammifères. Les embryons des espèces de cette infra-classe se développent entièrement dans le corps de leur mère, et sont alimentés pendant la grossesse grâce au placenta. Les primates, les canidés ou encore les cétacés appartiennent à cette infra-classe tandis que l'ornithorynque appartient à la sous-classe des protothériens.

transforme l'énoncé précédemment cité en "*les femmes enceintes, à l'exception de celles utilisant un moyen de contraception, désirent avoir un enfant*", il ne pourra plus être falsifié par "*les femmes utilisant un moyen contraceptif ne souhaitent pas avoir d'enfants*". L'exemple présenté ici pourra paraître trivial. Il correspond à des énoncés ayant un faible niveau de généralité. Dans le cadre d'énoncé universel, il conviendra d'être prudent sur la manière de réduire l'ensemble population-espace-temps afin d'éviter les modifications *ad hoc* peu porteuses de sens. Si l'on revient à la physique newtonienne réfutée par la précession du périhélie de Mercure, un énoncé tel que "*deux corps possédant une masse (à l'exception de la planète Mercure) s'attirent proportionnellement à leur masse et en raison inverse du carré de leur distance*" serait inadéquat et correspondrait au type de modifications *ad hoc* que l'on doit éviter, en l'occurrence une réduction de l'ensemble population-espace-temps par la suppression d'un élément singulier plutôt que d'une classe d'éléments. La réfutation de la mécanique classique par les vérifications expérimentales de la relativité générale a amené à limiter la validité des équations newtoniennes aux portions de l'espace temps "*où les champs de gravitation doivent être considérés comme faibles et où toutes les masses se déplacent, par rapport au système de coordonnées, avec des vitesses qui sont petites comparées à celle de la lumière*"[24]. Il s'agit ici d'une réduction pertinente de l'ensemble population-espace-temps de la théorie newtonienne, renvoyant à la notion de validité limitée d'EINSTEIN.

5. La notion de concept opératoire

La recherche de l'objectivité a conduit depuis longtemps les physiciens à n'accepter que l'usage de *concepts opératoires*. Selon ULLMO, « *une définition opératoire est une définition qui comporte la description d'un procédé régulier pour repérer, mesurer, plus généralement* <u>*atteindre*</u> *et identifier le concept défini*[25] ». Cela ne signifie pas seulement que la définition d'un concept doit être fondée sur des critères permettant d'effectuer des mesures ; mais, plus profondément, que le

[24] *EINSTEIN A., La Théorie de la Relativité restreinte et générale, Paris (FR), Dunod, 1917, p. 14.*

[25] ULLMO J., *La Pensée scientifique moderne*, Paris (FR), Flammarion, 1969, p. 24-25.

concept est défini ou constitué par le système même des « *relations répétables*[26] » qui permettent de le dégager.

> « *Nous remarquons que cette définition de la définition comporte un postulat de répétition. Il faut que n'importe qui*[27] *puisse répéter les opérations incluses dans la définition opératoire et soit assuré alors d'aboutir aux mêmes constatations qui ont été initialement comprises en elle. D'où viendra la garantie de cette répétition ? Justement du* <u>*choix*</u> *des êtres particuliers sur lesquels portent les définitions de la science ; c'est pourquoi nous avons parlé [...] de la nécessité où celle-ci se trouve de construire ses objets. Il ne s'agit pas comme le dit E. MACH*[28]*, de "classer et de rassembler des faits qui sont individuellement donnés ; [le savant] doit avant tout trouver les caractères dont il faut tenir compte".*
>
> *En se refusant à employer d'autres concepts qu'opératoires, la science s'impose de reconnaître, dans la diversité mouvante des apparences sensibles, des objets qui se prêtent à la répétition.*
>
> *Cette répétition ne saurait être celle des faits d'observation ou phénomènes. Proprement, un phénomène ne se répète pas. Un fait observé dans la nature présente toujours des conditions si complexes que leur répétition identique et détaillée ne se produira pratiquement jamais. Même l'observation dirigée qu'on nomme expérience ne peut nous offrir la répétition d'un phénomène, du moins à ce stade de la recherche qui correspond aux définitions. [...]*
>
> *Au stade initial de la construction de la science où nous sommes, la répétition n'est pas manifeste. L'obtenir, c'est le premier effort, et peut-être le plus dur, de la recherche.* » (ULLMO 1969, p. 25-26)

La notion de concept opératoire renvoie, dans un vocabulaire plus familier aux sciences humaines et sociales, à l'idée d'*indicateur*. Un indicateur définit son objet de recherche et précise également, dans le cadre d'une approche quantitative, les opérations mathématiques qui sous-tendent son calcul. Ainsi, la définition de l'Indicateur Synthétique de Fécondité (ISF) en démographie incorpore la manière de le calculer. L'ISF est obtenu par l'addition des taux de fécondité par âge, entre 15 et 50 ans exacts, observés sur une période de temps donnée, le plus souvent une année. Il apparaît qu'un indicateur peut faire référence à d'autres indicateurs. En

---

[26] ULLMO, *La Pensée scientifique moderne*, p. 26.

[27] Note de Jean ULLMO : « *C'est ici que s'établit le fossé radical entre l'expérience scientifique et tout autre type d'expérience, par exemple l'expérience mystique ; la science doit rejeter celle-ci, non parce qu'elle conteste qu'elle soit réelle, mais parce qu'elle n'est pas répétable.* »

[28] MACH E., *La Connaissance et l'erreur*, Paris (FR), Flammarion, 1905, p. 307.

l'occurrence, l'ISF fait appel à la notion de taux de fécondité par âge, ces derniers étant définis comme le rapport entre le nombre de naissances vivantes issues de mères d'un certain groupe d'âges rapporté au nombre de femmes de ce même groupe d'âges[29]. Les concepts opératoires, ou indicateurs, tels que définis, sont la résultante d'une théorie et, en ce sens, précèdent l'observation, conformément à ce que nous avons évoqué précédemment (voir la section 2). Les indicateurs qui seront retenus dans le cadre d'une recherche détermineront, en partie, la manière dont les observations seront effectuées. Par exemple, afin de pouvoir calculer l'ISF, il importe de procéder à un dénombrement des naissances en fonction de l'âge de la mère ainsi que des personnes soumises au risque de fécondité.

> « *Il n'y a donc, dans le concept opératoire, rien de plus (mais aussi bien : rien de moins) qu'un système d'opérations, effectivement réalisables par le physicien, qui se contrôlent et se recoupent mutuellement. Et ce sont justement les invariants qui mettent en évidence ces contrôles et recoupements mutuels qui constituent les concepts opératoires.*
>
> *Il en résulte aussitôt que la valeur, et même la signification objective d'un concept opératoire, sont toujours relatives et limitées : relatives à l'échelle et au secteur de la réalité où les opérations qui le constituent ont un sens ; limitées par la précision des mesures qui le définissent. Et il ne s'agit pas seulement de dire que nous ne pouvons jamais avoir qu'une connaissance approximative des "vraies" valeurs qui existeraient par ailleurs, bien que nous ne les connaissions pas. Des concepts parfaitement opératoires à notre échelle, comme la longueur ou la vitesse, s'estompent dans une sorte de flou et perdent peu à peu toute signification objective au fur et à mesure que nous descendons vers les échelles microscopiques[30]. C'est ici que la distinction nécessaire du modèle et de la réalité prend toute son importance. Car, une fois que les concepts opératoires et les lois physiques qui les sous-tendent ont été rassemblés dans le cadre d'un modèle mathématique, la tentation est grande d'oublier ces limites et, se fiant aveuglément au formalisme mathématique, de tirer du modèle des déductions qui vont bien au-delà de son domaine de validité objective. […] L'existence de ce [seuil d'objectivité], et la tentation de le franchir, constituent un danger*

[29] L'ISF et les taux de fécondité peuvent également être appliqués aux hommes de la même manière. Nous parlons ici de « femmes » et de « mères » par souci de commodité. Par ailleurs, nous remarquerons que la notion de taux de fécondité par âge fait elle-même référence à d'autres indicateurs ou concepts opératoires tels que l'âge ou la notion de naissance vivante.

[30] Note de MATHERON : « *La longueur d'une règle est définissable, disons, au dixième de millimètre près, mais non avec 15 décimales exactes : à plus forte raison, la question de savoir si cette longueur s'exprime en centimètres par un nombre rationnel ou irrationnel n'a absolument aucun sens pour un physicien.* »

> *permanent que nous devons tout particulièrement garder présent à l'esprit lorsque nous mettons en œuvre des modèles*[31]. »
>
> (MATHERON 1978, p. 34-35)

Les relations répétables qui définissent les concepts opératoires permettent de pouvoir procéder à une observation empirique et, par là-même, de pouvoir tester une théorie ou un énoncé. Cela implique que, pour pouvoir être soumis à une vérification empirique, un énoncé devra être traduit, d'une part, en indicateurs et, d'autre part, en une conditionnalité sur ces derniers, afin que cet énoncé puisse être testé. Cette opération, à savoir la *transformation d'un énoncé en une conditionnalité sur des concepts opératoires*, correspond à ce qui est usuellement nommé en sciences sociales sous le terme d'*opérationnalisation des hypothèses*. Le chercheur part d'une *problématique* générale et pose un cadre théorique fournissant une explication possible des phénomènes définis par cette problématique. De ce cadre théorique appliqué à cette problématique vont découler un certain nombre d'*hypothèses* sur ce qui devrait être observé si ce cadre conceptuel s'avérait exact. La formulation des hypothèses correspond à l'élaboration d'énoncés d'universalité moindre découlant logiquement de la théorie proposée. Le chercheur va alors transformer ces différentes *hypothèses* en *hypothèses opérationnelles* en choisissant et en définissant différents indicateurs et en précisant, dans un second temps, le comportement de ces derniers si chacune de ces hypothèses étaient confirmées. Ce n'est qu'à partir de ce moment là que le scientifique pourra les vérifier empiriquement en confrontant ce que prédit sa théorie aux données collectées et observées. Cette conditionnalité sur des concepts opératoires précisera les dimensions des indicateurs qui seront porteuses de sens. Un indicateur de niveaux présentera une conditionnalité différente de celle d'un indicateur de tendances.

> **Postulat 4**
> *Pour pouvoir être testé empiriquement, un énoncé doit être traduit en une conditionnalité sur des concepts opératoires ou indicateurs, la définition d'un concept opératoire devant comporter la définition d'un procédé régulier, d'une relation répétable, permettant de mesurer et d'identifier le concept ainsi défini.*

Prenons un exemple concret. En différents endroits, la prévalence du VIH observée chez les femmes en population générale diffère de celle observée chez les femmes enceintes : en Tanzanie (KWESIGABO 2000, CHANGALUCHA 2002), au Malawi

[31] Matheron écrit précisément « *modèles probabilistes* ». Il nous semble que ce qu'il écrit peut s'appliquer à tout modèle, qu'il soit probabiliste ou non.

(CRAMPIN 2003), en Zambie (FYLKESNES 1998), au Zimbabwe (GREGSON 1995, GREGSON 2002) et en Ouganda (CARPENTER 1997, GRAY 1998), où des données provenant à la fois de sites sentinelles et d'enquêtes en population générale sont disponibles (voir l'annexe 1 pour plus de détails). Afin d'expliquer ce fait, nous pouvons émettre la théorie suivante : la séropositivité au VIH induirait une sous-fécondité des femmes, les femmes VIH+ étant alors moins souvent enceintes que les femmes VIH-[32]. Ce différentiel permettrait d'expliquer à lui seul, selon cette théorie, les différences observées entre les mesures en population générale et les mesures effectuées auprès des femmes enceintes[33].

De cette théorie nous allons pouvoir en déduire deux hypothèses :

1. d'une part, dans les enquêtes en population générale, nous devrions observer une proportion plus faible de femmes enceintes parmi les femmes VIH+ ;
2. d'autre part, les observations effectuées parmi les femmes enceintes en clinique prénatale devraient pouvoir être déduites de notre connaissance de l'épidémie parmi l'ensemble des femmes et du différentiel de fécondité constaté.

Pour procéder à une vérification empirique, nous devons opérationnaliser nos hypothèses et, pour se faire, nous allons avoir recours à deux indicateurs principaux :

- la *prévalence du VIH*, définie comme la proportion de personnes séropositives au sein d'un groupe, que nous calculerons à la fois pour l'ensemble des femmes (P_{toutes}) et pour les femmes enceintes uniquement (P_{enc}) ;
- l'*Odds Relatif de l'Infection*[34] *(ORI)* qui correspond au ratio entre la proportion de femmes enceintes parmi les femmes VIH+ et la proportion de femmes enceintes parmi les femmes VIH-[35].

Une fois ces deux indicateurs (ou concepts opératoires) définis et choisis, nos deux hypothèses vont pouvoir être réécrites sous la forme suivante :

1. l'ORI, calculé en population générale, doit être inférieur à 1, traduisant ainsi que les femmes VIH+ sont moins susceptibles d'être enceintes que les femmes VIH- ;

[32] Nous utilisons l'abréviation *VIH+* pour désigner les personnes séropositives au VIH et *VIH-* pour les personnes séronégatives au VIH.

[33] Afin de simplifier notre exemple, nous supposons ici que la proportion de femmes consultant en clinique prénatale en cas de grossesse est la même parmi les femmes VIH+ et parmi les femmes VIH-.

[34] Nous avons préféré le terme anglais, fréquent dans la littérature, plutôt que sa traduction française (rapport de cotes relatif) peu usitée.

[35] Pour plus de détails sur l'ORI, voir l'annexe 1.

2. les données collectées en population générale et en clinique prénatale vérifient la relation suivante (voir annexe 1 pour les détails) :

$$P_{toutes} = \frac{P_{enc}}{ORI - P_{enc} \cdot ORI + P_{enc}}.$$

Nos tests sont maintenant parfaitement définis. Pour chacun des énoncés (hypothèses) déduits de notre théorie, nous disposons bien d'une conditionnalité sur des concepts opératoires (indicateurs) nous permettant de corroborer ou d'infirmer nos propos.

6. Observations et énoncés d'observation

Nous venons de voir qu'avant de procéder à une opération de mesure, il importe de définir, au préalable, les concepts opératoires qui nous seront nécessaire pour infirmer ou vérifier nos différentes hypothèses. La définition de ces indicateurs déterminera en partie la manière dont nous observerons le phénomène que nous étudions. Nous avons vu, à titre d'exemple, que si nous souhaitons calculer un indice synthétique de fécondité, il sera nécessaire de dénombrer des naissances en fonction de l'âge de la mère.

Cependant, une fois nos indicateurs, nos concepts opératoires, définis, il n'y a pas une seule et unique manière possible de procéder à nos observations. Plusieurs techniques différentes peuvent être envisagées. L'observation résulte d'un *choix méthodologique* effectué par l'enquêteur. De nombreux critères peuvent influer ce choix, certains ne relevant pas de la question scientifique posée mais de considérations purement pragmatiques telles que le coût financier de la collecte de données ou les ressources temporelles et humaines à disposition de l'équipe. Par exemple, pour estimer la prévalence du VIH parmi les personnes ayant connu un épisode d'Infection Sexuellement Transmissible (IST), nous pouvons réaliser une enquête dans les services de santé prenant en charge les IST ou bien réaliser une enquête en population générale où nous demanderons aux individus s'ils ont été atteints d'une IST au cours des douze derniers mois. Il s'agit de deux manières d'observer le phénomène qui nous préoccupe, correspondant à deux choix distincts, selon deux *modes opératoires* donnés. Autrement dit, une opération de collecte vise à quantifier un concept opératoire donné selon un mode opératoire choisi.

Cependant, l'observation en elle-même, brute, ne quantifie pas directement l'indicateur qui nous préoccupe. Par exemple, dans le cadre de l'EDS 2004 réalisée au Cameroun, les données d'observation brutes correspondent aux résultats des tests de dépistage du VIH appliqués sur le sang des 9 900 personnes testées, âgées de 15 à 49 ans, et qui se répartissent sur 466 zones d'enquêtes. Pour le moment, la valeur de l'indicateur "prévalence du VIH" n'est pas encore déterminée. À ce stade, il ne s'agit que d'une suite de "*négatif*" et de "*positif*". Ou bien encore, il s'agit d'un tableau (forme sous laquelle peut-être représenté le contenu de la base de données). Pour transformer ces *données d'observation brutes* en un *énoncé d'observation*, il est nécessaire de procéder à un calcul mathématique[36], en appliquant la définition du concept opératoire considéré aux données. L'énoncé d'observation obtenu consistera alors en une valeur quantitative applicable à une population sur une superficie d'espace-temps donné. En l'occurrence, dans le cas de l'EDS 2004 réalisée au Cameroun, nous pourrons calculer l'observation numérique suivante : "prévalence de 5,5 %" qui sera associée à la population constituée par les 9 900 personnes enquêtées, sur la période de l'enquête, à savoir février-juillet 2004, et aux 466 zones enquêtées.

> **Postulat 5**
> *Un énoncé d'observation naît de l'application d'un concept opératoire donné à des données d'observations brutes obtenues selon un mode opératoire choisi.*

La notion d'énoncé d'observation présentée ici ne correspond pas forcément, dans un cadre quantitatif, à un nombre unique. Il peut également s'agir d'une suite de nombres, répartis dans le temps et/ou l'espace et/ou au sein d'un ensemble d'individus, obtenus par application d'un même concept opératoire à une série de sous-ensembles de données brutes (par exemple, des prévalences par âge ou bien une série de prévalences annuelles calculées sur un site sentinelle donné). Par ailleurs, nous pouvons remarquer, à partir de l'exemple de l'EDS 2004 du Cameroun, que le mode opératoire retenu détermine l'ensemble population-espace-temps que nous avons associé à notre énoncé d'observation[37]. En effet, si nous avions eu recours à un autre mode opératoire, les personnes sélectionnées

[36] Il s'agit en l'occurrence d'un calcul mathématique dans la mesure où notre indicateur est quantitatif. Pour un indicateur qualitatif, le raisonnement est analogue. Par exemple, si notre indicateur est une catégorisation, nous déterminerons la catégorie d'appartenance d'un individu, en fonction de nos observations, selon la définition de chaque catégorie telle qu'elle est formulée par notre concept opératoire.

[37] Comme tout énoncé, il importe en effet de préciser l'ensemble population-espace-temps associé à un énoncé d'observation.

pour l'enquête n'auraient pas été les mêmes et l'ensemble population-espace-temps de notre énoncé d'observation en aurait été affecté. C'est pourquoi, à tout énoncé d'observation, nous associerons également le mode opératoire retenu pour la collecte des données brutes.

Enfin, comme tout énoncé, les énoncés d'observation peuvent également s'exprimer sous la forme d'une conditionnalité sur des concepts opératoires. Cette dernière, dans le cas des énoncés d'observation, est relativement simple. Il s'agit en effet d'une relation d'égalité associant une valeur donnée à un indicateur (ou une série de valeurs à une série d'indicateurs pour les énoncés d'observation plus complexes).

7. Domaine de validité d'un énoncé d'observation

L'application d'un concept opératoire, c'est-à-dire l'exécution du procédé répétable définissant un indicateur, permet de transformer des données d'observation brutes en un énoncé d'observation. Disposant dorénavant d'un énoncé, il est possible de procéder à des comparaisons ou à des raisonnements déductifs en vue de corroborer ou d'infirmer les énoncés que nous avons déduits de la théorie que nous cherchons à tester. Cependant, dans nombre de situations, l'énoncé d'observation obtenu est trop limité pour vérifier nos hypothèses. Cela est particulièrement vrai dès lors que les observations portent sur un sous-échantillon de la population visée. Revenons à notre exemple portant sur l'EDS réalisée en 2004 au Cameroun. Dans la pratique, nous cherchons le plus souvent à valider ou infirmer des énoncés portant sur l'ensemble de la population du pays. Par exemple, nous cherchons à savoir si "*la proportion d'adultes camerounais séropositifs était comprise entre 5 et 6 % en 2004*". Cet énoncé simple, que nous nommerons énoncé ET pour énoncé théorique, est caractérisé par une conditionnalité sur le concept de prévalence, ce dernier devant se situer entre 0,05 et 0,06, et par une population réduite à un seul élément, la population camerounaise, sur un espace-temps couvrant l'ensemble du Cameroun sur une période d'un an. En appliquant la définition du concept de prévalence aux données de l'EDS, nous obtenons un énoncé d'observation EO stipulant que "*la prévalence du VIH était de 5,5 % chez les 9 900 adultes camerounais enquêtés entre février et juillet 2004 sur les 466 zones retenues pour l'enquête*". Si la portion de l'espace-temps associée à cet énoncé est bien incluse

dans la portion d'espace-temps de ET, il n'en est pas de même de la population associée à EO. En effet, cette dernière est un ensemble composé d'un seul élément, à savoir les 9 900 personnes testées. Or, nous avons montré dans la section 4 que, si ces 9 900 personnes en tant qu'ensemble constituent bien un sous-ensemble de la population camerounaise, en tant qu'élément d'un ensemble, la population associée à EO, elles ne font pas partie de la population associée à ET. Autrement dit, l'ensemble population-espace-temps de notre énoncé d'observation n'est pas inclus dans l'ensemble population-espace-temps de notre hypothèse, $PET(EO) \not\subset PET(ET)$ et l'intersection de ces deux ensembles population-espace-temps est vide, $PET(EO) \cap PET(ET) = \varnothing$. Il en résulte, qu'en vertu du Postulat 3, notre énoncé d'observation EO ne peut être un falsificateur de notre énoncé théorique ET. Notre observation calculée sur les données de l'EDS ne nous informe en rien, pour le moment, sur ce qu'il en est dans la population générale camerounaise.

Or, dans la pratique, les observations effectuées sur les personnes enquêtées dans l'EDS seront appliquées à l'ensemble de la population camerounaise. Ainsi, le rapport final de l'enquête conclut que « *les résultats de l'EDSC-III*[38] *de 2004 montrent qu'au Cameroun, 5,5 % des adultes âgés de 15-49 ans sont séropositifs [au VIH]*[39] ». Implicitement, les auteurs sont passés d'un énoncé d'observation portant sur les 9 900 personnes testées à un énoncé portant sur l'ensemble de la population camerounaise. Cette extrapolation est courante et repose en l'occurrence sur un modèle probabiliste déterminé par la théorie des sondages. Ce point nous semble d'autant plus essentiel qu'il est le plus souvent occulté, considérant que cela relève de l'évidence. Or la question demeure de savoir si l'énoncé du rapport de l'enquête (énoncé R), déduit de l'énoncé d'observation EO, possède une signification objective.

Nous verrons dans la section suivante que le passage d'un énoncé d'observation à des énoncés d'information plus générale repose sur le recours à des modèles (probabilistes, déterministes ou autres) qui résultent du choix d'une ou de plusieurs *hypothèses anticipatrices*. Nous décidons de nommer *domaine de validité* de l'énoncé d'observation EO l'ensemble des énoncés ayant une signification objective qui peuvent être déduits, à l'aide de méthodologies données, de cette observation numérique. La définition du domaine de validité d'un énoncé d'observation recouvrera en fait ce que nous entendons, à la suite de MATHERON et d'autres auteurs, par *estimation*. Le domaine de validité d'un énoncé d'observation sera toujours *provisoire* car modifiable à tout moment lorsque de nouvelles informations seront disponibles.

---

[38] EDSC-III signifie troisième EDS réalisée au Cameroun.

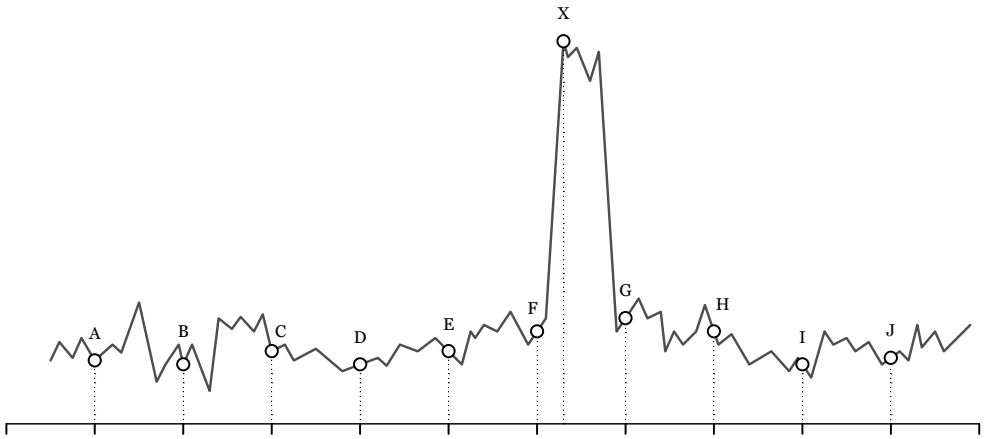
[39] INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE et ORC MACRO, *Enquête Démographique et de Santé 2004 du Cameroun*, Calverton, Maryland (US), INS, ORC Macro, 2005, p. 301.

8. Hypothèse anticipatrice et risque d'erreur radicale

Une estimation consiste, à partir d'informations fragmentaires sur lesquelles on aura appliqué un modèle, à extrapoler du connu à l'inconnu, c'est-à-dire à déduire du modèle, étalonné sur les seules données connues, des conclusions que l'on espère valables sur les parties non informées. Plus généralement, une estimation consiste à extraire de nos données plus d'informations que ce qui est initialement contenu. MATHERON pose la question en ces termes :

> « *À cette question décisive (très kantienne) "Comment l'estimation est-elle possible ?", il semble bien qu'on ne puisse apporter une réponse qu'en acceptant, sous une forme ou une autre, une hypothèse d'homogénéité statistique au moins locale, dont la stationnarité classique constitue une forme extrême, exagérément sévère : le phénomène devrait, en somme, se comporter, là où on ne le connaît pas, d'une manière raisonnablement analogue à ce que l'on peut observer sur les données disponibles au voisinage. Mais, si cette hypothèse est indispensable pour fonder la possibilité de l'estimation, il n'en résulte pas automatiquement qu'elle soit partout et toujours vérifiée. Il est facile de donner des contre-exemples. Sur la figure ci-après [Figure 2], où les points A, B, C… J représentent les données disponibles, on peut voir un cas de ce genre : rien ne permet de prévoir l'anomalie X et l'estimation n'est pas possible (quelle que soit la méthode). L'erreur radicale est, ici, inévitable.* »
>
> (MATHERON 1978, p. 7-8)

Figure 2
Exemple d'anomalie non prédictible



Source : (MATHERON 1978, Figure 1 page 7).

Quel que soit l'objet d'étude, dès lors que nous ne disposerons que d'informations fragmentaires, nous serons dans l'obligation de procéder à une *estimation* via le choix d'une *hypothèse anticipatrice*. Le plus souvent cette hypothèse anticipatrice correspondra au choix d'un modèle (mathématique, probabiliste, déterministe ou autre) qui nous permettra de réaliser une projection et de déduire de nouveaux énoncés à partir de notre énoncé d'observation initial. Cela ne signifie pas pour autant que n'importe quel modèle puisse être utilisé ou que l'ensemble des paramètres d'un modèle ait une signification. Nous avons montré précédemment (voir section 5) que l'objectivité d'un concept est fondée par son caractère opératoire. Il importe alors de procéder à la *reconstruction opératoire* du modèle avant de le choisir en tant qu'hypothèse anticipatrice.

> « *Cela signifie qu'un concept (mathématiquement bien défini) intervenant dans un modèle (déterministe ou probabiliste) ne pourra être déclaré "objectif" avant d'avoir été entièrement redéfini, ou, au mieux, reconstruit en termes strictement opératoires : métamorphose radicale, ou refaçonnement en profondeur de sa personnalité, si l'on peut dire, qui, de son état initial de simple concept mathématique le fait accéder au statut de concept physique. Lors de l'examen critique d'un modèle probabiliste donné*[40]*, il sera très important de faire le tri : je veux dire distinguer soigneusement les concepts susceptibles d'être ainsi rendus opératoires, et les autres. Les premiers seuls, ainsi que les énoncés, les paramètres, etc. qui leur sont associés pourront être dits objectifs. Les autres (concepts, énoncés, paramètres) resteront purement conventionnels. Ils auront un sens (mathématique) bien défini dans le modèle, mais sans qu'il leur corresponde de contrepartie univoquement constatable dans le phénomène réel. Cela ne nous interdira nullement de les utiliser, mais uniquement à titre heuristique : pour nous suggérer des méthodes ou des algorithmes, auxquels nous n'aurions pas pensé autrement, non pour justifier nos conclusions. Plus précisément, les conclusions qu'ils auront suggérées devront être passées au crible de la critique, reformulées en termes opératoires et soumises à des tests objectifs avant d'être (provisoirement) adoptées… La règle, ici, consistera à s'assurer que toute trace de ces concepts ou paramètres conventionnels a disparu du résultat ultime.* »
>
> (MATHERON 1978, p. 44-45)

Tous les modèles ne sont pas soumis à la même exigence opératoire selon les objectifs visés. Les modèles physiques de la relativité générale ou de la mécanique quantique cherchent à expliquer l'ensemble des phénomènes physiques

[40] Nous étendrons, de notre point de vue, la remarque de MATHERON à tout type de modèles.

observables. En ce sens, ils sont *panscopiques*[41]. Il importe alors que l'ensemble des paramètres de ces modèles ait une contrepartie objective dans le monde réel. Par ailleurs, les relations entre ces différents paramètres sont censées traduire les interactions entre les différentes grandeurs physiques et doivent, elles-aussi, avoir une correspondance empirique. Dans d'autres circonstances, les modèles que nous utiliserons viseront uniquement à estimer la grandeur d'un ou de quelques paramètres uniquement. Il s'agit de modèles *polyscopiques* voir *monoscopiques*. Nous avons vu alors que la reconstruction opératoire du modèle employé devra permettre de donner un caractère objectif à chacun des paramètres que nous chercherons à estimer. Cependant, les autres caractéristiques du modèle et son fonctionnement interne ne seront pas obligés de répondre à cette même exigence. Le modèle utilisé n'en sera pas moins pertinent au regard de l'objectif visé, tant que nous nous limiterons à l'estimation des paramètres, ou concepts, précités. Par contre, et c'est là où nous devrons être vigilant, notre usage du modèle en question ne devra pas aller plus avant. Ce serait une erreur que d'interpréter le fonctionnement interne du modèle comme explicatif du phénomène étudié sans avoir procédé au préalable à la reconstruction opératoire adéquate.

Ayant choisi un modèle, il devient possible de produire une nouvelle information non contenue initialement dans nos données d'observation. Se faisant, nous prenons le *risque* que notre estimation soit fausse, le choix du modèle ne reposant que sur ce qui a été observé au moment où le chercheur est amené à poser une hypothèse. Cette hypothèse, quelle qu'elle soit, supposera toujours une certaine forme de *continuité* du phénomène étudié : les choses doivent, *a priori*, se passer de la même manière là où nous n'avons pas d'information. Mais il peut arriver que le phénomène change radicalement de nature pour des raisons que nous ne pouvions pas prévoir. Par exemple, dans le cadre de projections démographiques à moyen et long terme, le démographe posera plusieurs hypothèses de mortalité et de fécondité, le plus souvent une poursuite des tendances observées lors des années passées. Mais il ne pourra pas prévoir l'éventualité de l'apparition d'une nouvelle maladie mortelle touchant une large part de la population ou l'éclatement d'une troisième guerre mondiale dans quinze ans.

> « *Le statisticien a donc pris un <u>risque</u> (inévitable). Mais, s'il y a risque, c'est-à-dire si sa prévision peut être démentie par la suite, cela signifie que cette prévision était falsifiable, donc avait un sens objectif. Le statisticien a donc réellement avancé une hypothèse objective (falsifiable) : non pas exactement celle qu'il avait énoncée, qui ne concernait que le modèle mathématique*[42]*, mais, implicitement, une*

[41] Panscopique : tous les buts ; monoscopique : un seul but.

[42] Comme précédemment, nous étendons cette remarque de MATHERON à tout modèle, qu'il soit mathématique ou non.

> *hypothèse anticipatrice relative à la validité du modèle physique, dont nous avons expliqué ci-dessus la construction opératoire. Il s'agit bien d'une hypothèse objective (puisqu'elle peut se révéler fausse après coup), et d'une anticipation (puisque les tests les plus rigoureux effectués sur les [données observées], à supposer qu'ils corroborent la validité du modèle pour [ces données-là], ne nous garantissent en aucune façon que le phénomène ne changera pas de nature par la suite). C'est parce qu'elle est objective (introduit une information supplémentaire, non contenue dans les [données observées]) que cette hypothèse nous permet de tirer de ces données plus qu'il n'y est contenu, et d'avancer une prévision. C'est parce qu'elle est anticipatrice (adoptée avant que sa validité n'ait été contrôlée) qu'elle introduit un risque d'erreur radicale[43] : et ce risque est la contrepartie obligée du gain d'information qu'elle introduit.* »
>
> (MATHERON 1978, p. 49-50)

Les critères de validité d'un modèle ne sont pas les mêmes selon qu'il s'agit d'un modèle panscopique ou monoscopique. Le premier type de modèle, cherchant à expliquer une classe de phénomènes relativement universelle, s'apparente à une théorie scientifique. Ce type de modèle devra donc permettre de produire un grand nombre de prédictions différentes et il pourra être corroboré ou réfuté à l'aide de tests intersubjectifs. Le modèle monoscopique, quant à lui, est appliqué le plus souvent à une situation unique à partir de laquelle nous nous retrouvons néanmoins face à la nécessité de réaliser des estimations. Le modèle monoscopique est par ailleurs choisi, par définition, sur la base d'informations incomplètes, d'où l'obligation de poser une hypothèse anticipatrice, qui pourra éventuellement se révéler fausse *a posteriori*, mais qui ne peut être vérifiée en toute rigueur au moment où cette dernière est posée.

> « *Au moment où on le choisit, ce modèle monoscopique introduit une hypothèse anticipatrice dont la légitimité ne peut en aucune façon être garantie par sa compatibilité avec les données numériques disponibles : car cette hypothèse revient, en somme, justement, à admettre que les caractéristiques structurelles que nous avons induites à partir de ces données peuvent être extrapolées telles quelles aux parties inconnues du phénomène ; ou encore, si l'on veut, que le phénomène se comporte, là où on ne le connaît pas, d'une manière suffisamment analogue à ce que l'on a observé là où il est connu. Ceci implique deux conséquences : pour choisir une hypothèse de ce genre, il faut soigneusement tenir compte de toutes les sources d'information, numérique ou non, dont on dispose (connaissances générales sur la physique de ce phénomène, expérience*

[43] Note de MATHERON : « *Dont l'amplitude est d'un autre ordre de grandeur que la "fourchette d'erreur à 5 %" [...] que prévoit le modèle. C'est pourquoi je parle d'erreur radicale.* »

> *acquise sur des cas analogues, etc.) ; d'autre part affaiblir au maximum cette hypothèse, de manière à la réduire au strict minimum indispensable pour permettre d'atteindre l'objectif visé par le modèle monoscopique : valorisation maximale de toutes les sources d'information, et principe d'économie stricte dans le choix des hypothèses anticipatrices.* » (MATHERON 1978, p. 54-55)

MATHERON pose ici deux règles importantes quant au choix de nos hypothèses anticipatrices. L'hypothèse anticipatrice devant prendre en compte l'information maximale disponible, il apparaît qu'elle dépend, en partie, du mode opératoire ayant produit les données d'observations brutes et qu'une analyse critique du procédé de collecte est nécessaire avant d'émettre ce type d'hypothèses.

> **Postulat 6**
> *L'hypothèse anticipatrice appliquée à un énoncé d'observation doit prendre en compte l'information maximale disponible au moment du choix de la dite hypothèse et doit être limitée au minimum requis pour permettre l'estimation du ou des concepts opératoires visés.*

La condition de répétabilité nécessaire à la définition de concepts opératoires semble ici faire défaut, d'où la difficulté de justifier la validité objective du modèle. Mais nous avons souligné précédemment qu'il n'était pas nécessaire que l'ensemble du modèle ait une signification objective du moment que, lors de la reconstruction opératoire du modèle, les paramètres sur lesquels nous porterons nos conclusions finales soient pourvus d'une signification objective, et donc falsifiables, dans le monde réel. Par ailleurs, s'il est difficile de déterminer la validité d'un modèle unique, nous avons le plus souvent recours aux mêmes types de modèles pour juger de situations analogues. Les hypothèses anticipatrices de ces modèles auront alors pu être vérifiées *a posteriori* et, si ces hypothèses se sont avérées pertinentes pour des cas semblables, il est probable qu'elles le resteront pour le cas qui nous préoccupe. Par exemple, les sondages réalisés à la sortie des urnes après chaque second tour des élections présidentielles peuvent ensuite être comparés aux résultats réels de l'élection. À la longue, dans la mesure où les méthodes employées s'avèrent relativement efficaces pour estimer, dès 20 h, quel candidat a été élu président de la République, le recours à ces mêmes méthodes lors de l'élection suivante s'avère justifié, bien que cela ne nous prémunisse jamais du risque d'erreur radicale mentionné plus haut.

> « *S'il n'est pas évident que l'on puisse porter un jugement sur chaque cas individuel, il n'en est certainement pas de même de la méthodologie générale que nous utilisons pour choisir des modèles monoscopiques dans chaque cas particulier : elle fera, à la longue, la preuve de sa plus ou moins grande efficacité. En effet, chaque situation, chaque problème*

est unique et fait l'objet d'un modèle monoscopique ad hoc. Mais il y a des classes de situations et de problèmes, non identiques, mais suffisamment analogues pour que les règles qui dictent le choix du modèle que nous adoptons dans chaque cas puissent être, au moins partiellement, formalisées, et finissent par constituer un système méthodologique : ce système sera soumis à la sanction de la pratique, et devra faire ses preuves ou être abandonné.

En d'autres termes, il est exact que c'est, en définitive, la possibilité de répétition qui fonde l'objectivité (la "relation répétable" de J. ULLMO[44]). Mais cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas de science possible de l'unique. D'abord, en effet, c'est toujours en un sens relatif que l'on parle de refaire la "même" expérience. À strictement parler, il n'y a pas deux expériences identiques : elles diffèrent toujours l'une de l'autre par quelques facteurs accessoires (mais c'est nous qui les jugeons tels), et par les conditions de lieu ou de temps. Tout ce que l'on peut dire, c'est que les facteurs qui nous paraissent importants, ont été rendus aussi semblables que nous le permettent nos moyens techniques, et les autres sont ce qu'ils sont. De même, on ne peut pas parler d'un phénomène qui se reproduit, mais seulement d'une classe de phénomènes que nous jugeons suffisamment proches les uns des autres pour les considérer comme équivalents. Cette proximité, ou ressemblance, peut d'ailleurs n'être que qualitative et structurelle, sans aller jusqu'à l'égalité des paramètres numériques descriptifs. En géologie ou en astronomie, par exemple, il n'y a pas deux objets identiques, ce qui n'empêche nullement de fonder l'objectivité sur la répétition du semblable. […]

Ce critère externe d'objectivité revient donc, en somme, à examiner si l'on a, ou non, "raison en moyenne" d'utiliser telle méthodologie pour tenter de résoudre telle catégorie de problème. »

(MATHERON 1978, p. 55-57)

Ainsi, les hypothèses anticipatrices et modèles que nous utilisons ne sont pas totalement dénoués d'objectivité, d'autant plus qu'ils sont falsifiables et vérifiables éventuellement *a posteriori*. Cependant, vis-à-vis d'une situation particulière, nous ne pouvons jamais nous départir du risque d'erreur radicale que nous prenons dès lors que nous tentons de déduire de nouveaux énoncés, non contenus initialement dans nos données. Les *énoncés déduits* qui forment, selon la définition que nous avons posée à la section précédente, le domaine de validité de notre énoncé d'observation, n'auront donc qu'une valeur relative et temporaire, tant que nous n'aurons pu vérifier la validité de notre hypothèse anticipatrice. Autrement dit,

[44] Voir section 5, page 22 et suivantes.

toutes les tentatives de corroboration ou de réfutation que nous pourrons être amenés à effectuer à partir de nos énoncés déduits resteront donc, du point de vue épistémologique, en suspens, tant que l'hypothèse anticipatrice qui a permis de les générer n'aura pas été vérifiée ou réfutée. Il en résulte que nous devrons toujours accompagner nos énoncés déduits de l'hypothèse anticipatrice qui les a engendrés, la connaissance de cette dernière étant fondamentale pour un examen critique des dits énoncés.

> **Postulat 7**
> *Le domaine de validité d'un énoncé d'observation est composé de l'ensemble des énoncés déduits du dit énoncé d'observation par application d'une hypothèse anticipatrice à ce dernier. Les énoncés déduits ne seront valables temporairement que sous réserve de l'hypothèse anticipatrice qui les a engendrés et comporteront donc un risque d'erreur radicale.*

Néanmoins, ceci n'empêchera pas de pouvoir prendre des décisions, même en l'absence de vérification, dès lors que le risque d'erreur sera accepté. Nos choix pourront alors être guidés entre autres par un examen critique de nos hypothèses anticipatrices. Le risque d'erreur radicale que nous encourrons, en acceptant, provisoirement, les résultats de nos estimations, ne peut être quantifié. Il s'agit d'un risque d'une toute autre espèce que celui que l'on peut calculer, par exemple, dans un modèle probabiliste, via un intervalle de confiance. Nous ne disposons *a priori* d'aucune information susceptible de nous guider pour estimer ce risque car, si nous disposions d'une telle information, nous aurions dû, en vertu du Postulat 2.6, en tenir compte dans le choix de notre hypothèse anticipatrice, et elle ne nous serait alors plus utile pour l'estimation de ce risque. Cependant, certains éléments peuvent nous fournir une indication qualitative pour l'évaluation de ce risque afin de faciliter nos prises de décisions. D'une part, si notre hypothèse anticipatrice a été vérifiée empiriquement pour des cas analogues, nous pourrons alors, en vertu de ce principe d'analogie, considérer qu'elle est justifiée pour le cas qui nous préoccupe. D'autre part, si plusieurs modèles ayant des présupposés différents nous amènent aux mêmes conclusions, la stabilité des résultats obtenus sera un facteur confortant nos décisions. Pour autant, le risque d'erreur radicale n'en demeure pas moins.

> **Postulat 8**
> *Le risque d'erreur radicale pourra être considéré comme minimisé si l'hypothèse anticipatrice posée a été vérifiée expérimentalement pour des cas analogues et/ou si plusieurs hypothèses anticipatrices différentes, appliquées à un même énoncé d'observation, conduisent aux mêmes énoncés déduits.*

Dans les exemples précédents, la nécessité d'avoir recours à une hypothèse anticipatrice est relativement évidente dès lors que les données d'observation portent sur un sous-échantillon de la population que le chercheur souhaite étudier. C'est le cas, entre autres, de toutes les études ayant recours à la technique des sondages. Mais le recours à une hypothèse anticipatrice se cache également dans des exemples *a priori* moins évidents. Revenons sur la tentative de réfutation de COPERNIC par Tycho BRAHÉ (voir section 2). La théorie copernicienne impliquait l'existence d'une parallaxe des étoiles lointaines. Or, ses observations ne montrant pas l'existence d'une telle parallaxe, BRAHÉ conclut que COPERNIC s'était trompé. Mais, pour passer de l'énoncé d'observation "*aucune parallaxe des étoiles fixes n'a été détectée*" à l'énoncé déduit "*les étoiles fixes ne présentent pas de parallaxe*", il est nécessaire de poser une hypothèse anticipatrice telle que "*si les étoiles lointaines présentent une parallaxe, alors cette dernière sera suffisamment importante pour être détectable par les instruments à disposition de BRAHÉ*". Tycho BRAHÉ prenait dont un risque d'erreur radicale en infirmant l'héliocentrisme[45] de COPERNIC. Et d'ailleurs, par la suite, l'hypothèse anticipatrice posée par BRAHÉ a été réfutée. Prenons un dernier exemple, cité précédemment dans la section 3 : la confirmation expérimentale de la relativité générale d'Albert EINSTEIN par Sir Arthur EDDINGTON lors d'une éclipse de soleil le 29 mai 1919. La théorie prévoyait que les rayons lumineux en provenance d'une étoile lointaine seraient courbes à proximité du Soleil en raison des déformations de l'espace-temps induites par la masse de l'étoile. Suite à ses observations, EDDINGTON a conclu que les valeurs prédites par la théorie étaient conformes à ses observations. Cependant, même avec des instruments d'une très grande précision, il existe toujours un écart, si minime soit-il, entre la valeur prédite et la valeur mesurée. Autrement dit, la conclusion d'EDDINGTON nécessite que soit posée une hypothèse anticipatrice telle que "*les écarts entre les valeurs observées et les valeurs théoriques sont imputables uniquement aux imprécisions des instruments astronomiques utilisés*". Ces deux exemples illustrent bien le fait que les scientifiques font usage, très souvent implicitement, voire sans en être conscients, d'hypothèses anticipatrices afin de pouvoir procéder à des déductions à partir de leurs données d'observation.

[45] Conception du monde plaçant le Soleil au centre de l'Univers.

9. Synthèse du cadre conceptuel retenu

Nous avons retenu de Karl POPPER son critère de falsifiabilité pour déterminer si un énoncé possède ou non une signification objective. Ce sont donc les énoncés potentiellement falsifiables qui, selon nous, doivent préoccuper la science (Postulat 1). Cela ne signifie pas que de tels énoncés soient vrais. Simplement, il est *a priori* possible d'en déduire des prédictions qui pourront par la suite être testées empiriquement.

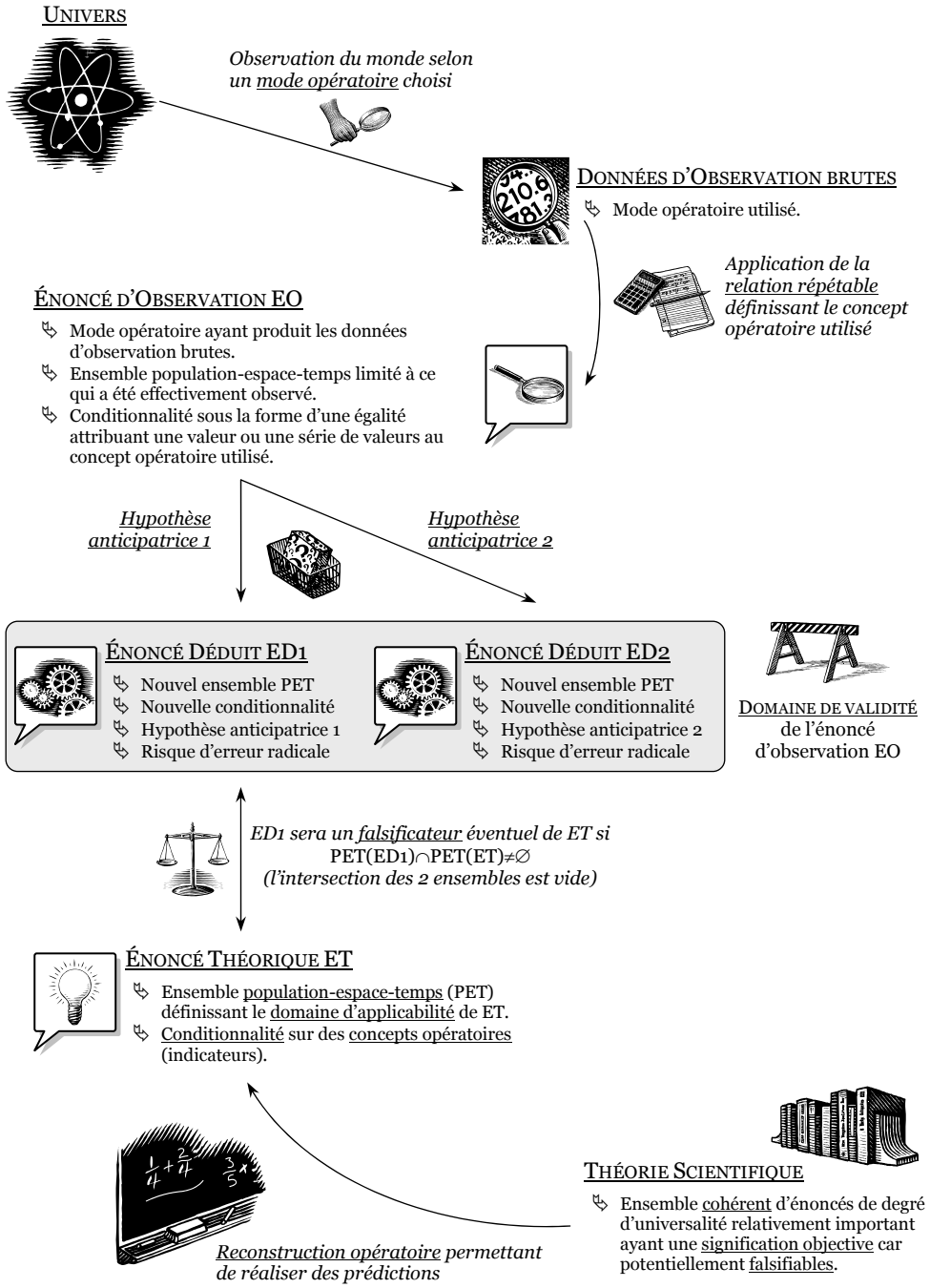
Le terme "potentiellement" implique que nous pouvons considérer comme ayant une signification objective des énoncés dont les prédictions ne peuvent être, en raison de limites techniques ou historiques, vérifiées mais qui le seraient éventuellement ultérieurement si de nouvelles sources ou de nouveaux outils étaient découverts. Concernant les énoncés qui ne satisferaient pas à ce critère de falsifiabilité, nous n'en considérons pas moins qu'ils puissent être vrais ou qu'ils puissent être une source profitable de connaissances sur le monde. Nous ne posons aucun jugement de valeur sur les différentes manières de produire du savoir, ni ne considérons que la science serait la seule manière de faire. Nous posons simplement que les objets de la science, en tant que forme particulière d'acquisition de connaissances parmi d'autres, doivent avoir une signification objective telle que nous l'avons définie. Les perceptions subjectives ou l'intuition ne sont pour autant pas exclues de la pratique scientifique. Elles peuvent même la guider. Cependant, ces impressions devront être reconstruites de manière opératoire afin de devenir un objet de recherche scientifique.

À la suite de Jean ULLMO, nous avons posé que cette signification objective s'acquérait par le recours à des concepts opératoires, ces derniers étant caractérisés par un procédé régulier, une relation répétable, qui permet de « *repérer, mesurer, plus généralement atteindre et identifier le concept défini*[46] ». Si les exemples que nous avons développés ont été axés sur des concepts permettant une quantification numérique, cela n'implique pas que les concepts opératoires, usuellement appelés indicateurs en sciences sociales, ne puissent être que quantitatifs. En effet, toutes les catégorisations en sciences sociales sont des concepts opératoires, de même que les *idéal-type* de WEBER, par exemple. En sciences sociales, nous parlerons plutôt de construction de l'objet de recherche et d'opérationnalisation des hypothèses plutôt que de construction opératoire, mais il s'agit néanmoins du même processus sous-jacent et chaque énoncé doit pouvoir être traduit sous la forme d'une conditionnalité sur des concepts opératoires, cette dernière pouvant être exprimée aussi bien quantitativement que qualitativement (Postulat 4).

[46] ULLMO, *La Pensée scientifique moderne*, p. 25.

Figure 9.1

Schéma synthétique des concepts épistémologiques retenus



LISTE DES POSTULATS POSÉS

Postulat 1
Un énoncé aura une signification objective s'il est potentiellement falsifiable.

Postulat 2
L'énoncé A sera plus universel que l'énoncé B si et seulement si $PET(B) \subset PET(A)$*, PET représentant l'ensemble population-espace-temps associé à tout énoncé et définissant son domaine d'applicabilité.*

Postulat 3
Un énoncé B ne pourra être un falsificateur de l'énoncé A qu'à la condition que $PET(B) \cap PET(A) \neq \varnothing$ *(l'intersection des ensembles population-espace-temps de A et B n'est pas vide).*

Postulat 4
Pour pouvoir être testé empiriquement, un énoncé doit être traduit en une conditionnalité sur des concepts opératoires ou indicateurs, la définition d'un concept opératoire devant comporter la définition d'un procédé régulier, d'une relation répétable, permettant de mesurer et d'identifier le concept ainsi défini.

Postulat 5
Un énoncé d'observation naît de l'application d'un concept opératoire donné à des données d'observations brutes obtenues selon un mode opératoire choisi.

Postulat 6
L'hypothèse anticipatrice appliquée à un énoncé d'observation doit prendre en compte l'information maximale disponible au moment du choix de la dite hypothèse et doit être limitée au minimum requis pour permettre l'estimation du ou des concepts opératoires visés.

Postulat 7
Le domaine de validité d'un énoncé d'observation est composé de l'ensemble des énoncés déduits du dit énoncé d'observation par application d'une hypothèse anticipatrice à ce dernier. Les énoncés déduits ne seront valables temporairement que sous réserve de l'hypothèse anticipatrice qui les a engendrés et comporteront donc un risque d'erreur radicale.

Postulat .8
Le risque d'erreur radicale pourra être considéré comme minimisé si l'hypothèse anticipatrice posée a été vérifiée expérimentalement pour des cas analogues et/ou si plusieurs hypothèses anticipatrices différentes, appliquées à un même énoncé d'observation, conduisent aux mêmes énoncés déduits.

Nous avons décidé de ne pas distinguer énoncés universels et énoncés singuliers. D'une part, cette distinction nous semble trop binaire, un énoncé ne pouvant être que l'un ou l'autre. D'autre part, aucune théorie scientifique ne peut se targuer d'être universelle. Si la recherche d'universalité peut être un des objectifs de la science, définir le domaine d'applicabilité d'une théorie s'avère plus opérationnel. Au-delà d'une vérité ultime sur l'essence même du monde qui nous entoure, nous préférons la notion de concordance avec le réel d'Albert EINSTEIN. Nous concevons donc la possibilité d'un degré d'universalité plus ou moins important et posons qu'à chaque énoncé doit être associé un ensemble population-espace-temps définissant les objets sur lesquels porte le dit énoncé et contextualisant ce dernier via une superficie d'espace-temps (une partie de l'espace et du temps) dans laquelle il s'inscrit. Nous avons montré qu'un énoncé pourra être "plus universel" qu'un autre si l'ensemble population-espace-temps du second est inclus dans celui du premier (Postulat 2). Par ailleurs, un énoncé ne pourra être un falsificateur d'un autre énoncé, sous réserve de validité du dit énoncé, qu'à la condition que l'intersection de leurs ensembles population-espace-temps soit non vide (Postulat 3), les assertions des deux énoncés ne pouvant être comparées qu'à cette intersection.

Pour mesurer[47] un concept opératoire donné, nous avons toujours à notre disposition plusieurs méthodes possibles, tant quantitatives (questionnaires, dispositif expérimental, sondes…) que qualitatives (observations, entretiens…). Nos données d'observation brutes seront donc obtenues selon un mode opératoire que nous aurons choisi et qui, d'une manière ou d'une autre, aura une influence sur ce que nous aurons observé. Ces données brutes ne permettent pas de mesurer directement un concept opératoire. Il faut leur appliquer la relation répétable définissant le dit concept pour obtenir un énoncé d'observation (Postulat 5). Comme tout énoncé, les énoncés d'observation sont définis par un ensemble population-espace-temps (correspondant en l'occurrence aux objets qui ont été effectivement observés et à la superficie d'espace-temps correspondant à la collecte) et une conditionnalité sur des concepts opératoires (sous la forme d'une égalité pour ce type d'énoncés).

Dans de nombreuses situations, en particulier dans les sciences humaines et sociales, les énoncés d'observation ne constituent pas des falsificateurs possibles des énoncés théoriques que nous cherchons à confirmer ou infirmer. Il devient alors nécessaire de procéder à une estimation, permettant de déduire, d'un énoncé d'observation, d'autres énoncés. Pour pouvoir tirer plus d'informations que celles initialement contenues dans les données d'observation, nous devons poser une hypothèse anticipatrice, en prenant en compte l'information maximale disponible et en la limitant au minimum requis pour permettre l'estimation (Postulat 6). Nous

[47] Nous utilisons ici le verbe "mesurer" dans un sens générique n'impliquant pas forcément une mesure quantitative mais incluant également les mesures qualitatives.

avons choisi d'appeler domaine de validité d'un énoncé d'observation l'ensemble des énoncés déduits en ayant recours à une hypothèse anticipatrice (Postulat 7). La validité de ces énoncés sera toujours temporaire, sous réserve de vérification de l'hypothèse anticipatrice. De ce fait, ces énoncés comporteront forcément un risque d'erreur radicale. Ce dernier ne peut être éliminé sans recours à d'autres données d'observations, mais peut être considéré comme minimisé dans certaines circonstances : hypothèse anticipatrice vérifiée expérimentalement pour des cas analogues, mêmes déductions obtenues à partir d'hypothèses différentes (Postulat 8).

Cette présentation synthétique ainsi que le schéma récapitulatif proposé (Figure 9.1) pourraient laisser suggérer que le raisonnement scientifique est linéaire. Or, dans la pratique, il y a un va-et-vient permanent entre la construction théorique, le choix des indicateurs, la collecte des données, la construction de l'objet de recherche et l'interprétation des résultats. Simplement, le scientifique cherchera, au moment de sa démonstration, à réordonner ses réflexions pour les présenter dans un ordre logique, plus proche, en général, du schéma proposé que du déroulement chronologique effectif de sa pensée.

10. Espace non poppérien

L'ensemble des remarques développées ci-après mériterait des développements plus importants. Cependant, notre objectif premier ne vise pas l'élaboration d'une épistémologie complète mais à disposer de concepts opératoires pour appréhender la validité des différentes mesures de la prévalence du VIH. Il importera donc de considérer les points suivants comme des pistes de réflexion à approfondir.

Si nous avons retenu le critère de falsifiabilité, notre position n'est pas falsificationiste dans la mesure où nous avons montré la faillibilité des énoncés d'observations et la complexité des situations réelles de test. En outre, comme nous avons le plus souvent recours à des énoncés déduits pour prendre nos décisions, le risque d'erreur radicale n'est jamais écarté. Par ailleurs, plutôt que de rejeter un énoncé, il est parfois préférable d'en modifier le domaine d'applicabilité pour que ce dernier ne couvre plus l'énoncé falsifiant. Il n'y a pas de règle univoque quant aux décisions que le scientifique doit prendre. S'il peut être aisé d'arriver à un consensus concernant quelques énoncés simples, il est beaucoup plus complexe de

déterminer si une théorie scientifique, dans son ensemble, doit être rejetée ou non. Les théories scientifiques ne sont pas figées. En tant qu'ensemble complexe d'énoncés, elles peuvent mettre des dizaines d'années avant d'être clairement formulées. Par ailleurs, les décisions prises par la communauté des scientifiques ne se font pas hors du temps, mais bien dans un contexte historique, social et politique. Plusieurs auteurs ont écrit sur les processus amenant au changement de paradigme scientifique : Imre LAKATOS et sa *méthodologie des programmes de recherche*, Gaston BACHELARD et la *formation de l'esprit scientifique*, Thomas KUHN et les *révolutions scientifiques* ou bien encore Paul FEYERABEND et sa *théorie anarchiste de la connaissance*[48].

Les exemples qui émaillent ce travail ont souvent été empruntés à la physique. La majorité des écrits épistémologiques s'est focalisée sur cette discipline en particulier et il est difficile d'en faire totalement abstraction. Cependant, notre propos s'applique tout aussi bien aux sciences humaines et sociales, ce que nous avons voulu montrer au travers des autres exemples pris. Certains lecteurs auront peut-être été dérangés par le fait que nous avons illustré notre propos presque exclusivement à partir de concepts opératoires quantitatifs. Il s'agissait de ne pas trop nous écarter de notre objet de recherche. Cependant, aucun des concepts développés ici ne requiert le passage par un formalisme mathématique ou que le type de mesure soit absolument quantitatif. Il en résulte que le cadre proposé peut s'appliquer, *a priori,* aussi bien à des approches qualitatives que quantitatives.

À nos yeux, ces deux types d'approches ne diffèrent pas d'un point de vue épistémologique mais constituent simplement deux classes de modes opératoires possibles, deux formes linguistiques différentes utilisées pour exprimer nos assertions. D'ailleurs, ce serait une erreur que de croire que les approches dites quantitatives en sciences sociales pourraient être exprimées exclusivement dans un formalisme mathématique. De nombreux indicateurs relèvent d'une catégorisation qui n'est rien d'autre qu'un concept opératoire qualitatif. Il suffit de prendre l'exemple de la variable sexe. Alors que cette variable peut sembler évidente pour une majorité de personnes, il existe en réalité plusieurs concepts opératoires pour la définir et ne se recoupant pas exactement. C'est le cas par exemple entre les définitions de sexe biologique, sexe génétique et sexe social. Par ailleurs, le découpage de cette variable en deux modalités correspond à un choix arbitraire[49] :

[48] Pour reprendre une expression de CHALMERS A. F., *Qu'est-ce que la science ? Récents développements en philosophie des sciences : Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*, Paris (FR), La Découverte, 1976. Chapitre 12.

[49] En ce sens, la théorie précède bien l'observation. Rien n'implique que la variable sexe ne puisse prendre que deux modalités, pas même des arguments prétendument naturels. L'hermaphrodisme va à l'encontre d'une définition morphologique en deux classes, tout comme la génétique. Il existe d'autres formes que XX ou XY, telles que XXY rencontrée dans le syndrome de KLINEFELTER. Si nous (...)

certains recensements de population, comme ceux du Népal, prévoient trois modalités. Le concept de rapport de masculinité (rapport entre le nombre d'hommes et le nombre de femmes), bien que mesuré quantitativement, repose également sur des définitions opératoires qualitatives (la notion de sexe en l'occurrence). Une majorité d'indicateurs numériques relèvent d'une taxinomie. Par ailleurs, si l'analyse quantitative a recours à des estimations numériques de ces différents indicateurs, elle procède également à une interprétation des résultats obtenus. Or, le processus interprétatif ne se limite pas à une simple conversion des chiffres en lettres, mais vise à donner une signification plus large des données chiffrées. Pour ce faire, le démographe ou le sociologue quantitativiste va supposer que les nombres qu'il a obtenus traduisent des processus, des démarches, des phénomènes décrits par ailleurs, le plus souvent qualitativement. Il a donc recours à des données additionnelles afin d'expliciter ces chiffres. Il ne pose ni plus ni moins qu'une nouvelle hypothèse anticipatrice. Ainsi, l'interprétation des données quantitatives en sciences sociales procède le plus souvent par l'adoption d'une première hypothèse anticipatrice quantitative puis l'adoption d'une seconde hypothèse anticipatrice, qualitative cette fois[50].

À la suite de George MATHERON, qui a largement inspiré nos choix, la position que nous adoptons ne peut se réduire à une position « *conciliatrice*[51] » entre objectivistes et subjectivistes. Si nous retenons des subjectivistes l'importance qu'ils accordent à l'information disponible "*a priori*" ou aux choix posés par le chercheur, nous ne pensons pas que toute conclusion découle de l'arbitraire de la subjectivité individuelle. Dans une lignée positiviste, nous pensons que le monde est constitué d'entités réelles qui existent au-delà de nos perceptions et qui possèdent des caractéristiques indépendantes des concepts que nous utilisons pour les décrire. Par contre, les observations que nous faisons du monde réel restent relatives et dépendantes des théories et des concepts que nous aurons définis au préalable. Cela ne signifie pas pour autant, selon nous, l'impossibilité de produire un savoir réel sur le monde qui nous entoure, puisque nous avons retenu d'EINSTEIN que la vérité d'une assertion provenait de sa concordance avec le réel. Mais, nous rejetons un positivisme naïf en ce sens que nous croyons vain de pouvoir donner un fondement certain et définitif à une connaissance universelle du monde. Nous prenons toujours le risque d'une erreur radicale. Cela ne nous empêche pas, néanmoins, de pouvoir prendre des décisions ni même de mettre à

découpons cette variable en deux modalités, il s'agira alors d'un choix méthodologique et non d'une évidence qui s'imposerait naturellement à nous.

[50] En effet, si nous avons décrit dans la section 8 le processus permettant de déduire d'un énoncé d'observation un nouvel énoncé par l'adoption d'une hypothèse anticipatrice, il reste possible d'obtenir un nouvel énoncé de cet énoncé déduit par l'adoption d'une seconde hypothèse, cette dernière venant s'ajouter à la première.

[51] MATHERON, *Estimer et Choisir*, p. 3.

jour des connaissances solides. Simplement, nous devons garder à l'esprit que nos conclusions sont toujours temporaires et certaines de nos théories peuvent se révéler erronées ou bien encore plus limitées et plus approximatives que nous ne le pensions.

Nous avons évoqué un peu plus haut que, pour nous, il n'y avait pas de différence fondamentale, d'un point de vue épistémologique, entre les sciences humaines et sociales et les sciences de la nature telle que la Physique. Certains auteurs se sont attachés à montrer, au contraire, que des sciences telles que la sociologie relevait d'une méthode profondément distincte. Nous pensons en particulier à l'ouvrage de Jean-Claude PASSERON intitulé *Le Raisonnement sociologique : un espace non poppérien de l'argumentation*[52]. PASSERON distingue « *sciences expérimentales* » et *« sciences historiques* ». Les premières relèveraient de l'expérimentation au sens strict leur permettant de pouvoir corroborer ou falsifier leurs théories, tandis que pour les secondes, « *la mise à l'épreuve empirique d'une proposition théorique ne peut jamais revêtir en sociologie la forme logique de la réfutation ("falsification") au sens poppérien*[53] ». Dès lors, le raisonnement sociologie procède d'un raisonnement comparatif.

> « *Le raisonnement sociologique ne reste un raisonnement scientifique que dans la mesure où il s'astreint à ne transformer par l'interprétation conceptuelle ce qu'énonce un constat statistique qu'en s'interdisant la référence à d'autres constats que des constats empiriques. Mais le raisonnement sociologique se distingue du raisonnement expérimental en ce que, dans son argumentation multi-référentielle, il doit composer des constats qui ne sont pas cumulables entre eux, au sens strict de la combinatoire logique, mais qui restent sémantiquement assez "apparentés" pour que le raisonnement naturel puisse contrôler cette parenté. Le contrôle de la parenté des contextes est d'autant plus sûr qu'il s'appuie sur une méthodologie du raisonnement naturel qui n'est autre que celle du* <u>*raisonnement comparatif*</u>*, nécessaire à la construction des concepts typologiques.* » (PASSERON 2006, p. 206)

Les sciences historiques ont ceci de particulier, pour PASSERON, que leurs propos ne peuvent jamais être totalement extraits du contexte social et historique dans lequel leurs objets de recherche s'inscrivent. Le sociologue se doit alors de tenir compte de « *la forme contextuelle et circonstanciée de connaissance des faits sociaux qu'exclut – dans son principe même – l'obligation d'énumérer toutes les*

[52] PASSERON J.-C., *Le Raisonnement sociologique, un espace non poppérien de l'argumentation*, Paris (FR), Albin Michel, 2006.

[53] PASSERON, *Le Raisonnement sociologique*, p. 542.

"conditions initiales" d'une "expérimentation proprement dite" »[54]. « *Le contexte d'une mesure ou d'une observation portant sur le monde historique ne peut être épuisé par une série finie d'assertions qui énonceraient les traits pertinents du contexte pour la validité de la mesure ou de l'observation considérée.* »[55] Pour transformer une collection d'informations en un énoncé de base, le sociologue doit ses observations à raisonnement guidé par une problématique et recourir à des concepts pour produire des énoncés scientifiques ayant la forme logique d'un « *effet de connaissance* » (PASSERON 2006, p. 370).

> « *À ce niveau de formulation des propositions, les opérations accessibles à une discipline de l'observation historique sont logiquement les mêmes que celles que pratique une science expérimentale. Tant que l'énonciation n'entreprend pas de faire dire à de tels effets de connaissance autre chose ou plus que ce qu'ils signifient descriptivement dans leur contexte, c'est-à-dire tant qu'elle n'entreprend pas de faire varier la généralité empirique dont elle crédite ses assertions en diminuant la précision des contraintes spatio-temporelles qui les indexent sur un contexte, constats, concepts et preuves ne revêtent pas en sociologie ou dans les sciences sociales une forme logique spécifique. La logique formelle des catégorisations, des opérations et des raisonnements, c'est-à-dire du calcul (logique ou quantitatif) est ici la même qu'ailleurs. C'est cette proximité entre une démarche accessible à toute science sociale et la démarche de base de la méthode expérimentale sur laquelle s'appuyait* DURKHEIM *pour définir la sociologie comme une "science expérimentale des faits sociaux"*[56]*. La spécificité de l'observation historique, qui sépare les sciences sociales des sciences expérimentales ou formelles, ne se fait sentir qu'à un niveau supérieur à celui des effets de connaissance, c'est-à-dire au niveau des effets d'intelligibilité. Ici seulement les opérations théoriques de la sociologie deviennent des opérations comparatives qui visent, en rapprochant des effets de connaissance de contextes différents, à formuler des généralités historiques dont la signification conceptuelle et la validation empirique cessent d'avoir le sens formellement univoque qu'elles ne pourraient tenir que de l'indexation sur un contexte constant ou analysable par une liste finie de variables : il devient alors un raisonnement de type expérimental mais sans expérimentation possible. […]*

[54] PASSERON, *Le Raisonnement sociologique*, p. 33.

[55] PASSERON, *Le Raisonnement sociologique*, p. 558.

[56] En référence au chapitre 6 de DURKHEIM É., *Les règles de la méthode sociologique*, Paris (FR), Félix Alcan, 1895.

> *L'effet d'intelligibilité que produit l'énonciation de vastes séries d'effets de connaissance dans une langue conceptuelle unifiée diffère, en effet, radicalement en sociologie, où il doit son ressort le plus significatif à la comparaison (reposant elle-même sur des conceptualisations analogiques), de ce qu'il est dans les sciences de l'expérimentation auxquelles l'universalité des "lois naturelles" et, mieux encore, l'articulation déductive de leurs énoncés universels dans un paradigme théorique procurent une définition épistémologiquement satisfaisante de la compréhension théorique du monde (même si elle se prête à des gloses philosophiques divergentes).* » (PASSERON 2006, p. 372-374)

L'interprétation, et donc « *l'énonciation sociologique* », requiert une formulation conceptuelle des données de base et la mise en correspondance de divers effets de connaissance pour obtenir des énoncés ayant une portée plus générale (PASSERON 2006, p. 211). En procédant ainsi, le sociologue fait un pari sur la possibilité de généraliser ses effets de connaissance à des contextes plus vastes. En ce sens, nous pouvons considérer qu'il prend un risque.

> « *Seul le raisonnement sociologique peut restreindre le degré de liberté interprétative du pari fait sur la généralité de l'assertion en faisant appel à des comparaisons enfermant plus d'informations que les constats opérés dans le même contexte et les mêmes conditions d'enquête. […] C'est la conceptualisation historique qui autorise dans un raisonnement sociologique des rapprochements typologiques de plus grande ampleur et d'une plus grande richesse informative que la conjonction logique des énoncés. Le contrôle du rapprochement entre assertions conceptuellement "apparentés" ne relève pas d'une logique formelle mais d'une méthodologie de la comparaison.* »
>
> (PASSERON 2006, p. 213)

Nous sommes globalement en accord avec ce que PASSERON écrit à propos des sciences historiques. D'ailleurs, le cadre conceptuel que nous avons décrit ici correspond relativement bien à ce qu'il nomme le raisonnement sociologique. En effet, tous nos énoncés sont indissociablement liés à un ensemble population-espace-temps et, en ce sens, possèdent une dimension historique et contextuelle. Nous avons montré par ailleurs qu'il ne pouvait y avoir de réfutation formelle de ces derniers dans la mesure où les énoncés d'observation sont faillibles et où le chercheur prend toujours un risque d'erreur radicale. L'effet de connaissance de PASSERON qui permet, grâce au recours à des concepts, de produire des énoncés scientifiques correspond à ce que nous avons appelé l'application de la relation répétable définissant les concepts opératoires pour transformer des données brutes en énoncés d'observation, ces derniers pouvant être utilisés dans le cadre d'un raisonnement logique formel. Le « *pari* » que pose le sociologue pour réaliser des assertions plus générales en mettant en relation des énoncés de base s'apparente

aux hypothèses anticipatrices permettant à partir d'un ou de plusieurs énoncés d'observation d'en extraire des énoncés déduits de portée plus générale. Le « *risque interprétatif* » de PASSERON renvoie, quant à lui, à notre risque d'erreur radicale, mais également à des choix inappropriés d'hypothèses anticipatrices.

En revanace, nous ne partageons pas la position de PASSERON vis-à-vis de ce qu'il nomme les sciences expérimentales, dans la mesure où il leur reconnaît la possibilité de mettre à jour des "lois universelles" et de pouvoir procéder au dénombrement exhaustif de l'ensemble des conditions initiales d'une expérience. Dans la section 3, nous nous sommes efforcés de montrer que toute théorie était forcément limitée et donc nous avons posé dans la section 4 que tout énoncé devait être contextualisé en lui associant un ensemble population-espace-temps. Nous reprenons par ailleurs à notre compte ces propos de MATHERON :

> « *C'est toujours en un sens relatif que l'on parle de refaire la "même" expérience. À strictement parler, il n'y a pas deux expériences identiques : elles diffèrent toujours l'une de l'autre par quelques facteurs accessoires (mais c'est nous qui les jugeons tels), et par les conditions de lieu ou de temps. Tout ce que l'on peut dire, c'est que les facteurs qui nous paraissent importants, ont été rendus aussi semblables que nous le permettent nos moyens techniques, et les autres sont ce qu'ils sont.* »
>
> (MATHERON 1978, p. 55-57)

Si la thèse des *Préalables épistémologiques*[57] peut se résumer selon PASSERON[58] par : « *la Sociologie est une science comme les autres, qui a seulement plus de difficultés que les autres à être une science comme les autres* », nous pouvons résumer la thèse du *Raisonnement sociologique* par "*les sciences historiques sont autant des sciences que les autres, mais leur méthode, le raisonnement comparatif, est spécifique*". Nous considérons, pour notre part, que "*la physique est une science historique comme toutes les autres*".

L'expérimentation au sens strict, d'un point de vue formel, demeure inatteignable, une expérience ne pouvant se répéter dans des conditions parfaitement identiques en tout point. L'expérimentation n'est donc qu'une classe de modes opératoires parmi d'autres. L'avantage de disciplines telles que la physique réside, selon nous, dans leur capacité à pouvoir user du principe de *négligeabibilité*. Dans la *Formation de l'esprit scientifique*, Gaston BACHELARD précise que « *le savant croit au <u>réalisme</u> de la mesure plus qu'à la <u>réalité</u> de l'objet* »[59]. Derrière cela,

[57] BOURDIEU P., CHAMBOREDON J.-C. et PASSERON J.-C., *Le Métier de sociologue : préalables épistémologiques*, Paris-La Haye (FR), Mouton, 1973.

[58] PASSERON, *Le Raisonnement sociologique*, p. 65-66.

[59] BACHELARD G., *La Formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance*, Paris (FR), J. Vrin, 1938, p. 254.

BACHELARD montre que pour appréhender toute mesure il importe de tenir compte de l'*ordre de grandeur* sur lequel le chercheur travaille ainsi que la *précision* des données collectées. Un excès de précision s'apparente à une meute de chiffres inutiles, une des différences entre les mathématiques et la physique étant de déterminer quelles décimales sont porteuses de sens. Dès que l'on tient compte de l'ordre de grandeur des observations effectuées, « *l'objet peut alors changer de nature quand on change le degré d'approximation* »[60]. Les objets de recherche de la physique appartiennent à des ordres de grandeur tellement différents que bon nombre de phénomènes perturbateurs deviennent invisibles. Si nous étudions le mouvement de deux boules de billards, nous devrions tenir compte de l'ensemble des conditions contextuelles qui président le phénomène que nous analysons. En toute rigueur, nous devrions considérer la couleur des boules de billard car, en reflétant la lumière différemment, l'impact des photons sur le mouvement de ces dernières ne sera pas le même. Cependant, l'effet induit par la lumière sur le mouvement des boules de billard est tellement faible qu'il est quasiment indétectable. Le physicien pourra donc se permettre de négliger la couleur des boules dans son étude. Nous avons vu à la section 3 que la théorie newtonienne était parfaitement valable à nos échelles terrestres. Cela ne signifie pas pour autant que les phénomènes que nous observons à cette échelle ne subissent pas les fluctuations quantiques ou les déformations de l'espace-temps. Cependant, les manifestations de la courbure de l'espace-temps prédites par la Relativité Générale ne commencent à être vraiment sensibles que pour des vitesses proches de celle de la lumière (notée c). Quant aux fluctuations quantiques, elles ne deviennent manifestes qu'à des échelles microscopiques se rapprochant de la longueur de Planck (notée l_P). Or, ces deux grandeurs physiques se traduisent à notre échelle, c'est-à-dire dans nos unités de mesure usuelles, par des valeurs extrêmes : c vaut 299 792 458 mètres par seconde soit 1 079 252 848,8 kilomètres par heure ($1{,}07\times10^9$) et la valeur approchée de l_P est de $1{,}616\times10^{-35}$ mètre. Il a été possible de tester empiriquement la relativité générale et la mécanique quantique parce que, tandis que l'une s'applique aux très grandes distances, l'autre correspond au monde subatomique. À cette échelle, la force gravitationnelle peut être tout bonnement négligée dans la mesure où elle est 10^{44} fois plus faible que la force nucléaire forte. À l'échelle des galaxies, la force gravitationnelle prédomine, les forces nucléaires s'atténuant très rapidement à des échelles supérieures à la taille d'un atome[61]. C'est en raison de cette capacité de pouvoir *négliger* un grand nombre de variables que les expériences menées par le physicien semblent pouvoir être répétées à l'identique. L'expérimentation est également facilitée par la possibilité de *simplifier* les objets de recherche. Par là, nous entendons qu'il est possible de réduire de

[60] *Idem.*

[61] La force électromagnétique ne s'atténue pas à ces distances. Mais, comme la matière est globalement neutre, les interactions électromagnétiques se compensent aux grandes échelles.

manière drastique le nombre d'objets en interaction ainsi que le nombre de variables influant sur ces dernières[62].

Le sociologue et l'historien, quant à eux, n'ont guère la possibilité de *simplifier* autant leurs objets de recherche ou bien de réduire significativement le nombre de variables ayant un effet observable sur les phénomènes qu'ils étudient. Certes, il est possible d'avoir recours à des modèles sociaux simples (y compris d'un point de vue quantitatif, c'est ce que sont les modèles démographiques par exemple) intégrant un nombre plus ou moins restreint de variables. Cependant, les modèles que l'on obtient ainsi s'avèrent toujours être relativement approximatifs, en tout cas largement plus que les modèles physiques, au point que leur imprécision soit observable en cas de vérification empirique. Par ailleurs, des raisons techniques, éthiques et pratiques interdisent de procéder à des expériences à l'échelle de sociétés. Nous ne pouvons pas déclencher une guerre entre la Russie et les États-Unis juste pour vérifier si nos théories géopolitiques sont exactes. Tout comme d'autres disciplines telles que l'astrologie, nous devons nous contenter d'observer les phénomènes tels qu'ils se présentent[63].

Là encore les sciences humaines et sociales auront un inconvénient sur d'autres disciplines. Les échelles, temporelles et géographiques, sur lesquelles elles travaillent, sont le plus souvent du même ordre de grandeur que nos propres échelles de vie. De ce fait, les phénomènes qui nous préoccupent s'avèrent évoluer au rythme même où nos effectuons nos recherches, si ce n'est plus rapidement encore. Lorsque les phénomènes étudiés se déroulent sur des échelles de temps longues, relativement à nous, il est alors possible de réitérer des observations qui, si elles ne seront pas parfaitement identiques, pourront être considérées comme relativement équivalentes. Il est ainsi possible, *a priori*, de réaliser aujourd'hui certaines observations astronomiques analogues à d'autres qui auraient été faites il y a cinquante ou cent ans, lorsqu'elles portent sur des processus qui évoluent suffisamment lentement pour présenter un caractère quasi-constant sur un siècle. Par contre, lorsque l'objet de recherche est une société, cette dernière évolue généralement trop rapidement pour que des observations réalisées aujourd'hui soient encore équivalentes à des observations plus anciennes. Le contexte social

[62] Cela ne signifie pas pour autant que les phénomènes étudiés soient simples, ni même que les équations rencontrées par le physicien ne soient pas d'une redoutable complexité mathématique. Mais l'objet de recherche du physicien peut être considéré comme relativement simple dans la mesure où il porte sur un nombre de variables et d'objets en interaction limité.

[63] Mon propos est ici quelque peu simplificateur, dans la mesure où la recherche dans les sciences sociales ne se situe pas hors du monde. Les résultats produits par cette discipline font eux-mêmes partie des variables qui influent sur le devenir des sociétés. Il n'y a qu'à voir, à titre d'exemple, le nombre d'experts dans les milieux décisionnels et la manière dont certains résultats, dits scientifiques (qu'ils le soient ou non), sont utilisés pour influencer ou justifier des choix politiques.

français en ce début de XXIe siècle n'est en rien analogue à celui qui précéda la Première Guerre Mondiale.

⁂

Au final, il n'y a, pour nous, aucune différence fondamentale, d'un point de vue épistémologique, entre les sciences dites expérimentales et les sciences historiques, les premières s'inscrivant également dans un contexte historique. Elles se distinguent quant aux ordres de grandeurs spatio-temporelles dans lesquels elles s'inscrivent, par la possibilité de simplifier leurs objets de recherche, celle d'appliquer le critère de négligeabilité et enfin par le degré d'universalité que leurs théories ont réussi à atteindre. Cela pourrait faire croire que certaines disciplines auraient accès à des lois naturelles universelles et à une connaissance exhaustive du contexte dans lequel s'effectuent leurs observations. Il n'en est rien.

Références bibliographiques

ARISTOTE, *Les Seconds Analytiques - Organon IV*, Wikisource, nouvelle traduction pour Internet par sœur Pascale NAU, à partir de la version grecque, de la traduction Vrin et de celle de G. R. G. Mure. (http://fr.wikisource.org/wiki/Seconds_Analytiques)

BACHELARD G., *La Formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance*, J. Vrin, réédition en format poche de 2004, collection Bibliothèque des textes philosophiques, Paris (FR), 1938, 306 pages.

BONITZER J., « Réflexions sur les modèles statistiques de décision », *Revue de statistique appliquée*, n°32(1), 1984, pages 9-37. (http://www.numdam.org/numdam-bin/fitem?id=RSA_1984__32_1_9_0)

BOURDIEU P., CHAMBOREDON J.-C. et PASSERON J.-C., *Le Métier de sociologue : préalables épistémologiques*, Mouton, 2e édition révisée, première édition en 1968, Paris-La Haye (FR), 1973, 357 pages.

CARPENTER L. M., NAKIYINGI J. S., RUBERANTWARI A. *et al.*, « Estimates of the impact of HIV-1 infection on fertility in a rural Ugandan population cohort », *Health Transition Review*, n°7(Supplement 2), 1997, pages 113-126.

CHALMERS A. F., *Qu'est-ce que la science ? Récents développements en philosophie des sciences : Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*, La Découverte, réédition de 2006 en format poche dans la collection Livre de poche, 1987 pour la première édition française, 1976 pour la première édition anglaise, Paris (FR), 1976, 287 pages.

CHANGALUCHA J., GROSSKURTH H., MWITA W. *et al.*, « Comparison of HIV prevalences in community-based and antenatal clinic surveys in rural Mwanza, Tanzania », *AIDS*, n°16(4), 2002, pages 661-665.

COURGEAU D., « Probabilités, démographie et sciences sociales », *Mathématiques & sciences humaines*, n°167, 2004, pages 27-50. (http://www.ehess.fr/revue-msh/pdf/N167R933.pdf)

CRAMPIN A. C., GLYNN J. R., NGWIRA B. M. *et al.*, « Trends and measurement of HIV prevalence in northern Malawi », *AIDS*, n°17(12), 2003, pages 1817-1825.

DURKHEIM É., *Les règles de la méthode sociologique*, Félix Alcan, première édition reproduite en ligne sur Gallica (BNF), Paris (FR), 1895, 186 pages. (http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1055050)

EINSTEIN A., *La Théorie de la Relativité restreinte et générale*, Dunod, réédition de 1999, traduction de Maurice Solovine à partir de la 14e édition allemande, Paris (FR), 1917, 192 pages.

FYLKESNES K., NDHLOVU Z., KASUMBA K., MUBANGA MUSONDA R. et SICHONE M., « Studying dynamics of the HIV epidemic: population-based data compared with sentinel surveillance in Zambia », *AIDS*, n°12(10), 1998, pages 1227-1234.

GRAY R. H., WAWER M. J., SERWADDA D. *et al.*, « Population-based study of fertility in women with HIV-1 infection in Uganda », *Lancet*, n°351(9096), 1998, pages 98-103.

GREGSON S., ZHUWAU T., ANDERSON R. M., CHIMBADZWA T. et CHIWANDIWA S. K., « Age and religion selection biases in HIV-1 prevalence data from antenatal clinics in Manicaland, Zimbabwe », *Central African Journal of Medicine*, n°41(11), 1995, pages 339-346.

GREGSON S., TERCEIRA N., KAKOWA M. *et al.*, « Study of bias in antenatal clinic HIV-1 surveillance data in a high contraceptive prevalence population in sub-Saharan Africa », *AIDS*, n°16(4), 2002, pages 643-652.

INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE et ORC MACRO, *Enquête Démographique et de Santé 2004 du Cameroun*, Calverton, Maryland (US), INS, ORC Macro, juin, 2005, 479 pages. (http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR163/FR163-CM04.pdf)

KREMER-MARIETTI A., *Comment Popper comprit Einstein... et comment Einstein pensait réellement*, La Science einsteinienne : ses origines, son contenu et sa portée, Tunis (TN), 12-14 décembre, 2005. (http://dogma.free.fr/txt/AKM-PopperEinstein.htm)

KWESIGABO G., KILLEWO J. Z., URASSA W. *et al.*, « Monitoring of HIV-1 infection prevalence and trends in the general population using pregnant women as a sentinel population: 9 years experience from the Kagera region of Tanzania », *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, n°23(5), 2000, pages 410-417.

MACH E., *La Connaissance et l'erreur*, Flammarion, coll. *Bibliothèque de philosophie scientifique*, traduit en 1908 sur la dernière édition allemande, par le Dr Marcel Dufour, disponible en ligne sur Gallica, Paris (FR), 1905, 392 pages. (http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k655583)

MATHERON G., *Estimer et Choisir : essai sur la pratique des probabilités*, Centre de Géostatistique, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, coll. *Les cahiers du CMM de Fontainebleau*, Fontainebleau (FR), 1978, 175 pages. (http://cg.ensmp.fr/bibliotheque/1978/MATHERON/Ouvrage/DOC_00208/MATHERON_Ouvrage_00208.pdf)

PASSERON J.-C., *Le Raisonnement sociologique, un espace non poppérien de l'argumentation*, Albin Michel, nouvelle édition revue et augmentée (première édition 1991), bibliothèque de l'Évolution de l'Humanité, Paris (FR), 2006, 666 pages.

POPPER K. R., *Conjectures et Réfutations : la croissance du savoir scientifique*, Payot, coll. *Bibliothèque scientifique*, traduction de Michelle-Irène et Marc-B de Launey de 1985, Paris (FR), 1963, 610 pages.

POPPER K. R., *La Logique de la découverte scientifique*, éditions Payot, 5e édition de 2002 de l'édition française de 1989, basée sur l'édition anglaise de 1968, elle-même une édition augmentée et corrigée de la première édition allemande de 1935, Paris (FR), 1968, 480 pages.

SÉNÈQUE, *Questions Naturelles*, traduction de Charpentier et Lemaistre publiée originalement en 1861 chez Garnier, numérisée et mise en ligne dans le cadre du projet Itinera Electronica de l'Université Catholique de Louvain, Paris (FR), vers 62. (http://bcs.fltr.ucl.ac.be/sen/qnII.html)

THUAN T. X., « Préface », dans GREENE B., *L'Univers élégant*, Robert Laffont, Paris (FR), 2000, pages 9-13.

ULLMO J., *La Pensée scientifique moderne*, Flammarion, réédition de 2000 en format poche dans la collection Champs, Paris (FR), 1969, 315 pages.