Que dire alors de la convention? Est-elle une caractéristique interne au discours scientifique? On pourrait répondre par l'affirmative, en se rappelant qu'elle indique les variations possibles d'une géométrie à l'autre. Mais, à l'intérieur de l'une de ces géométries, y a-t-il un critère qui permette de distinguer un postulat d'un axiome? Non, selon les logiciens et les formalistes; mais Poincaré ne partage pas ce point de vue (cf. par exemple DP 184); selon lui, axiomes et postulats sont distincts parce qu'ils entretiennent d'autres relations avec l'esprit et l'expérience; bref, dire qu'une proposition est un axiome ou une convention, c'est trancher la question de son origine. Ainsi, nous optons pour une interprétation philosophique du conventionnalisme de Poincaré: est convention ce qui n'est déterminé exactement ni par l'esprit ni par les données des sens. D'un point de vue philosophique, une convention n'est alors déterminée que par son langage.

Les géométries, en tant que conventions, ne sont donc pas susceptibles d'être vraies ou fausses.

> Dès lors, que doit-on penser de cette question: La géométrie euclidienne est-elle vraie?
> Elle n'a aucun sens.
> Autant demander si le système métrique est vrai et les anciennes mesures fausses; si les cordonnées cartésiennes sont vraies et les coordonnées polaires fausses. Une géométrie ne peut être plus vraie qu'une autre... (SH 67)

Tout au plus sont-elles -et doivent-elles être- non contradictoires, ce dont Poincaré s'est assuré en montrant que la géométrie euclidienne est un modèle pour celles de Riemann et de Lobatchevsky (SH 56-58).

Néanmoins, ces conventions, relativement libres par rapport à l'esprit et à l'expérience, ne sont pas arbitraires; d'un point de vue psychologique, elles doivent répondre aux exigences de simplicité, de non artificialité; du point de vue objectif d'autre part, elles doivent garder -si tant est qu'on les utilise comme langage pour la physique- un rapport au monde sensible: celui du "comme si". On peut imaginer des mondes -ce que Poincaré se donne la peine de faire- où les lois des déplacements des corps ne correspondraient pas aux propriétés de l'espace euclidien; les géomètres de tels univers n'auraient pas, tout d'abord du moins, construit la géométrie euclidienne, mais une autre, plus "naturelle": celle qui eût conservé le rapport du "comme si" avec les phénomènes observables. Les géométries ainsi construites ne seraient du reste pas sans analogie (quoique comportant des propositions contradictoires) puisque, l'espace étant relatif, il est possible de passer d'un monde à l'autre par une transformation ponctuelle (VS 58). Ainsi l'espace, primitivement, est un "continuum amorphe" susceptible d'une déformation continue quelconque (VS 55; DP 136).

Par conséquent, le langage adapté à la physique est celui de la géométrie euclidienne 1898 (FG 64):

> Qu'on ne dise pas que le groupe d'Euclide nous semble le plus simple parce qu'il est le plus conforme à quelque idéal préexistant qui a déjà un caractère géométrique: il est plus simple parce que certains de ses déplacements sont échangeables, ce qui n'est pas vrai des déplacements correspondants du groupe de Lobatchevsky. Traduit dans le langage analytique, cela veut dire qu'il y a moins de termes dans les équations et il est clair qu'un algébriste qui ne saurait pas ce qu'est l'espace ou la ligne droite regarderait cela néanmoins comme une condition de simplicité.

> Si nos expériences étaient considérablement différentes, la géométrie d'Euclide ne suffirait plus à les représenter commodément, et nous choisirions une géométrie différente.

Et SH 111-112:

> ...notre géométrie euclidienne n'est elle-même qu'une sorte de convention de langage; nous pourrions énoncer les faits mécaniques en les rapportant à un espace non euclidien qui serait un repère moins commode, mais tout aussi légitime que notre espace ordinaire; l'énoncé deviendrait ainsi beaucoup plus compliqué; mais il resterait possible.

Le langage de la géométrie euclidienne permet donc "d'abréger et de simplifier" (<u>ibid.</u>) l'énoncé des lois mécaniques et physiques.

Autrement dit, pour nous, la géométrie euclidienne est commode:

1893 (SH 67):

> Une géométrie ne peut pas être plus vraie qu'une autre; elle peut seulement être <u>plus commode</u>.

1895 (SH 91):

> ...parmi tous les groupes possibles, il faut choisir celui qui sera pour ainsi dire l'<u>étalon</u> auquel nous rapporterons les phénomènes naturels.
> L'expérience nous guide dans ce choix qu'elle ne nous impose pas; elle nous fait reconnaître non quelle est la géométrie la plus vraie, mais quelle est la plus <u>commode</u>.

1899 (SH 109):

> L'expérience nous a guidés en nous montrant quel choix s'adapte le mieux aux propriétés de notre corps. Mais son rôle s'est borné là.

Notons que, du point de vue de la conservation de l'espèce humaine, la commodité de l'espace (sensible) euclidien a une valeur contraignante: la représentation des lois naturelles dans un espace non euclidien n'aurait probablement pas permis aux hommes de subsister (SH 109; SM 107; VS 96).

C'est de manière tout à fait analogue que Poincaré intervient à propos des géométries à <u>n</u> dimensions. L'espace représentatif, lui, a trois dimensions -Poincaré l'a montré de deux façons, tout d'abord par la considération des groupes des déplacements (FG 1898), solution qu'il a ensuite rejetée comme n'étant pas naturelle (VS 80), puis en utilisant les notions de continu physique, de coupure et d'indiseernabilité de sensations contiguës (VS 80-93; DP 137-151). Mais l'espace géométrique, n'étant pas calqué sur l'espace sensible, est susceptible de <u>n</u> dimensions: il suffit de le constuire à l'aide des concepts de continu mathématique et de coupure. Néanmoins, la géométrie à trois dimensions permet un exposé plus simple des lois physiques:

> Il semble bien en effet qu'il serait possible de traduire notre physique dans le langage de la géométrie à quatre dimensions; tenter cette traduction ce serait se

> donner beaucoup de mal pour peu de profit, et je me bornerai à citer la mécanique de Hertz où l'on voit quelque chose d'analogue. Cependant, il semble que la traduction serait toujours moins simple que le texte, et qu'elle aurait toujours l'air d'une traduction, que la langue des trois dimensions semble la mieux appropriée à la description de notre monde, encore que cette description puisse se faire à la rigueur dans un autre idiome. (SM 118-119; cf. aussi VS 94)

> Nous obtiendrons ainsi une forme de nos équations où figureront les coordonnées des astres dans l'espace à quatre dimensions; ce sera une expression nouvelle des lois astronomiques fondée sur l'hypothèse d'un espace à quatre dimensions et cette expression ne sera pas illégitime puisque la condition de "parallélisme" est respectée. Seulement, il est clair que les équations ainsi obtenues seront beaucoup moins simples que nos équations habituelles. (DP 153)

Ainsi la géométrie à trois dimensions est aussi la plus commode, et possède les mêmes vertus que l'espace euclidien à l'égard de la conservation de l'espèce.

Nous sommes maintenant à même de mesurer les effets de la localisation de la géométrie dans la configuration de l'espace philosophique. Alors que la localisation des mathématiques avait pour effet une intervention du philosophique dans le scientifique en refusant à l'infini actuel le statut de concept, la philosophie géométrique de Poincaré respecte le théorique. Les liens établis entre déduction et rigueur d'une part, expérience et révisabilité d'autre part, excluant toute interprétation empirique de la géométrie, reconnaissent la possibilité d'un nombre infini de géométries, toutes également justifiées d'un point de vue théorique.

Chapitre 3 LA MECANIQUE ET LA PHYSIQUE

Avec la mécanique et la physique, nous entrons dans le domaine des sciences expérimentales. Nous devons donc nous demander ce qu'est, pour Poincaré, une science expérimentale, s'il la spécifie d'un point de vue philosophique ou scientifique, et si ces caractérisations ont des effets à l'intérieur du discours théorique. Pour des raisons d'ordre surtout historique, nous allons répondre à ces questions en plusieurs temps: en effet, à l'époque où Poincaré écrivait, la question du statut de la mécanique n'était pas claire.

Tout d'abord, son caractère expérimental n'était pas universellement admis -du moins n'en tenait-on pas toujours compte dans l'exposé. Lagrange (1736-1813) avait montré dans sa Mécanique analytique (1788)-ouvrage dont l'importance scientifique et philosophique a été considérable- que les lois de la mécanique pouvaient être déduites de l'équation exprimant le principe des vitesses virutelles.

> Dans la première partie de cet Ouvrage, nous avons réduit toute la statique à une seule formule générale qui donne les lois de l'équilibre d'un système quelconque tiré par tant de forces qu'on voudra. On pourra donc aussi réduire à une formule générale toute la dynamique; car pour appliquer au mouvement d'un système de corps la formule de son équilibre, il suffira d'y introduire les forces qui proviennent des variations du mouvement de chaque corps et qui douvent être détruites. Le développement de cette formule, en ayant égard aux conditions dépendantes de la nature du système, donnera toutes les équations nécessaires pour la détermination du mouvement de chaque corps; et il n'y aura plus qu'à intégrer ces équations, ce qui est l'affaire de l'analyse.

(Ce texte de Lagrange est cité par Samuel Gagnebin: "A la recherche d'un ordre naturel". Neuchâtel, la Baconnière, "Langages", 1971,*p. 209-213; d'autre part, pour se faire une idée -partielle- de l'influence de l'oeuvre de Lagrange, voir Dominique Lecourt:"Une crise et son enjeu (Essai sur

*p. 212; tous nos renseignements sur Lagrange sont tirés du même ouvrage, la position de Lénine en philosophie)". Paris, Maspéro, 1973, pp. 86-87). Aussi la mécanique pouvait-elle apparaître aux yeux des contemporains, surtout Français, de Poincaré comme une discipline analogue aux mathématiques, dont toute vérité peut être déduite d'un principe de statique. Nous comprenons alors pourquoi les relations entre géométrie et mécanique ont préoccupé Poincaré. L'examen de son intervention sur ce problème sera le premier temps de notre étude.

En second lieu, dans ses écrits sur la physique, Poincaré distingue souvent la mécanique de la physique. Ce n'est pas un hasard: vers la fin du 19ème et le début du 20ème siècle, la question des relations entre la mécanique et la physique était vivement discutée.

> Les grandes conquêtes de la mécanique dans toutes ses branches, son succès éclatant dans le développement de l'astronomie, l'application de ses idées à des problèmes manifestement différents et n'ayant pas un caractère mécanique, toutes ces choses ont contribué à faire naître la croyance qu'il est possible de décrire tous les phénomènes de la nature en termes de forces simples s'exerçant entre des objets invariables. Pendant les deux siècles qui ont suivi l'époque de Galilée, cette tentative, consciente ou inconsciente, est manifeste dans toute la production scientifique. (A. Einstein, L. Infeld: "L'évolution des idées en physique. Des premiers concepts aux théories de la relativité et des quanta". Petite Bibliothèque Payot, 1974, p. 56, 1ère éd.?).

Or l'idée de l'unité de la mécanique et de la physique, qui hantait encore, quoique sous une forme plus souple, les physiciens contemporains de Poincaré -et Poincaré lui-même-, fut profondément ébranlée par plusieurs découvertes dans divers domaines de la physique: l'unité semblait rompue; à l'époque, cet état de choses fut ressenti comme une "crise" à l'intérieur de la physique."...il y a des indices d'une crise sérieuse" (VS 123; 1904). Ainsi, les rapports entre la mécanique et la physique selon Poincaré feront l'objet d'un second paragraphe.

Enfin, l'examen de ces rapports nous amènera à exposer les conceptions de Poincaré sur la physique: ce sera le troisième temps de notre étude.

A. Mécanique et géométrie

> Les Anglais enseignent la mécanique comme une science expérimentale; sur le continent, on l'expose plus ou moins comme une science déductive et a priori. Ce sont les Anglais qui ont raison, cela va sans dire... (SH 110)

Or, nous avons vu dans le chapitre précédent qu'"une relation géométrique peut remplacer avantageusement une relation qui, considérée à l'état brut, devrait être regardée comme mécanique..." (VS 167). Le problème de Poincaré est alors celui des rapports entre géométrie et mécanique. Comment cerne-t-il les contours de ces deux sciences? Toujours de la même manière: il examine la nature et le rôle des propositions des sciences considérées:

> ...la difficulté de la solution provient principalement de ce que les traités de mécanique ne distinguent pas bien nettement ce qui est expérience, ce qui est raisonnement mathématique, ce qui est convention, ce qui est hypothèse. (SH 111)

Poincaré opère cette distinction au moyen de deux exemples que nous allons brièvement examiner: le principe d'inertie selon lequel "un corps qui n'est soumis à aucune force ne peut avoir qu'un mouvement rectiligne et uniforme" (SH 112) et la loi d'accélération d'après laquelle "l'accélération d'un corps est égale à la force qui agit sur lui divisée par sa masse."(SH 119).

Le principe d'inertie ne saurait être une vérité a priori; à cela Poincaré donne un argument historique: "S'il en était ainsi, comment les Grecs l'auraient-ils méconnue?" (SH 113). Il n'est pas non plus une vérité expérimentale, car "a-t-on jamais expérimenté sur des corps soustraits à l'action de toute force, et si on l'a fait, comment a-t-on su que ces corps n'étaient soumis à aucune force?" (SH 113): le principe d'inertie est donc inobservable. Tout au plus peut-on dire que sa "généralisation naturelle" (SH 114) ("L'accélération d'un corps ne dépend que de la position de ce corps et des corps voisins et de leurs vitesses." (ibid.)) est vérifiable par ses conséquences.

Mais qu'est-ce qu'une généralisation "naturelle"? Poincaré l'indique par un détour, tout à fait analogue à celui qu'il utilise pour montrer la simplicité et la commodité de la géométrie euclidienne: il imagine un monde, différent du nôtre, où les orbitres des planètes seraient sans excentricité ni inclinaison; les astronomes d'un tel monde adopteraient une généralisation du principe d'inertie où la vitesse d'un corps ne dépenderait que de sa position et de celle des corps voisins. Ainsi, le principe choisi, bien que non expérimental, doit être le mieux adapté aux phénomènes observables. Nous pouvons même dire, si l'on tient compte des travaux de Galilée et de Képler (cf. SH116) que notre généralisation du principe d'inertie est vérifié en astronomie. En physique, ce n'est pas le cas, la plus part des phénomènes ne sont pas visibles(1); néanmoins notre principe reste valable, car si

> l'accélération d'un des corps que nous voyons nous paraît dépendre d'<u>autre chose</u> que des positions ou des vitesses des autres corps visibles ou des molécules invisibles dont nous avons été amenés antérieurement à admettre l'existence, rien ne nous empêchera de supposer que cette <u>autre chose</u> est la position ou la vitesse d'autres molécules dont nous n'avons pas jusque-là soupçonné la présence. La loi se trouvera sauvegardée. (SH 118-119).

Ainsi nous pourrons toujours, par une distinction - un "coup de pouce" pour reprendre un temr cher à Poincaré- conserver la loi d'inertie: aucune expérience de physique ne pourra la remettre en cause. Bref,

> cette loi, vérifiée expérimentalement dans quelques cas particuliers, peut être étendue sans crainte aux cas les plus généraux, parce que nous savons que dans ces cas généraux l'expérience ne peut ni la confirmer, ni la contredire. (SH 119)

Ainsi ce principe de mécanique a un statut analogue à ceux de la géométrie: il peut rendre compte de faits expérimen-

---

(1) Il s'agissait pour Poincaré, surtout des phénomènes atomiques.

taux et les prévoir, mais ces faits, par contre, n'ont aucun effet décisif sur lui: il est une convention, mais non arbitraire parce que "naturelle".

D'après la loi de l'accélération, nous ne pouvons connaître l'accélération d'un corps sans être à même de mesurer les forces qui agissent sur lui et sa masse. Qu'est-ce qu'une force? la rapporter à la notion d'effort, c'est tout au plus rappeler son origine intuitive; dire qu'elle est cause du mouvement, c'est faire de la métaphysique: de telles définitions ne peuvent donner lieu à des mesures. Ce qui importe, c'est donc de définir l'égalité de deux forces, mais l'expérience seule n'y suffit pas, car

> on ne peut pas décrocher une force appliquée à un corps pour l'accrocher à un autre corps, comme on décroche une locomotive pour l'atteler à un autre train (SH 121);

en fait, la définition de l'égalité de deux forces requiert le principe de l'égalité de l'action et de la réaction; mais alors, cette loi de Newton ne peut être considérée comme une vérité expérimentale: elle joue le rôle d'une simple définition; elle ne sera plus l'objet de vérifications; posée comme convention, elle permettra la vérification des conséquences de ce qu'elle définit.

> Nous sommes donc obligés de faire intervenir dans la définition de l'égalité de deux forces, le principe même de l'égalité de l'action et de la réaction; à ce compte, ce principe ne devrait plus être regardé comme une loi expérimentale, mais comme une définition (SH 122)

Il en est de même pour la notion de masse: la définition du rapport de deux masses exige soit l'hypothèse des forces centrales (l'"action mutuelle ⟨de deux corps qui s'attirent⟩ est dirigée suivant la droite qui les joint et ne dépend que de leur distance", SH 124), soit, si on la rejette, le principe selon lequel le mouvement du centre de gravité d'un système est rectiligne et uniforme, qui est une forme du principe de réaction. Seulement, ce principe n'est rigoureusement vrai que pour un système parfaitement isolé- sa vérification, suppose donc qu'on l'applique à l'univers entier, ce qui est absurde. Ainsi "nous sommes acculés à la définition suivante, qui n'est qu'un aveu d'impuissance: <u>les masses dont des coefficients qu'il est commode d'introduire</u> dans les calculs." (SH 126-127). Néanmoins, nous travaillons sur des systèmes à peu près isolés: nous pouvons donc utiliser le principe de réaction <u>comme si</u> les systèmes mécaniques étaient parfaitement isolés; il est alors regardé comme une convention non arbitraire."

> C'est là une vérité expérimentale, mais elle ne pourra être infirmée par l'expérience; que nous apprendrait en effet une expérience plus précise? Elle nous apprendrait que la loi n'était qu'à peu près vraie; mais, cela, nous le savions déjà.
> <u>On s'explique maintenant comment l'expérience a pu servir de base aux principes de la mécanique et cependant ne pourra jamais les contredire.</u> (SH 128-129)

Mais quel est le procédé qui permet d'ériger les lois de la mécanique en conventions? Poincaré le dit explicitement:

> Comment une loi peut-elle devenir un principe? Elle exprimait un rapport entre deux termes réels A et B. Mais elle n'était pas rigoureusement vraie, elle n'était qu'approchée. Nous introduisons un terme intermédiaire C plus ou moins fictif et C est <u>par définition</u> ce qui a avec A <u>exactement</u> la rélation exprimée par la loi.
> Alors notre loi s'est décomposée en un principe absolu et rigoureux qui exprime le rapport de A à C et une loi expérimentale approchée et révisable qui exprime le rapport de C à B. (SH 166)

> Nous pouvons décomposer cette proposition: (1) les astres suivent la loi de Newton, en deux autres: (2) la gravitation suit la loi de Newton, (3) la gravitation est la seule force qui agisse sur les astres. Dans ce cas la proposition (2) n'est plus qu'une définition et échappe au contrôle de l'expérience; mais alors ce sera sur la proposition (3) que ce contrôle pourra s'exercer. Il le faut bien puisque la proposition résultante (1) prédit des faits bruts vérifiables.
> C'est grâce à ces artifices que par un nomalisme inconscient, les savants ont élevé au-dessus des lois ce qu'ils appellent des principes. (VS 165)

N'est-ce pas là aussi l'origine des conventions géométriques? Rappelons les mots même de Poincaré:

> Nous découvrons que certaines lois se vérifient approximativement et nous décomposons par convention le phénomène observé en deux autres; un phénomène purement géo-

> métrique qui obéit exactement à ces lois et un très petit phénomène perturbateur. (FG 58)

Nous pourrions du reste citer ainsi bien des textes écrits à propos de la géométrie ou de la mécanique, et qui sont, à quelques nuances près, interchangeables. Géométrie:

> Séparant nos sensations de ce quelque chose que nous appelons leur cause, nous admettons que le quelque chose en question se conforme au modèle que nous portons en nous et que nos sensations s'en écartent seulement à cause de leur grossièreté.
> Le même procédé revient chaque fois que nous soumettons à la mesure les données de nos sens... (FG 25)

Mécanique:

> Nous voyons au point de départ une expérience très particulière et en somme assez grossière; au point d'arrivée, une loi tout à fait générale, tout à fait précise, et dont nous regardons la certitude comme absolue. Cette certitude, c'est nous qui la lui avons conférée pour ains dire librement, en la regardant comme une convention. (SH 133)

De même:

> Si ces postulats possèdent une généralité et une certitude qui faisaient défaut aux vérités expérimentales d'où ils sont tirés , c'est qu'ils se réduisent en dernière analyse à une simple convention que nous avons le droit de faire, parce que nous sommes certains d'avance qu'aucune expérience ne viendra la contredire. Cette convention n'est pourtant pas absolument arbitraire; elle ne sort pas de notre caprice; nous l'adoptons parce que certaines expériences nous ont montré qu'elle serait commode. (SH 162-163)

Plus loin:

> Les principes sont des conventions et des définitions déguisées. Ils sont cependant tirés de lois expérimentales, ces lois ont été pour ainsi dire érigées en principes auxquels notre esprit attribue une valeur absolue. (SH 165)

Voici un dernier texte où Poincaré rapproche explicitement les conventions géométriques et mécaniques:

> ...notre espace euclidien qui est l'objet propre de la géométrie a été choisi, pour des raisons de commodité, parmi un certain nombre de types qui préexistent dans notre esprit et qu'on appelle groupes.
> Si nous passons à la Mécanique, nous voyons encore de grands principes dont l'origine est analogue...(VS 167-168)

Les conventions de la mécanique semblent donc bien avoir les mêmes caractères que celles de la géométrie.

> Au premier abord, l'analogie est complète; le rôle de l'expérience semble le même. On sera donc tenté de dire: Ou bien la mécanique doit être regardée comme une science expérimentale, et alors il doit en être de même de la géométrie; ou bien au contraire la géométrie est une science déductive, et alors on peut en dire autant de la mécanique. (SH 163)

Mais, ajoute Poincaré, "une telle conclusion serait illégitime" (ibid.).

Qu'est-ce qui alors distingue la géométrie et la mécanique? Penchons-nous encore une fois sur le texte de Poincaré:

> Les expériences qui nous ont conduits à adopter comme plus commodes les conventions fondamentales de la géométrie portent sur des objets qui n'ont rien de commun avec ceux qu'étudie la géométrie; elles portent sur les propriétés des corps solides, sur la propagation rectilignes de la lumière. Ce sont des expériences de mécanique , des expérience d'optique; on ne peut à aucun titre les regarder comme des expériences de géométrie. Et même la principale raison pour laquelle notre géométrie nous semble commode, c'est que les différentes parties de notre corps, notre oeil, nos membres, jouissent précisément des propriétés des corps solides. A ce compte, nos expériences fondamentales sont avant tout des expériences de physiologie, qui portent, non sur l'espace qui est l'objet que doit étudier le géomètre, mais sur son corps, c'est-à-dire sur l'instrument dont il doit se servir pour cette étude.
> Au contraire, les conventions fondamentales de la mécanique et les expériences qui nous démontrent qu'elles sont commodes portent bien sur les mêmes objets ou sur des objets analogues. Les principes conventionnels et généraux sont la généralisation naturelle et directe des principes expérimentaux et particuliers. (SH 163-164)

C'est donc par leur objet respectif que géométrie et mécanique se distinguent; la géométrie est l'étude d'un groupe, son objet est situé dans l'esprit; la mécanique est l'étude des mouvements des corps, non en tant qu'ils forment un groupe, mais comme ressortissant aux données des sens, à l'expérience. Bref, ce qui, en dernier ressort, délimite ces deux sciences, c'est la place qu'elles occupent dans l'espace philosophique: l'objet de la géométrie se réfère à l'esprit, celui de la mécanique à l'expérience. Pour la mécanique, les données des sens sont véritablement constitutives; pour la géométrie, elles ne sont qu'occasion bien que, pour toutes deux, ce soit par rapport à ces données que les principes sont dits conventionnels. Nous le voyons une fois de plus; c'est la philosophie - et elle seule - qui trace les contours d'une science ,- ce qui, du même coup, confirme notre interprétation philosophique du conventionnalisme géométrique de Poincaré.

Cette différence en détermine une autre. Les données des sens, nous l'avons vu, ne sont pas directement susceptibles de mesure; aussi, la mécanique doit-elle faire appel aux mathématiques et à la géométrie pour en rendre compte. Par contre, en géométrie, l'expérience joue le rôle psychologique d'occasion: les données des sens sont alors utilisées en tant que données brutes, qui peuvent, dans certains cas, susciter la construction de concepts mathématiques.

Notons une dernière différence, conséquence des autres: lesprincipes de la géométrie, ne portant pas sur des objets extérieurs particuliers, ont un "rayon d'action" (VS 168) plus grand que ceux de la mécanique; autrement dit, le langage géométrique est plus généralement utilisable que celui de la mécanique.

Nous sommes maintenant à même de comprendre ce qu'est, pour Poincaré, une science expérimentale: ce qui la définit, c'est son objet, et, par suite, son origine philosophique. Cet objet, ce sont les données des sens; elles ne peuvent être appréhendées que par un détour par les mathématiques; aussi les sciences expérimentales ont-elles pour fonction d'appliquer au réel les mathématiques; elles sont donc un intermédiaire -philosophique- entre l'esprit et l'expérience.

Expérience comme objet et comme marque de l'origine: de nouveau, Poincaré donne un sens philosophique à ce qui, au premier abord, caractérise en propre uns science; bref, il assimile deux usages du terme "expérience": l'expérience comme instance philosophique et l'expérience en tant qu'articulée à une théorie particulière. C'est cette assimilation qui a rendu possible la délimitation des domaines respectifs de la géométrie et de la mécanique - et non des caractéristiques théoriques internes à ces deux disciplines. Mais cette assimilation, nous le verrons mieux plus loin, Poincaré ne la voit pas.

B. Mécanique et physique

La mécanique a été la première discipline physique à recevoir une forme mathématique, aussi a-t-elle été pensée comme origine de la physique. "La physique mathématique...est née de la Mécanique céleste qui l'a engendrée à la fin du XVIIIème siècle." (VS 124) C'est en mécanique que les premières lois scientifiques ont été énoncées: "... il est inutile de rappeler que c'est Newton qui a énoncé la plus ancienne, la plus précise, la plus simple, la plus générale de toutes les lois naturelles". (VS 117)

> Une loi, pour nous,..., c'est une relation constante entre le phénomène d'aujourd'hui et celui de demain; en un mot, c'est une équation différentielle. Voilà la forme idéale de la loi physique; eh bien, c'est la loi de Newton qui l'a revêtue la première. Si ensuite on a acclimaté cette forme en physique, c'est précisément en copiant autant que possible cette loi de Newton, c'est en imitant la Mécanique céleste. (VS 125)

La situation privilégiée de la mécanique dans l'histoire de la physique explique qu'on l'ai comprise jusqu'à l'époque de Poincaré comme fondement de la physique et comme modèle pour elle; tout développement de la physique devrait pouvoir s'interpréter en termes mécaniques:

> La plupart des théoriciens ont une prédilection constante pour les explications empruntées à la mécanique ou à la dynamique. Les uns seraient satisfaits s'ils pouvaients rendre compte de tous les phénomènes par les mouvements de molécules s'attirant mutuellement suivant certaines lois. Les autres sont plus exigeants,

> ils voudraient supprimer les attractions à distance; leurs molécules suivraient des trajectoires rectilignes dont elles ne pourraient être déviées que par des chocs. (...).
> Tous, en un mot, veulent plier la nature à une certaine forme en dehors de laquelle leur esprit ne saurait être satisfait. (SH 196-197)

Cette préoccupation hante aussi les textes de Poincaré; à plusieurs reprises, dans ses ouvrages philosophiques et scientifiques, il énonce les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un phénomène physique puisse recevoir une interprétation mécanique: il faut pouvoir, dans le système considéré, déterminer une énergie potentielle - dépendant de la position des corps - et une énergie cinétique - dépendant deleur masse et de leur vitesse -dont la somme soit constante et qui satisfassent au principe de moindre action selon lequel la différence des deux énergies est aussi petite que possible lorsque le système passe de sa situation initiale à la situation finale. (Cf. SH 197; 207; 252-253) Or il semble (Cf. Thermodynamique, chap. 1, et chap. 2, paragraphes 25 et 28) que l'énergie potentielle ne puisse être définie que pour des phénomènes réversibles, cela pour des raisons mathématiques que ne pouvons songer à exposer ici.

Or, dès le milieu du 19ème siècle, on avait mis en évidence plusieurs types de phénomènes pour lesquels la distinction entre les deux énergies n'était pas possible. L'unité de la mécanique et de la physique semblait alors rompue.

Tout d'abord, en thermodynamique, le principe de Carnot-Clausius détermine un sens dans le déroulement des phénomènes: on ne peut, sans fournir un travail extérieur, faire passer de la chaleur d'un corps froid sur un corps chaud; c'est là le premier fait qui ait ébranlé la mécanique classique:

> Dans l'hypothèse du mécanisme, tous les phénomènes doivent être réversibles; par exemple les astres pourraient parcourir leurs orbites dans le sens rétrograde sans que la loi de Newton fût violée; il en serait en-