

Liberté, volonté, aléa

Gilles Dowek

Le déterminisme, thèse selon laquelle l'état futur du monde est une fonction de son état présent, implique que chacune des actions que nous effectuerons demain est déjà déterminée, déjà certaine, déjà écrite. Cette thèse ne semble donc laisser aucune place à notre liberté d'action. Nous pouvons, de ce fait, facilement comprendre que beaucoup aient accueilli, avec soulagement, son abandon, au moment de l'avènement de la théorie quantique, au profit de la thèse exactement contraire, l'aléa, selon laquelle l'état futur du monde n'est pas fonction de son état présent, qui semble davantage compatible avec l'idée que nous nous faisons de la liberté.

Ce lien entre aléa et liberté est profondément ancré dans notre culture. Le Robert¹, par exemple, définit, parmi d'autres acceptions, la liberté comme « le caractère indéterminé de la volonté humaine, le libre arbitre » et renvoie au mot « indéterminisme. »

Dans nos discours sur l'aléa et la liberté, le mot « aléa » est relativement bien défini comme cette thèse selon laquelle l'état futur du monde n'est pas fonction de son état présent. Nous pouvons, bien entendu, critiquer cette définition ou interroger certains des mots qui y figurent. Mais nous devons admettre qu'elle existe.

Le mot « liberté », en revanche, l'est beaucoup moins. Ce mot contraste ici avec, un autre mot qui figure au fronton de nos mairies et écoles : le mot « égalité ». Nous avons, au moins depuis Leibniz, une définition mathématique de la notion d'égalité. Même si la notion d'égalité mathématique est distincte, par exemple, de la notion d'égalité devant la loi, il y a une parenté évidente entre ces notions, qui sont deux notions d'indistinguabilité. Indistinguabilité absolue dans un cas, indistinguabilité par la loi dans l'autre, mais indistinguabilité malgré tout. Il ne semble pas y avoir de définition analogue pour le mot « liberté », et les rares occurrences de l'adjectif « libre » dans le discours mathématique, « variable libre », « famille libre », « groupe libre », « séquence libre de choix »..., éclairent très peu l'acception courante de cet adjectif. Ces discours sur l'aléa et la liberté semblent donc nous inciter, avant tout chose, à chercher à définir plus précisément le mot « liberté ».

Bien entendu, en partant à la recherche d'une définition d'un mot de la langue courante, nous sommes menés à démêler plusieurs de ses significations. Par exemple, définir la notion de poids nous a mené à démêler les notions de poids et de masse, définir celle de nombre, les notions de nombre entier et de nombre réel... En cherchant une définition du mot « liberté », nous devons donc accepter *a priori* de donner une définition partielle, qui ne couvrira peut-être que certaines acceptions de ce mot. En particulier nous excluons, pour l'essentiel, la notion de liberté publique de notre définition, même si, comme pour le concept d'égalité, il serait peut-être intéressant d'essayer de comprendre ce que le type d'analyse menées ici apporte à ce concept de liberté publique.

¹ *Le nouveau petit Robert de la langue française, 2010.*

En proposant de définir la liberté comme le caractère indéterminé de la volonté, le dictionnaire met en évidence un lien entre les notions de liberté et de volonté, ce qui nous impose, avant de nous interroger sur la définition du mot « liberté », un détour par celle du mot « volonté ».

Qu'est-ce que vouloir ?

Définir la notion de volonté nous demande tout d'abord de choisir d'en faire une notion primitive ou composite. Si nous voulons en faire une notion primitive, nous devons introduire, dans notre langue, une modalité « x veut que A », où x est une personne et A une proposition, et donner des règles, ou des axiomes, qui expriment la signification de cette modalité. Avec la personne $x =$ Arnaud et la proposition $A =$ « Arnaud aller demain à Florence », nous pouvons former la phrase « Arnaud veut aller demain à Florence ». Nous pouvons ensuite nous demander, par exemple, si nous devons poser, ou non, un axiome qui exprime que si Arnaud veut aller demain à Florence et s'il peut y aller, alors il y ira. C'est-à-dire nous demander si, le fait qu'il veuille aller à Florence contraint, ou non, Arnaud à y aller, s'il le peut.

Si, en revanche, nous voulons faire, de cette notion de volonté, une notion composite, nous devons montrer comment elle peut se définir à partir d'autres notions.

Dans ce cas, il semble que nous puissions définir cette modalité à partir d'une modalité plus primitive « x peut que A » et définir la modalité « x veut que A » comme l'implication « si x peut que A alors A ». Ainsi la phrase « Arnaud veut aller demain à Florence » est, par définition, synonyme de « Si Arnaud peut aller demain à Florence, alors il y ira ».

Faire de la volonté une notion composite présente l'avantage de résoudre le problème du caractère contraignant ou non de la volonté. Si Arnaud veut aller demain à Florence et s'il le peut, alors il y ira. Arnaud n'est bien entendu nullement contraint, par sa volonté, de faire quoi que ce soit, mais s'il peut aller demain à Florence et s'il n'y va pas, c'est que, par définition, il ne le voulait pas. Il se peut qu'il ait cru le vouloir, qu'il ait dit le vouloir, ou qu'il en fait le projet, avant de finalement changer d'avis, peut-être parce que ce projet entrait en conflit avec d'autres, toujours est-il que, au bout du compte, il ne le voulait pas. Ce problème du caractère contraignant de la volonté semble émerger de la conception de la volonté comme un état de choses atomique et il disparaît de lui-même si nous définissons la volonté comme un état de choses composite.

Si nous supposons les règles de la logique classique et que la proposition « si A alors x peut que A » est toujours vraie, alors la volonté et la possibilité jouent des rôles symétriques : la proposition « x peut que A » est en effet équivalente à la proposition « si x veut que A alors A ». La démonstration de « si x veut que A alors A » à partir de « x peut que A » est simple : il suffit de démontrer que si « x peut que A » et « x veut que A » alors A , ce qui est une simple conséquence de la définition de « x veut que A ». La réciproque demande, semble-t-il, d'utiliser le tiers exclu : si nous supposons « si x veut que A alors A », alors sous l'hypothèse « non A » nous pouvons déduire « non x veut que A » et donc « x peut que A », sous l'hypothèse A , nous pouvons également déduire « x peut que A » en utilisant le fait que la proposition « si A alors x peut que A » est vraie dans tous les cas. La possibilité se révèle donc coïncider avec l'accomplissement de la volonté.

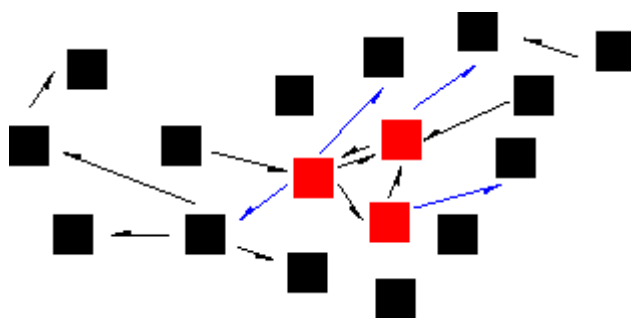
Cette définition a, en revanche, une conséquence bizarre : si A est nécessaire, alors « x veut que A » également. Par exemple, la proposition « x veut que deux et deux fassent quatre » est toujours vraie. Nous pouvons éviter cette propriété en ajoutant, dans la définition de la proposition « x veut que A », que A est contingente, c'est-à-dire « il est possible que non A », mais cela ne sera pas nécessaire ici.

La modalité « x peut que A » a des liens avec la modalité de possibilité, « \diamond », mais elle en est distincte. Il n'est certes pas très différent de dire « il est possible qu'Arnaud aille demain à Florence » ou « Arnaud peut aller demain à Florence ». En revanche, il est très différent de dire « il est possible que la foudre tombe demain sur la maison d'Arnaud » ou « Arnaud peut faire tomber la foudre demain sur sa maison », sauf, bien entendu, si Arnaud est le maître de la foudre. Comment donc définir cette modalité ?

La modalité de possibilité, « \diamond », peut se définir en termes de mondes possibles, « il est possible que A » signifiant que A est vraie dans au moins un monde possible. Mais il est difficile de définir ainsi la modalité « x peut que A », qui semble signifier non seulement que A est vraie dans au moins un monde possible, mais aussi que x peut faire advenir l'un de ces mondes. Ainsi, cette démarche explique une notion relativement claire par une notion beaucoup plus obscure de possibilité de « faire advenir un monde possible ». Il semble donc qu'il faille chercher une définition ailleurs, notamment qu'il faille décrire la manière dont x agit pour faire advenir un monde dans lequel la proposition A est vraie.

Un écueil à éviter, dans une telle description, est de faire comme si x lui-même était hors du monde. Cet écueil, hérité de la tradition idéaliste, est par exemple encore mal évité par Laplace quand il écrit « Une intelligence qui pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome »². Dans cette phrase, Laplace suppose une intelligence « suffisamment vaste » pour contenir toutes les « données » décrivant la situation respective des êtres qui composent le monde. Or, où une telle intelligence, aussi vaste que le monde lui-même, pourrait-elle être localisée, sinon hors du monde ? Nous pourrions aussi dire que les interprétations classiques de la théorie quantique, les interprétations antérieures à l'introduction de la notion de décohérence, ont également plutôt mal évité cet écueil, situant souvent l'appareil de mesure à l'extérieur du système étudié.

Nous devons donc d'abord décrire le monde, par exemple comme un ensemble de cellules échangeant de l'information les unes avec les autres et se transformant en fonction de l'information reçue, avant d'isoler, au sein de cet ensemble de cellules, un sous-ensemble que nous appelons x .



Le monde décrit comme un ensemble de cellules, représentées par des carrés, qui échangent de l'information, représentée par des flèches. L'ensemble x , les cellules représentées en rouge, agit sur le reste du monde, les cellules représentées en noir, en émettant, en sa direction, des informations, représentées en bleu.

Nous pouvons alors décrire simplement l'échange d'information, non entre x et le monde, mais entre x et le reste du monde et nous pouvons alors dire que la proposition « x peut que A » est vraie s'il

² Pierre Simon de Laplace, *Essai philosophique sur les probabilités*, cinquième édition, Bachelier, 1825, p. 3.

existe des informations qui, si elles étaient communiquées par x au reste du monde, mèneraient le monde dans un état dans lequel A est vraie.

Par exemple, si j'ai la clé qui correspond à cette serrure, je peux ouvrir cette porte. Mais si je suis jeté, sans clé, au fond d'un cachot, je ne peut pas ouvrir la porte de mon cachot : quelles que soient les actions que j'effectuerai, les informations que j'émettrai en direction au reste du monde, la porte restera close.

Cette ébauche de définition demande encore à être précisée, par exemple est-il encore vrai que « x peut ouvrir la porte de sa cellule » si x possède une clé, mais ignore que cette clé ouvre cette porte là ? Cependant, elle nous suffira ici.

Cette modalité « x peut que A » est aléthique ou déontique, selon que les règles de transformation des cellules en fonction de l'information reçue sont les lois de la physique ou nos lois humaines. Selon la manière donc ces règles sont définies, nous « pouvons » emprunter une route à sens unique, ou non.

De la volonté à la liberté

Nous pouvons, enfin, esquisser une définition de la notion de liberté : un individu x est plus libre qu'un individu y quand tout ce que y peut, x le peut également. Par exemple, vous êtes plus libres auditeurs dans cette salle de séminaire que prisonnier au fond d'un cachot : vous pouvez, au moins au sens aléthique du terme, partir si le séminaire vous ennueie, aller boire un café et revenir... toutes choses que ne peut faire un prisonnier au fond de son cachot.

La proposition « x peut que A » étant équivalente à la proposition « si x veut que A alors A », la liberté peut aussi être définie comme l'accomplissement de la volonté : x est plus libre que y si à chaque fois que la volonté de y est accomplie, celle de x l'est également.

Liberté, aléa, déterminisme

Nous avons décrit le monde comme un ensemble de cellules échangeant de l'information et se transformant en fonction de l'information reçue. Ces transformations peuvent, bien entendu, être déterministes, ou non. Dans le premier cas, nous pouvons les décrire par une fonction f qui, à l'état initial e d'une cellule et à l'ensemble i des informations qu'elle reçoit, associe l'état $f(e,i)$ de cette cellule à une date future. Dans le second, nous pouvons les décrire par une fonction f qui, à l'état initial e d'une cellule et à l'ensemble i des informations qu'elle reçoit, associe un ensemble $f(e,i)$ d'états possibles, tel que la cellule évolue, aléatoirement, dans l'un de ces états.

Un ensemble étant toujours l'image d'une fonction, un phénomène aléatoire peut toujours se décomposer en un phénomène déterministe et une source d'aléa. Nous pouvons donc également, dans le second cas, décrire ces transformations par une fonction g qui, à chaque état initial e de la cellule, à chaque ensemble i des informations reçues et à chaque élément ω d'une source d'aléa Ω , associe un unique état $g(e,i,\omega)$.

Il est aussi possible de munir cet ensemble d'états possibles, ou la source d'aléa Ω , d'une mesure de probabilité, mais ce n'est pas nécessaire ici.

La question qui nous intéresse alors est : x est-il plus libre dans un monde aléatoire ou dans un monde déterministe ? Autrement dit, x peut-il davantage dans un monde aléatoire ou dans un monde déterministe ? Ou encore, la volonté de x est-elle plus souvent accomplie dans un monde aléatoire ou dans un monde déterministe ?

Ici, j'ai bien peur que nos définitions nous mènent à une conclusion inverse de celle que nous avons esquissée dans l'introduction, car nous pouvons davantage dans un monde déterministe que dans un monde aléatoire.

Par exemple, nous avons tous eu chez nous, à un moment de notre vie, une lampe qui souffrait d'un faux contact, un borne wifi intermittente, une imprimante capricieuse, une voiture qui démarrait un matin sur deux... Il est tout à fait exact que le futur est moins déterminé, moins écrit, moins certain, quand une lampe souffre d'un faux contact que quand elle fonctionne normalement. À chaque fois que nous appuyons sur l'interrupteur, deux états du monde, très différent l'un de l'autre, peuvent advenir.

Mais sommes nous plus libres pour cela ?

Il nous semble que non, car notre volonté d'allumer la lampe pour lire, ou de l'éteindre pour dormir est moins souvent accomplie, que si la lampe s'allumait ou s'éteignait normalement. Nous pouvons moins dans un monde dans lequel les lampes sont aléatoires que dans un monde dans lequel elles sont déterministes.

Un second exemple : on m'a raconté qu'une compagnie aérienne avait eu l'idée de vendre des billets vers une destination aléatoire – je ne sais pas si cette histoire est vraie ou fausse, mais cela est sans importance – : les passagers étaient invités à se rendre à l'aéroport à une heure donnée et ils découvriraient alors la destination de leur vol. Nous pouvons ressentir une certaine joie à découvrir que le hasard nous a attribué un billet pour Limoges, quand nous espérions aller à Florence, c'est ce qui explique que nous jouions à la roulette et à la loterie, mais cela ne change rien au fait que notre volonté d'aller à Florence soit plus souvent accomplie, si nous pouvons choisir notre destination, que si celle-ci est aléatoire.

Fort heureusement, ce que nous apprend, précisément, la théorie quantique est que le monde n'est pas trop aléatoire. Mesurer alternativement le spin d'un électron selon un axe vertical et horizontal produit effectivement une suite aléatoire, mais du simple effet de la loi des grands nombres, cet aléa se gomme, pour l'essentiel, aux échelles ordinaires. Cela explique que nous puissions fabriquer des avions qui nous emmènent à Florence quand nous voulons aller à Florence, cela explique que nous puissions fabriquer des lampes que nous pouvons allumer quand nous voulons lire et éteindre quand nous voulons dormir, cela explique aussi que nous puissions jouer à la roulette, si nous le voulons.

Nous pouvons donc en conclure que notre liberté est davantage une conséquence du déterminisme que de l'aléa de la marche du reste du monde.

Nous devons cependant aussi examiner l'idée selon laquelle la liberté d'une personne x viendrait du caractère aléatoire, non de la marche du reste du monde, mais de l'ensemble de cellules que nous avons isolées sous le nom x . Dans ce cas, la possibilité pour x d'accomplir certaines de ses volontés serait garantie par le déterminisme du reste du monde, mais les volontés de x , c'est-à-dire les informations qu'il émet en direction du reste du monde pour le transformer, seraient aléatoires... Avec la définition de la liberté, que nous avons esquissée ci-dessus, cette personne jouirait d'une forme de liberté, puisque certaines de ses volontés seraient accomplies. Mais le fait que ces volontés soient aléatoires n'ajouterait, ni ne retrancherait, rien à cette liberté.

Est-ce là une limite de notre définition de la liberté ? Nous pouvons en douter. En effet, je peux douter que je serais plus libre, au sens commun du terme, si, demain, un processus aléatoire dans mon cerveau me décidait à devenir un adepte d'un gourou illuminé ou à passer mes journées à lire des tabloïds ? Je n'exclus nullement l'idée de devenir demain un adepte d'un gourou illuminé ou de passer mes journées à lire des tabloïds. Je me sens tout à fait libre de le faire, et à vrai dire ces deux projets me tentent l'un et l'autre. Mais je ne vois pas comme une forme de liberté que cette décision découle du fait que le spin, selon un certain axe, d'un certain électron dans l'un de mes neurones ait aléatoirement pris la valeur $-1/2$ ou $1/2$.

Nous pouvons donc en conclure que notre liberté est davantage une conséquence du déterminisme, que de l'aléa, de la marche du monde.

Mais cette conclusion nous mène à deux autres questions : la première est celle du rôle de l'hypothèse que nous avons faite que les personnes sont au monde, dans la conclusion à laquelle nous sommes arrivés. La seconde est celle de la possibilité de redéfinir le libre arbitre, autrement comme comme l'aléa de la volonté.

Sommes-nous au monde ?

Dans notre description du monde, nous avons insisté sur le fait que la personne x est elle-même une partie du monde : nous isolons une personne x du reste du monde et l'état futur de ce reste du monde est, dans le cas déterministe, une fonction F de son état initial E , des informations I communiquées par x au reste du monde et, dans le cas aléatoire, une fonction G de son état initial E , des informations I communiquée par x au reste du monde et d'un élément ω d'une source d'aléa Ω .

En considérant que x fait partie du monde, nous faisons une hypothèse et, comme nous l'avons mentionné ci-avant, cette hypothèse n'est pas universellement admise : la tradition idéaliste ne voit pas la personne x comme une partie du monde matériel, mais comme extérieure à ce monde. Dans le vocabulaire propre à cette tradition, nous ne devons pas utiliser l'expression « le reste du monde » mais simplement « le monde », puisqu'il n'est pas possible de retrancher x du monde matériel, auquel il n'appartient pas.

La tradition analytique aime à voir les controverses philosophiques comme de simples malentendus sur la signification des mots. Nous pourrions ici suggérer que la différence entre les points de vue idéaliste et matérialiste est due à un simple malentendu sur la signification du mot « monde », qui signifie, dans la tradition idéaliste, ce que signifie l'expression « le reste du monde » dans la tradition matérialiste. Nous n'irons cependant pas jusque là, car cette différence réelle n'épuise sans doute pas toute les différences de point de vue entre ces deux traditions, notamment sur l'homogénéité entre x et le reste du monde.

En utilisant le vocabulaire de la tradition idéaliste, nous pouvons donc dire que l'état futur du monde $F(E,I)$ ou $G(E,I,\omega)$ est fonction de son état initial E , des informations I communiquée par x au monde et potentiellement d'un élément ω d'une source d'aléa Ω . L'état futur du monde, c'est-à-dire du reste du monde, n'est donc pas fonction de son seul état E , mais aussi de l'action I de x et potentiellement de la source d'aléa Ω . Les variables I et ω décrivent donc les sources qui influencent la marche du monde. Par exemple, le fait qu'une lampe, qui souffre d'un faux contact, s'allume, ou non, ne dépend pas uniquement de son état initial, mais aussi de l'action I de x , qui appuie sur l'interrupteur, ou non, et d'un élément ω d'une source d'aléa Ω , qui décrit le faux contact.

Nous pouvons remarquer que dans un tel cadre, les deux descriptions que nous qualifiions naguère de « déterministe » et « aléatoire », deviennent l'une et l'autre « aléatoire », puisque, dans un cas

comme dans l'autre, l'état futur du monde, c'est-à-dire du reste du monde, n'est donc pas fonction de son seul état E . Cependant, même dans un tel cadre, il nous semble utile de distinguer deux sources d'aléa : l'ensemble des actions I de x et, si nous pouvons dire, la source d'aléa « pur » : Ω , par exemple de distinguer l'action de la personne qui appuie sur l'interrupteur et le faux contact.

En effet, l'analyse que nous avons menée ci-avant se transpose dans le vocabulaire idéaliste et nous mène à la conclusion que la liberté de x ne provient pas du fait que l'état futur du monde, c'est-à-dire du reste du monde, dépende de l'élément ω de la source d'aléa pur Ω , mais qu'il dépende de l'action I de x . Notre liberté est alors liée au caractère aléatoire de la marche du monde, c'est-à-dire du reste du monde, mais non à son caractère purement aléatoire. L'aléa dont il est question ici est l'action de la personne x qui appuie sur l'interrupteur, qui se trouve, par construction hors du monde, et non l'aléa pur Ω .

Nous pourrions aller plus loin que la tradition idéaliste, et identifier la variable ω à la variable I , c'est-à-dire voir, dans toute forme d'aléa, l'influence de la conscience d'une personne. Nous obtiendrions alors une interprétation de la théorie quantique dans laquelle, quand nous mesurons le spin d'un électron selon un certain axe, non seulement nous pouvons obtenir les valeurs $-1/2$ ou $1/2$, mais, de plus, le résultat de cette mesure est déterminé par la conscience de l'observateur. Si elle vont rarement jusqu'à une telle caricature, de telles interprétations « extrêmes » de la théorie quantique ont parfois affleuré au cours de son histoire, notamment quand, non seulement l'appareil de mesure est invoqué dans la réduction du vecteur d'état, mais aussi la « conscience » de l'observateur. Nous pouvons désigner globalement ces interprétations comme « les interprétations de Cordoue » de la théorie quantique, même s'il y a de grandes différences entre les points de vue des orateurs qui se sont exprimés au colloque de Cordoue. Ces interprétations posent cependant de nombreuses difficultés : l'absence, dans l'expérience subjective de beaucoup d'entre nous, de situations où nous avons délibérément choisi la valeur $-1/2$ ou $1/2$ comme résultat de la mesure du spin d'un électron, le résultat de la mesure du spin d'un électron quand deux consciences choisissent deux valeurs distinctes, l'extension de cette capacité à choisir le résultat d'une mesure aux bonobos, aux poulpes et aux roses, l'origine de la réduction du vecteur d'état avant que la vie soit présente dans l'univers...

Dans un tel cadre, et il nous semble dans un tel cadre seulement, il devient possible de dire que notre liberté provient du fait que la marche du monde est aléatoire.

Ces hypothèses, selon lesquelles notre conscience est hors du monde et les manifestations de l'aléa dans le monde sont l'expression des volontés de nos consciences, sont respectables. Il me semble tout à fait possible, même si ce n'est pas ce que je fais, du fait des difficultés esquissées ci-dessus, de les assumer et d'en déduire que notre liberté est liée au caractère aléatoire de la marche du monde. En revanche, il nous semble difficile de supposer à la fois que nous sommes une partie du monde et que notre liberté provienne du caractère aléatoire de la marche du monde, car c'est le fait que la marche du reste du monde dépende de nos actions I et non de l'élément ω de la source d'aléa pur Ω , qui est à l'origine de notre liberté.

Qu'est-ce que le libre arbitre ?

Si nous faisons l'hypothèse que le monde est, pour l'essentiel, déterministe, que l'aléa ne se manifeste qu'à une petite échelle et est rapidement gommé aux échelles ordinaires, sauf quand nous faisons l'effort de mesurer alternativement le spin d'un électron selon un axe horizontal et vertical, nous arrivons alors à expliquer que nous soyons libres, c'est-à-dire que nous puissions.

Mais nous arrivons aussi à cette conséquence que chacune des actions que nous effectuerons demain est déjà déterminée, déjà certaine, déjà écrite et surtout, ce qui est beaucoup plus déroutant, prévisible, puisque, pour reprendre les mots de Laplace, « Une intelligence qui pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent [...] embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome ».

Il me semble cependant de Laplace lui-même ait déjà vu un problème dans son passage de la simple idée que « Nous devons donc envisager l'état présent de l'univers, comme l'effet de son état antérieur et comme la cause de celui qui va suivre. » à la phrase suivante, plus imagée, mais plus sujette à caution, qui introduit une intelligence « assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse ».

Même si nous faisons l'hypothèse que l'état dans lequel le monde sera demain est une fonction de l'état dans lequel il est aujourd'hui, et même si nous faisons l'hypothèse que cette fonction est calculable, il est hardi d'en déduire que nous pouvons effectivement prédire l'état dans lequel le monde sera demain, car le préfixe du verbe « prédire » dit dire, avant demain, ce que le monde sera demain. Or, rien ne semble nous permettre de supposer que nous puissions, en utilisant des objets, qui sont eux-même dans le monde, calculer ce que le monde sera demain, en moins d'un jour. Cette question du lien entre le temps propre d'un phénomène physique et le temps de calcul nécessaire pour le simuler est à l'origine de la réflexion de Feynman, qui a mené à l'idée de calcul quantique. Plus récemment, Stephen Wolfram a proposé de donner le nom d'« irréductibilité calculatoire » à cette propriété d'un phénomène de ne pouvoir être simulé plus rapidement qu'il se déroule.

La marche du monde est un exemple de phénomène irréductible, car un objet qui prédirait aujourd'hui ce que le monde sera demain et demain ce que le monde sera après-demain, devrait, s'il est lui-même une partie du monde, prédire aujourd'hui sa prédiction de demain, c'est-à-dire l'état du monde après-demain...

Même si chacune des actions que nous effectuerons demain est déjà déterminée, déjà certaine, déjà écrite, ces actions sont pour l'essentiel imprévisibles, ce qui peut nous donner l'impression de leur indétermination.

Cette réflexion autour de l'irréductibilité calculatoire, comme d'ailleurs celles autour de la notion de chaos, nous montre toute l'étendue des phénomènes, déterministes, calculatoires et cependant imprévisibles.

Nous pouvons donc expliquer aussi bien la liberté d'action dont nous jouissons que l'imprévisibilité de ce que nous ferons demain, sans recourir à cette hypothèse coûteuse de l'aléa de la marche du monde à notre échelle.