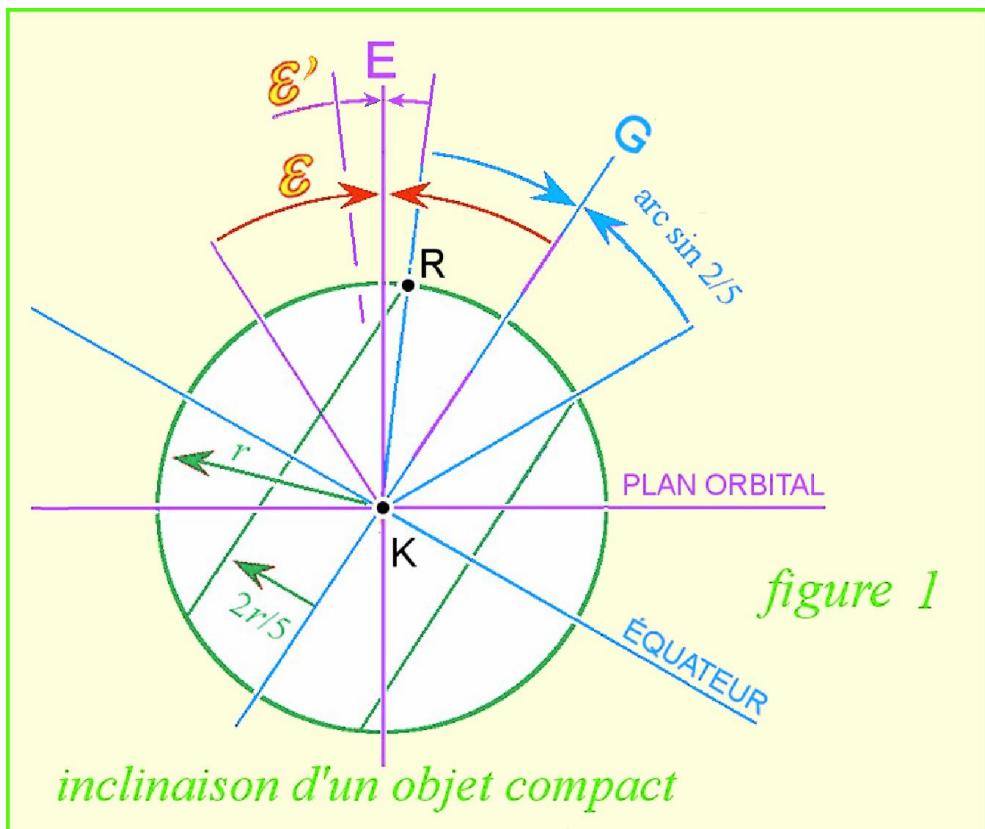


Pierre Paul Curvale

CONTRIBUTION À L'ANALYSE
DES ACCIDENTS D'AVIONS

première édition
29 juillet 2014

Ce document a été déposé sous pli cacheté
à l'Académie des sciences le 19 août 2014
et enregistré sous le numéro 18083



introduction

Le but de cette note est d'attirer l'attention des personnes qui enquêtent sur des accidents survenus à des objets ou à des êtres en mouvement sur l'existence de situations cinématiques particulières, qui peuvent en avoir été la cause. Il s'agit de configurations qui sont dangereuses par elles-mêmes, indépendamment de tout autre facteur, humain ou mécanique. Cette mise au point est nécessaire car il semble, d'après ce que l'on peut savoir par les médias, que le phénomène que nous allons décrire ne soit généralement pas examiné par les enquêteurs, bien que ses effets aient été souvent constatés. La raison en est sans doute qu'il s'agit d'un phénomène instantané qui provoque la surprise des témoins, en sorte que ceux-ci ne rapportent que des effets ultérieurs. Cette note aurait atteint son but si elle réussissait à l'expliquer de façon claire.

Précisons d'abord quel est le type de mouvement de l'objet que l'on étudie.

À un instant donné tout objet pesant se trouve dans l'une au moins de ces trois situations :

- Il est en mouvement constraint, lorsque ses déplacements sont limités par le contact avec d'autres objets matériels.*
- Il est en mouvement propulsé, lorsqu'il possède en lui-même un moyen de modifier sa propre trajectoire dans l'espace.*
- Il est en mouvement libre lorsque sa trajectoire est entièrement déterminée par les seules conditions initiales, sans contraintes ni propulsion ultérieures.*

On dit alors que sa trajectoire est balistique.

Par exemple le vol d'un planeur est un mouvement *constraint*, puisque des efforts s'exercent à la surface de contact entre l'atmosphère et les ailes, constituant la portance.

Le mouvement d'une fusée est un mouvement *propulsé* puisque c'est la poussée produite par la combustion du propergol qu'elle contient, ou par une réaction chimique, qui est la cause d'une accélération.

Le vol de croisière d'un avion est *à la fois constraint et propulsé*, puisqu'il met en œuvre à la fois la portance et des moteurs.

Le mouvement d'un missile balistique est un mouvement libre, qui se poursuit *ineluctablement* à partir de l'instant précis où il est déclenché.

*C'est le déclenchement de la trajectoire balistique
qui est l'objet de la présente contribution.*

Ce déclenchement étant un phénomène quasi instantané, nous n'aurons pas à tenir compte de l'évolution du temps, tel qu'on l'observe par exemple par la précession des équinoxes.

Les explications se référeront à la figure 1, sur la page 2. Celle-ci est reprise de la figure 20 de la note technique sur les girations. Il faudra se reporter à cette note pour trouver la démonstration des lois cinématiques, qui ne sont qu'énoncées ici.

Le phénomène sera décrit progressivement en quatre étapes :

1. le rappel des *lois théoriques* qui décrivent les mouvements balistiques, afin d'en acquérir une vue d'ensemble cohérente.
2. deux *exemples palpables* pour illustrer ces lois : le mouvement d'un ballon de football et celui d'un être vivant.
3. l'exposé des *propriétés des référentiels* dans lesquels les mouvements balistiques sont étudiés.
4. l'analyse de la *situation cinématique* lors de trois accidents d'avions.

Le présent document étant vraisemblablement le dernier que, vu mon âge, je présente sur mon site internet, je placerai en conclusion quelques commentaires personnels sur *l'inadaptation de la communauté scientifique* à son rôle, qui est de donner à l'humanité des moyens objectifs de connaître l'univers.

Les lois théoriques qui décrivent le mouvement balistique.

Dans l'espace il n'existe pas de repères fixes par rapport auxquels il serait possible de localiser de façon absolue les objets dont on veut étudier le mouvement. On ne peut définir et mesurer que des déplacements relatifs entre des points qui doivent être *identifiables* avec certitude. Le point le plus facile à identifier, qui est aussi celui qui simplifiera les calculs ultérieurs, est le centre cinétique K de l'objet considéré. La figure 1 est dessinée en décrétant *arbitrairement* que ce point particulier K est immobile sur la figure, donc mobile dans l'espace.

Il ne faudra jamais oublier que les mouvements sont toujours décrits de cette façon, par rapport aux objets eux-mêmes, et non pas selon la perspective observée par des témoins extérieurs.

L'étude du mouvement propre d'un objet ne peut se faire que dans un référentiel centré sur son centre cinétique.

La figure 1 ne représente pas l'objet étudié mais la portion de l'espace dans lequel il évolue. C'est un référentiel euclidien à trois dimensions comportant trois axes :

- l'axe *gyroscopique* G , dans le plan de la figure,
- l'axe *écliptique* E , également dans le plan de la figure,
- l'axe *vernal* V , perpendiculaire au plan de la figure donc non-représenté sur celle-ci. Il s'agit de l'arête commune à l'équateur et au plan orbital.

Cette terminologie est inspirée de la mécanique céleste, mais la figure reste valable pour n'importe quel objet. Nous conserverons ce vocabulaire en toutes circonstances.

Notre exposé se référera à une loi dont la démonstration est généralement omise dans les traités de cinématique, mais qui est essentielle. *Ne rejetons pas son énoncé, qui est surprenant mais qui n'est pas là par provocation !* Cet énoncé est vrai.

Tout objet en mouvement libre dans l'espace tourne sur lui-même autour de deux axes.

Ce sont les axes **G** et **E** de la figure.

L'étude des mouvements balistiques fait appel à des lois que nous allons essayer d'appréhender avec le moins de calculs possibles. Pour cela nous allons faire des changements de variable par rapport à la physique actuelle. Nous sommes habitués à considérer une force d'attraction qui est censée s'exercer à distance entre les objets pesants ; nous la remplacerons comme variable dans nos calculs par une accélération appelée *pesanteur*.

De même, nous sommes habitués à considérer le moment cinétique ***m*** qui est le moment de la quantité de mouvement par rapport à l'origine du référentiel ; au lieu de cela nous utiliserons le moment ***C*** du vecteur vitesse . Ce moment est connu sous le nom de « constante des aires ».

Ces changements de variable n'ont pas seulement pour but de simplifier les calculs. Ils prennent en compte deux impératifs de la relativité générale qui sont explicités par Albert Einstein dans le chapitre XIX de son ouvrage : *La théorie de la relativité restreinte et générale*.

1

Il n'existe pas d'action directe à distance.

L'action d'un objet sur un autre a lieu d'une manière indirecte. L'objet engendre dans son voisinage un champ de gravitation dont l'intensité diminue avec la distance selon une loi déterministe.

Il y a un siècle le *champ de gravitation* était conçu comme un champ de forces, et Einstein constatait qu'il était incompatible sous cette forme-là avec la relativité générale. Aujourd'hui hélas ! on enseigne encore *le concept inutile et inadapté de*

champ de force newtonien. Rappelons que l'expérience fondamentale de la gravitation est la loi de la chute des corps, qui se fait avec l'accélération constante appelée *pesanteur*. Lorsqu'un objet tombe de la tour de Pise, la distance r qu'il parcourt est donnée par la formule

Cette formule est purement cinématique. Elle ne fait pas intervenir la masse de l'objet, non plus que la notion de force mécanique, mais seulement une *distance* r et un *intervalle de temps* t . De même les lois de Kepler qui régissent toute la mécanique céleste, ne font jamais intervenir la notion de force.

Einstein faisait remarquer que, conformément à la loi de Newton, la force s'appliquant à un objet lui communique une accélération, avec un coefficient de proportionnalité qu'il appelait provisoirement « masse inerte »

$$(\text{force}) = (\text{masse inerte}) \times (\text{accélération})$$

Mais d'autre part un objet qui engendre un champ de gravitation lui communique une intensité avec un coefficient de proportionnalité appelé « masse pesante ».

$$(\text{force}) = (\text{masse pesante}) \times (\text{intensité du champ de gravitation})$$

Or le rapport de la masse pesante à la masse inerte doit être le même pour tous les objets physiques. En choisissant bien les unités, on peut faire en sorte que ce rapport soit égal à 1, et on peut ainsi rendre ces masses égales :

$$(\text{masse pesante}) = (\text{masse inerte})$$

Dans nos changements de variables nous utilisons une seule valeur de la masse m .

Les mêmes formules montrent alors que l'intensité du champ de gravitation est une accélération. Les objets pesants se déplacent toujours dans un champ d'accélérations, car celui-ci existe partout dans l'espace, même loin de tout objet.

2

*La gravitation est caractérisée dans l'espace
par un champ d'accélérations
et non pas par un champ de forces.*

Attention ! Réservons le concept de *force*, ou d'*effort*, aux objets physiques qui interagissent directement les uns sur les autres.

Passons au chapitre suivant de l'ouvrage d'Albert Einstein. Dans le chapitre XX, il imagine un observateur enfermé dans une boîte entraînée par une corde que quelqu'un tire de l'extérieur. Par la théorie de la relativité générale il énonce le fait qu'il n'est pas possible, à l'intérieur d'un objet tel que cette boîte, de décider si les accélérations que l'on ressent sont celles du champ de gravitation présent partout

ou celles auxquelles l'objet seul est soumis. Les passagers d'un avion se trouvent dans ce cas, s'ils ferment les yeux pour ne pas regarder par les hublots. C'est l'accélération de gravitation, la pesanteur, qui les maintient assis sur leur siège, mais c'est une accélération propre à l'avion qu'ils ressentent lorsque, par exemple, le système de pilotage actionne les aérofreins, ce qui les décolle du dossier de leur siège. Localement, ils subissent de la même façon ces deux accélérations qui s'exercent toutes deux entre eux-mêmes, qui sont solidaires de l'espace, et des objets liés à l'avion, qui constitue la boîte d'Albert Einstein.

Ce phénomène se produit dans n'importe quel véhicule. On peut l'expérimenter facilement, mais dangereusement, en auto. Si le conducteur manœuvre vivement le volant pour faire tourner la voiture de son côté, son passager se trouve appliqué à la portière proche de lui, du côté extérieur au tournant. Ce passager, s'il était en train de somnoler les yeux fermés, se trouve incapable de faire la distinction utile. Est-ce lui qui a été projeté contre la portière ? Ou bien est-ce la portière qui est venue le cogner alors qu'il poursuivait paisiblement sa route en ligne droite ? Dans ce cas, c'est bien sûr la voiture qui est venue le cogner, mais beaucoup de gens croient le contraire. Méfions-nous des fausses évidences.

Ces considérations sont fondamentales. Elles nous amènent, nous qui regardons la figure 1 de l'extérieur, à la considérer comme *une image composite* sur laquelle cohabitent des éléments qui caractérisent l'objet physique et d'autres qui décrivent l'espace.

La figure 1 est une image composite.

- *Le système de coordonnées comportant l'axe G et le plan équatorial est celui dans lequel l'objet est décrit.*
- *Le système de coordonnées comportant l'axe E et le plan orbital est celui dans lequel l'espace est décrit.*

De nos jours, il n'est plus à démontrer qu'en vol balistique l'accélération propre d'un véhicule est la même que l'accélération de gravitation ; les passagers y sont en impesanteur ; ils n'observent plus aucune accélération relative entre eux-mêmes et les parois de leur véhicule.

Le déclenchement du vol balistique est le passage brusque du système coordonnées G au système de coordonnées E .

La particularité d'une rotation, dans un espace euclidien, est que tous les points du domaine qui tourne ont des axes parallèles, le même sens et la même valeur de la vitesse de rotation. Leurs rotations individuelles peuvent être représentées par des vecteurs équipollents. Raisonnons à un instant donné. Les directions angulaires ne peuvent être repérées que par la visée d'astres assez lointains pour éviter les effets de parallaxe. Puisque les axes G et E ont des directions fixes, le plan qui les contient ne peut que rester parallèle à lui-même. C'est le plan dans lequel est tracée la figure 1.

Le plan contenant les deux axes de rotation G et E reste parallèle à lui-même.

Voyons les propriétés du champ de gravitation.

champ de gravitation autour d'un centre cinétique

Appelons « lignes d'accélération » les courbes telles qu'en chacun de leurs points la tangente porte le vecteur accélération.

Les surfaces orthogonales aux lignes d'accélération sont telles qu'en tous leurs points le module de l'accélération est le même.

L'espace est homogène et isotrope, c'est-à-dire qu'il a les mêmes propriétés en tout emplacement et dans toutes les directions.

Du fait de cette isotropie, toutes les lignes d'accélération sont des droites convergeant vers le centre cinétique K ; c'est le cas de la droite RK de la figure 1.

Les surfaces d'égale accélération sont des sphères centrées sur K ; c'est le cas de la sphère contenant le point R .

Ajoutons que, dans tout cône de sommet K , le flux du vecteur accélération est conservatif. Il en découle que la loi qui donne la valeur de l'accélération en fonction de la distance est en $1/r^2$.

Il découle de ces propriétés un énoncé surprenant :

Les déplacements des objets pesants dans le champ de gravitation se font toujours à accélération centrale.

C'est très certainement ce point qui choque le sens commun et qui est la cause de l'incompétence de la communauté scientifique à poursuivre la réflexion sur la théorie de la relativité. Si deux objets pesants sont accélérés l'un vers l'autre, par exemple deux astres, il faut nécessairement que leurs deux accélérations soient égales et de sens contraire. Et il en résulte nécessairement que leur distance doit diminuer constamment. Or ce que l'on observe, c'est que leur distance moyenne

reste constante. L'exemple classique consiste à représenter l'orbite de la terre comme une ellipse autour du soleil, ellipse qui se reproduit à l'identique chaque année tropique. Il n'existe, semble-t-il, que trois échappatoires à cette contradiction.

- La première façon est d'admettre le *principe d'inertie* : l'accélération centrale existe, mais elle est compensée par une accélération centrifuge à laquelle on fait appel selon que l'on a besoin d'elle ou pas. On ne s'en sert pas lorsqu'on calcule l'orbite elliptique d'un astre, mais on fait appel à elle pour éviter le rapprochement indéfini de deux astres l'un vers l'autre.
- La seconde façon, qui est utilisée principalement en physique quantique, consiste à remplacer dans les calculs les grandeurs physiques par des *fonctions de probabilité*. Celles-ci échappent aux notions de force, de masse, et autres, qui caractérisent la matière. Mais cela ne tient pas car le champ de gravitation est nécessairement inscrit de façon déterminée et efficiente dans l'espace, comme Albert Einstein l'avait déjà expliqué.
- La troisième façon, que j'adopte dans cette contribution est d'admettre que les accélérations qui attirent les masses les unes vers les autres sont de vraies accélérations, et donc que l'univers se rétrécit indéfiniment. La théorie de l'espace-temps évolutif que je défends explique pourquoi cela passe inaperçu. Toutes les grandeurs physiques évoluent de façon cohérente entre elles, y compris les gens qui les observent, y compris les durées entre les événements.

L'impuissance de la physique classique à élaborer des lois mécaniques cohérentes était parfaitement reconnue par Albert Einstein dans le chapitre VI de l'ouvrage déjà cité, puis par sa figure 2 dans le chapitre XI. Supposons un train qui circule avec une vitesse constante v repérée par rapport à un point K du ballast. Dans le couloir du train, un voyageur se déplace avec une vitesse w repérée par rapport à un point K' du wagon. A-t-on le droit d'ajouter ces deux vitesses $v+w$? Non, car elles sont mesurées dans des référentiels d'origines K et K' mobiles l'un par rapport à l'autre. Elles ne sont pas observées dans le même repère galiléen. Entre ces deux repères, il existe une *discontinuité*.

Voyons comment la théorie de l'espace-temps évolutif gère cette discontinuité. *Ce ne sont pas les vitesses qui sont discontinues, mais le temps qui est doté d'une propriété particulière : il est « intrinsèquement discontinu ».* Voyons cela. Toute date est marquée dans l'espace par une grandeur, qui est une fonction bijective de , en sorte qu'il revient au même de repérer un événement par sa date ou par la valeur de cette grandeur. Il s'agit d'une température universelle, inobservable directement par des moyens physiques, représentée par exemple sur la figure 29 de ma note sur l'évolution de l'univers. À une date donnée, un objet physique se trouve dans un espace à la température ; ce n'est pas seulement lui mais tout

l'espace environnant qui se trouve à cette température ; et, du fait de la continuité de la loi de la gravitation, c'est tout l'univers ; ainsi *la date est la même dans tout l'univers*. À une autre date, également commune à tout l'univers, il y a une autre situation, avec une autre valeur de la température universelle. On peut comparer entre elles ces deux situations, mais on ne peut pas décrire *de façon continue* l'évolution de l'univers lorsqu'il passe de l'une à l'autre, car il existe entre elles une discontinuité foncière : l'homme qui fait la comparaison fait partie de l'univers, mais *il ne peut pas se situer dans les deux états à la fois*. Lui, il peut observer ce qui l'entoure à la date où il se trouve, mais *il a besoin de recevoir des informations provenant de l'autre date par un moyen indépendant de l'écoulement du temps*. Regardons-le faire : il utilise des comptes-rendus d'expériences antérieures à lui ; il analyse des vestiges archéologiques ; il confronte des témoignages du passé qui étaient jusqu'alors indépendants ; il réexamine ce qu'il connaissait déjà au moyen de techniques nouvelles inconnues à l'époque ; etc. Tous les phénomènes physiques dont il se sert sont irréversibles. Il y a donc au moins une discontinuité, vraisemblablement beaucoup plus, dans l'intervalle de temps considéré. *Chacune de ces discontinuités présente deux aspects : une faille infranchissable dans l'échelle du temps, et un échelon irréversible dans la valeur de la température*. Or l'intervalle considéré est assez large pour que l'on choisisse une valeur intermédiaire de la date, à laquelle correspondra une valeur de la température ; à nouveau il y aura des discontinuités de part et d'autre de cette nouvelle date. On pourra ensuite choisir des dates intermédiaires dans les intervalles obtenus. À chaque fois les dates choisies seront des instants sans durée qui limiteront des intervalles de temps plus courts que les précédents. Si courts soient ces intervalles, on pourra toujours y placer de nouvelles dates limitant des intervalles encore plus courts, toujours comportant des discontinuités. En poussant ce raisonnement à la limite, on peut déclarer que l'échelle des dates est continue, et de fait elle l'est ; mais elle l'est de façon curieuse, *comme une suite continue d'intervalles discontinus*. C'est pour désigner cette structure surprenante que je me permets de proposer le néologisme de « discontinuité intrinsèque ».

L'écoulement du temps est intrinsèquement discontinu.

Ce concept ne contredit pas la relativité générale ; il la prolonge.

Reprendons la figure 1, et intéressons-nous d'abord à l'axe de rotation G , celui autour duquel tourne un objet pesant, par exemple un avion. Nous n'allons pas étudier les mouvements de cet objet, mais ceux du référentiel auquel il est accroché, ce qui nous permettra de raisonner dans l'espace, là où le champ d'accélérations est connu. Ce que nous représentons c'est une sphère puisque les

surfaces d'égale accélération dans l'espace sont sphériques, et nous cherchons ce qui est commun à l'objet et à la sphère, à savoir :

- leur centre cinétique K ,
- leur moment cinétique .

Ce sont ces deux grandeurs, et elles seules, qui caractérisent les mouvements de l'objet indépendamment de sa forme et de la répartition des masses qui le composent.

Dans les calculs concernant les trajectoires balistiques, on peut remplacer les objets par des sphères de même moment cinétique.

Si l'on connaît un objet, on peut déterminer la sphère qui le représentera, mais inversement, on ne peut pas retrouver sa forme à partir de son seul moment cinétique.

Le concept de moment cinétique est utilisé de façon générale. Il est valable à tous les ordres de grandeur, aussi bien pour étudier les orbites des astres que les mouvements des particules élémentaires. Il s'applique aussi bien à un simple objet qu'à un ensemble d'objets disjoints. Il s'applique même à des objets qui sont choisis arbitrairement dans un ensemble, alors que d'autres en sont omis. Par exemple, en astronomie, on peut choisir deux astres quelconques en négligeant les autres astres qui circulent dans la même région de l'espace. Appelons « système de masses » l'ensemble des éléments pesants qui sont pris en compte dans le calcul. On démontre une propriété essentielle de leur centre cinétique :

La quantité de mouvement d'un système de masses est égale à celle qu'aurait son centre cinétique K si toutes les masses y étaient concentrées.

Ici, nous nous intéressons à un objet compact, un avion. Par « *objet compact* » nous entendons tout objet qui est d'un seul tenant, quelle que soit sa forme, qu'il soit déformable ou non. Pour calculer le moment cinétique d'un tel objet, on le décompose par la pensée en éléments plus petits dont on sait calculer la quantité de mouvement, puis on fait la somme de leurs moments cinétiques individuels. Le calcul du moment cinétique d'une sphère de masse spécifique homogène est une question de cours classique qu'il n'est pas nécessaire de reproduire ici. Remarquons

que *l'élément matériel qui se trouve au point R* à l'instant où l'on fait ce calcul possède une vitesse perpendiculaire au plan de la figure, et donc qu'il va en sortir. Mais il va être remplacé au même emplacement de l'espace par un autre élément possédant la même quantité de mouvement, en sorte que *la figure reste valable, inchangée, pour définir les systèmes de coordonnées*. L'objet pivote sur lui-même comme un gyroscope en faisant N tours par seconde, c'est-à-dire avec une vitesse de rotation constante radians par seconde. Il faut remarquer que tous les éléments de l'objet ont un vecteur vitesse parallèle au plan de l'équateur et que ce vecteur vitesse est toujours perpendiculaire au rayon vecteur.

Sautons directement au résultat. Le moment cinétique de l'objet est :

Ici, il faut dénoncer une erreur qui est véhiculée par l'enseignement actuel de la physique. Elle consiste à étudier le moment cinétique des objets, toute petites choses dans un immense univers, sans tenir compte de rien d'autre que d'eux seuls. La contribution de tous les astres qui peuplent l'univers à la valeur du moment cinétique en K est évidemment impossible à calculer. D'une façon générale, donc, l'objet qui nous intéresse se déplace avec une vitesse inconnue, sans qu'on sache même par rapport à quoi cette vitesse pourrait bien être mesurée. Il y a cependant un cas où le problème se simplifie ; c'est celui où *l'on admet de raisonner dans un référentiel qui se déplace à la même vitesse que l'objet, en valeur et en orientation*. Sans même connaître cette vitesse par rapport à d'autres objets, on sait que, *dans ce référentiel particulier, l'objet est immobile*. Cela signifie que, *dans ce référentiel particulier*, le moment cinétique de l'objet considéré et celui du reste de l'univers se compensent, avec pour conséquence que le plan de la figure 1 ne tourne pas, avec aussi pour conséquence que la masse à affecter au centre cinétique est le double de la masse propre de l'objet.

On peut se représenter le moment cinétique de l'objet comme un « volant d'inertie » – on devrait dire un *volant cinétique* – c'est-à-dire comme si la masse était une pièce mécanique torique tournant autour de l'axe G à une distance $2r/5$ de cet axe. On a l'habitude, dans l'étude du mouvement des gyroscopes, de représenter la rotation par un vecteur glissant porté par l'axe G . Il faut en effet cette variable d'ajustement pour que la figure 1 soit réalisable, alors que tous les autres paramètres sont définis et invariants. Cet ajustement se fait tout naturellement : l'objet glisse selon son axe jusqu'à ce que, par le seul jeu des accélérations de gravitation, le point R se trouve à la distance r du centre K .

La théorie montre que l'angle \mathcal{E} est le même pour tous les objets pesants en vol libre.

L'angle \mathcal{E} entre les axes G et E est une constante universelle. Il vaut :

$$\mathcal{E} = 23,45^\circ = 23^\circ 27' 0'' 27''$$

Nous avons décidé de changer de variables, pour éviter de faire intervenir les masses dans les calculs de balistique. Remplaçons ainsi le moment cinétique M par la constante des aires C :

La raison de ce changement de variable n'est pas seulement de simplifier les calculs. Nous savons que *le moment cinétique caractérise l'objet* alors que *la constante des aires caractérise le référentiel* en tant qu'il s'agit d'un système de mesure, d'un outil mathématique, utile pour localiser l'objet. Mais nous comprenons maintenant que l'espace existe pour de vrai et que lui, il est le siège de déplacements de référentiels les uns par rapport aux autres, indépendamment des objets physiques. Cela nous impose une grande vigilance. Nous ne devons jamais confondre *les mouvements des objets* et *les mouvements de l'espace sous-jacent aux objets*.

Il ne faut pas traiter de la même façon :

- *le déplacement de l'objet dans le référentiel auquel il est en quelque sorte « accroché », et*
- *le déplacement de ce référentiel particulier par rapport à d'autres référentiels.*

Nous venons de voir la rotation de l'objet dans le premier de ces référentiels, dont l'origine est le centre cinétique K de l'objet. **C'est une rotation uniforme autour de l'axe gyroscopique G .**

Abordons maintenant le déplacement de ce premier référentiel par rapport à un autre référentiel repéré par la direction de l'un de ses axes E . **Ce n'est pas une rotation, mais une orbite dans un plan orthogonal à l'axe E .**

La suite de l'examen de la figure n'est possible que dans le cadre de la *théorie de l'espace temps évolutif*, qui admet une contraction continue de l'univers. Le champ de gravitation, qui est inscrit dans tout l'espace, fait que tous les points de l'univers sont accélérés les uns vers les autres. Dans ce nouveau référentiel, on peut faire le raisonnement suivant :

Plaçons-nous en un emplacement O quelconque dans l'espace, extérieur à l'objet, et supposons que ce point est immobile. Vu de là, notre objet se réduit à son centre K , auquel est affecté toute sa masse. Ce point K est soumis à une accélération dirigée vers nous. Il décrit donc un déplacement à accélération centrale vers nous. Or *on démontre que tous les mouvements qui se font à accélération centrale respectent les trois lois de Kepler, et inversement que les mouvements qui obéissent aux lois de Kepler se font à accélération centrale*. Il s'agit là d'une question traitée dans tous les cours de cinématique, qu'il n'est donc pas nécessaire de développer ici. Ce sont les lois auxquelles nous sommes habitués en astronomie. Les voici succinctement :

1^{ère} loi de Kepler

Lorsque le mouvement d'un objet pesant est décrit dans un référentiel dont l'origine est supposée immobile dans l'espace, son orbite est plane. Cette trajectoire est entièrement définie par les conditions initiales, à savoir la distance et le moment C du vecteur vitesse.

2^{ème} loi de Kepler

La valeur initiale du moment du vecteur vitesse C se conserve indéfiniment ; c'est la constante des aires. La courbe suivie est une conique, ici une ellipse, dont l'un des foyers est l'origine du référentiel.

3^{ème} loi de Kepler

Le carré de la période T de révolution sidérale est proportionnelle au cube de demi grand axe a de l'ellipse.

La *théorie de l'espace-temps évolutif* montre aussi que la précession des équinoxes est due à la contraction universelle de l'espace-temps.

Ainsi toutes les lois de la cinématique auxquelles nous sommes habitués semblent être restées les mêmes lors de la prise en compte de la théorie de la relativité générale. En fait ce qui est changé, c'est leur domaine d'application qui s'étend à tout l'univers et qui le rend intelligible. Mais rappelons-nous que ce n'est pas là notre propos. Ce qui nous intéresse c'est ce qui se passe à un instant précis, celui où l'on étudie un même objet à la fois dans le référentiel lié à cet objet et dans l'espace-temps. Nous pouvons ignorer les mouvements cinématiques qui ont précédé cet instant là et ceux qui vont lui succéder et **en rester à la figure 1 qui représente une vue instantanée de la situation.**

Nous avons déjà signalé, comme un acquis de la théorie de l'espace-temps évolutif, que l'angle \mathcal{E} entre les axes G et E est une constante universelle qui vaut :

$$\mathcal{E} = 23,45^\circ = 23^\circ 27' 0'' 27''$$

Un point particulier P ne peut avoir qu'une vitesse à la fois, sinon l'objet se fragmenterait, ce qui est impossible pour un point mathématique sans dimension. Cependant la quantité de mouvement d'un très-petit élément matériel autour de P n'est pas la même selon le référentiel dans lequel on l'observe.

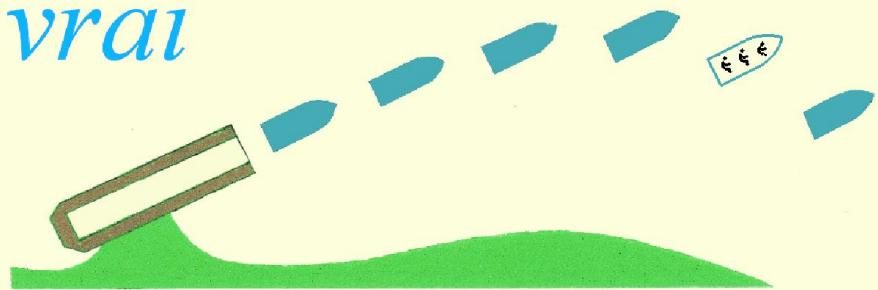
Dans le référentiel G lié à l'objet, la quantité de mouvement est :

Dans le référentiel E défini dans l'espace, la quantité de mouvement est :

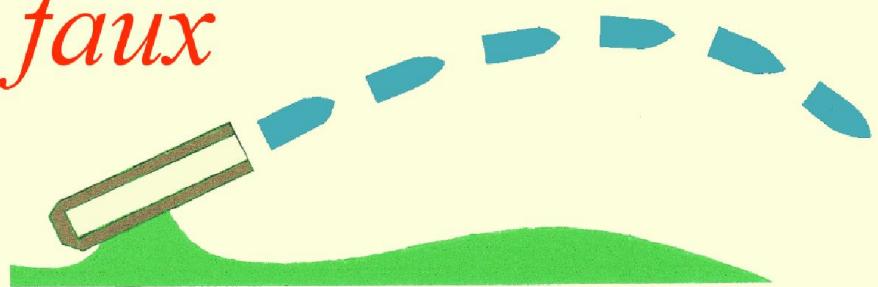
Les masses, qui représentent des flux d'accélération, sont différentes selon les référentiels.

*Le passage d'un référentiel à un autre
est une discontinuité
qui porte sur la masse des objets*

vrai



faux



positions successives d'un projectile

figure 2

Permettons-nous deux digressions pour signaler des représentations fausses qui conduisent à des conclusions erronées.

La première digression porte sur la vitesse v . Elle est calculée à partir d'une vitesse de rotation ω , elle-même mesurée par des visées d'étoiles lointaines. Elle n'est pas mesurée par la variation de la distance à des objets proches. À l'instant de la transition entre le vol contraint et le vol balistique il n'y a pas de variation brusque de la vitesse. Le projectile part comme une fronde à la vitesse qu'il a déjà acquise. Dans la figure 2, le projectile dont nous voyons les positions successives est l'obus. C'est lui qui est la boîte d'Albert Einstein. Imaginons que cet obus soit creux et que nous-mêmes, devenus inexplicablement tout petits, nous y soyons enfermés. Nous n'aurions aucun moyen d'agir sur notre trajectoire, ni même de l'observer. Et bien, les gens qui étaient dans les avions accidentés dont nous parlerons plus loin étaient dans cette situation-là ; navigants et passagers, tous étaient dans une boîte d'Albert Einstein. *L'erreur, c'est de juger leur situation de l'extérieur de la boîte.*

La deuxième digression porte sur la notion de barycentre, que nous récusons parce que ce point est localisé dans l'espace, *hors de toute matière*, et cependant comme si son emplacement était défini *par un moyen matériel*, une balance à fléau. On est habitué à prendre le barycentre G du système solaire, et non pas le centre cinétique K , comme origine du référentiel dans lequel les planètes décrivent des orbites à accélération centrale, en respectant les trois lois de Kepler. Comment se fait-il que cela marche ? *L'erreur est de s'imaginer que G est le seul point disposant de cette propriété.*

En fait, dans l'espace-temps deux points quelconques sont toujours accélérés l'un vers l'autre, dès lors qu'ils sont identifiables et que l'on puisse les repérer l'un par rapport à l'autre par une construction géométrique reproductible. Voyons comment l'astronome Urbain Le Verrier a découvert en 1846 une nouvelle planète. Il savait calculer le barycentre G du système solaire incluant les sept planètes qu'il connaissait, mais les directions de visée calculées ne restaient pas conformes dans le temps avec les observations. Il a supposé l'existence d'une planète hypothétique, non encore observée, telle que le nouveau barycentre G' du système solaire corresponde de façon permanente aux observations. Admirons la ténacité de Le Verrier, et sautons directement à l'un des résultats qu'il avait obtenus. Dès que l'astronome Johann Gottfried Galle eut observé cette huitième planète, que l'on appela Neptune, on pouvait définir deux référentiels, avec pour origines :

- le barycentre G du système solaire sans Neptune,
- le barycentre G' du système solaire avec Neptune.

Même si ces points n'ont rien de particulier du point de vue cinématique, leur localisation était restée reproductible tout au long des calculs. C'est seulement cela qu'on leur demandait.

Deux exemples du déclenchement d'un vol balistique

Le mouvement d'un objet indéformable.

Illustrons par un exemple connu le déclenchement d'une trajectoire balistique. Un ballon de football est un objet sphérique pratiquement indéformable. On a rendu sa surface la plus lisse possible et l'on a supprimé la valve de gonflage pour éviter tout balourd. Ce ballon tourne-t-il à la fois autour de deux axes ? Oui, bien sûr ! Et les spectateurs qui sont dans les gradins le savent bien, puisqu'ils retiennent leur souffle lorsqu'un joueur s'apprête à tirer de très loin un penalty.

Nous allons décrire un même tir au but successivement de deux façons, d'abord tel que les spectateurs l'on vu et que les commentateurs l'ont décrit, ensuite tel que la théorie de la relativité l'explique.

Voici la première description de l'événement, qui est considéré comme « *le plus beau coup franc de l'histoire du football* ». Ce que les spectateurs ont vu peut encore être regardé sur l'internet à l'adresse que voici :

www.youtube.com/watch?v=2WoF0283ESg,

Le 3 juin 1997 a eu lieu au stade Gerland à Lyon une rencontre entre les équipes nationales du Brésil et de la France. L'arbitre ayant accordé un coup franc de pénalité au Brésil contre la France, c'est le Brésilien Roberto Carlos da Silva qui tira le coup de pied de réparation. Après avoir soigneusement placé le ballon sur le sol, à 35 mètres de la ligne de but française, Roberto Carlos s'éloigna pour prendre de très loin son élan. Il revint en prenant le plus de vitesse possible et frappa « *violement* » le ballon de l'extérieur de son pied gauche. Selon certains commentateurs, il avait fait preuve d'une « *force exceptionnelle* ». Ce qui est sûr, c'est qu'il avait communiqué au ballon un double mouvement :

- Il l'avait mis en rotation rapide sur lui-même.
- Il l'avait botté dans une autre direction.

Comme il se doit, les joueurs français avaient constitué un « mur » devant leur but, juste en avant de la surface de réparation, pour interdire à Roberto tout tir direct. Mais le ballon adopta une trajectoire inattendue : on le vit contourner le mur par la droite et revenir frapper le poteau vertical de la cage. Là, il changea brusquement de direction et entra dans la cage, à la grande surprise du gardien de but français, Fabien Barthez, qui ne se déplaça même pas pour le saisir. Le but était marqué pour le Brésil ! Il ne fait aucun doute que le ballon avait conservé sa rotation sur lui-

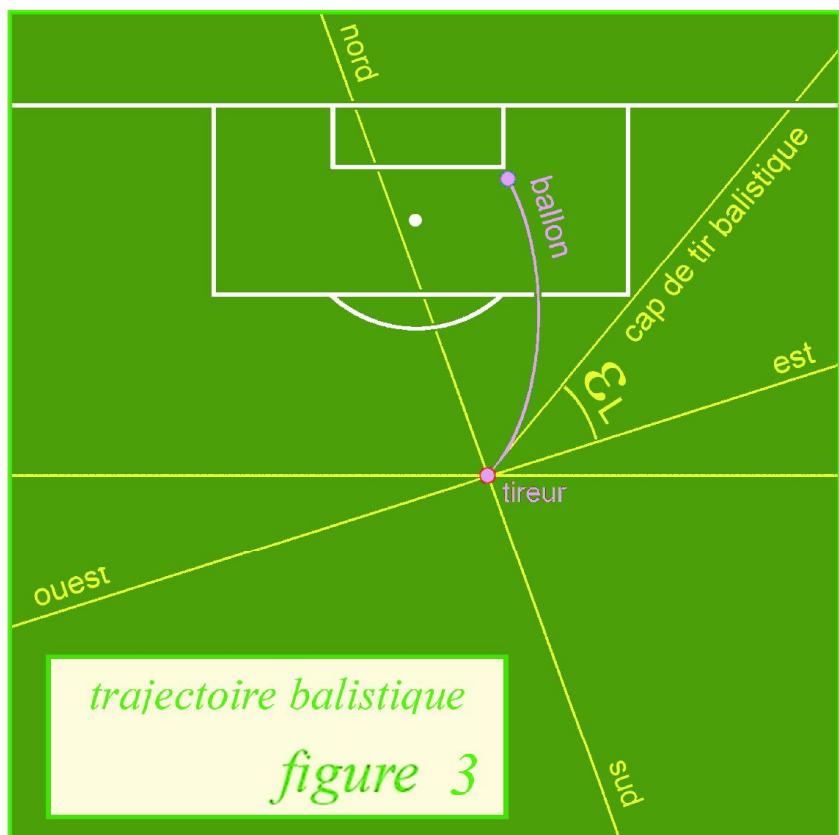
même lorsqu'il avait frappé le poteau, puisqu'il avait changé de direction. C'est ce que l'on observe au billard lorsqu'une boule frappée avec de l'effet latéral rencontre une bande. C'est aussi ce que l'on observe au ping-pong lorsqu'une balle coupée change de direction en frappant la table. *Ce qui est incompréhensible, c'est la courbure de la trajectoire du ballon entre le coup de pied et la rencontre du poteau.*

Mais voyons une deuxième description de cet événement. La grandeur physique qu'il faut considérer est la *quantité de mouvement* qui est appelée aussi *l'impulsion*. Il s'agit du produit de la masse d'un objet par sa vitesse. Il se peut que le mot *impulsion* soit le plus facile à utiliser dans le domaine du sport ; adoptons-le ici. Lorsque Roberto Carlos prenait son élan, il exerçait *volontairement* à chaque pas une poussée sur le sol pour accroître sa vitesse. Il marchait de plus en plus vite sans jamais courir, c'est-à-dire sans jamais décoller du sol. Sa masse étant constante, *il augmentait sa propre impulsion*. À l'instant où son pied a rencontré le ballon, il lui a communiqué une partie de cette impulsion. En effet, c'est une loi générale :

*Dans un choc entre deux objets,
c'est la somme vectorielle de leurs deux impulsions qui se conserve.*

Ne parlons ni de forces, ni d'énergies. Le ballon se trouve projeter en l'air comme un boulet de canon, selon une trajectoire parabolique bien connue des artilleurs. Il vient d'être tiré dans un plan défini par la verticale du lieu et la direction dans laquelle il a été botté ; il ne sortira plus de ce plan pendant son vol en impesanteur. Certes la viscosité de l'air peut s'opposer à la progression du ballon, mais elle se traduit en chaque point de sa surface par des poussées dont la répartition est de révolution autour du vecteur vitesse. Leur résultante, *la traînée*, est alignée sur le vecteur vitesse et de sens contraire, puisque le coefficient de traînée d'une sphère lisse reste constant, même si elle pivote sur elle-même. Adoptons un point de vue relativiste pour regarder cette trajectoire. Le ballon se trouve dans la même situation que le passager qui ne savait pas s'il avait cogné la portière de la voiture dans laquelle il était transporté ou si c'était la portière qui était venue le cogner. Il est sur une trajectoire qui se poursuit inéluctablement dans l'espace. Le rôle de la voiture est tenu par toute la planète Terre, notamment le stade Gerland avec ses gradins, ses spectateurs et avec le poteau du but français. Il est tenu aussi par la caméra qui a filmé cet événement. Comprendons que *la séquence filmée dont nous disposons est une représentation composite*. Tout ce que l'on voit sur chaque image du film est dans le monde physique, mais la trajectoire présentée par la succession des images s'inscrit dans l'espace.

*Il ne faut pas croire que le ballon va frapper le poteau ;
c'est le poteau qui va venir frapper le ballon.*



En fait ces considérations ne suffisent pas pour répondre à la question que nous nous posons, qui est de décrire *la discontinuité entre le passé et l'avenir* à l'instant précis qui sépare la prise d'élan du botteur du penalty et le vol balistique du ballon. Il nous reste à regarder le phénomène qui a déclenché l'insertion du ballon sur son orbite spatiale. Au moment du choc, il s'est passé quelque chose de particulier : *le côté du pied gauche de Roberto Carlos s'est glissé sous le ballon et l'a légèrement soulevé*. Cela a suffi pour que cet objet, qui était solidaire de la terre, se trouve projeté dans l'espace. Plus loin, en utilisant la figure 4, nous parlerons du phénomène qui peut déclencher le vol balistique d'un avion : il s'agira alors d'un petit mouvement du palonnier.

Le plan dans lequel le ballon décrit sa trajectoire balistique n'est pas la pelouse du stade Gerland, mais un plan parallèle à un autre équateur, celui de la terre. Pour nous représenter sa situation, imaginons que l'on place un cadran solaire sur la pelouse. Son style serait incliné par rapport à cette pelouse, mais, comme dans tout cadran solaire, il serait parallèle à l'axe des pôles de la terre. L'ombre portée du style tournerait d'ouest en est à la vitesse de rotation de 1 tour par jour. La figure 3 représente les directions principales de ce cadran, prolongées sur tout le terrain. Précisons que nous n'allons pas utiliser un cadran solaire, mais seulement ses directions principales, inchangées, car les jours solaires sont inégaux. Le soleil prend tantôt de l'avance, tantôt du retard, sur la rotation de la terre. Nous allons considérer un plan tournant à *la vitesse constante de 1 tour par jour sidéral* (23h 56mn). Ce plan est fixe dans l'espace, sa rotation apparente compensant exactement la rotation de la terre ; il contient le méridien local. Dans le plan de l'équateur terrestre, l'angle entre la direction ouest-est et le tir balistique, déjà calculé, vaut :

$$\varepsilon = 23,45^\circ = 23^\circ 27' 0'' 27''$$

Dans le plan horizontal local, on observe un autre angle tel que sa projection sur l'équateur soit l'angle ε . Ces deux angles sont liés par la formule :

À Gerland la latitude est de 45°N. Le cap local pour le tir en vol balistique est :

$$= 31,53^\circ = 31^\circ 31' 37''$$

*Tout point de l'hémisphère boréal possède un cap particulier propice à la mise en vol balistique.
Ce cap est permanent et devrait figurer sur les cartes de géographie.*

Le mouvement d'un être déformable.

Lorsque le mouvement étudié est celui d'un être vivant, il faut tenir compte du fait que celui-ci peut changer sa forme, volontairement ou par instinct ; on sait qu'un chat retombe toujours sur ses pattes ! Voyons le cas d'un skieur de compétition qui descend une pente en slalomant. Il possède une vitesse v_1 qui s'applique à son centre cinétique, quelque part au niveau de son abdomen. Ce qui va lui arriver peut être décomposé en trois phases très brèves. D'abord il peut plier les jambes comme s'il s'accroupissait, mais cela ne l'abaisse pas pour autant puisque la vitesse v_1 est constante en direction : en vrai ce sont les skis qui remontent vers l'abdomen et perdent le contact avec la neige. *Telle est la première phase du mouvement : le skieur passe pendant une très brève durée en vol balistique.* C'est dans cette situation, s'il veut tourner, qu'il change l'orientation des skis en pivotant sur lui-même, successivement autour du bassin, des genoux et des chevilles. Puis il repose les skis sur la neige et prend appui sur eux. Les carres des skis font que ceux-ci ne peuvent pas se déplacer autrement que dans la nouvelle direction v_2 . *Telle est la seconde phase : l'homme se donne une vitesse contrainte v_2 .* Comme toujours en cinématique, cette nouvelle vitesse s'applique au centre cinétique, au niveau de l'abdomen et non pas près du sol. Il y a un cas où cette configuration est dangereuse ; c'est lorsque la vitesse v_2 est exactement dirigée au cap de mise en vol balistique. Une troisième phase peut alors se produire. *L'effort exercé par le skieur autour de l'axe v_2 déclenche un mouvement gyroscopique autour de l'axe v_1 .* Le skieur est alors projeté tel un boulet de canon sur une nouvelle trajectoire balistique qui va l'amener à retomber à grande vitesse hors de la piste.

Il est évidemment impossible de savoir, avec les seules données parues dans les médias, si c'est cela qui est arrivé à Michael Schumacher le 29 décembre 2013 à Méribel, mais il est regrettable que les enquêteurs n'aient pas bien compris ce qui s'était passé.

Michael Schumacher a très vraisemblablement été la victime de ce phénomène violent auquel il ne s'attendait pas.

**propriétés des référentiels
dans lesquels les mouvements balistiques sont étudiés**

Il existe deux sortes de mouvements, qui généralement coexistent : des mouvements de translation et des mouvements de rotation.

Comme exemple Albert Einstein avait choisi un wagon de chemin de fer sur une ligne rectiligne, ce qui était une *translation*. Il avait défini *deux référentiels* :

- l'un lié au ballast
- l'autre au wagon.

et il avait montré – contrairement aux idées de Leibniz et de Kant qui croyaient que les grandeurs physiques étaient nécessairement continues – qu'il y avait une discontinuité radicale entre les constatations faites par deux observateurs situés dans l'un et l'autre de ces référentiels.

Pour nous, nous allons surtout porter notre attention sur des mouvements de *rotation* et nous aurons à considérer *trois référentiels* :

- le premier représentant l'espace,
- le deuxième représentant la terre,
- le troisième étant celui dans lequel l'avion est repéré.

Une particularité de notre démarche est qu'elle porte sur ce qui se passe à l'instant précis de la transition entre le vol contraint et le vol balistique d'un avion. C'est à cet instant-là que nous allons définir *simultanément* les trois référentiels. Nous savons bien que la terre et l'avion se sont déplacés avant d'en arriver là et qu'ils vont ensuite changer encore de place, mais nous décidons de *figer les référentiels* tout au long de notre exposé, tels que nous les aurons définis une fois pour toutes.

Puisque les rotations sont définies comme une classe de vecteurs équipollents, nous pouvons affecter la même origine aux trois référentiels : le centre cinétique K de l'avion à l'instant fatal.

Le premier référentiel a des directions fixes dans l'espace.

Par convention on utilise comme axes de coordonnées dans l'espace des directions qui sont définies par rapport à la terre, tout en sachant bien qu'il n'y a pas de directions privilégiées dans l'espace. Ce sont seulement les plus commodes pour transiter de l'un des trois référentiels vers les deux autres. Ce premier référentiel comporte :

- un axe parallèle à l'axe des pôles de la terre,
- un plan parallèle au plan de l'équateur terrestre ; ce plan contenant la direction du point vernal.

En tout point de l'espace on peut définir une direction particulière, *la verticale* ; c'est la droite qui joint le centre cinétique de la terre à ce point. Dans le deuxième référentiel, cette même verticale sera visualisée par un fil à plomb :

- nadir vers le centre de la terre,
- zénith vers l'espace lointain.

Si l'on se place dans le premier référentiel de façon à observer la terre d'un peu loin dans l'espace, on la voit tourner comme une toupie à la vitesse de 1 tour par jour sidéral. La verticale en un point particulier de la terre décrit dans l'espace *un cône de révolution*, plus ou moins large selon la latitude terrestre de ce point. Or nous savons que les directions dans l'espace sont repérées par la visée d'étoiles lointaines ; nous nous demandons donc quelle est la trace de ce cône dans le champ des étoiles.

Le plan équatorial étant le même pour la terre et pour la voûte céleste, il est intéressant d'observer des étoiles dont la déclinaison (la latitude céleste) est la même que la latitude du lieu où l'on se trouve. Nous pouvons en trouver une sur une planisphère céleste et apprendre à la reconnaître en contemplant la voûte étoilée. À titre d'exemple, faisons cela pour la latitude 45°N. Cela tombe bien : il y a deux étoiles facilement repérables, Deneb (45° 16' 49,2") visible pendant les nuits d'été et Capella « la chèvre » (45° 59' 50,1") visible pendant les nuits d'hiver. Or que constatons-nous ainsi depuis chez nous ?

*L'étoile que nous avons choisie se lève exactement au point **est** de notre horizon ; elle passe exactement au **zénith** au dessus de nos têtes ; puis part se coucher exactement au point **ouest** de l'horizon.*

Nous la voyons circuler, nous semble-t-il, en droite ligne.

Autrement dit l'étoile reste *dans un plan vertical* qui passe par nous.

Cela nous amène à nous méfier des évidences. C'est une évidence intellectuelle que la direction indiquée par un fil à plomb en un certain point de la terre

décrit un cône dans l'espace. Mais c'est aussi une évidence que cette direction balaye un plan. L'explication est qu'entre ces deux évidences nous changeons de point de vue. Lorsque notre proche voisine Capella, située à seulement 42,2 années-lumière de nous, excite notre curiosité et nous porte à rêver, nous sommes sur la terre en train de tourner. Nous ne sommes plus dans le premier référentiel mais dans le deuxième.

Le deuxième référentiel tourne avec la terre.

C'est celui dans lequel nous nous sommes déjà placés au stade Gerland (figure 3), et c'est tout simplement celui dans lequel nous vivons journellement.. Il est repéré par trois axes :

- la verticale locale (nadir-zénith) déjà définie, perpendiculaire au plan de la figure,
- la droite sud-nord tangente au méridien local,
- la droite ouest-est tangente au parallèle local.

Dans ce référentiel, nous pouvons repérer une direction inclinée, parallèle à l'axe des pôles de la terre, le style du cadran solaire dont nous avons déjà parlé. Pour être plus rigoureux, nous pouvons nous référer à l'une des expériences fondatrices de la nouvelle physique, faite par Léon Foucault en 1851 sous la coupole du Panthéon à Paris. Un pendule oscillait de part et d'autre de la verticale en restant dans un plan, mais ce plan tournait autour de l'axe des pôles. Ainsi, indépendamment du soleil, des visées célestes ou de tout autre repère angulaire, Foucault avait pu mettre en évidence la rotation de la terre par rapport à l'espace. Telle est la première rotation que nous avons à considérer :

La rotation du deuxième référentiel par rapport au premier se fait en un jour sidéral (23h 56mn légales) autour d'un axe parallèle à l'axe des pôles de la terre.

Le troisième référentiel est celui dans lequel l'avion est décrit.

Nous avons décidé de prendre comme référentiel la position de l'avion à un instant précis ; ses axes de coordonnées sont donc les mêmes que ceux de l'avion à cet instant-là :

- lacet,
- roulis,
- tangage.

Il s'agit d'un référentiel fixé une fois pour toutes *par rapport à l'espace*. Par contre, quand on veut décrire la trajectoire qui a conduit l'avion dans cette position, il faut prendre en compte *les objets physiques* :

- l'avion lui-même, dont la commande des gaz et les gouvernes obéissent au système de pilotage,
- l'atmosphère, qui est globalement entraînée d'ouest en est avec la terre, mais qui est parcourue par des vents parfois violents et irréguliers, surtout dans la zone que les météorologues appellent la *zone de convergence intertropicale*. À d'autres latitudes, il y aurait les courants-jet.

Ici, nous ne parlons que du référentiel. Rappelons ce que nous avons déjà dit de ce troisième référentiel :

- Comme entre deux points quelconques de l'univers, il y a une accélération entre le centre cinétique K_T de la terre et le centre cinétique K_A de l'avion ; il n'y a jamais d'accélération transverse. La verticale locale et le plan horizontal local sont donc conservés,
- Dans le plan horizontal il existe une direction particulière, *le cap de tir balistique*, qui fait un angle avec la ligne ouest-est. C'est cette direction qu'il convient de prendre comme l'un des axes de coordonnées.

Cette définition est suffisante :

Entre le deuxième et le troisième référentiel, il n'y a pas vraiment de rotation, mais un décalage angulaire constant.

Ce n'est pas le propos de cette contribution de traiter du lancement des véhicules spatiaux. Permettons-nous cependant une remarque. Le changement de point de vue obtenu en se rattachant à la théorie de la relativité est spectaculaire.

Les tenants de la physique newtonienne érigent des pas de tir verticaux, ce qui fait dépenser le propergol dans une mauvaise direction. Ils ont en tête l'idée bien ancrée que les fusées doivent s'opposer à la **force d'attraction** de la terre.

La théorie de la relativité propose des pas de tir horizontaux, orientés au cap de tir balistique. L'idée est d'utiliser au mieux l'**impulsion** communiquée aux véhicules spatiaux par la rotation de la terre.

situation cinématique lors de trois accidents d'avions

Nous allons voir d'abord le cas de deux avions qui étaient en vol de croisière à altitude constante à l'instant du déclenchement de leur vol balistique et de leur tragique accident. La figure 4 qui décrit leur situation représente les mêmes référentiels que ceux du stade Gerland. D'autres situations sont dangereuses, notamment à basse altitude lors d'exercices de voltige faisant appel à des rotations brusques en roulis ; c'est le cas d'un changement de cap associé à une ressource en chandelle ; c'est le cas de la sortie d'un tonneau à facettes ; c'est aussi le cas d'un himmelman. Il y a aussi des petits avions qui volent moins vite que le vent et reculent par rapport au sol, tandis que les bourrasques les ballottent en tout sens. Les situations propices au passage d'un avion en vol balistique paraissent donc variées, mais elles comportent toujours, en un bref instant, les deux mêmes directions :

- la direction ouest-est,
- le cap de tir balistique, .

Ces directions comportent toujours entre elles l'angle dont la valeur à l'équateur est l'angle tropique :

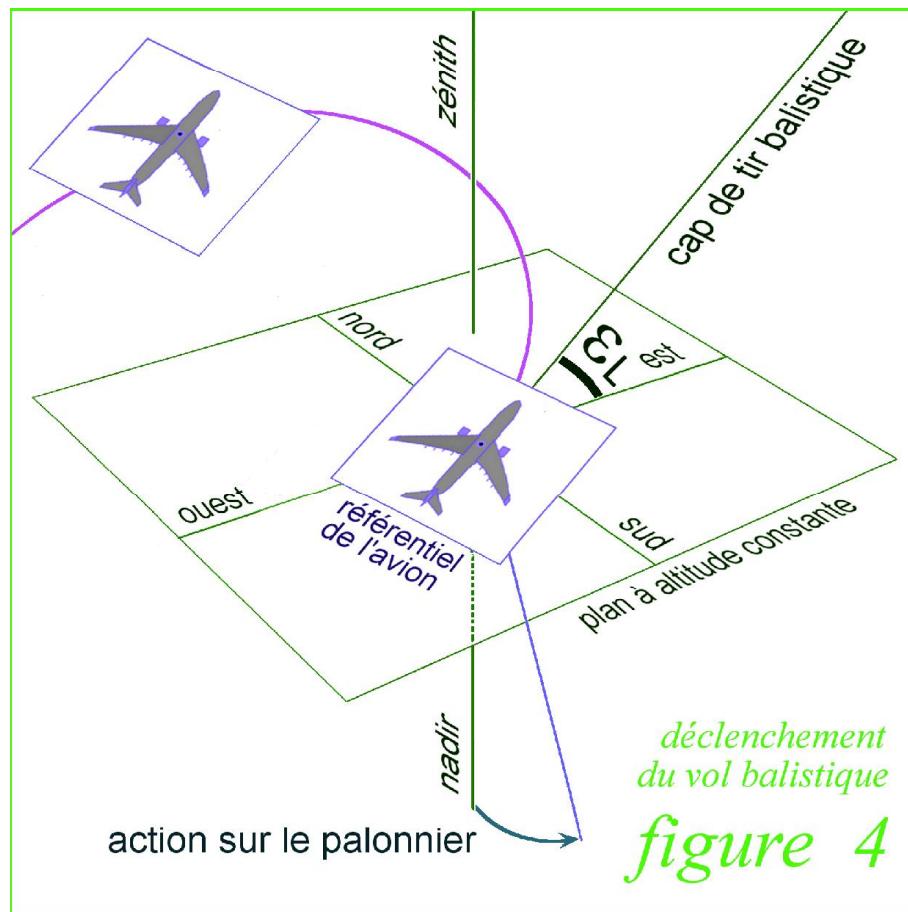
$$\varepsilon = 23,45^\circ = 23^\circ 27' 0'' 27''$$

Rappelons que le passage en vol balistique est instantané et que la trajectoire qui en découle est inéluctable. La figure 4 représente cette trajectoire vue du sol, c'est-à-dire par un observateur qui tourne avec la terre dans le deuxième référentiel. C'est celle qu'observent les radars de trajectographie au sol. Mais si l'on se place par la pensée dans le premier référentiel, le point de vue est tout autre : *l'avion s'éloigne à vitesse constante en ligne droite du point où a eu lieu le passage en vol balistique.*

Il n'existe jamais de vitesses absolues dans la physique relativiste. Ici, nous parlons de la vitesse relative entre la position du référentiel lié à l'avion au moment du passage en vol balistique et la position de ce même référentiel à une date ultérieure. À l'équateur elle vaut :

40 000 km en un jour sidéral, soit 1725 km/h.

À la latitude 45°N elle serait de 1220 km/h.



Le vol Malaysia Airlines 370 du 8 mars 2014.

C'est le plus récent des trois vols que nous allons examiner, mais c'est aussi celui dont la trajectoire correspond le plus exactement à la figure 4.

Le 8 mars 2014 à 0h 41 (UTC+8) le vol régulier 370 décolle de Kuala Lumpur à destination de Pékin. À 1h 01, il atteint son altitude de croisière, qui est de 35 000 pieds (10 700m). À 1h 07 l'équipage confirme son altitude de 35 000 pieds. À 1h 19, l'équipage a son dernier contact vocal avec le contrôle aérien de Kuala Lumpur. Deux minutes plus tard, le transpondeur est éteint. La dernière position relevée à ce moment-là par les radars militaires vietnamiens, est 6° 55' 15" N, 103° 34' 43" E dans le golfe de Thaïlande. Ainsi, après 40 minutes d'un vol tout-à-fait normal, l'avion a disparu brusquement.

Notons qu'à 1h 07 UTC+8, il était localement 0h07 UTC+7

Voici les principaux éléments techniques de l'enquête :

- Le 8 mars, en l'absence de tout signal de détresse, les enquêteurs ne voyaient guère qu'une explication, à savoir qu'une action terroriste à bord aurait provoqué la désintégration brutale de l'appareil. Nous savons maintenant, après enquête, que n'était pas cela.
- Le 9 mars, l'analyse de données radar malaises indiquait que l'avion avait viré vers l'ouest, semblant amorcer un demi-tour, mais on ne savait pas pourquoi.
- Selon des sources américaines, le motoriste de l'avion avait reçu des données automatiques par satellite pendant quatre heures après la coupure du transpondeur.
- Le 12 mars, une société de communication par satellite fit savoir que l'antenne satellite de l'avion avait continué à envoyer des signaux horaires pendant au moins six heures après la coupure du transpondeur. L'avion était donc encore en vol.
- Incapables de trouver une explication convaincante de ces faits, les enquêteurs ont supposé que l'équipage avait délibérément changé de cap, désactivé les systèmes de transmission de données de l'avion et maintenu le silence radio.
- Le 15 mars le gouvernement malaisien reconnaissait officiellement cette thèse, qui était la seule qu'on lui présentait.

Cette explication est invraisemblable. Pire encore ! elle fait peser sur tout l'équipage l'accusation mensongère d'avoir volontairement voulu détourner l'avion dans un but d'espionnage industriel. Ce seraient eux les seuls coupables !

Voici notre explication des faits observés :

- Pendant son vol de croisière, l'avion était contraint par sa portance sur l'atmosphère. À un moment donné, le système de pilotage a commandé un virage vers la gauche, et cela a fait passer le cap de l'avion sur le cap de tir balistique. Il ne s'agissait pas de l'ample virage décrit par les radars malaisiens, qui s'explique par le point de vue terrestre de ces radars. C'était seulement un petit virage comme ça, anodin, seulement pour ajuster la route de l'avion, mais il était accompagné d'une *action sur le palonnier* pour maintenir l'accélération subie par les passagers perpendiculaire au plancher de l'avion. C'est ce mouvement autour de l'axe de roulis qui a fait basculer l'avion et l'a projeté dans l'espace.
- À bord de l'avion, la transition n'a pas été ressentie comme un choc car le vol balistique est dans la continuité du vol constraint. Chaque être humain possède sa propre quantité de mouvement (son impulsion), qui ne change pas lorsqu'on change de référentiel pour la mesurer différemment. Ce qui a été observé dans l'avion, c'est le passage en impesanteur.
- Il ne faut pas croire que les signaux de détresse aient été désactivés, ni que l'équipage ait adopté le silence radio. Simplement, ces signaux n'ont pas été captés, parce que l'avion était déjà hors de portée des gens qui cherchaient à les recevoir. En deux minutes, à la vitesse de 1725 km/h, l'avion avait déjà parcouru 57 kilomètres en s'éloignant de la terre.
- Déjà l'avion avait dépassé l'altitude de 45 000 pieds (13 800 m) où l'atmosphère est trop ténue pour que les réacteurs fonctionnent. Or c'est l'air prélevé dans les réacteurs qui est d'abord chauffé pour transformer l'ozone ambiant en oxygène gazeux, puis refroidi et mis à la pression cabine. Faute de moteurs, le renouvellement de l'air respirable à bord ne se faisait plus.

Que les familles des victimes me pardonnent. Moi-même, je ne peux pas l'écrire sans une émotion violente et des larmes dans les yeux.

- Les victimes sont mortes asphyxiées. Elles étaient, non pas satellisées, mais projetées dans l'espace intersidéral.

Le vol Air-France 447 du 1^{er} juin 2009.

Cet accident diffère de celui du vol malaisien par le fait que l'avion n'a pas disparu dans l'espace mais est retombé et s'est écrasé dans l'océan. Voyons la suite des faits telle qu'on peut la reconstituer dans le cadre de la théorie de la relativité. Comme précédemment, évitons de citer des noms de personnes et de matériels, car personne n'a été fautif, aucun matériel n'a été défaillant.

- L'avion avait décollé à 22h 29 de Rio de Janeiro en direction de l'Europe. Son dernier contact vocal avec le contrôle aérien de Recife a eu lieu à 1h 35mn 53s UTC-4. Sa position, fournie par l'équipage, était alors

$1^{\circ} 21' 39'' \text{ S}$ $32^{\circ} 49' 53'' \text{ W}$.

L'impact avec l'océan a eu lieu à 2h 14mn 28s au point

$3^{\circ} 03' 57'' \text{ N}$ $30^{\circ} 33' 42'' \text{ W}$.

Cela permet de vérifier que sa route moyenne avait fait avec l'équateur un angle de $36^{\circ} 55'$, très différent de l'angle dangereux $23^{\circ} 27'$. Cette direction, qui est celle de tous les avions de ligne entre l'Amérique du Sud et l'Europe, est donc parfaitement sûre.

- Avant le passage en vol balistique, l'avion était dans les nuages à son altitude de croisière de 35 000 pieds (13 800 m). La zone atmosphérique traversée était très instable, avec des cumulonimbus dont le sommet dépassait de beaucoup l'altitude de l'avion. L'équipage prit la décision de changer de cap pour contourner cette perturbation. Il avertit le personnel de cabine de la situation, et effectivement, quand on a pu ressortir du fond de l'océan quelques éléments de l'avion, on a constaté que les passagers étaient attachés à leur fauteuil.
- Le déclenchement du vol balistique a eu lieu à 2h 10mn 5s. L'avion n'était donc plus à son cap initial de $36^{\circ} 55'$ mais au cap de tir balistique de $23^{\circ} 27'$; il avait tourné de $13^{\circ} 28'$ vers la droite. L'équipage avait d'abord pensé tourner vers la gauche, ce qui aurait évité l'accident. *Mais hélas ! il ne pouvait pas le savoir.* S'il avait connu l'existence du cap de tir balistique, il se serait dérouté vers la gauche, de façon à s'éloigner de ce cap dangereux.

Notons qu'à 2h 10 UTC-4, il était localement 0h10 UTC-2

- Lors du déclenchement du vol balistique, l'avion s'est trouvé sur une trajectoire qui l'a amené *ineluctablement* à l'impact avec l'océan. *Vue dans le référentiel terrestre*, c'était la trajectoire elliptique bien connue d'un projectile. L'avion est d'abord un peu monté, jusqu'à 38 000 pieds (11400m), puis il est retombé. La chute libre a duré 3mn 30s. *Vue dans le référentiel de l'avion*, cette trajectoire était en descente par rapport au plan horizontal initial, sinon l'avion aurait été projeté dans l'espace comme l'avion malaisien.
- Le déclenchement s'est traduit par le brusque désengagement du système de pilotage automatique et de la manette automatique des gaz, parce que ce système recevait des données en dehors de son domaine d'utilisation. Ce désengagement a été retrouvé sur les enregistreurs de vol. La donnée incriminée, comme l'un des pilotes l'avait constaté dès 2h 10mn 14s, était la vitesse de l'avion par rapport à l'air. « *On n'a pas une bonne annonce ... de vitesse.* » Les enquêteurs conclurent à une défaillance mécanique du système de mesure de cette vitesse. En réalité l'avion était passé en vol balistique. Sa vitesse dans la direction ouest-est était celle de la terre à l'équateur :

40 000 km en 1 jour sidéral, soit 1725 km/h

- Comme dans le cas de l'avion malaisien, les transmissions automatique de données par satellite ne furent pas interrompues, tandis que les récepteurs terrestres ne captèrent pas les signaux de détresse de l'avion. Mais l'explication n'est sans doute pas la même. L'avion malaisien était très rapidement sorti de la zone couverte par les radars militaires vietnamiens. Pour l'avion d'Air-France, il n'y avait dans la zone survolée que des bateaux commerciaux, incapables de communiquer avec des avions supersoniques. Le décalage de fréquence par effet Doppler, correspondant à la vitesse de 1725 km/h, excédait sans doute la bande passante de leurs récepteurs.
- L'enquête a conclu qu'il y avait eu une *absence de réaction de l'équipage* à la perte des informations de vitesse, ainsi que des *actions inappropriées du pilote* qui était aux commandes. Elle a même reproché à l'équipage de *ne pas avoir identifié l'approche du décrochage* (avant qu'il se produise !). Des boucs émissaires étaient trouvés. Des commentateurs ont ajouté qu'ils s'étaient montrés incapables de faire ce qu'on enseigne aux

débutants, ce qui était injurieux pour des pilotes chevronnés. Mais leur dialogue, enregistré dans la boîte noire, les réhabilite en montrant qu'ils avaient réagi très vite, calmement, en se contrôlant mutuellement. Ils étaient *cruellement surpris* par un phénomène qu'ils ne connaissaient pas. Ils avaient constaté la mauvaise annonce de vitesse en moins de 5 secondes. Le désengagement du système de pilotage automatique leur avait remis le rôle d'agir sur les commandes des gouvernes. Il ne s'agissait pas d'un « *pilotage manuel* », comme l'a dit la grande presse, car on ne pilote pas un avion de 230 tonnes comme si le manche manœuvrait directement les guignols ; ce n'était pas non plus un « *pilotage assisté* » par des servocommandes électro-hydrauliques ; c'était un système qui ne restituait pas les efforts sur le mini-manche dont disposaient les pilotes. À 2h 12mn 17s le copilote poussa le mini-manche pour réduire l'incidence de l'avion qui était cabré ; cela provoqua l'alarme de décrochage. La cause n'était plus le pilote automatique qui s'était mis hors service.

*C'est le système de commande des gouvernes
qui a donné l'alarme.*

C'est lui qui était hors de son domaine d'action.

- À l'instant du passage en vol stationnaire, l'assiette de l'avion était de 13° à cabrer ; à l'instant de l'impact elle était de 16,2° à cabrer, *soit une différence de 3,2°*. Nous pourrions être tentés d'en conclure que l'avion a parcouru en chute libre 3,2° de la circonférence terrestre. Ce n'est pas le cas puisque le vol libre a duré 3mn 30s à la vitesse de 1725 km/h, ce qui correspond à une distance parcourue de 100 km seulement. L'explication est que la mémorisation des données dans les enregistreurs de vol se fait dans un référentiel terrestre, alors que la chute libre est calculée par rapport à l'espace. Il y a une discontinuité entre ces deux référentiels.

Le vol ruandais du 6 avril 1994.

Voici un troisième exemple qui me servira de transition vers les réflexions personnelles qui suivront. Le 6 avril 1994, le président du Rwanda, Juvenal Habyarimana, revenait de Dar es Salaam à Kigali, avec à son bord le président du Burundi, Cyprien Ntaryamira, et d'autres officiels. La situation politique était explosive. Il y avait dans l'avion trois membres d'équipage dont le pilote. Ce qui est intéressant, ce n'est pas l'accident lui-même, dont on ne sait pas grand chose, mais les propos incohérents et les comportements aberrants que l'on a pu constater par la suite.

Voici à peu près tout ce que l'on sait des circonstances de l'accident :

À l'approche de Kigali, aux environs de 20h 20 UTC+1, il faisait nuit, le pilote se plaça sur un circuit d'attente parce qu'un autre appareil devait atterrir avant lui. Il fit ainsi un tour autour de l'aéroport. Or on lui demanda d'atterrir le premier pour des raisons de préséance. Il a probablement amorcé un virage pour prendre l'axe de la piste, mais il n'a apparemment pas réussi à se placer sur cet axe de descente puisque son impact avec le sol ne s'est pas fait au voisinage immédiat de la piste, mais plus au sud.

Ajoutons ceci :

Une photo de l'épave publiée dans la presse montre que c'est l'aile gauche de l'avion qui a été la plus détruite.

Ajoutons aussi que les trajectoires d'attente se font à altitude constante, avec une altitude minimum à respecter, qui était peut-être de 1000 pieds, et il n'y a aucune raison de mettre en doute que le pilote ait respecté cette règle.

Il n'est évidemment pas question ici de reprocher à qui que ce soit de ne pas avoir tenu compte de ce que nous savons aujourd'hui, *mais nous pouvons remarquer que nous, maintenant, sommes en mesure de décrire un accident qui respecte ces données.* Admettons que l'avion circulait parallèlement à la piste, qui est orientée au cap 280 (vers le WNW) mais en sens inverse. Il se dirigeait ainsi au cap 100 (vers le ESE). Si le pilote a décidé de se poser à main gauche, ce que nous ne savons pas mais qui est tout-à-fait possible, *il a simultanément tourné à gauche et diminué son incidence.* L'action sur le palonnier a abaissé son aile gauche. Au cours de cette manœuvre il est passé par le cap de tir balistique ($76^{\circ} 33'$) ENE, celui qui fait le fameux angle de $23^{\circ} 27'$ avec l'équateur. Instantanément le pilote a perdu la commande des gouvernes, et *l'avion s'est écrasé en conservant inchangée son assiette, l'aile gauche inclinée vers le bas.*

Dès le premier quart d'heure qui a suivi l'impact avec le sol, des militaires français se sont rendus sur les lieux, mais on ne sait pas ce qu'ils ont constaté. Dans l'opinion publique surchauffée de l'époque, cet événement a été considéré par les habitants de Bangui comme la première phase d'un coup d'état, et comme le signal qui devait déclencher un génocide dès le lendemain matin. En deux mois, ce génocide a fait 700 000 morts, et, un génocide en entraînant un autre de sens contraire, on en est arrivé vingt ans après à 3 millions de morts, peut-être quatre millions ? Mais il ne faut pas croire que seuls les protagonistes du drame aient eu des réactions partiales. Il y a eu par la suite de nombreux experts et des missions d'enquête de toutes sortes, de 1998 jusqu'à aujourd'hui. On a promené ces gens-là dans les environs, en leur expliquant que « *l'avion était en phase finale de descente* » et personne semble-t-il n'a jamais posé de questions sur ce point. On leur a expliqué d'où les présumées roquettes qui avaient abattu l'avion avaient été tirées, en se référant à leur angle d'impact avec l'avion « *qui était aligné sur l'axe de la piste* ». Cet angle d'impact était ainsi évalué par rapport à une direction qui n'avait jamais été attestée. Et personne ne s'est étonné qu'un pilote confirmé navigant aux instruments se soit égaré loin de son axe de descente !

Vingt ans après les faits, c'est le monde entier qui est persuadé que le président Habyarimana a été victime d'un attentat ourdi avec précision. *L'histoire officielle de l'humanité est réécrite.*

Mais tout de même, les enquêteurs ne sont pas tous assez naïfs pour admettre les innombrables incohérences du dossier. Rappelons-nous le genre de supercheries dont la grande presse s'était faite l'écho. La boîte noire de l'avion accidenté était introuvable ; elle n'a été présentée que tardivement à l'enquête ; on a appris ensuite que ce n'était pas celle de cet avion-là. Les lance-roquettes n'ont été découverts que très longtemps après le présumé attentat ; puis on a su que ce n'était pas ceux-là qui avaient tiré. N'oublions pas non plus le témoin tardif qui avait vu le départ de deux roquettes survenu ... derrière une colline. Alors qu'en est-il ? Nous constatons que tout le monde dans cette affaire était soumis à deux impératifs :

- *interdire l'hypothèse d'un accident fortuit*, ce qui aurait été un aveu d'ignorance de ce qui s'était réellement passé ; mais cela imposait hélas ! de trouver à tout prix des boucs émissaires,
- *se disculper et disculper ses amis alors même qu'on était innocent*, ... ce qui est humainement bien difficile à expliquer. !

Mais où se trouvent donc ces deux impératifs ? C'est cette interrogation qui va introduire les réflexions qui, comme je l'ai annoncé, remplaceront ma conclusion.

à tous les pilotes

Sachez qu'il existe en tous points de l'hémisphère boréal un cap particulier, le « cap de tir balistique », qui peut vous amener inéluctablement à une catastrophe.

Si vous êtes amenés à vous écarter de votre route, faites-le toujours dans le sens qui vous éloigne de ce cap fatidique. Il vaut mieux que vous fassiez un tour presque complet sur vous-mêmes que de vous rapprocher de ce cap.

Dans la zone intertropicale, il s'agit du cap $76,55^\circ$ ($23,45^\circ$ par rapport à l'équateur).

À la latitude de 45°N , c'est le cap $58,47^\circ$ ($31,53^\circ$ par rapport à l'équateur).

L'accident se produit lorsque la vitesse de la terre **d'ouest en est** est horizontale, c'est-à-dire autour de minuit heure locale.

réflexions en guise de conclusion

Je ne répondrai que progressivement à ces deux questions. Ensuite, mon intention est de finir ma contribution en adressant mes lecteurs à Albert Einstein lui-même. Cet homme n'est pas resté dans l'histoire seulement pour avoir été un génial théoricien, mais aussi pour avoir pratiqué une démarche scientifique très stricte. Il était acharné à découvrir ce qui fait la réalité du monde et refusait tout compromis avec ce qui s'opposait à cet objectif. Il était rebelle à tout ce qui contrariait la sérénité et l'indépendance des recherches. Dès le plus jeune âge, il refusait les connaissances officielles que la discipline prussienne imposait d'enseigner dans les écoles, sans jamais autoriser qu'elles soient contestées. Dès l'âge de 16 ans il décida, avec le consentement de son père puisqu'il était mineur, de quitter l'Allemagne et de prendre la nationalité suisse. C'est ce « mauvais élève », cet « homme intransigeant » sur lequel personne n'avait prise, hormis son ami Max Planck, que nous retrouverons plus loin. Nous verrons qu'il était sensible et bienveillant. Nous pouvons le rencontrer en toute confiance.

Donc, comme je l'avais annoncé, je présente maintenant quelques réflexions personnelles. Mon point de départ est celui-ci :

*La représentation psychosomatique des êtres humains
est fausse.*

Il s'agit d'une façon de se considérer soi-même et de considérer autrui qui se généralise actuellement sur toute la terre. Elle consiste à affirmer qu'un être humain est constitué seulement d'un corps charnel, comme tout autre animal, et d'un psychisme qui organise ce corps. Le psychisme lui-même est formé de réflexes, d'instincts et surtout, pour ce qui est des mammifères, de processus intellectuels et affectifs. Ceux-ci sont actifs dans le cerveau et le système hormonal, à la façon dont les logiciels sont actifs dans un ordinateur : *ils y sont enfermés*. Lorsqu'un thérapeute, qui ne trouve pas la cause de la maladie de son patient, se permet de lui dire que son mal est psychosomatique, il faut bien comprendre qu'il considère ce patient comme extérieur à lui-même, disons même comme étranger. Et en fait, c'est lui qui implante dans le cerveau du patient des

processus intellectuels fallacieux, qui le renferment sur lui-même et qui l'isolent.

Or ce qu'observent les gens qui cherchent à développer leur propre pensée, dans quelque domaine que ce soit, est tout autre :

Il est impossible de mener une activité intellectuelle sans faire appel involontairement à de nombreux présupposés.

L'être humain ne peut pas vivre seul, coupé du reste du monde. La vie sur la terre le fait participer à des activités variées qui l'amènent à échanger des pensées avec d'autres êtres humains. Il fait ses courses au marché ; il achète et il vend ; il voyage et parfois séjourne loin de chez lui ; il étudie et il instruit les autres ; il écrit et il lit ; il assiste à des spectacles ou même les organise, il participe à des banquets et à des repas de famille, etc. etc. etc. Ce qui reste dans sa mémoire de toutes les pensées mises en commun forme ce qu'on appelle *l'air du temps*, mais que je vais rattacher à une notion plus générale, *la noosphère*.

Devant le nombre considérable de données à prendre en compte pour échafauder un raisonnement personnel, on tient pour vraies celles qui paraissent évidentes. On s'en remet à l'air du temps.

De même qu'il est impossible de respirer hors de l'atmosphère, il est impossible de penser hors de la noosphère.

Si le conditionnement de l'opinion publique réussit si bien, c'est parce que les particuliers sont déjà prêts à souscrire aux informations invraisemblables qu'on leur donne. Ils y reconnaissent leur propre façon de penser, celle qu'ils respirent journellement sans y attacher d'importance.

La noosphère est un ensemble de présupposés

- auxquels personne n'échappe,*
- que les êtres humains propagent de proche en proche sur toute la terre,*
- qu'ils utilisent dans leurs raisonnements sans vérifier s'ils sont compatibles avec le monde tel qu'ils l'observent.*

Or la noosphère, telle que nous la connaissons, est délétère. C'est elle qui excite la recherche de boucs émissaires et la soif de vengeance.

Le concept de noosphère, tel qu'il a été exposé en 1922 par Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955) , qui était un paléontologue, découlait de la constatation que les espèces vivantes s'étaient succédé sur la terre par des « sautes morphologiques » infimes, mais que l'une de ces sautes avait eu des conséquences immenses sur les êtres qui ont suivi : ils ont été humanisés, c'est-à-dire *rendus capables de réaliser des actions collectives*. Ce pas s'est produit au pliocène, avec la fabrication délibérée d'outils en pierre taillée. Ce qui était nouveau, c'était la *réflexion*, c'est-à-dire l'aptitude à se considérer soi-même comme un objet à étudier. L'homme réfléchit sur sa propre connaissance tandis que les animaux ne le font pas. Il y a là un accroissement en *complexité* et en *conscience*, qui rend l'être humain capable d'organiser les perceptions et les activités, qui étaient diffuses avant lui, en une sphère nouvelle dont il se constitue le centre. C'est un autre monde qui naît. En 1948 cet auteur a écrit : « Abstraction, logique, choix et inventions raisonnés, mathématique, art, perception calculée de l'espace et de la durée, anxiétés et rêves de l'amour ... Toutes ces activités de *la vie intérieure* ne sont rien autre chose que l'effervescence du centre nouvellement formé explosant sur lui-même. »

*C'est cet être expansif qui est plongé dans la noosphère
qui ne lui convient pas.*

Voici donc la thèse que je veux défendre :

*La représentation psychosomatique de l'être humain le mutile
en le privant d'aptitudes dont il dispose par nature,
tandis qu'une représentation expansive de ce même être
lui procure de se développer heureusement selon sa nature.*

Il est vrai que chaque individu est partagé entre des aspirations et des besoins variés. Le besoin de vivre en société est aussi impérieux que celui de se renfermer sur soi. Il existe des soignants qui cherchent à établir une relation directe avec leurs patients. Ils peuvent le faire en utilisant les capacités d'empathie qu'ils possèdent. C'est le cas par exemple de ceux qui se réfèrent à l'expérience du thérapeute américain Carl Rogers. Or ce n'est pas si simple. Une personne qui venait de visiter un malade disait récemment : « *Dans une rencontre je reçois autant de mon malade qu'il ne reçoit de moi ; mais c'est dur, car je dois me laisser transformer !* » Il est inutile de nommer cette personne car toutes reconnaissent l'épreuve qu'elles ont subie en s'impliquant.

Beaucoup la décrivent comme une nouvelle naissance, qui leur a donné accès à une nouvelle façon d'être. Elles auraient besoin d'être soutenues dans les actes qu'elles posent ainsi pour s'unir à d'autres, mais la noosphère fait l'inverse ; elle les décourage. Ce sont pourtant des gens comme cette visiteuse, par des actions localisées, qui obtiennent la collaboration des hommes à l'échelle planétaire.

Les gens qui détiennent le pouvoir se méfient de ces particuliers qui sont dispersés et individuellement peu puissants, mais dont la pensée et l'action se propagent inexorablement dans l'opinion publique. Ils constatent qu'il y a quelque part un effet multiplicateur qui apporte un retentissement global à ce qui est à leurs yeux négligeable, voire méprisable. Certains dirigeants vont même jusqu'à déplorer devant leurs administrés d'être inconsidérément attaqués, alors que ce sont eux qui ont un comportement délibérément destructeur. *Tous prétendent ne faire que leur devoir*, qui est de changer les comportements d'une population qu'ils décrivent comme comploteuse et mal-intentionnée, et ils affirment qu'ils ont le droit de le faire sans l'accord de « ces gens-là ». Ils voudraient bien se débarrasser de cet obstacle et décident de réagir de multiples façons. Les législateurs préparent en secret de nouvelles lois, inattendues. Les juges inventent de nouvelles jurisprudences qui n'ont aucun antécédent. Les philosophes remplacent les faits de nature, dont la réalité n'est pas contestable, par des concepts inventés qui peuvent être aussi bien soutenus que contestés. Les conservateurs de musées organisent des expositions en changeant la signification des œuvres qu'ils exposent, au mépris des artistes qui les ont réalisées. Les tribuns dénigrent ouvertement les emblèmes religieux et nationaux. Les réalisateurs prônent de nouveaux comportements dans des séries télévisées qui sont rediffusées jusqu'à plus soif. Les journalistes serinent de jour en jour des accusations mensongères contre les gens qu'il veulent éliminer. Les commentateurs sportifs submergent les individus par des émotions disproportionnées avec les événements ; un sportif rate-t-il une épreuve ? et c'est tout un peuple qui est « définitivement humilié ». Quant à l'instruction publique, c'est dans le monde entier, pas seulement dans la Prusse d'autrefois, qu'elle inculque ses contre-vérités aux enfants parce qu'ils sont plus malléables que les adultes.

Les scientifiques, qui sont plongés dans cette noosphère, ne sont pas en mesure de mener leurs recherches librement. Les principales contraintes auxquelles ils sont soumis sont bien connues. Ce sont :

- la nécessité d'obtenir des crédits de recherche ou des subventions, ce qui les soumet au pouvoir politique,
- la nécessité de se faire reconnaître par la « communauté scientifique », soumise aux mêmes contraintes qu'eux, qui les juge sur l'adéquation de ce qu'ils publient ... à ce que l'on sait déjà,
- la nécessité de s'insérer dans une équipe de recherche, qui leur impose sa « ligne directrice ».
- la nécessité, bien souvent, de s'affilier à une association de libre penseurs.

Ajoutons la tentation personnelle d'être bien vu là où l'on est, d'y apporter un petit quelque chose, et d'en être récompensé. La principale préoccupation de beaucoup de gens n'est-elle pas d'obtenir une gloire éphémère ?

La noosphère développe les progrès technologiques au détriment de la recherche fondamentale

Or cela, c'est oublier une fonction essentielle de la science.

La science devrait fournir aux hommes des moyens de se représenter le monde dans lequel ils vivent, afin de les rendre autonomes.

Le progrès technologique prôné universellement prive les populations des repères que leur procurerait une vraie science ; il les laisse désesparées et les amène à douter de tout. Les idées qui sont dans l'air du temps engendrent des comportements de méfiance chez les individus qui se sentent agressés de toutes parts sans avoir les moyens de réagir. Voyons ce qui se passe dans un domaine bien différent de la mécanique, celui de l'industrie alimentaire. Les aliments sont présentés aux clients avec des arguments publicitaires alléchants, mais sans la liste exhaustive de leurs ingrédients. Or la rumeur publique est là pour leur susurrer : « *Ils essaient sur nous des produits sans nous le dire.* » « *Ils ne savent pas s'il y a des contre-indications à long terme.* » « *Les gens qui vivent isolés dans des zones de montagne sans épicerie, eux vivent centenaires.* » C'est effectivement une modification des comportements que l'industrie recherche. Observons une personne

qui circule dans une épicerie en libre service en essayant de lire ce qui est écrit en tout petits caractères sur les emballages, en jaune sur fond doré, à moins que ce ne soit en rouge sur fond pourpre. Elle ne trouve pas les labels de qualité qui sont recommandés par la santé publique de son pays. La voici prête à repartir sans acheter ; elle se retourne déjà ... mais elle se ravise. Elle tend encore la main vers un produit de première nécessité ... mais elle s'immobilise aussitôt. Que lui arrive-t-il ? Intérieurement elle se demande : « *Ils mettent du ferrocyanure dans le sel de cuisine ; que dois-je en penser ?* » « *Ai-je encore le droit de saler du vinaigre pour faire une vinaigrette ?* »

Tout le monde, me direz-vous, fait la rencontre intime d'autres personnes ; tout le monde a donc l'expérience de l'empathie ! Oui, mais cela ne suffit pas pour acquérir une vision intelligible du monde. Si les lois qui régissent le monde sont mal enseignées dès l'école, si elles sont systématiquement décrises en passant sous silence les manifestations visibles de l'empathie entre les hommes, si la noosphère confirme journellement cette vision tronquée de l'humanité, il manque à jamais le cadre conceptuel qui permettrait aux personnes de se comprendre elles-mêmes. Voici un exemple véridique qui s'est passé en France, dans une région particulièrement riche en nappes phréatiques et en sources. Lors des vacances scolaires de l'été 1939, Paul qui était radiesthésiste montra à ses enfants comment il trouvait les endroits propices à creuser des puits, au moyen d'une « baguette de coudrier ». Il s'agit d'une fourche de noisetier fraîchement coupée, que l'on tient de façon telle qu'elle se déclenche comme un ressort lors de petits mouvements involontaires et imperceptibles des mains ; elle tourne alors brusquement dans la paume des mains. Son plus jeune fils qui avait 8 ans, Louis, en fut très impressionné. Il racontait : « Lorsque mon père, qui était derrière moi, posait sa main sur mon épaule, la baguette tournait brusquement dans mes mains, sans que je n'y sois pour rien. Ensuite, j'ai pu le faire moi-même, sans que mon père me touche. *C'était comme si c'était lui qui suggérait à la baguette de tourner dans mes mains.* » Il s'était établi entre le père et le fils une sorte de complicité qui ne résidait pas dans la baguette, mais entre eux. La « suggestion » passait de l'un à l'autre. Or la réputation de Paul était bien établie ; c'était un homme de bon conseil. Au printemps 1943 quelques jeunes hommes qu'il ne connaissait pas, vinrent à sa ferme pour faire appel à lui. Ils étaient dans une situation lourdement porteuse d'émotion, dont personne ne parlait à haute voix à l'époque mais que tout le monde connaissait. Ils voulaient réaliser un point d'eau caché où séjourner pour échapper au travail obligatoire en Allemagne. Or il leur vint une idée pour confirmer ou infirmer le pouvoir mystérieux que les habitants attribuaient à Paul. Ils l'emmenèrent dans un endroit où il n'était jamais venu et lui demandèrent de trouver de l'eau. Il est probable que Paul se détendit, les jambes légèrement écartées et la respiration calme, comme il avait appris à son fils à le faire. Puis il

avança, le pendule en mains en comptant ses pas. Les hommes se disaient : « Il n'y arrivera pas ; il ne va pas dans la bonne direction. ». Mais il revint près d'eux et repartit dans une autre direction, toujours en comptant ses pas. Et ainsi plusieurs fois dans des directions différentes, en leur expliquant : « Je cherche la bonne direction. » Enfin il annonça : « C'est par là ! » Les hommes étaient rassurés, car c'était bien la direction qu'ils espéraient lui voir prendre. Il s'avança alors, en expliquant qu'il cherchait maintenant la distance. Les hommes craignaient que ce ne soit trop loin pour qu'il trouve, mais il avançait toujours, hésitant et repartant. Enfin il déclara : « C'est ici ! » La suite fut plus confuse car il ne put pas évaluer la profondeur, ni sentir la direction du courant d'eau. Mais les hommes en étaient sûrs maintenant :

Paul avait réellement un pouvoir extraordinaire.

C'est le comportement de ces hommes qui mérite notre attention. Ils avaient conduit Paul à un endroit où ils savaient qu'il y avait sous le paysage familier de champs, de haies et de forêts, un tunnel dans lequel passait un canal de navigation parcouru par des péniches, le tunnel de Balesmes-sur-Marne. Ils le savaient, alors que Paul l'ignorait. Or la connaissance provient nécessairement des gens qui la possèdent. Ce sont donc eux qui avaient « suggestionné » Paul.

Le pouvoir de Paul avait été de prélever par empathie
la connaissance que eux ils possédaient.

Ces hommes croyaient avoir testé objectivement le radiesthésiste. En réalité c'est eux qui avaient assuré par leurs émotions la réussite de la recherche que lui il menait. Sans eux cet événement n'aurait pas été possible.

*Les personnes limitées aux seules connaissances officielles
en arrivent à créer les événements qu'elles croient observer.*

Il est trop facile de traiter tout cela d'obscurantisme. Les obscurantistes sont ceux qui nient le véritable pouvoir des hommes qui est de s'unir à d'autres *au delà de leur propre être*, pour penser, sentir, agir et construire en commun.

Le même phénomène prend de l'ampleur dans des assemblées de personnes dont la formation intellectuelle est insuffisante. Certaines prières dans les synagogues, les églises et les mosquées, même les lamentations au mur de Jérusalem, ont cet effet de produire par empathie les situations de guerre qu'elles prétendent éviter.

Venons-en à Albert Einstein. Nous allons voir qu'il a été sans cesse confronté à des interrogations sans réponses, tant en matière scientifique que dans ses options personnelles pacifistes, et qu'il a toujours maintenu une attitude à la fois déterminée et conciliatrice.

La recherche scientifique fondamentale se faisait principalement à Berlin. Elle était menée par des physiciens qui aimaient confronter leurs idées, et qui étaient soucieux de trouver des lois absolues dans l'univers. Ce sont eux qui constituaient l'environnement intellectuel dont tout chercheur a besoin ; c'est autour d'eux que se retrouvaient de nombreux chercheurs étrangers.

Einstein, qui avait volontairement pris la nationalité suisse, travaillait au Bureau suisse des brevets à Berne. De là il fit paraître en septembre 1905 dans les *Annalen der Physik* un article intitulé « *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* » qui exposait la théorie de la relativité restreinte. Ce texte retint l'attention de Max Planck. Celui-ci, enthousiasmé, profita de vacances dans l'Oberland bernois pour passer quelques semaines chez Einstein, avec qui il se lia d'amitié. C'est lui qui fit connaître à Berlin la théorie de la relativité. Elle allait devenir incontournable.

Une première difficulté apparut en 1910. Max Planck, qui avait caractérisé la lumière comme si elle était formée de quantas d'action mécanique, ne pouvait pas admettre la réalité de sa propre formule qu'il considérait seulement comme une fonction mathématique. Il refusait la théorie d'Einstein qui conduisait à étendre la notion de quantum à l'espace vide.

La lumière était-elle formée de corpuscules matériels ?
Non puisque rien de matériel ne peut exister dans le vide,
La lumière était-elle une vibration (une onde) ?
Non puisque l'espace vide ne contient aucun matériau qui puisse vibrer.

Ce n'est qu'en 1924 que Louis de Broglie posa les bases de la mécanique ondulatoire selon laquelle tout corpuscule matériel possède une onde associée, théorie qui fut adoptée et généralisée l'année suivante par Erwin Schrödinger. Mais Louis de Broglie ne fut jamais satisfait de cette approche non réaliste de la physique. Maintenant, nous admettons que *le photon est « de plein droit » une structure de l'espace-temps*, que l'on ne peut connaître que lors de son émission par la matière et lors de son collapsus dans la matière. Einstein ne pouvait pas raisonner ainsi ; il était confronté à une question sans réponse possible. Et pourtant, il n'était pas loin de cette réponse dans son étude de l'effet photoélectrique pour laquelle il reçut en 1921 le prix Nobel de Physique.

En 1910 Einstein attribuait aussi une structure quantique aux chaleurs spécifiques à basse température, ce qui s'opposait à juste titre à ce qu'on appelle aujourd'hui le troisième principe de la thermodynamique, proposé par un autre physicien berlinois, Walter Hermann Nernst. Pour clarifier cette situation celui-ci, qui était d'une honnêteté intellectuelle scrupuleuse, organisa le « premier Congrès Solvay » en 1911 à Bruxelles. *Einstein y rencontra les meilleurs physiciens et il se fit connaître d'eux.* Cependant, là encore, personne n'avait les moyens de départager les deux théories en présence. Aujourd'hui, nous sommes en mesure de dénoncer deux erreurs de Nernst, ce qui n'était pas possible à l'époque. La première est commune à tous les thermodynamiciens ... jusqu'à nos jours hélas ! Elle consiste à considérer les échanges d'une machine thermique fermée avec l'extérieur comme des *variations d'entropie*. Or le concept d'entropie, reprenant une erreur de James Prescott Joule, consiste à *attribuer la même nature à la chaleur et au travail mécanique*, ce qui est faux. En corollaire, la seconde erreur était une mauvaise conception de la température. J'ai montré dans ma note sur les girations qu'il était judicieux de repartir des travaux de Louis Joseph Gay-Lussac, pour qui *une température était un coefficient de dilatation relative en volume*. Une portion d'espace vide peut avoir un coefficient de dilatation dès lors que l'on sait mesurer son volume. Elle a donc une température.

En 1912, Planck entreprit des tractations apparemment insensées pour faire revenir à Berlin son ami Albert Einstein, seul capable de maintenir un climat de collaboration amicale entre des chercheurs aux points de vue divergents. Avec l'aide de Nernst, il réussit à le convaincre le 7 décembre 1913. *Ainsi Einstein, qui avait fui la discipline prussienne, y revenait au plus haut niveau !* Il devenait membre de l'Académie des Sciences prussienne et directeur de l'Institut Kaiser-Wilhelm de physique. Il prit ses fonctions en avril 1914. Mais il consacrait tous ces efforts à maintenir la recherche fondamentale à Berlin et à lui fournir la sérénité dont elle avait besoin. Il conservait le désir, illusoire peut-être, d'une science indépendante de la guerre qui, tout alentour, détruisait la vie des hommes. *Et pour lui-même, malgré les honneurs, il gardait une façon de vivre humble et sobre.*

Nous nous sommes servi de son ouvrage paru en 1916 : *La théorie de la relativité restreinte et générale*. Nous avons ainsi fait avec lui le passage de la théorie de la relativité restreinte à celle de la relativité générale. La dernière page de ce livre explique clairement comment se présentait la recherche à l'époque : « *La question principale pour le présent est de savoir si une théorie du champ comme celle que nous avons envisagée ici peut généralement conduire au but [une théorie de la gravitation généralisée]. J'entends par là une théorie qui décrit la réalité physique (y compris l'espace à quatre dimensions) d'une manière complète par un champ.* »

Einstein proposait-il une orientation à ses successeurs, pour qu'ils y arrivent, ou bien cherchait-il seulement à savoir si cela était possible ? *Cet objectif d'un champ qui devait englober (umfassen) toutes les lois physiques connues et à venir était présomptueux à l'époque.*

Einstein était pacifiste et même antimilitariste par souvenir de l'ordre prussien. *Il agissait ouvertement selon ses convictions.* En 1921, il se rendit aux États-Unis pour récolter des fonds pour la cause sioniste. Il accompagnait Chaim Azriel Weizmann qui était le président de l'Organisation sioniste mondiale. Celui-ci le rejoignit à Plymouth, et il firent la traversée ensemble, avec leurs familles et leurs amis. Einstein aida Weizmann à poser les principes fondateurs de *l'Université hébraïque de Jérusalem.* C'est lui qui s'est rendu ensuite à Jérusalem pour inaugurer cette université, mais il refusa d'en prendre la direction, car *il était partagé entre deux désirs contradictoires, défendre la recherche scientifique ou défendre le sionisme.* La suite de l'histoire a mis en évidence la constance de ces hommes passionnés dans leurs prises de positions existentielles. Chaim Weizmann devint en 1949 le premier président de l'État d'Israël. Albert Einstein déclina en 1952 une proposition de Ben Gourion de prendre la présidence de l'État d'Israël. Sa conscience politique s'était alors affinée. *Il avait compris que les chefs d'États sont astreints à soutenir, contre leur gré, des politiques qu'ils réprouvent.*

Une question restait en suspens entre les chercheurs scientifiques, la confrontation entre la conception déterministe de la science, défendue entre autres par Albert Einstein et Erwin Schrödinger et la conception probabiliste de Niels Bohr et Werner Heisenberg. Un dialogue entre Einstein et Bohr au cinquième congrès Solvay en 1927 est resté célèbre.

Einstein : « *Dieu ne joue pas aux dés !* »

Bohr : « *Qui êtes vous pour dire à Dieu ce qu'il doit faire ?* »

Cependant ces physiciens étaient *de vrais chercheurs, passionnés de savoir comment le monde est fait*, alors qu'autour d'eux, comme aujourd'hui, on appelait pompeusement “*Science*” la mise au point de nouveaux procédés techniques.

Ce congrès allait être le dernier, et la confrontation pacifique ne se ferait plus.

Déjà la réalité politique se faisait sentir. Dès 1922 Albert Einstein avait reçu des menaces de mort parce qu'il était juif. La tentative de putsch avortée, perpétrée par Adolf Hitler et ses amis le soir du 8 novembre 1923 dans une brasserie de Munich, le Bürgerbräukeller, inquiéta les savants, mais ce n'était que le début d'une histoire tragique. Entre 1939 et 1945, la recherche fondamentale fut décimée. Certains chercheurs décidèrent de rester en Allemagne par patriotisme, comme Werner Heisenberg qui avait développé le modèle de noyau d'atome bien connu, constitué

de neutrons et de protons, et qui participa au projet de recherches atomiques *Uranprojekt*, sans doute sur la séparation isotopique de l'uranium. Mais bien peu purent le faire. La plupart s'étaient déjà expatriés depuis 1933 parce qu'ils étaient juifs. D'autres furent pourchassés sur place par le régime nazi et envoyés en camp d'extermination. Cela paraît incroyable, mais cela faisait partie de l'idéologie officielle de détruire la science. Qui plus est, la politique de récession de Hjalmar Schacht avait pour effet de contraindre les hommes, dans tous les domaines, à travailler en dessous de leur niveau de compétence.

Et pendant ce temps-là le même régime favorisait le progrès technologique. Des armes nouvelles étaient étudiées près de Pennemünde dans des installations souterraines qui résistèrent aux bombardements américains. L'industrie chimique inventait le caoutchouc artificiel (Ersatzgummi) et le succédané de beurre (Ersatzbutter). C'est dans la seconde moitié du XXème siècle que le clivage entre la science et le progrès technologique est devenu le fossé que nous connaissons aujourd'hui. Il est étonnant de constater, 70 ans plus tard, que l'industrie allemande reste dans le monde celle qui produit les technologies les plus innovantes !

Einstein démissionna de l'Académie de Prusse en 1933. Au titre de président d'honneur de la ligue contre l'antisémitisme, il lança un appel pour dénoncer « *les actes de force brutale et d'oppression contre tous les gens d'esprit libre et contre les juifs qui avaient lieu en Allemagne* » Mais si inhumaines que fussent ces forces, elles n'étaient pas les seules. On le comprit plus tard, entre 1944 et 1945, lorsque les troupes alliées convergèrent vers Pennemünde en délaissant les populations européennes qu'elles traversaient. Elles avaient prémedité de s'emparer des secrets militaires allemands, plus importants pour elles que les êtres humains.

Einstein, qui était à l'étranger en 1933, ne revint pas en Allemagne.

Le prix Nobel Albert Einstein s'installa à Princeton, où il devint tout simplement *le Professeur Einstein*. Le professeur était très demandé pour des conférences organisées par les associations de bienfaisance, en particulier l'Œuvre de secours à l'enfance, et pour des débats dans les universités. Il se déplaçait beaucoup, mais peu à peu il découvrait une réalité que jusqu'alors il ne connaissait pas, l'influence partout présente de représentants de la très haute finance. Les gens qu'il rencontrait, même ceux qui étaient à faible niveau de compétence, étaient indirectement « inféodés » à certains groupes financiers, ceux qui étaient membres de la Federal Reserve. *Ainsi, l'autonomie de pensée des citoyens n'était qu'un leurre.*

C'est à cette époque qu'Albert Einstein commit « sa grosse bêtise » Le 2 août 1939, il écrivit une lettre au président des États-Unis, Franklin Roosevelt, pour le mettre en garde contre les dangers prévisibles de la bombe atomique, et celui-ci le remercia poliment en lui disant qu'il avait nommé une commission (*a board*) pour

examiner la question de l'uranium. Mais en fait Roosevelt, qui était probablement conseillé par des va-t-en-guerre sans conscience, était soucieux d'accélérer le projet Manhattan, qui avait pour objectif la fabrication d'une bombe atomique américaine. Ce projet était une entreprise gigantesque, déjà planifiée.

Les comportements des hommes n'ont pas changé. Revenons chez nous, en 2014. Nous apprenons que des trains ont déraillé, que des bateaux ont chaviré, que des avions ont disparu brusquement. Et que se passe-t-il ? Les experts mettent leur fierté à passer aux informations télévisées pour expliquer docilement ... qu'ils ne savent pas ce qui s'est passé. Les chefs d'État, conseillés par les mêmes faux-experts, nomment des commissions d'enquête et font mettre en berne les drapeaux nationaux. La soi-disant communauté scientifique, par veulerie, préfère censurer les vrais chercheurs que de prendre la peine de les lire. Comme dit la sagesse populaire : « *On ne peut pas leur faire confiance ; ils sont prisonniers de leurs idéologies.* »

Pour les physiciens avec lesquels il collaborait de façon très amicale, Albert Einstein était un homme facile à vivre, affable et conciliant. Il faudrait avoir sa bonhomie pour rédiger avec un peu de sérénité une conclusion à ce siècle d'abominations, qui se poursuit au-delà de Cent-ans ; mais qui en serait capable ?. Une photo de 1951 le montre tirant la langue au photographe Arthur Sasse *qui se refusait à l'écouter*. Il lui a cependant dédicacé cette photo ainsi : « *Vous aimerez ce geste, parce qu'il est destiné à toute l'humanité. Un civil peut se permettre de faire ce qu'aucun diplomate n'oserait. Votre auditeur loyal et reconnaissant, A. Einstein '53* ».

Cette photo ainsi *adressée à toute l'humanité* a inspiré le sculpteur Jürgen Goertz pour ériger en 1984 une fontaine dans sa ville de naissance, Ulm. On y remarque la physionomie espiègle d'Albert Einstein, mais aussi son regard attentif et curieux.

Ouvrez vos yeux, Mesdames et Messieurs les faux-savants, c'est à vous aujourd'hui que Albert Einstein tire la langue.

Pierre Paul Curvale

Verrières le Buisson, le 29 juillet 2014