

Dynamique contre Mécanisme

Première partie

Les chocs de Huygens

ENTERRER DESCARTES

Aujourd'hui encore, René Descartes passe, avec Galilée et Newton, pour l'un des principaux fondateurs de la physique moderne. Cependant, son influence dépasse largement les frontières de la physique, et concerne tous les domaines de la connaissance. Cet héritage omniprésent, bien que rarement identifié, mérite d'être davantage mis en lumière. Examinons-le du point de vue d'un savant que l'on présente souvent comme un cartésien, le Hollandais Christiaan Huygens.

Il est vrai que le jeune Christiaan a été élevé dans le culte du grand Descartes, ami de son père. Son maître, van Schooten, était lui-même un fervent disciple du Français. Lorsque ce dernier meurt en 1650, Huygens, alors âgé de 21 ans, compose un poème dont il n'y a pas de raison de douter de la sincérité. En voici un extrait :

« Nature, prends le deuil, viens plaindre la première

Le grand Descartes, et montre ton désespoir ;

Quand il perdit le jour, tu perdis la lumière,

Ce n'est qu'à ce flambeau que nous t'avons pu voir. »

Cependant, quelques mois plus tard à peine, il entreprend, au grand dam de van Schooten, une première attaque qui vise le cœur de la physique cartésienne : ses lois sur la percussion. Bien des années plus tard, il écrira le commentaire suivant :

« Mr. Des Cartes avoit trouvé la manière de faire prendre ses conjectures et fictions pour des veritez. Et il arrivoit à ceux qui lisoient ses Principes de Philosophie quelque chose de semblable qu'à ceux qui lisent des Romans qui plaisent et font la mesme impression que des histoires véritables. La nouveauté de ses petites particules et des tourbillons y font un grand agrement. Il me sembloit lorsque je lus ce livre des Principes la première fois que tout alloit le mieux du monde, et je croiois, quand j'y trouvois quelque difficulté, que c'étoit ma faute de ne pas bien comprendre sa pensée. Je n'avois que 15 à 16 ans. Mais y ayant du depuis decouvert de temps en temps des choses visiblement fausses, et

PIERRE BONNEFOY

« 77. Je ne puis pardonner à Descartes ; il aurait bien voulu, dans toute sa philosophie, pouvoir se passer de Dieu ; mais il n'a pu s'empêcher de lui faire donner une chiquenaude, pour mettre le monde en mouvement ; après cela, il n'a plus que faire de Dieu. »

Pascal, Pensées

d'autres très peu vraisemblables je suis revenu de la preoccupation ou j'avois estè. »

En 1666, Huygens est un scientifique reconnu pour de nombreuses découvertes et inventions majeures comme l'horloge à pendule qui permet de faire des mesures du temps avec une précision jamais égalée jusque-là. Il est alors recruté par Colbert à Paris qui le place à la tête de son Académie des Sciences pour organiser une grande révolution scientifique avec des savants du monde entier. Profitant pleinement de l'héritage de Pascal et Fermat, récemment décédés, et dont les anciens démêlés avec Descartes et ses amis sont célèbres¹, il organise une véritable *conspiration* avec des jeunes gens prometteurs, comme l'Allemand Leibniz, pour guérir la science du cartésianisme. Mais quelle est la nature de cette maladie ?

LA PENSÉE MÉCANISTE

Il pourrait sembler a priori surprenant de voir Descartes comme un mystificateur c'est-à-dire comme

quelqu'un qui tente de faire admettre aux autres des affirmations arbitraires, dont la raison humaine ne puisse rendre compte, sur une simple base d'autorité intellectuelle établie. Passe encore pour Newton dont le goût pour la magie n'est plus à démontrer, mais avec Descartes, on penserait plutôt se trouver dans le domaine de la raison pure. La philosophie du mécanisme dont il est le représentant le plus célèbre, n'est-elle pas une tentative d'expliquer rigoureusement, par une chaîne de causes et d'effets régis par des lois mathématiques précises, tous les phénomènes de notre univers ? Il semble qu'on soit là, aux antipodes des vieilles superstitions ésotériques, alchimistes, astrologiques, etc., qui avaient bloqué la pensée humaine pendant des siècles.

Donnons une illustration simple du mécanisme. Imaginons une rangée de dominos disposés verticalement de telle sorte que la chute du premier entraîne la chute du suivant et ainsi de suite. On peut considérer que la cause de la chute du domino N est la chute du domino

N-1 : c'est la *cause efficiente*. On peut considérer que la cause de la chute du domino N se trouve dans le geste du doigt qui a poussé le premier : c'est la *cause première*. Enfin on peut considérer que *la chute de l'ensemble des dominos a été provoquée par une décision de les disposer de telle manière qu'il se produise l'effet recherché* : on parle alors de *cause finale*. Pour tout mécaniste qui se respecte, la cause d'un phénomène physique ne peut pas se trouver dans un effet qui se produira dans le futur, mais uniquement dans des événements passés. Ainsi, Descartes rejette la recherche des causes finales comme non scientifique, et décrète que les lois de la nature sont essentiellement *aveugles*. Quelle est la *cause de ces lois elles-mêmes* ? Mystère...

Est-ce vraiment raisonnable de partir de cet a priori ? Voyons plutôt ce qui découle logiquement d'un tel choix. Descartes ne laisse donc subsister dans son univers que les causes efficientes et les causes premières. Mais comme

cartésien. Contrairement à ce qu'affirment les Lumières du XVIII^e siècle et les empiristes, le véritable débat scientifique n'est pas une opposition entre Descartes et Newton. Une approche réellement rationnelle consisterait au contraire à considérer que *la force est inhérente à la substance* de l'univers.

LES LOIS DES CHOC DE DESCARTES

Comment l'univers, que Descartes décrit dans ses *Principes de Philosophie*, fonctionne-t-il ? Par impulsion : en dernière analyse, cet univers est composé d'un très grand nombre d'objets qui se déplacent dans tous les sens et qui viennent s'entrechoquer de temps en temps. Lorsque deux objets se choquent, ils changent leurs mouvements respectifs. Descartes conçoit que c'est ainsi que se produisent les transferts de force dans l'univers. Ayant remarqué que plus la vitesse d'un objet est importante, plus son

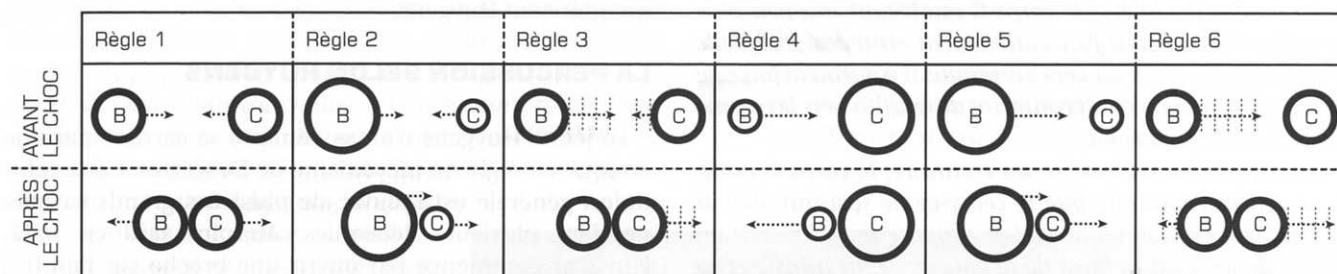


Figure 1. Règles de Descartes

le ferait remarquer Aristote, chaque cause efficiente étant elle-même l'effet d'une autre cause efficiente, il ne reste plus qu'un moyen à la raison humaine pour éviter de se perdre dans un labyrinthe infini, c'est de clore cette chaîne de causes et d'effets par la cause première unique : la *chiquenaude* initiale de Dieu pour mettre l'univers en branle ou, comme le diraient certains avec tout autant de rigueur scientifique, un Big-Bang. Or, comme le reconnaîtraient Aristote et Descartes, la principale caractéristique de l'homme, c'est sa finitude, donc son incapacité à appréhender rationnellement la notion d'infini. Dieu est infini, donc la cause première est inaccessible à l'homme.

Il reste donc les causes efficientes, c'est-à-dire les lois de la physique qui sont l'objet de la recherche cartésienne. Ces lois sont aveugles, mais devraient être, a priori suffisamment simples pour pouvoir être découvertes par la méditation de notre philosophe. Descartes n'hésite d'ailleurs pas à affirmer qu'il a fait ses principales découvertes en restant dans son lit... Le point clef qui dévoile ici l'irrationalité inhérente au mécanisme est que l'univers de Descartes est essentiellement *mort*. En effet, cet univers est composé d'objets *passifs* dont le mouvement peut être décrit par des lois mathématiques, mais dont *la cause réelle du mouvement se situe en dehors de l'univers lui-même*. La force qui meut l'univers est extérieure à lui, *un deus ex machina*, inaccessible à la raison humaine et donc par définition même, *irrationnelle*. Insistons là-dessus : la force inexplicable de Newton qui agit magiquement à distance, n'est qu'une version sophistiquée du mécanisme

impact sera important, et que plus la masse (Descartes utilise le mot « grandeur ») est importante, plus l'impact sera également important, il décide que la « force » d'un objet est égale à sa « quantité de mouvement », c'est-à-dire au produit de sa masse par sa vitesse.

La « force » totale de l'univers est donc égale à la somme de la force de tous les objets qui le constituent ; et cette force est une constante dans l'univers : c'est la force que Dieu lui a communiquée à l'instant initial. Lorsqu'un objet en choque un autre, il lui communique ou lui enlève une partie de sa force de telle sorte que la somme des forces des deux objets avant le choc soit la même qu'après le choc : il y a conservation de la force totale des deux objets. Et puisqu'il n'y a ni création, ni annihilation de force au cours d'un choc individuel, il y a donc bien conservation de la force totale de l'univers.

Il ne reste plus à Descartes qu'à quantifier les échanges de force qui s'exercent entre deux corps qui se choquent, étant entendu que les masses et vitesses avant le choc étant connues, le seul principe de conservation de la quantité de mouvement ne suffit pas à déterminer l'état du système après. Notre philosophe énonce donc, *sans la moindre justification*, sept règles de calcul permettant de lever cette indétermination.

Nous illustrons sur la **Figure 1** les six premières.

« La première est que, si deux corps, par exemple B & C estoient exactement égaux, & se mouvoient d'égale vitesse en ligne droite l'un vers l'autre..., lors qu'ils viendroient à se rencontrer, ils rejailliroient tous deux également &

retourneroient chacun vers le costé d'où il seroit venu, sans perdre rien de leur vitesse.

La seconde est que, si B estoit tant soit peu plus grand que C, & qu'ils se rencontrassent avec mesme vitesse, il n'y auroit que C qui rejaillit vers le costé d'où il seroit venu, & ils continueroient par apres leur mouvement tous deux ensemble vers ce mesme costé.

La troisième que, si ces deux corps estoient de mesme grandeur, mais que B eust tant soit peu plus de vitesse que C, non seulement, après s'estre rencontrés, C seul rejailliroit, & ils iroient tous deux ensemble, comme devant, vers le costé d'où C seroit venu ; mais aussi, il seroit nécessaire que B lui transferast la moitié de ce qu'il auroit de plus de vitesse.

La quatrième que, si le corps C estoit tant soit peu plus grand que B, et qu'il fust entierement en repos, de quelle vitesse que B pust venir vers luy jamais il n'auroit la force de le mouvoir, mais il seroit contraint de rejaillir vers le mesme costé d'où il seroit venu.

La cinquième est que, si, au contraire, le corps C estoit tant soit peu moindre que B, celui-cy ne sçauroit aller si lentement vers l'autre, lequel je suppose parfaitement en repos, qu'il n'eust la force de le pousser & lui transferer la partie de son mouvement qui seroit requise pour faire qu'ils allassent par après de mesme vitesse.

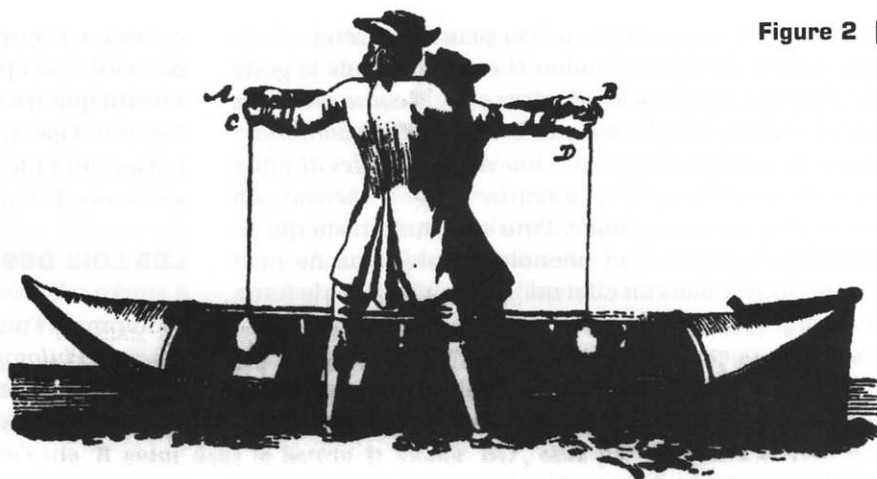
La sixième, que si le corps C estoit au repos, & parfaitement égal en grandeur au corps B, qui se meut vers luy, il faudroit necessairement qu'il fust en partie poussé par B, et qu'en partie il le fit rejaillir ; en sorte que, si B estoit venu vers C avec quatre degrez de vitesse, il faudroit qu'il luy en transferast un, & qu'avec les trois autres il retournast vers le costé d'où il seroit venu.

[...]»

Quelques remarques s'imposent ici. Tout d'abord, on vérifie aisément que ces lois ont été énoncées de manière à ce qu'au moins la quantité de mouvement se conserve : les règles ne contredisent donc pas le principe général. Ceci étant posé, il apparaît clairement qu'elles ne s'appliquent que sur des cas particuliers et l'on ne voit pas ce qui assurerait leur cohérence (en fait Huygens et Leibniz montreront plus tard qu'elles ne sont pas cohérentes), ni qui permettrait de calculer tous les cas possibles. En effet, aucune des six premières lois ne permet de déterminer ce qui se passe lorsque deux corps différents se rencontrent avec des vitesses différentes, quant à la septième, elle ne concerne que les cas où un corps plus rapide en rattrape un plus lent.

Mais il y a pire : toutes ces règles sont fausses à l'exception de la première. Manifestement, Descartes n'a pas daigné faire la moindre vérification expérimentale. N'importe quel joueur de pétanque pourrait pourtant réfuter la sixième règle : lors d'un carreau parfait, la boule qui choque reste sur place. Les enfants apprennent par ailleurs dans les cours de récréation qu'une bille peut déplacer un calot, ce qui va évidemment contre la quatrième loi...

Figure 2 |



Néanmoins, au moment où meurt Descartes, personne n'a encore osé remettre ces lois en question. C'est ici qu'intervient Huygens.

LA PERCUSSION SELON HUYGENS

Le jeune Huygens n'a pas démarré sa carrière par une attaque en règle du mécanisme de Descartes. Cette réfutation générale est l'œuvre de plusieurs grands savants pendant plusieurs décennies. Au plus tard en 1652, Huygens commence par ouvrir une brèche sur l'un des flancs les plus exposés de l'édifice cartésien, c'est-à-dire les lois des chocs qui sont finalement une conséquence de la pensée mécaniste, laissant à d'autres comme Leibniz le soin de mener 30 ans plus tard une attaque plus systématique.

Cette réfutation des lois des chocs de Descartes et l'établissement de nouveaux principes fut pour Huygens un travail qui l'occupa jusqu'à sa mort. La simple nature du choc (mou ou élastique) posait elle-même beaucoup de difficultés théoriques et expérimentales. Ainsi, bien qu'il eût rédigé un manuscrit très avancé dès 1656, le manuscrit définitif ne fut publié, en latin, qu'en 1703, soit après sa mort, sous le titre : *Sur le mouvement des corps par percussion*. On y voit que, prenant une approche radicalement différente de celle de Descartes, il énonce quelques principes physiques assez généraux, à partir desquels il établit, dans un premier temps, quelques cas particuliers, qu'il généralise ensuite à tous les cas possibles de chocs élastiques. Au passage, il montre que non seulement les règles de Descartes sont fausses, mais qu'en plus, son principe de conservation de la quantité de mouvement est lui-même faux !²

Donnons un aperçu de sa démarche.

1. LE PRINCIPE DE « RELATIVITÉ »

Bien qu'il ne fasse aucune hypothèse sur la nature de la « force » de l'univers, et qu'en particulier il ne l'assimile pas à la quantité de mouvement, il est néanmoins d'accord avec l'idée que dans le cas particulier d'un corps en déplacement, la force de ce corps augmente avec la vitesse et avec la masse. De plus, il admet également qu'il n'y a ni création ni destruction de force au cours d'un

choc. Il y a donc bien un principe de conservation de la « force » de l'univers, mais cette notion de force doit être un objet perpétuel de recherche scientifique et non pas une grandeur algébrique donnée a priori. Ce principe de conservation n'est pas physique mais philosophique : si la force augmentait, on aurait un « emballement » de l'univers, sinon on aurait un « épuisement ». Huygens commence donc son traité par des hypothèses :

« II. Quelle que soit la cause que les corps durs rejaillissent de leur contact mutuel, quand ils sont poussés réciproquement l'un contre l'autre, nous supposons que deux corps durs, égaux entre eux, de même vitesse, lorsqu'ils se rencontrent directement, rejaillissent chacun avec la même vitesse avec laquelle il était venu. »

On aura reconnu la première règle de Descartes : le système ayant une géométrie symétrique et les corps ne pouvant pas se traverser, il est donc nécessaire que chacun reparte d'où il venait avec la même vitesse. De plus cette vitesse commune est nécessairement la même que celle d'avant l'impact, sinon il n'y aurait pas de conservation de la force.

Dans l'hypothèse suivante, Huygens énonce ce que l'on pourrait appeler un « principe de relativité », à savoir que l'effet du choc ne dépend que de la vitesse relative des deux corps qui se rencontrent. Comme cela est illustré sur la **Figure 2**, si les deux corps ont une vitesse commune, par exemple s'ils sont sur un bateau se déplaçant selon une vitesse rectiligne uniforme par rapport à la rive, cette vitesse n'aura aucun effet sur la force de l'impact ; seule interviendra la vitesse d'un corps par rapport à l'autre.

A partir de là, il démontre une première proposition :

« Lorsqu'un corps en repos est rencontré par un autre, qui lui est égal, après le contact ce dernier entrera bien en repos, mais celui qui était en repos acquerra la même vitesse qui était dans le corps poussant. » Une réfutation de la sixième règle de Descartes !

La démonstration en est aisée à partir des hypothèses précédentes. Huygens imagine une expérience virtuelle dans laquelle deux observateurs, l'un sur un bateau se déplaçant à une vitesse V par rapport à la rive, l'autre sur la rive, considèrent simultanément deux corps identiques qui se dirigent l'un vers l'autre. Si pour l'observateur sur la rive, chacun des deux corps est animé d'une même vitesse égale précisément à la vitesse V de l'embarcation, alors l'autre observateur verra que l'un des corps a une vitesse nulle tandis que l'autre a une vitesse égale à $2V$. Après le choc, selon l'hypothèse II, l'observateur terrestre va voir les deux corps repartir chacun en sens inverse avec chacun une vitesse égale à V . Pour le second observateur, le corps qui avait précédemment une vitesse égale à $2V$ (le « corps poussant ») va s'arrêter, tandis que le corps précédemment immobile va partir avec la vitesse $2V$: celle du corps poussant. Cette observation restant vraie théoriquement pour n'importe quelle valeur de V , on en déduit que pour l'observateur du bateau, chaque fois qu'un corps en rencontre un autre identique immobile,

il lui communique toute sa vitesse et reste sur place. Il est facile ensuite de prouver de manière similaire que cette proposition est vraie pour l'observateur terrestre.

Avec le même type de raisonnement Huygens montre ensuite que : « Lorsque deux corps égaux se poussent avec des vitesses inégales, ils se mouvront après le contact avec des vitesses réciproquement échangées. » Et c'est la troisième règle de Descartes qui vole en éclats !

Le cas général du choc de deux corps égaux étant ainsi réglé, Huygens s'intéresse ensuite au choc de deux corps inégaux. Il pose une hypothèse de plus qui semble bien naturelle : « Lorsqu'un corps plus grand rencontre un plus petit qui est au repos, il lui donne quelque mouvement, et par conséquent perd quelque partie du sien. » Mais ceci lui permet immédiatement de démontrer une proposition qui réfute la quatrième loi de Descartes : « Un corps [au repos], quelque grand qu'il soit, poussé par un corps quelque petit qu'il soit et d'une vitesse quelconque, est mis en mouvement. » La démonstration en est très simple, une fois que l'on a compris la « méthode du bateau » : il suffit d'imaginer une situation où, avant le choc, le grand corps soit immobile pour l'un des observateurs et que le petit corps soit immobile pour l'autre.

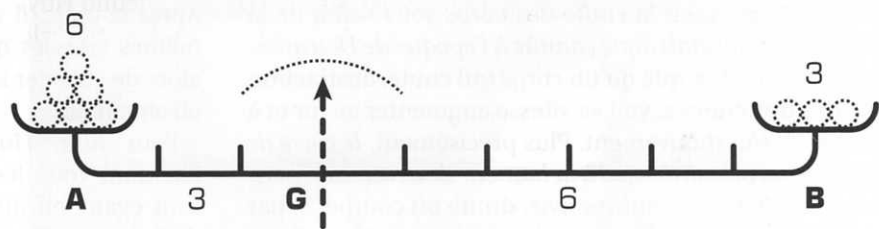


Figure 3. Définition du centre de gravité
 $AG / BG = \text{masse B} / \text{masse A}$

Un peu plus loin, Huygens démontre, en continuant d'utiliser le même principe de relativité, un théorème très important : « Toutes les fois que deux corps entrent en collision, la vitesse relative de l'éloignement est la même que celle du rapprochement. » Ceci étant établi, il peut prouver que, dans certains cas, la quantité de mouvement augmente, et que dans d'autres elle diminue au cours d'un choc.

2. DU BON USAGE DE LA GRAVITÉ

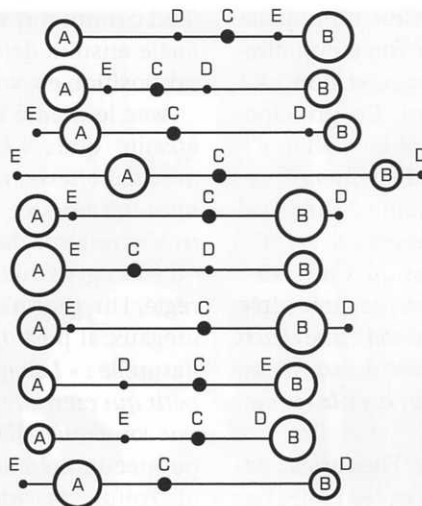
Arrivé à ce stade, Huygens n'est pas encore en mesure de calculer les vitesses de deux corps quelconques après leur choc. Il décide donc de l'établir pour un cas particulier et d'utiliser encore une fois la méthode du bateau pour généraliser ce cas particulier à tous les cas possibles. Ce cas particulier, c'est celui où les vitesses et les masses des corps sont réciproques, c'est-à-dire lorsque le produit de la masse du premier corps par sa vitesse est égal au produit de la masse du second par sa vitesse. Par exemple lorsque la vitesse du premier corps est 2 et sa masse 3, la vitesse du second 3 et sa masse 2. Or cette situation présente la particularité que le centre de gravité de l'ensemble est immobile. En effet, comme on le voit sur la **Figure 3**, si l'on considère deux corps A et

B, leur centre de gravité G sera sur la droite qui relie A et B de manière à ce que le rapport des distances AG/BG soit égal au rapport des masses B/A. G est le point qui tiendrait en équilibre une balance qui aurait A et B dans chacun des plateaux. Si les vitesses sont réciproques des masses et donc proportionnelles aux distances, il faudra par exemple le même temps à A pour parcourir la moitié de la distance AG, qu'à B pour parcourir la moitié de la distance BG ; et au bout de ce temps, le centre de gravité sera toujours à la même place, etc.

Ce que montre Huygens, c'est que si, les vitesses sont réciproques des masses avant le choc, elles restent inchangées après. La démonstration n'est pas très difficile mais un peu trop longue pour pouvoir être reproduite ici. Cependant, il est important d'explicitier le principe.

Au début du XVII^e siècle, Galilée avait établi empiriquement la loi qui régit la chute des corps sous l'effet de la gravité. *Cette loi était donc connue à l'époque de Descartes.* Galilée avait remarqué qu'un corps qui chute, abstraction faite des frottements, voit sa vitesse augmenter au fur et à mesure de son mouvement. Plus précisément, *le carré de sa vitesse est proportionnel à la hauteur de chute*, indépendamment de la trajectoire suivie, droite ou courbe. Si par exemple le corps atteint une vitesse de 1 au bout d'une chute de 1, il atteindra une vitesse de 2 au bout d'une chute de 4, une vitesse de 3 au bout d'une chute de 9, etc. La même relation reste vraie pour un corps que l'on lance vers le haut : s'il faut lui donner une vitesse de 1 pour lui faire atteindre une hauteur de 1, il faudra lui donner une vitesse de 2 pour lui faire atteindre une hauteur de 4, etc. *En doublant la vitesse on a quadruplé l'effet !*

A partir de là, Huygens considère deux corps qui se rencontrent avec des vitesses réciproques de leur masse. Il peut déterminer de quelle hauteur ces corps ont dû tomber pour acquérir ces vitesses au moment du choc. Il détermine géométriquement la position de leur centre de gravité avant la chute. Après le choc, ces corps vont remonter à une certaine altitude compte tenu des nouvelles vitesses qu'ils auront. Or Huygens montre



Exemples d'application de la règle de calcul des chocs de Huygens

géométriquement que si ces vitesses ne sont pas les mêmes que celles d'avant le choc, on aura en final un centre de gravité de l'ensemble plus haut que ce qu'il était avant la chute. Ceci est absurde car il est connu que le centre de gravité d'un système soumis à la seule gravité ne peut pas s'élever au-dessus de sa position initiale.

Huygens conclut : si les vitesses sont réciproques des masses avant le choc, elles restent inchangées après ; de plus le centre de gravité reste immobile tout au long du mouvement horizontal, rectiligne, uniforme. Ceci fait, il est facile de donner le cas général : si deux corps quelconques se déplacent à une vitesse quelconque, il suffit de trouver un observateur se déplaçant sur un bateau à une vitesse telle par rapport au système, que pour

lui, les vitesses soient réciproques des masses, ou ce qui revient au même, que le centre de gravité soit immobile. Après le choc, il verra les deux corps s'éloigner avec les mêmes vitesses qu'ils avaient auparavant ; ceci permet alors de calculer la vitesse des corps pour n'importe quel observateur.

Pour finir, Huygens donne un tableau, **Figure 4**, illustrant tous les cas de figure suivant que les corps sont égaux ou différents, qu'ils vont l'un à la rencontre de l'autre ou l'un rattrapant l'autre, à des vitesses égales ou différentes. Néanmoins toutes les situations après le choc sont construites à partir d'un *principe géométrique unique*. A et B représentent les corps connus par leurs masses respectives. Ceci permet de déterminer la position de leur centre de gravité C. On place le point D pour représenter la vitesse des deux corps : AD représente la vitesse orientée de A et BD, la vitesse orientée de B ; D est tel que le rapport des vitesses de A et B est égal au rapport des longueurs AD/BD. D est aussi le point d'impact et CD représente la vitesse du centre de gravité. Bien entendu, si les deux corps ont la même vitesse et vont l'un vers l'autre, D est au centre de A et de B ; si A est immobile, D et A sont confondus ; si les vitesses sont réciproques des masses, D et C sont confondus. Pour déterminer la situation après le choc, il faudra trouver le point E tel que le rapport des

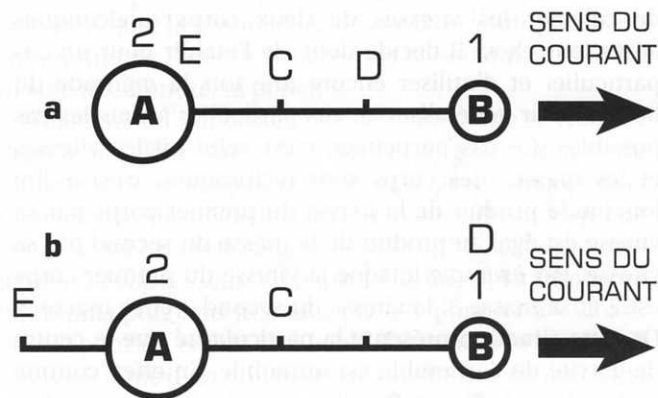


Figure 5
Exemple d'application de la règle de Huygens

Les deux boules se déplacent sur un bateau se déplaçant lui-même à une vitesse 1 de la gauche vers la droite.

Premier cas : vue du bateau avant le choc

AD = +2 (A se dirige vers la droite, vitesse 2)

BD = -1 (B se dirige vers la gauche, vitesse 1)

après le choc : EA = 0 (A est immobile)

EB = +3 (B se dirige vers la droite, vitesse 3)

Deuxième cas : Vue de la rive

avant : AD = +3 , BD = 0

après : EA = +1 , EB = +4

vitesse orientées de A et de B après le choc soit égal au rapport des longueurs EA/EB. Le principe de construction est très simple : *il suffit de placer E de manière à ce que C soit au centre de D et de E.*

3. SUR LA FORCE D'UN CORPS EN MOUVEMENT

Nous avons signalé plus haut que la loi de Galilée permettait de déduire que lorsqu'on double la vitesse d'un corps lancé vers le haut, il va s'élever à une hauteur quadruple. L'effet, c'est-à-dire la hauteur, est proportionnel au carré de la vitesse. De même, si l'on veut élever à une même hauteur deux corps dont l'un est deux fois plus pesant que l'autre, la force nécessaire pour le premier sera deux fois plus importante que pour le second. Avec les simples lois de Galilée, Descartes aurait donc pu *mesurer* la force d'un corps en mouvement par le produit de sa masse par le carré de sa vitesse. Or il a choisi arbitrairement de *l'identifier* au produit de la masse par la vitesse (la quantité de mouvement). Dès lors, il était inévitable qu'il arrive à des

lois erronées sur les chocs. Inversement, Huygens déduit de ses travaux que lors d'un choc, la somme des produits des masses par les carrés des vitesses reste inchangée. Il apparaît donc bien a posteriori la confirmation du fait que la mesure de la force (et non pas la force elle-même) d'un corps en mouvement est bel et bien proportionnelle au produit de la masse par le carré de la vitesse.³

Cependant, bien que cela soit diamétralement opposé à l'intention de Huygens, il est possible pour un bon sophiste de sauver le mécanisme en disant simplement que la manière de penser de Descartes est bonne, mais que Descartes s'est juste trompé dans la formule. On rajoutera que Huygens a sauvé le mécanisme en *corrigéant* l'erreur de Descartes. C'est une fraude dont ne se sont pas privé d'Alembert et tous ceux qui ont délibérément retiré de l'enseignement de la science, l'histoire des idées qui ont conduit aux découvertes.

Il appartenait à Leibniz de pousser plus loin l'attaque de Huygens contre le cartésianisme et de fonder une nouvelle science : la dynamique. 60

NOTES

1. Ces démêlés sont à la fois scientifiques et politiques. Descartes a été formé au collège jésuite de la Flèche dont les maîtres considéraient que le véritable pouvoir s'obtient par le sophisme et le contrôle des esprits. C'est le père Etienne Noël qui a soutenu, au côté de son protégé Descartes contre le jeune Pascal, que « la nature a horreur du vide ». C'est l'influence corruptrice de personnages comme le père Annat, confesseur jésuite de Louis XIV, que Pascal vise dans *Les Provinciales*.

2. Huygens montre que ce n'est pas la somme des produits des masses par les vitesses qui se conserve lors d'un choc élastique, mais la somme des produits des masses par les carrés des vitesses. Mais attention : contrairement à ce qu'affirment les cartésiens modernes qui parlent « de conservation d'énergie », il n'a jamais érigé cette relation algébrique en principe universel ! Contrairement

à Descartes, Huygens ne considère certainement pas que l'univers se ramène à une somme de corps qui s'entrechoquent.

3. Tout conducteur sait aujourd'hui que si une voiture lancée à 50 km/h a besoin de 10 mètres pour s'arrêter, lancée à 100 km/h, elle aura besoin de 40 mètres...

BIBLIOGRAPHIE

- D'Alembert, *Encyclopédie*, article *Force*
 Descartes, *Principes de philosophie*
 Leibniz, *Remarques sur la partie générale des Principes de Descartes*, in *Opuscules choisis*, Vrin
 Leibniz, *La réforme de la dynamique*, Vrin
 Huygens, *Sur le mouvement des corps par percussion*, in *Œuvres complètes*, société hollandaise des sciences
 Pascal, *Œuvres complètes*, Seuil

I&E est une veille mensuelle sur les mouvements écologistes à l'échelle internationale. Comme vous pourrez le constater, nous n'hésitons pas à aller contre le sens du vent, pour servir au mieux la vérité.

LISEZ INDUSTRIE & ENVIRONNEMENT

Tarifs :
 Société : 1525 € ht
 Particulier : 150 € ttc

Contactez les Éditions Vernadski au 01.48.47.45.84
 37 chemin Latéral 93140 Bondy

