

## Chapitre 1

# ATLAS OU LE MYTHE DE LA CAVERNE

### **La caverne de Platon**

Dans le septième livre de son maître ouvrage intitulé *La République*, Platon nous conte l'histoire d'un groupe d'êtres humains maintenus prisonniers au fond d'une obscure caverne.

« Représente-toi des hommes dans une sorte d'habitation souterraine en forme de caverne... Les hommes sont dans cette grotte depuis l'enfance, les jambes et le cou ligotés... Représente-toi la lumière d'un feu qui brûle sur une hauteur loin derrière eux et, entre le feu et les hommes enchaînés, un chemin sur la hauteur, le long duquel tu peux voir l'élévation d'un petit mur... Imagine aussi, le long de ce muret, des hommes qui portent toutes sortes d'objets fabriqués qui dépassent le muret...

– Tu décris là une image étrange et de bien étranges prisonniers.

– Ils sont semblables à nous. Pour commencer, crois-tu en effet que de tels hommes auraient pu voir quoi que ce soit d'autre.. si ce ne sont les ombres qui se projettent, sous l'effet du feu, sur la paroi de la grotte en face d'eux ?

– Comment auraient-ils pu ...

– Mais alors, de tels hommes considéreraient que le vrai n'est absolument rien d'autre que les ombres des objets fabriqués... Examine dès lors la situation qui résulterait de la libération de leurs liens...

Chaque fois que l'un d'entre eux serait détaché... l'éblouissement le rendrait incapable de distinguer ces choses dont il voyait auparavant les ombres<sup>1</sup>. »

Cette allégorie résume l'inconfortable position de l'homme vis-à-vis de la connaissance quand il s'agit de comprendre comment fonctionne le monde environnant. Tout savoir humain est limité dans la perception des phénomènes et dans leur interprétation. Les prisonniers ne voient de la réalité extérieure que les ombres qui se projettent sur la paroi extrême de la caverne. Nous-mêmes, après des siècles de progrès scientifique, nous n'appréhendons que les ombres que veut bien nous présenter la Nature. Certes, les images obtenues aujourd'hui sont infiniment mieux définies que celles aperçues par les Anciens ; elles se dessinent précisément sur l'écran de dispositifs très ingénieux. Grâce à des observations de plus en plus fines, notre connaissance s'est rapprochée de la « vérité ». Elle reste néanmoins partielle, car, dès qu'on a répondu aux interrogations du moment, de nouvelles questions surgissent. Saint Paul dans sa lettre aux Corinthiens utilise une autre allégorie dont la signification est proche :

« Aujourd'hui nous voyons au moyen d'un miroir, d'une manière obscure, mais alors nous verrons face à face ; aujourd'hui je connais en partie, mais alors je connaîtrai comme j'ai été connu. »

La connaissance a beaucoup progressé depuis l'âge classique de la Grèce antique, mais le problème n'en est que repoussé. Comment, à partir d'ombres nécessairement fragmentaires et contraintes par nos méthodes d'investigation, connaître l'Univers dans sa totale réalité ? Et que se passera-t-il si un jour la connaissance complète nous est permise, au moment où se réalise « *la libération des liens et la guérison de l'égarement* » ?

---

1. *La République*, GF-Flammarion, traduction de Georges Leroux, 2002.

## **La caverne du CERN**

L'homme cherche à découvrir la « théorie du tout ». Chaque jour, il amasse de nouveaux savoirs. L'observation de la Nature devient de plus en plus précise. On scrute les phénomènes naturels naissant spontanément, ou, mieux encore, on déclenche des processus et on les mesure avec toutes sortes d'outils sophistiqués au cours d'expériences entreprises dans des conditions maîtrisées. Le progrès naît de deux façons. Il est parfois le fruit de la réflexion d'un cerveau solitaire qui soupèse le connu et en analyse les complémentarités et les possibles incohérences. C'est l'exemple d'Einstein considérant la vitesse de la lumière. En interprétant cette dernière comme une onde électromagnétique satisfaisant aux équations de Maxwell, le grand savant constate qu'elle n'est pas invariante par une transformation de Galilée. Ce sera l'amorce de la relativité. Plus souvent, la réflexion s'amorce à partir de signaux expérimentaux nouveaux qu'on tente d'inclure dans une théorie existante. Aujourd'hui, certaines observations ne cadrent pas avec les modèles prévalant, et pour progresser il faut emmagasiner toujours plus de résultats.

Ainsi, poussant la technologie à l'extrême, les physiciens des particules s'apprêtent-ils à livrer une nouvelle bataille pour la compréhension de l'infiniment petit. Dans ce cadre, nous décrivons le gigantesque détecteur Atlas dont la construction est en train de s'achever au CERN. Pour faire un second clin d'œil à la Grèce et à sa mythologie, rappelons qu'Atlas était un géant, fils de Clyméné et de Japet. Il avait engendré les Hyades et les Pléiades, qui peuplent le ciel en deux groupements d'étoiles appartenant à notre galaxie. Il se distingua en prenant le parti des titans dans leur lutte contre les dieux. Mal lui en prit car Zeus, finalement vainqueur, le condamna à soutenir le ciel sur ses épaules. L'expérience Atlas du CERN a d'ailleurs adopté pour logo une statue du géant qu'on peut voir sur la 5<sup>e</sup> Avenue de New York.

[...] la nuit gravitait dans son immense espace, la coupole que fait tourner Atlas, la coupole reposant sur les épaules du géant, parsemée d'astres étincelants, l'immense caverne de la nuit qui ne laisse rien échapper.

H. Broch, *La mort de Virgile*

L'Atlas des physiciens soutient d'une autre façon le poids du vaste ciel sur ses épaules. Il tentera de résoudre les énigmes qui se sont levées sur le front de la physique subatomique et ainsi d'éclairer davantage les premiers instants de l'évolution de l'Univers. L'avenir proche dira si l'effort sera couronné de succès. Or ce détecteur se trouve construit au fond d'une caverne artificielle, à 80 mètres sous terre, et les physiciens travaillant à la réalisation du monstre s'interpellent en disant : « Tu descends dans la caverne ? »

Pour l'occasion, Atlas doit s'écrire ATLAS, puisque c'est un acronyme un peu contourné signifiant Air Toroid Lhc ApparatuS. Ce nom réclame une explication. L'appareillage utilise un élément qui lui est assez particulier : un aimant toroïdal où le champ magnétique circule dans l'air, en se refermant sur lui-même, sans l'aide d'un retour de fer. Ceci lui donne une originalité parmi les autres détecteurs en construction et, pour cette raison, la particularité mérite de figurer dans son nom. LHC (Large Hadron Collider) est le nom du nouveau collisionneur en voie d'achèvement au CERN, le centre de physique des particules où l'on tente depuis cinquante ans de révéler les recettes qu'utilisa la Genèse, autrement dit le big bang, pour créer le monde, à l'aide de la cuisine des hautes énergies.

ATLAS est donc construit au fond d'une caverne creusée à quelques encablures du jet d'eau qui agrémente la vue du lac Léman au centre de Genève. Appréhender la réalité du monde sensible, ou pour le moins une facette de cette réalité, du fond d'une caverne, la tentation était forte d'invoquer Platon.

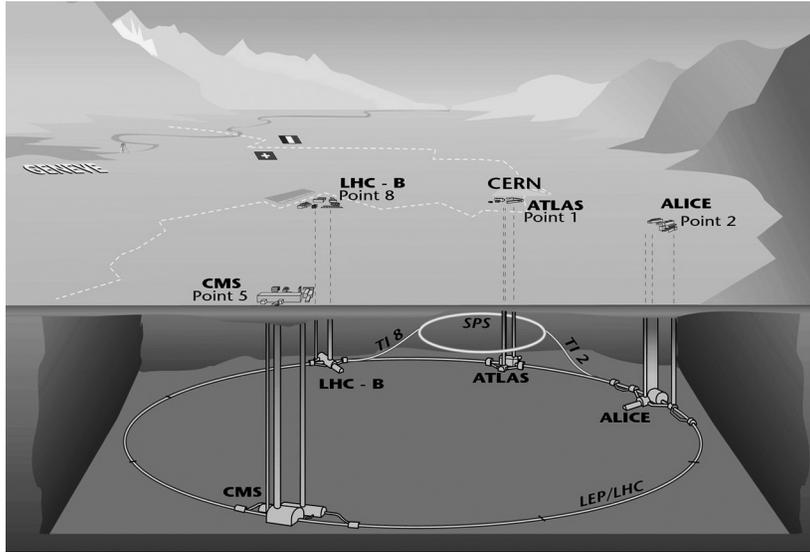


Figure 1. Vue aérienne du CERN  
avec le tracé du tunnel souterrain LHC. © CERN.

À vrai dire, la caverne d'ATLAS est infiniment plus spacieuse que celle décrite par le philosophe grec, et les physiciens n'y sont pas ligotés, ils s'y déplacent de leur propre volonté. De plus, il ne s'agit nullement d'un boyau aveugle. Ses dimensions sont remarquables, sa hauteur atteint 40 mètres, équivalant à un immeuble de quinze étages, sa longueur 55 mètres et sa largeur 35 mètres. Cinq mille personnes pourraient s'y rassembler. Deux puits verticaux de 80 mètres de profondeur creusent des accès permettant les communications avec la surface. 11 000 tonnes de béton ont été nécessaires pour consolider la voûte. Ces chiffres donnent un avant-goût du défi que se sont lancé les physiciens.

La stabilité mécanique de la caverne de Platon n'avait pas grande importance. Ici, en revanche, tout doit être connu avec la plus minutieuse précision, et la position absolue de la cavité est mesurée tous les trois mois pour en vérifier la stabilité. Récemment, on a repéré un soulèvement de 1 mm qui n'est pas complètement compris et qu'il faudra prendre en compte car la position de chaque point du dispositif doit être connue à beaucoup mieux. Non seulement ATLAS est gigantesque, mais c'est aussi un bijou de précision.

L'appareillage est assemblé au fond du puits, comme un navire dans une bouteille. On descend, morceau après morceau, les divers éléments qui doivent s'ajuster exactement. La vision du détecteur qu'on présente au visiteur au fond du gouffre bétonné, à 80 mètres sous la surface du sol, donne une première image très impressionnante de la gageure technologique. Mais cet enfouissement, s'il ne simplifie pas la construction, ne constitue pas un handicap pour répondre aux questions posées. Au contraire, on aurait aimé une caverne encore plus profonde car l'enterrement aide à blinder le détecteur contre l'averse continue de rayons cosmiques qui tombe de l'atmosphère. En effet, en chaque point de la surface du globe, on reçoit sur la tête une pluie d'environ 100 particules chargées chaque seconde sur chaque mètre carré. Sur une surface égale à celle du détecteur, cela fait beaucoup. Ce flux parasite est peu diminué au niveau de la caverne, où il se manifeste encore par un taux de déclenchement de l'appareillage de 40 coups à la seconde, 40 Hz selon l'unité de mesure habituelle. Ainsi, le détecteur parle sans cesse, même si les conditions de l'expérience ne sont pas remplies, par exemple quand il n'y a pas de faisceaux incidents à examiner, et ce « bruit » devra être pris en compte dans les analyses.

L'allégorie utilisée par Platon va donc se vérifier dans le contexte d'une aventure très moderne, et nous allons décrire les propriétés des ombres qui intéressent les physiciens, ombres projetées sur l'écran d'un dispositif énorme qui surpasse tout ce qui a été construit jusqu'à présent pour révéler les secrets de la matière et, au-delà, pour conforter certains aspects de l'évolution de l'Univers. L'expérience

se donne pour tâche d'affiner la réponse à l'antique interrogation : de quoi la matière est-elle constituée ? Le nouveau dispositif peut être vu comme un énorme microscope qui va explorer l'intérieur des minuscules objets que sont les constituants élémentaires. Avec ce nouvel effort, la physique des particules pourrait être sur le point de répondre à des questions que l'humanité se pose depuis longtemps. Quelle est l'origine des masses ? Comment l'Univers a-t-il évolué ? Pourquoi possède-t-il les propriétés qu'il nous présente ? Les diverses forces à l'œuvre peuvent-elles s'unifier ?

Une période particulièrement exaltante de la recherche débute. Les physiciens s'arment pour explorer une nouvelle frontière, et l'on espère engranger des résultats révolutionnaires. L'interrogation qui justifie l'entreprise du fond de la caverne du CERN pourrait alors donner des réponses allant au-delà des questions pour lesquelles les physiciens se sont préparés. Peut-être obtiendra-t-on des pistes éclairant le pourquoi des choses en plus de leur comment ?

# UNE ÉPOPÉE CONTEMPORAINE

## Genèse d'une expérience

S'engager dans une entreprise de recherche expérimentale vingt ans avant la concrétisation et le début effectif de la prise de données, cela nous amène bien loin des laboratoires où l'on imagine les « savants » effectuer seuls leurs petites mesures sur des paillasses, dans une pièce encombrée d'instruments hétéroclites. Les expériences des années 1970, années particulièrement prolifiques en physique des particules, se développaient sur des périodes de quelques années. C'était la durée suffisante entre l'approbation du projet et la publication des résultats. L'expérience dont nous allons expliquer les diverses facettes a déjà un long passé derrière elle... mais toujours aucun résultat. Le changement dans l'échelle des temps est remarquable. Comme on l'exposera en détail, une très longue préparation a été nécessaire, non seulement pour la conception de l'appareillage, mais aussi pour la mise au point de tout l'environnement informatique. Quant à la construction, elle se sera déroulée sur une bonne décennie.

[...] Qui engendra Nembroth

Qui engendra Atlhas, qui avecques ses épaules garda le ciel de tomber...

[...] Qui engendra Gargantua

F. Rabelais, *Gargantua*