

Auteurs : Equipe La main à la pâte(plus d'infos)

Résumé : Nous allons rencontrer la matière à diverses échelles de taille et suivre son évolution au cours du temps, ainsi que sous l'effet de sollicitations diverses.

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



La matière à différentes échelles

Dans le jardin à l'abandon de la rue Plumet où Marius et Cosette se donnent rendez-vous, tout un ensemble de structures naturelles grandes et petites coexistent, enchevêtrées et solidaires. Cette solidarité est décrite avec emphase par Victor Hugo dans les Misérables, et pourrait servir d'introduction à notre excursion dans les échelles de la matière :

Rien n'est petit en effet... L'irradiation de l'astre profite à la rose... Qui donc peut calculer le trajet d'une molécule ? Que savons-nous si les créations de mondes ne sont point déterminées par des chutes de grains de sable ? Qui connaît les flux et les reflux réciproques de l'infiniment petit et de l'infiniment grand ? Un ciron importe ; le petit est grand, le grand est petit ; tout est en équilibre dans la nécessité.

Pascal avait déjà utilisé cette référence au ciron, un acarien parasite du fromage à peine visible à l'œil nu, pour illustrer l'infiniment petit(1).

Et quand, en 1959, le grand physicien américain Richard Feynman prophétise *there is plenty of room at the bottom* (il y a plein de place en bas) et annonce qu'on devrait pouvoir faire tenir l'écriture de toute une encyclopédie sur une tête d'épingle, il devance d'une vingtaine d'années à peine ce que chaque jeune qui place une puce sur son ordinateur accepte naturellement. La technologie, qui a longtemps été associée à des constructions de grande taille, s'intéresse naturellement à ce qui se passe vers le tout petit.

Il est nécessaire, pour comprendre le fonctionnement de la matière et des matériaux, d'intégrer le fait que la matière est structurée à différentes échelles et qu'un phénomène donné résulte généralement de différents processus qui se produisent à des échelles comprises entre celle de l'atome et celle de l'univers (la solidarité entre les échelles dont parle Hugo).

Nous allons rencontrer la matière à diverses échelles de taille et suivre son évolution au cours du temps, ainsi que sous l'effet de sollicitations diverses. Ce zoom dans la matière est illustré des confins de l'univers aux constituants élémentaires de la matière, en utilisant les puissances de 10, sur <http://microcosm.web.cern.ch/microcosm/P10/french/P0.html>, site que tous les élèves devraient voir.

Nous serons plus modestes ici. Nous ne rentrerons pas dans la nature des atomes, molécules, ions... que nous nous bornerons à qualifier de particules. Nous limiterons aussi notre exploration de l'univers à quelques éléments de planétologie, permettant de dégager quelques correspondances avec ce qui se passe à la surface de la Terre. Nos entrées en matières resteront bien « les pieds sur terre » dans l'étude de l'organisation des sols, dans les échanges entre le vivant et le minéral, dans l'alimentaire qui en découle et dans des considérations concernant l'environnement.

La relation entre ce qui se passe à des échelles différentes est essentielle dans l'étude de la matière, et en particulier de celle du sol, un thème que nous avons choisi parce que, au-delà de son intérêt propre, il nous permet d'illustrer de nombreuses caractéristiques de la matière et de son fonctionnement : comment les éléments s'organisent, interagissent et se transforment à différentes échelles. A un niveau élémentaire, nous regarderons comment les particules du sol s'organisent ensemble pour constituer un milieu poreux et perméable. A plus grande échelle encore comment les particules (ions, métaux) contenues dans l'eau sont fixées ou non par le sol, comment elles pénètrent dans la racine avec l'eau. Mais nous verrons à plus petite échelle les horizons, qui sont des structures superposées au sein du sol et font passer du minéral au vivant. A plus petite échelle encore, celle des paysages, ce sera l'érosion et la modification lente de ceux-ci sous l'effet des mouvements tectoniques de la Terre.

Le recours au microscope à la loupe ou simplement à l'œil sera essentiel dans ces projets. Tout comme des images issues de satellites ! Mais nous n'oublions pas que la démarche technologique met en forme des matériaux, les assemble et les fait fonctionner à des échelles de tailles extrêmement variées également. Comprendre l'architecture de la Tour Eiffel ne peut pas se réduire à comprendre les propriétés de l'acier qui compose la charpente, pas plus que les propriétés de l'acier ne peuvent se réduire à celles du fer qui le compose avec les impuretés nécessaires pour constituer l'alliage. De même l'étude du sol nous invite à regarder ce qui se passe à des échelles de tailles différentes, à nous intéresser à l'organisation des grains de matière ainsi qu'à l'architecture du vivant, de la cellule vers le champ de blé ou le dispositif d'irrigation. Ces divers niveaux d'organisation existent à des échelles de tailles différentes, mais aussi dans des régions de l'espace différentes. Ainsi chaque horizon d'un sol, qu'une coupe géologique naturelle ou artificielle (une tranchée par exemple) nous révèle, est le lieu de multiples processus à différentes échelles qui varient d'un horizon à l'autre.

Ceci nous conduit à répondre à la définition délicate des mots « homogène », « hétérogène » (qu'on a trop souvent tendance à confondre avec celles de « pur » et « impur » qui, lui, décrit la présence d'un composant intrus dans un corps pur, quelle que soit l'échelle). L'homogénéité se définit à une échelle de taille donnée. Un lait homogénéisé contient des petites particules de gras en suspension dans un liquide. On dira qu'il est homogène s'il contient une même densité de particules partout dans son volume (ce qui n'est plus vrai lorsqu'il tourne !). Une fois de plus les échelles de tailles sont nécessaires pour caractériser la matière et les matériaux qui sont produits à partir de celle-ci.

(1)Qu'un ciron offre dans la petitesse de son corps des parties incomparablement plus petites, des jambes avec des jointures, des veines dans ces jambes, du sang dans ces veines, des humeurs dans ce sang, des gouttes dans ces humeurs, des vapeurs dans ces gouttes. Je veux faire voir là-dedans un abîme nouveau. Je veux peindre non seulement l'univers visible, mais l'immensité qu'on peut concevoir de la nature, dans l'enceinte de ce raccourci d'atome.

Source URL: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/16842/la-matiere-a-differentes-echelles>