



Informatique et société

MAX DAUCHET

Faut-il qu'un système soit ouvert ou fermé ?

Les nouvelles techniques de l'information se constituent en «système nerveux de la société», aime à clamer Bill Gates, le célèbre fondateur de la Société *Microsoft*. Dans cette révolution numérique en cours, deux conceptions des logiciels s'affrontent. Cette lutte n'est pas seulement technique : ce sont deux approches de la société qui sont opposées. D'un côté, les systèmes informatiques commerciaux, encore dits fermés, ou propriétaires, ont pour champion *Windows*, de *Microsoft* ; le logiciel est une boîte noire pour l'utilisateur. De l'autre, les systèmes ouverts, ou libres, souvent gratuits, dont le champion est *Linux*, qui compte ses adeptes principalement dans les milieux scientifiques ; l'utilisateur a ici accès aux «programmes sources» qu'il peut contrôler et modifier à sa guise.

Les deux approches correspondent à deux visions du monde. La Société *Microsoft*, par sa position hégémonique, focalise les critiques. Elle garde ses clients captifs en créant des relations exclusives entre ses systèmes d'exploitation et ses programmes d'application. Cette stratégie rend l'éditeur seul maître du développement de l'informatique et impose aux clients de *Microsoft* de le rester, malgré les défauts des programmes commercialisés.

Au contraire, le système d'exploitation *Linux*, diffusé gratuitement sur le réseau Internet, est perfectionné par les efforts permanents et bénévoles de milliers de spécialistes, qui ont tous intérêt à disposer du meilleur système. Cette seconde approche mène à une qualité supérieure, même si ses produits demeurent moins conviviaux que leurs homologues fermés. Elle est promue en France par l'AFUL (Association francophone des utilisateurs de *Linux* et des logiciels libres). Des chercheurs, tels Bernard Lang et Roberto Di Cosmo, ont bien expliqué comment des services décentralisés et concurrentiels d'adaptation et de maintenance locales de logiciels libres peuvent se développer, conjuguant activité économique, qualité et évolution des produits, et indé-

pendance. L'approche permet un darwinisme informatique qui est gage de diversité, donc de robustesse.

L'enjeu n'est pas seulement l'utilisation des programmes, mais la formation des étudiants. La Société *Microsoft* propose notamment un programme de formation nommé «Compétences 2000» pour «le grand public, l'éducation et les entreprises». Il propose des «cours officiels *Microsoft*» dispensés «uniquement par des instructeurs qui ont passé avec succès les examens MCP» (*Microsoft Certified Professional*), sur la base des supports de cours «conçus selon une méthodologie rigoureuse par les équipes d'experts techniques et pédagogiques de *Microsoft*» et dont on n'est «pas autorisé à supprimer des passages». Voici donc des professeurs d'informatique contrôlés par une société privée ! La Société *Microsoft* édite également des CD-ROM historiques : à quand les professeurs d'histoire certifiés *Microsoft* et qui dispenseront les «cours officiels *Microsoft*» dont on ne sera «pas autorisé à supprimer des passages» ?

L'actuelle opposition entre les systèmes ouverts et fermés est plus qu'un avatar de la sempiternelle opposition entre le monde des savants et celui des marchands ; elle est exemplaire des interrogations de société, que nos repères traditionnels appréhendent mal, face à cette informatique qui, avec ses produits immatériels, duplicables à coût nul, commande un monde bien concret. Le dernier des nombreux rapports sur l'informatique, celui du sénateur RPR René Trégouët, cherche la lumière dans l'histoire. Intitulé éloquentement «Des pyramides du pouvoir aux réseaux de savoirs», il conclut au «trop d'État», ce qui est devenu un lieu commun. Et s'il s'agissait surtout d'un «mal État» ? J'ai le sentiment qu'il y a «mal État» quand Dominique Strauss-Kahn déclare au début de 1998 : «Nous avons décidé de coordonner nos efforts avec *Microsoft* en matière de recherche, de formation, de financements conjoints en capital-risque» ; il y a également un «mal État» quand

l'Élysée accueille Bill Gates en sauveur. En revanche, il y a un «trop peu d'État», quand ni le ministère de l'éducation nationale, ni le ministère de l'industrie ne proposent de perspectives et de débats face aux problèmes que pose l'enseignement de l'informatique.

Dans cette éprouvette du futur que sont les techniques de l'information se dessinent de nouveaux rapports de l'homme au travail, du public au privé, des sciences à la société. Aux États-Unis un emploi créé sur deux est dans ce secteur, où les ingénieurs feront pourtant défaut, en l'an 2000 ; en France, la faiblesse de l'industrie informatique inquiète autant que les offensives de *Microsoft* déjà évoquées. C'est ainsi que l'association française des universitaires et chercheurs en informatique (SPECIF) œuvre pour un dialogue permanent avec les différents acteurs : nous revendiquons, dans la formation initiale des étudiants, un équilibre entre l'enseignement des systèmes ouverts et des systèmes fermés, mais aussi une adaptation des flux d'étudiants et des contenus des programmes ; nous voulons adapter aux sollicitations du marché de l'emploi des actions de formation élaborées avec les professionnels et les tutelles. L'indépendance de la France et de l'Europe, la pérennité des emplois, exigent aussi des ambitions publiques et privées en matière de recherche et de développement technique.

Des initiatives associatives élargissent la réflexion aux problèmes de société posés par l'explosion du traitement planétaire d'informations. C'est peut-être à ce niveau de réflexions et de propositions que l'État doit hisser son rôle.

Utopie ? Notre vieux continent en a besoin, pour espérer, dans la révolution numérique qui est en cours, autre chose qu'un rôle de second plan.

Max DAUCHET est professeur d'informatique au Laboratoire d'informatique de Lille et président de SPECIF.

Cédric Studio R. Wilson et F. Fréchaud



Le beurre, un faux solide

HERVÉ THIS

Comment le rendre tartinable.

Le beurre est un solide étrange : quand on le sort du réfrigérateur, on doit parfois attendre une quinzaine de minutes avant de le tartiner facilement. Pourquoi ? Comment éviter cette attente ? Pourrait-on fabriquer un beurre tartinable dès sa sortie du réfrigérateur ?

La question se pose depuis 1988 : la législation accorde l'appellation de beurre aux produits qui, comme le beurre, sont des dispersions de gouttelettes d'eau dans la matière grasse laitière, à condition que ces produits aient été séparés par des méthodes physiques. Aussi pouvait-on concevoir de vendre des beurres de qualités variées, préparées par mélange de diverses fractions qui auraient été d'abord isolées du beurre.

Comment séparer ces fractions ? Comment les recombinaison ? En 1992, le groupe de recherche de l'industrie laitière *Arilait* a confié à plusieurs laboratoires la tâche d'analyser la matière grasse laitière et d'identifier des règles de composition des beurres tartinables. L'étude était difficile, parce que les molécules qui composent la matière grasse laitière sont variées et « polymorphes » : chaque type de molécules cristallise de plusieurs façons, selon le type de traitement qu'il a antérieurement subi, et les cristaux n'adoptent leur forme d'équilibre qu'après un long repos.

Dans le lait, cette matière grasse est sous la forme de gouttelettes dispersées dans de l'eau ; chaque gouttelette, de quelques micromètres de diamètre, est enrobée de micelles de caséine, chaque micelle étant un assemblage de plusieurs protéines, cimentées par du phosphate de calcium. Des arômes sont dissous dans les matières grasses des gouttelettes, tandis que des molécules variées (vitamines, sucres, tels que le lactose, sels minéraux, protéines) sont en solution dans l'eau.

L'équipe commanditée par *Arilait* a d'abord étudié la matière grasse, dont la composition change même selon les saisons. En revanche, une unité règne : les matières grasses du lait sont essentiellement des molécules de triglycérides, composées d'une molécule de glycérol à laquelle sont liées trois molécules

d'acides gras. Le lait contient plus de 500 acides gras différents. Comme chaque acide gras peut être lié à n'importe quel atome de carbone du glycérol, le nombre de triglycérides possibles est supérieur à plusieurs milliers.

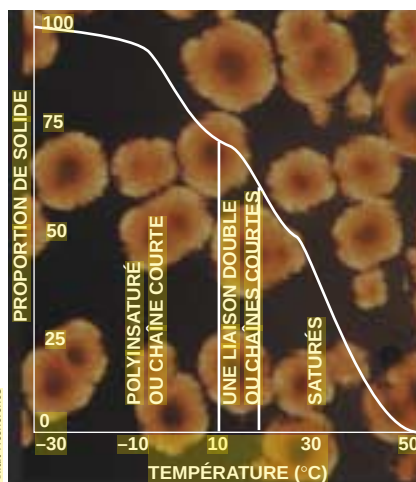
Une des conséquences majeures de cette diversité est le comportement étrange du beurre à la fusion : contrairement à un corps pur tel que l'eau, qui fond à une température fixe (0 °C), la fusion du beurre

née : on refroidit lentement le beurre fondu et l'on isole les cristaux qui apparaissent à une même température, tous composés des mêmes types de molécules.

Ayant ainsi isolé des fractions qu'ils ont identifiées, Frédéric Lavigne, Michel Ollivon et leurs collègues ont alors cherché un moyen de former des mélanges tartinables dès la sortie du réfrigérateur : ils préconisent de mélanger des triglycérides à température de fusion élevée, qui restent donc solides à la température ambiante, avec une proportion appropriée de triglycérides à basse température de fusion, liquides à température ambiante. On obtient ainsi un corps apparemment solide qui, comme le beurre classique, contient une proportion de molécules sous la forme de liquide (même dans le lait, les « gouttelettes » de matière grasse sont partiellement solides : la proportion de solide atteint 70 pour cent à 4 °C, mais seulement 10 pour cent à 30 °C). L'enrichissement en molécules à basse température de fusion facilite le tartinage. Les fractions à point de fusion élevé sont utilisées en pâtisserie (encore sous le nom de beurre, puisque la réglementation l'autorise) notamment pour la réalisation de pâtes feuilletées.

Pourquoi un solide qui contient du liquide reste-t-il apparemment solide ? À cause des cristaux qui s'enchevêtrent quand ils croissent. Raclé par un couteau, le beurre semble s'amollir non pas parce qu'il s'est échauffé, mais parce que les cristaux sont séparés.

Comment utiliser ces découvertes en cuisine ? Je vous propose de tester la cristallisation fractionnée : fondez le beurre et récupérez la partie solide à mesure qu'elle se forme, tout comme l'ont fait les physico-chimistes. Vous aurez ensuite la possibilité de composer votre beurre, par des mélanges, et d'obtenir les textures appropriées au plat où vous voudrez placer votre produit.



Les diverses molécules de la matière grasse du lait cristallisent (en fond) en trois étapes principales.

commence dès -50 °C, et elle s'achève vers +40 °C. Les divers triglycérides du lait fondent par familles chimiques homogènes en trois étapes principales : de -50 °C à 10 °C, on observe la fusion des molécules dont les acides gras sont courts ou comportent des liaisons chimiques doubles, entre les atomes de carbone ; puis, entre 10 °C et 20 °C, vient le tour des molécules ne contenant qu'une seule liaison double ou bien une chaîne courte ; entre 20 °C et 40 °C, fondent les molécules où les trois acides gras sont saturés (avec seulement des liaisons chimiques simples entre les atomes de carbone).

Les physico-chimistes ont plutôt étudié le phénomène inverse de la fusion : la cristallisation, à partir de beurre fondu. Pour séparer les diverses fractions, on effectue ainsi une « cristallisation fraction-

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 25 juin 1998, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.



Une fraude en physique

JAMES EVANS

L'arrière garde antinewtonienne a utilisé des moyens peu scientifiques pour combattre la théorie de la gravitation.

En juin 1769, un article paraît dans le *Journal des Beaux-Arts et des Sciences* qui attaque la théorie de la gravitation universelle de Newton. L'auteur, Jean Coultaud, a enseigné la physique à Turin, et passe sa retraite dans la maison familiale de Samoëns. Il y décrit des expériences qu'il a réalisées durant les étés 1767 et 1768, dans la montagne, près de Samoëns.

Coultaud a acheté deux horloges à balancier chez l'un des meilleurs horlogers de Genève. Il place l'une des pendules dans sa maison, à Samoëns et l'autre dans une cabane, à 2 000 mètres d'altitude. Un de ses amis, M. Andrier, «homme intelligent, actif et instruit», est chargé de la pendule de la station supérieure. Il entretient un feu dans la cabane, pour que la température soit maintenue à «12 degrés sur l'échelle de Réaumur» (15 °C). Cette précaution garantit que la pendule ne ralentisse ni n'accélère à cause de changements de température. Il s'agit de faire démarrer les deux pendules simultanément : le frère de Coultaud se place à mi-chemin entre Jean et Andrier. Le 1^{er} juillet 1767, à zéro heure, le frère de Coultaud enflamme de la poudre à canon : c'est le signal pour mettre en route les deux pendules. Deux mois après, les pendules sont arrêtées selon le même procédé.

Selon la théorie de la gravitation de Newton, la pendule supérieure doit être plus lente, car l'accélération de la pesanteur diminue avec l'altitude (la période d'un pendule simple étant inversement proportionnelle à la racine carrée de l'accélération de la pesanteur, elle augmente avec l'altitude et, par conséquent, l'horloge à pendule avance moins vite). Quand Andrier descend de la montagne avec ses notes et les relevés horaires, Coultaud est stupéfait : contre toute attente, la pendule supérieure a avancé plus vite et pris 28 minutes d'avance sur la pendule inférieure.

Coultaud conclut ainsi son article : «L'attraction et les lois qu'on lui prête trou-

vent leur cercueil dans ces mêmes faits.» L'article se termine par : «À Samoëns en Faucigni, Province de Savoye, ce 15 Novembre 1768» et est publié au cours du mois de juin suivant. Les résultats de Coultaud sont bientôt confirmés par un certain Mercier, qui reproduit l'expérience à Sion, dans le Valais, et publie son compte rendu dans le *Journal des Beaux-Arts et des Sciences*. Les articles de Coultaud et de Mercier sont à l'origine d'une controverse qui dure une dizaine d'années et suscite de nouvelles expériences dans toute la France. Ils sont critiqués par de nombreux scientifiques, notamment par d'Alembert et Lalande, tandis que l'arrière-garde antinewtonienne y voit une preuve inattaquable de la validité de son propre système.

Qui étaient Coultaud et Mercier, les auteurs des premiers articles ? En fait, ils n'ont jamais existé ! Les expériences

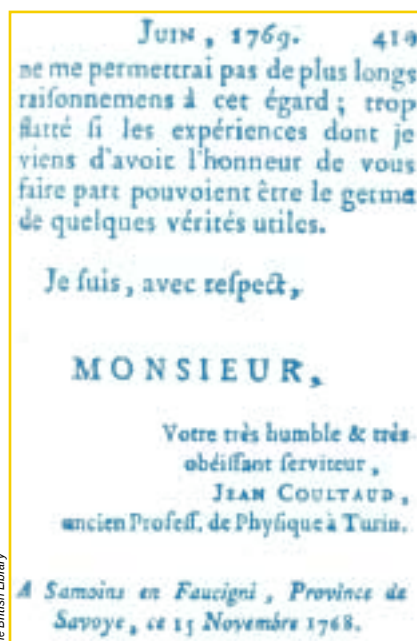
décrites n'ont jamais été réalisées ! Cet épisode des fraudes scientifiques illustre les passions qu'a déclenchées la théorie de Newton, les antinewtoniens étant prêts à tout pour détrôner Newton.

LES ENJEUX

L'histoire commence en 1687 avec la publication des *Principes mathématiques de philosophie naturelle*, où Newton déduit, des lois du mouvement des planètes, que tous les objets s'attirent, et que la force de gravitation entre deux objets diminue quand leur distance augmente. De surcroît, la Terre tournant rapidement sur son axe, Newton pense qu'elle n'est pas parfaitement sphérique, mais aplatie aux pôles.

Cette hypothèse sur la forme de la Terre n'était pas totalement théorique, mais reposait sur quelques observations, notamment celles de Jupiter qui, au télescope, apparaît aplatie aux pôles. On pouvait raisonnablement supposer que la Terre avait la même forme. De plus, on savait depuis 1672 qu'une horloge à balancier observée à Cayenne (au Nord de l'Amérique du Sud) est un peu plus lente que la même pendule à Paris. Ces constatations sont compatibles avec la théorie de Newton : si la Terre est effectivement renflée à l'équateur, le pendule de l'horloge de Cayenne est plus éloigné du centre de la Terre que celui de l'horloge de Paris, de sorte que l'accélération de la pesanteur y est inférieure ; sa période est supérieure et l'horloge avance moins vite.

Newton n'avait pas proposé d'explication mécanique de la gravitation. Il lui suffisait que sa loi permette de calculer le mouvement des corps, sans que l'on ait à se préoccuper de l'origine de la gravitation. Cet aveu de faiblesse fut l'un des principaux arguments utilisés par les adversaires de Newton. Pour les disciples de Descartes, la théorie de Newton apparaissait comme un retour aux pensées obscurantistes. Une des principales



Fin de l'article de Coultaud publié dans le *Journal des Beaux-Arts et des Sciences*, en juin 1769.