

Histoire d'une « Idée de physique »

Gestation et naissance d'une chronique scientifique

Jean-Michel Courty¹ (jean-michel.courty@upmc.fr) et Édouard Kierlik² (edouard.kierlik@upmc.fr)

1 – Laboratoire Kastler Brossel, UMR 8552, UPMC, 4 place Jussieu, 75005 Paris

2 – Laboratoire de Physique théorique de la Matière condensée, UMR 7600, UPMC, 4 place Jussieu, 75005 Paris

Lauréats du prix de popularisation de la Science Jean Perrin 2008.

« Idées de physique » est une rubrique mensuelle, publiée dans la revue *Pour la Science*, qui vise à expliquer de manière intuitive, mais néanmoins approfondie, un phénomène de physique rencontré dans notre vie quotidienne.

Afin d'illustrer quelques-unes des questions qui se posent au scientifique confronté au travail de vulgarisation de sa discipline, les auteurs d'« Idées de physique » nous invitent à suivre la gestation et la naissance d'une de leurs chroniques, « Tirés par le vent », publiée dans le numéro d'août 2008 de *Pour la Science* (PLS n°370, pp. 98-99).

(1) Effet geysier lors de l'immersion d'un bonbon Mentos dans une boisson gazeuse.

(2) European Quantum Electronics Conference.

(3) Analogie électrostatique d'un aimant : matériau présentant une polarisation électrique permanente.

(4) Henri Bouasse (1866-1953) est un physicien français, qui professa à la Faculté des Sciences de Toulouse, et qui est principalement connu pour la rédaction d'un vaste traité de physique classique en 45 volumes, intitulé « Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien », ainsi que pour les préfaces, à caractère polémique, qu'il rédigea à cette occasion.

Bilan de la réunion éditoriale du 12 juin 2008.

Notre proposition sur l'effet Coca-Mentos⁽¹⁾ est acceptée pour l'« Idée de physique » d'octobre. L'*American Journal of Physics* qui vient de paraître sur le sujet fournit une base solide pour travailler dès la rentrée. Le retard à la solidification, ce sera pour l'hiver ; utilisé dans les chauffeuses chimiques, c'est un bon sujet pour le numéro de décembre. Pour le mois d'août, la rédaction de *Pour la Science* (PLS) nous propose « les voiliers », car un article intéressant vient de sortir sur le sujet dans *Physics Today*. Nous le trouvons un peu trop pointu, mais en revanche un point mentionné au détour d'un paragraphe éveille notre curiosité : des chars à voile sur glace peuvent aller à des vitesses dépassant trois fois la vitesse du vent. Nous tenons notre sujet. Titre de la chronique : « Tirés par le vent ».

Environ deux fois par an, nous choisissons, avec Maurice Mashaal, rédacteur en chef adjoint de *Pour la Science*, et Françoise Pétry, directrice de la rédaction, les sujets de la rubrique mensuelle « Idées de physique ». C'est la première étape d'un long processus qui aboutit à la publication dans la revue, processus que nous vous présentons ci-dessous.

Tout commence donc par le choix des sujets.

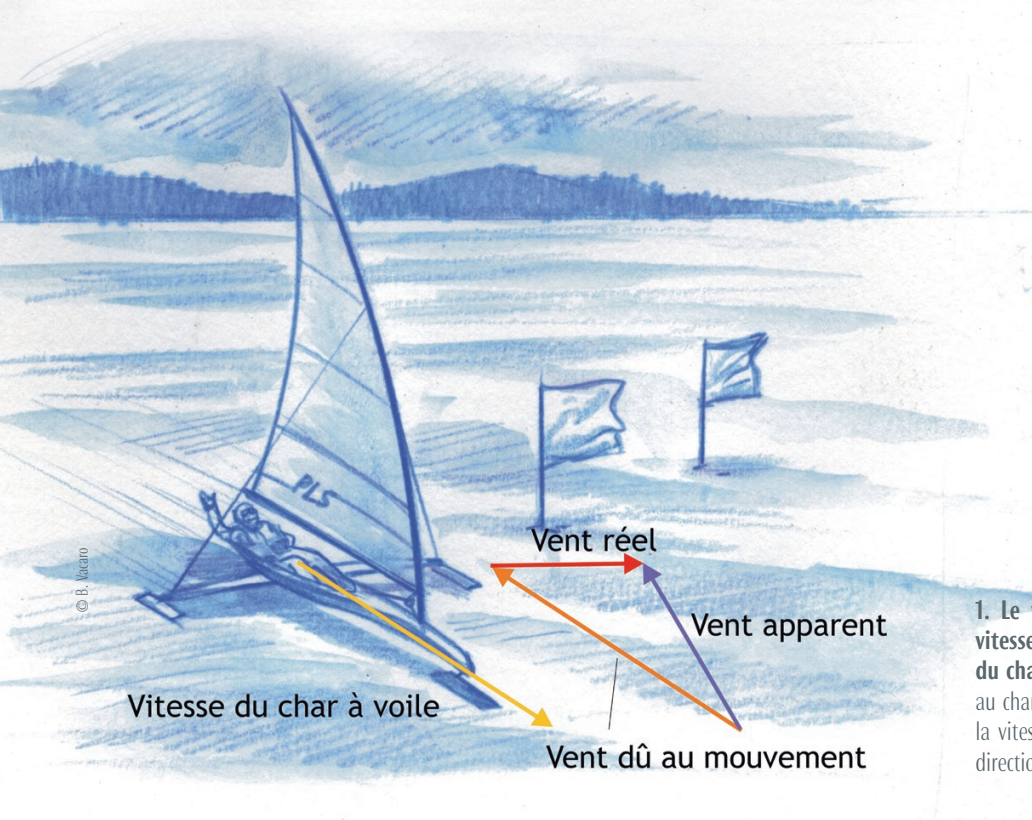
C'est la partie la plus diffuse de notre travail, qui nécessite une attention renouvelée. Nous collectons en continu les sujets qui excitent notre curiosité, durant les conférences de recherche (la caméra térahertz, PLS n°329, entendue à une conférence EQEC⁽²⁾), à la lecture des revues telles qu'*American Journal of Physics*, *Physics Teacher* ou *Physics Education* (qui nous ont inspiré les rubriques sur le Coca – Mentos, PLS n°372, et le four à micro-ondes, PLS n°348), ou en écoutant la radio (l'interview de l'inventeur d'une voiture à air comprimé est à l'origine de la rubrique du PLS n°377). La rédaction de la revue fait de même en

ajoutant des questions qu'elle estime pouvoir intéresser ses lecteurs (pourquoi les articulations craquent-elles ? PLS n°349 ; pourquoi le cordon du téléphone est-il toujours emmêlé ? PLS n°379). Lorsque nous nous réunissons pour fixer les sujets, le crible est impitoyable. La rédaction privilégie les thèmes qui ont une illustration concrète. Le sujet doit aussi se prêter au travail du physicien et nous permettre d'éclaircir une « Idée de physique », sans utiliser d'équations. De temps en temps, des sujets sont laissés de côté à notre grand regret, mais ce n'est que partie remise : nous ne désespérons pas de traiter un jour des électrets⁽³⁾ ou de l'hystérésis !

Le sujet choisi, débute le travail bibliographique.

D'abord rapide et avec de multiples sources afin de s'assurer que nous aurons assez de matière pour faire de la physique et affiner le sujet traité, voire modifier notre perspective. Le bouclage du numéro d'août, c'est-à-dire l'envoi de la maquette chez l'imprimeur, est prévu le 4 juillet, dans moins d'un mois. Nous commençons donc immédiatement une recherche bibliographique, avec l'objectif de trouver les ingrédients qui sont nos marques de fabrique pour la rubrique : des articles primaires de référence sur le sujet, des informations techniques, enfin, des chiffres et des ordres de grandeur pour illustrer notre propos.

Cette recherche bibliographique commence par quelques incontournables comme, avouons-le, les Wikipédia, en langue française ou anglaise (pour ne parler que de celles que nous lisons avec facilité). Si leur fiabilité est parfois incertaine, elles sont néanmoins la source de nombreuses pistes et contiennent souvent des liens intéressants vers des sites de laboratoires universitaires, d'amateurs passionnés ou d'entreprises industrielles. Dans le cas qui nous intéresse, l'article « char à voile » nous fournit l'adresse du site de la fédération française de ce sport où est décrit le record de vitesse : 151,9 kilomètres



1. Le vent apparent est dû à la composition de la vitesse du vent réel et du vent créé par le déplacement du char. La force de portance qu'il crée sur la voile permet au char de se mouvoir plus vite que le vent réel (module de la vitesse, mais aussi projection de la vitesse du char sur la direction de la vitesse du vent).

à l'heure, soit trois fois la vitesse du vent ce jour-là. Le texte est accompagné d'un lien vers les vidéos sur YouTube, qui montrent clairement le mat du char à voile se courber progressivement au fur et à mesure qu'il prend de la vitesse : signe de l'augmentation de la force exercée par le vent sur le mat et illustration éclatante que le vent dont il est question est bien le vent créé par le mouvement même du char à voile. Nous découvrons par ailleurs sur « la wiki » l'équivalent sur une surface gelée de ce sport, la « voile sur glace », qui ajoute d'autres sources et nous fournit le terme anglais "iceboat". C'est en utilisant des mots spécifiques que les résultats des moteurs de recherche sur Internet se révèlent riches et fructueux : sinon, nous tombons bien (trop) souvent sur des pages et des pages de sites commerciaux...

Parallèlement, nous procédons à un travail bibliographique dans la littérature primaire produite par les laboratoires de recherche. Nous bénéficions alors des immenses ressources dont disposent le CNRS et notre université, l'Université Pierre et Marie Curie. Nous avons la chance d'appartenir à une université richement dotée, dont les abonnements aux revues numériques sont très étendus et dépassent le cadre strict de la physique : nous avons ainsi accès à des revues de mécanique, de biologie, de médecine...

Pour la voile, bonne surprise : nous trouvons les publications du laboratoire d'ingénierie mécanique de l'Université d'Auckland, qui a réalisé les tests en soufflerie des bateaux du défi néo-zélandais de la coupe de l'America, ainsi que des simu-

lations numériques. Nous obtenons non seulement les valeurs des forces qui agissent sur les voiles, mais aussi la distinction entre les différents régimes hydrodynamiques selon les voiles et les allures. Cerise sur le gâteau, le grand classique du vent apparent et de la composition des vitesses est au cœur d'une publication. Comme la vitesse du vent réel n'est pas la même au niveau du pont et en tête de mat, le vent résultant de la composition entre cette vitesse et celle du bateau change de direction lorsque l'on s'élève : les Néo-Zélandais ont dû construire une soufflerie spécifique, qui permet de fabriquer un vent « twisté » pour lequel l'orientation dépend de la hauteur. Un collègue navigateur (que ne font les chercheurs et les enseignants-chercheurs en dehors de leurs laboratoires !) nous confirme l'importance des effets de vent apparent et du *twist* dans le réglage des voiles.

Notre sujet sera donc : comment le char à voile ou le voilier fabriquent leur propre vent.

20 juin. La rédaction d'une première version de l'article peut commencer.

Chamaillerie d'usage entre les deux rédacteurs : qui commence ? Plus sérieusement, si le contenu est désormais assuré, il s'agit de réfléchir à l'articulation des idées, au volume pour les exprimer et aux exemples pour les illustrer. Comme préalable, il nous semble indispensable d'expliquer l'action du vent sur les voiles, autrement dit de revenir sur les concepts de portance et de traînée. Nous avons déjà rencontré ces concepts dans des chroniques passées

traitant de la nage des poissons et de la propulsion avec une godille (PLS n° 297), la trajectoire d'un ballon de football (PLS n° 320) ou la remontée d'une bulle dans l'eau (PLS n° 337). Mais il nous est interdit de nous appuyer sur ces articles ; c'est le principe d'un magazine : le contenu de chaque numéro doit être autosuffisant. Nous sommes bien conscients de la difficulté d'évoquer avec justesse l'origine des forces hydrodynamiques, mais qu'à cela ne tienne car, comme le dit Henri Bouasse⁽⁴⁾, « ne pouvant démontrer les principes, il faut en prouver la valeur en comparant avec l'expérience les conséquences qu'on en tire. » Il s'agit pour nous de trouver une présentation simple et pertinente qui préserve le caractère général et la puissance des concepts physiques. Parmi les diverses explications possibles, nous avons fait le choix de nous appuyer sur l'idée intuitive qu'en présence d'un obstacle, l'air est freiné et dévié : « Lorsqu'un navire est vent arrière [...], la voile stoppe l'écoulement et c'est la force de traînée qui pousse le navire dans le sens du vent. En revanche, lorsque le navire est vent de travers [...], la voile ne stoppe pas le flux d'air, mais le dévie. L'écoulement de l'air qui arrive de biais sur le voilier est redirigé par la voile vers l'arrière. Il en résulte – selon le principe classique de l'action et de la réaction – une force propulsive vers l'avant. » Cette présentation, outre la simplicité, a l'avantage d'être valable quel que soit le régime hydrodynamique, turbulent pour le spinnaker en vent arrière, ou laminaire pour la grand voile vent de travers.

Après ce passage délicat, nous avons tous les outils pour aborder notre sujet en expliquant la composition des vitesses avec >>>

>>>

un exemple concret de char à voile se déplaçant perpendiculairement à la vitesse du vent. Nous terminons avec la situation réelle pour les voiliers : « à cause de l'interaction avec la mer, la vitesse du vent augmente avec la hauteur et, par conséquent, en raison de l'addition vectorielle des vitesses, la direction du vent change avec l'altitude. »

Résultat final : un texte de 7000 caractères, et le soulagement de ne pas avoir à éliminer de contenu pour rentrer dans l'espace accordé à la rubrique.

25 juin. Nous envoyons le texte en l'état à la rédaction de PLS

avec des propositions pour les figures. Elles seront réalisées par Bruno Vacaro, qui illustre la chronique depuis l'origine. Dessinateur indépendant, résident en Camargue, les échanges se font exclusivement par téléphone et par Internet. Son apport est essentiel à la chronique, grâce à sa maîtrise de l'art graphique et à sa capacité de donner forme aux concepts. À partir des photos et des consignes qui lui sont envoyées, B. Vacaro réalise des esquisses. Ici, il est nécessaire de visualiser les vitesses et les forces. Pour les vitesses, nous choisissons une photo de char à glace trouvée sur Internet et particulièrement évocatrice : un fanion permet de visualiser la vitesse du vent, la direction du char donne la direction de la vitesse, tandis que le réglage de la voile indique le vent apparent (fig. 1).

26 juin. Dernières retouches sur le texte pour travailler la forme.

Les premières phrases sont pour l'instant : « Se déplacer sans autre source d'énergie que le vent. Une idée vieille comme l'humanité qui s'incarne dans les voiliers mais aussi les chars à voile, les chars sur glace... » Cette énième variation du poncif « De tout temps, l'homme a voulu... » fait un peu trop « leçon de physique ». Allons plutôt droit au but : « Quelle est la

vitesse maximale d'un char à voile propulsé par un vent de cinquante kilomètres à l'heure ? La réponse du Breton Tadeo Normand est [...] trois fois la vitesse du vent, soit 151,9 kilomètres à l'heure. » Le cœur de la problématique est posé, il s'agira dans la suite de l'article d'expliquer comment cela est possible.

27 juin. Nous recevons les esquisses. Le résultat est toujours visuellement très bon. Nous nous assurons que lorsque les vecteurs seront superposés, la construction sera exacte. Quelques ajustements se révèlent nécessaires.

4 juillet 2008. Nous recevons une nouvelle version du texte

après son édition par la rédaction de *Pour la Science*. C'est habituellement Maurice Mashaal (lauréat du prix Jean Perrin en 2005) qui édite nos textes. Mais exceptionnellement, pour ce numéro d'été, nous avons travaillé avec Françoise Pétry. Après les ultimes corrections, le texte part chez l'imprimeur. Lorsque le 20 juillet, avec les abonnés de la revue, nous recevons le numéro contenant la chronique (fig. 2), c'est le signe qu'il est grand temps d'envoyer à la rédaction de PLS le texte de la chronique suivante, « Contraction thermique », dont nous venons de terminer une première version. Pourquoi les solides se dilatent-ils lorsqu'on les chauffe ? Pourquoi certains cristaux se contractent sous l'effet d'un échauffement ? La pratique de la chronique s'apparente parfois au labeur de Sisyphe.

Automne 2008. Au cours d'un déjeuner, nous échangeons avec des collègues

quelques idées sur l'enseignement de la physique en licence, en évoquant ce qu'Henri Bouasse diagnostiquait il y a près d'un siècle dans l'une de ses préfaces : « Dans nos facultés ne sont enseignées que les parties les plus générales

de la science, par conséquent les moins applicables, celles qui ont le moins de chance de trouver une illustration dans ce que l'étudiant rencontre autour de lui. L'étudiant curieux ne peut savoir sur quoi repose la construction d'un navire, d'une montre, d'un piano [...] sans entrer dans une école spéciale. La physique est amputée dans ce qu'elle renferme d'amusant. » Depuis, les méthodes d'enseignement ont considérablement évolué, mais dans un contexte de réduction des horaires, les premières victimes sont bien souvent les applications qui donnent pourtant toute leur chair aux cours et exercices. Avec les « Idées de physique », tout en nous adressant à un public amateur de vulgarisation, nous cherchons à proposer de nouveaux exemples pour illustrer l'enseignement de la physique. Nous espérons que notre passion sera communicative, car nous sommes convaincus que la popularisation de la physique commence dès la salle de cours.

26 mars 2009. Nouveau record du monde de vitesse

pour un véhicule terrestre propulsé par le vent : 203,1 kilomètres/heure dans des vents d'environ 60 km/h. La voile du véhicule est une aile rigide profilée verticale impulsant au véhicule une accélération de l'ordre de 1 m.s^{-2} , comme l'attestent les courbes de vitesse du record disponibles sur le site du projet, www.greenbird.co.uk/.

Faute de pouvoir refaire une chronique sur le sujet, nous mentionnons ce nouveau record sur le blog d'Idées de physique, <http://idphys.free.fr/>, que nous enrichissons (épisodiquement) au gré de l'actualité des sujets que nous avons traités. Après avoir pulvérisé le record sur terre, l'équipe Greenbird prévoit pour l'hiver 2009 de s'attaquer au record sur glace avec un second véhicule. Nous leur souhaitons bonne glace ! ■

2. Première page de l'article « Tirés par le vent », paru dans le numéro d'août 2008 de *Pour la Science* (n°370, p. 98).

Retrouvez les chroniques « Idées de physique »

rassemblées dans deux livres, parus aux éditions Belin / Pour la science, collection Bibliothèque scientifique.

Les lois du monde.

Notre environnement expliqué par la physique.

Roland Lehoucq, Jean-Michel Courty, Édouard Kierlik. 2003, 160 p., 21 €.

Le monde a ses raisons.

La physique au cœur du quotidien.

Jean-Michel Courty, Édouard Kierlik. 2006, 160 p., 21 €.

