

---

# Quelques curiosités scientifiques et techniques

Copyright © 2014 pabr@pabr.org  
Tous droits réservés. (All rights reserved.)

Une collection de faits peu connus, contre-intuitifs ou qui donnent à réfléchir, dans des domaines scientifiques et techniques variés.



$$2\pi\sqrt{\frac{1\text{ m}}{g_0}} \approx 2\text{ s}$$

<http://www.pabr.org/>

**READ THE HYPertext VERSION HERE:**  
<http://www.pabr.org/scifactoids/scifactoids.fr.html>

Historique des versions		
1.5	2014-11-13	Ajouté Peaucellier, pression négative.
1.4	2014-05-08	Ajouté Ulexite, éco-sphère.
1.3	2014-03-30	Ajouté Neptune, <i>drive-by-wire</i> , Bayes.
1.2	2014-02-24	Ajouté vaisseaux de la rétine, pompe Geyser.
1.1	2014-02-16	Ajouté optogénétique, Earnshaw, Liénard, Lichtenberg, DDFTW, Collatz, animation polariseurs.
1.0	2014-01-22	Première publication.

---

# Table des matières

1. Électricité et électromagnétisme .....	4
1.1. Lévitiation magnétique et théorème d'Earnshaw .....	4
1.2. Fleurs de foudre .....	4
1.3. L'électroaimant, conséquence de la relativité restreinte ? .....	4
2. Optique .....	5
2.1. L'expérience des trois polariseurs .....	5
2.2. Diodes optiques .....	5
2.3. Optique en rayons X .....	5
2.4. Les miroirs permutent la gauche et la droite à cause de la gravité .....	5
2.5. La couleur magenta est-elle spéciale ? .....	6
2.6. La lumière du ciel est polarisé .....	6
2.7. Des fibres optiques naturelles .....	6
3. Énergie et thermodynamique .....	7
3.1. Températures absolues négatives .....	7
3.2. L'énergie thermique des estuaires .....	7
3.3. Climatisation à l'eau salée .....	7
3.4. La photosynthèse n'est pas efficace .....	7
3.5. Pas beaucoup d'énergie géothermique .....	7
3.6. Pression négative dans les liquides .....	8
4. Physique nucléaire .....	8
4.1. La tension de claquage du vide quantique .....	8
4.2. Radionucléides à demi-vie variable. ....	8
4.3. Produire des rayons X avec du ruban adhésif .....	8
4.4. Bientôt des lasers à rayons gamma ? .....	8
4.5. Physique nucléaire dans les lasers .....	9
4.6. Transformer le plomb en or .....	9
5. Science des matériaux .....	9
5.1. Pourquoi la glace est-elle glissante ? .....	9
5.2. Fabriquer du plastique avec du lait .....	9
5.3. <i>Ultra-high molecular weight polyethylene</i> .....	9
5.4. Aérographite et aérographène .....	9
5.5. Tube creux ou barre pleine ? .....	9
6. Biologie .....	10
6.1. Des écosystèmes artificiels .....	10
6.2. Voir son cerveau sans chirurgie .....	10
6.3. Voir les vaisseaux sanguins de sa propre rétine .....	10
6.4. Transmission des caractères acquis, le retour ? .....	10
6.5. Optogénétique .....	10
6.6. Le rêve lucide .....	10
7. Machines .....	11
7.1. La pompe Geysier .....	11
7.2. Des pompes à eau auto-alimentées .....	11
7.3. Hystérésis artificiel dans les pèse-personnes ? .....	11
7.4. Des hélicoptères à propulsion humaine ? .....	12
7.5. Par vent arrière, plus vite que le vent .....	12
7.6. Les voitures " <i>drive-by-wire</i> " sont plutôt fiables .....	12
8. Espace et cosmologie .....	13
8.1. Le ciel est glacial .....	13
8.2. "M. Le Verrier vit [Neptune] au bout de sa plume" .....	13
9. Mathématiques .....	13
9.1. La forme des plaques d'égout .....	13
9.2. Comment tracer une ligne droite .....	14
9.3. La conjecture de Collatz .....	14
9.4. Pourquoi $g\# = \#^2 (\pm 1 \%)$ .....	14
9.5. Des martingales qui fonctionnent .....	14

9.6. Mathématiques sur mesure .....	15
9.7. La correspondance entre preuves et programmes .....	15
9.8. Applications du théorème de Bayes .....	15
9.9. Les réels utiles sont dénombrables .....	15
Bibliographie .....	15

---

# 1. Électricité et électromagnétisme

## 1.1. Lévitacion magnétique et théorème d'Earnshaw



Le théorème d'Earnshaw affirme qu'il est impossible de faire léviter statiquement des aimants permanents ordinaires. Mais on peut contourner ses conditions d'application de diverses façons :

- La suspension électromagnétique active
- La lévitation électromagnétique active
- Le Levitron
- La sustentation électrodynamique
- La lévitation diamagnétique
- La lévitation et la suspension par *flux pinning*

## 1.2. Fleurs de foudre



Ces objets décoratifs sont fabriqués dans des accélérateurs de particules. Des électrons relativistes pénètrent dans une plaque de Plexiglass épaisse, et une charge électrique considérable s'accumule à mi-profondeur. Le claquage se manifeste par une étincelle brève et intense qui laisse une trace permanente au cœur du matériau.

Les figures de Lichtenberg apparaissent également sur le sol autour des impacts de foudre, et sur la peau des personnes foudroyées.

## 1.3. L'électroaimant, conséquence de la relativité restreinte ?

D'après les lois de l'électromagnétisme classique, un fil rectiligne infini parcouru par un courant constant crée un champ magnétique tangentiel à symétrie cylindrique, et une particule chargée en mouvement rectiligne uniforme parallèle à ce fil subit une force de Lorentz radiale.

Raisonnons maintenant dans le référentiel attaché à la particule. Dans ce référentiel la particule est toujours soumise à un champ magnétique stationnaire, mais sa vitesse est nulle. Alors, subit-elle toujours une force radiale ?

De nos jours on réfute ce paradoxe à l'aide de la relativité restreinte, mais l'explication classique de 1898 reste valide. Ces deux analyses précisent ce que signifie, pour un conducteur, le fait d'être électriquement neutre.

## 2. Optique

### 2.1. L'expérience des trois polariseurs

Deux polariseurs croisés forment un système optique opaque. Si nous insérons un troisième polariseur à 45° entre les deux premiers, l'ensemble devient partiellement transparent.

N'est-il pas fascinant que la lumière soit moins absorbée alors qu'elle traverse davantage de matière ?

### 2.2. Diodes optiques

Le principe de réciprocité des trajets est un des piliers de l'optique géométrique. Il affirme que si un rayon lumineux va de A à B, alors un rayon émis de B dans le sens opposé arrivera en A.

Mais en électromagnétisme, le principe de réciprocité doit être reformulé en terme d'inversion du temps plutôt que des trajectoires. L'effet Faraday, qui fait tourner la polarisation de la lumière lorsqu'elle traverse un champ magnétique, permet de construire des dispositifs optiques à sens unique.

De tels dispositifs ne permettraient-ils pas de piéger le rayonnement thermique sans dépenser d'énergie, et ainsi de violer le second principe de la thermodynamique ? Non : voir [MUNGAN].

### 2.3. Optique en rayons X

On croit souvent qu'il est impossible de fabriquer des miroirs ou des lentilles pour les rayons X car aucun matériau connu n'est capable de les réfléchir ou de les réfracter.

En réalité, il existe de nombreux dispositifs optiques capables de manipuler les rayons X tels que des lentilles étagées, des miroirs à incidence rasante, et même des miroirs à revêtement multi-couche spécial pour incidence normale.

### 2.4. Les miroirs permutent la gauche et la droite à cause de la gravité

On dit parfois à tort que les miroirs permutent la gauche avec la droite. (En réalité, ils permutent l'avant avec l'arrière.)

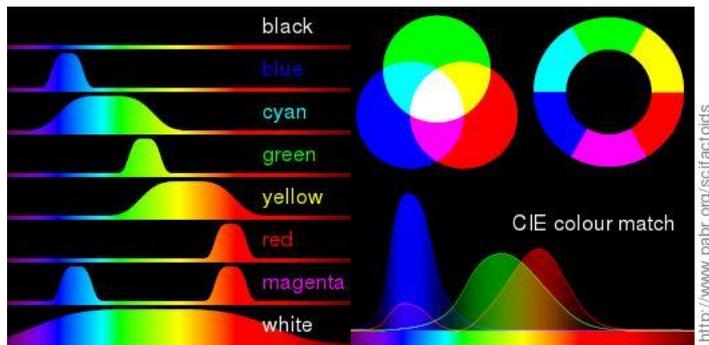
C'est la gravité qui est indirectement à l'origine de cette erreur. En effet, à cause de la gravité :

- Nous vivons dans un monde bidimensionnel : nous marchons sur des surfaces planes et nous changeons de direction en pivotant autour d'un axe vertical.
- Nous avons donc tendance à considérer notre reflet dans le miroir comme un clone de nous-même qui aurait pivoté de 180° autour d'un axe vertical.

- Par ailleurs, dans cet environnement bidimensionnel, l'évolution a doté le corps humain d'une symétrie bilatérale. Sans cela, nous n'aurions aucune raison d'identifier la réflexion de notre main gauche avec la main droite de notre clone imaginaire tourné de 180°.

## 2.5. La couleur magenta est-elle spéciale ?

On dit parfois que la couleur magenta n'existe pas car elle n'est pas une couleur spectrale. Il est vrai que parmi les huit couleurs à composantes RVB tout-ou-rien, le magenta est la seule que l'on ne peut pas produire avec une source comportant une seule bande spectrale.



Cependant, d'après certains modèles de notre perception des couleurs, le rayonnement ultraviolet excite non seulement nos cônes "S" (bleus), mais aussi nos cônes "L" (rouges), produisant une perception magenta bleuâtre sans composante rouge.

## 2.6. La lumière du ciel est polarisée

La diffusion Rayleigh explique pourquoi le ciel diurne est bleu. Elle prédit aussi que la lumière du ciel est polarisée perpendiculairement au plan de diffusion. On peut donc, au moyen d'instruments optiques, déterminer l'azimuth du Soleil même lorsqu'il est caché par les nuages ou légèrement sous l'horizon ([SKYCOMPASS]).

Les premiers aviateurs qui ont exploré les régions polaires (où les boussoles magnétiques ne sont pas fiables) s'orientaient de cette façon. Les Vikings ont peut-être utilisé la pierre de soleil (un cristal naturel biréfringent) pour naviguer en haute mer par temps couvert, longtemps avant l'introduction de la boussole magnétique en Europe.

Apprenez à détecter la polarisation du ciel à l'oeil nu et impressionnez vos compagnons de randonnée par votre sens de l'orientation hors du commun !

## 2.7. Des fibres optiques naturelles

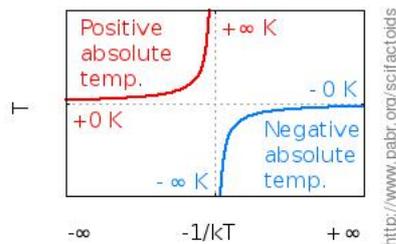
L'Ulexite est un minéral naturel fibreux présentant des propriétés optiques proches de celles des fibres optiques synthétiques. Après polissage, un échantillon à fibres parallèles est capable de transmettre une image entre deux faces opposées, d'où le nom "pierre écran".



## 3. Énergie et thermodynamique

### 3.1. Températures absolues négatives

Les températures absolues négatives, inventées en 1956 et popularisée à nouveau en 2013, ont un sens dans des systèmes dont l'énergie a non seulement une borne inférieure, mais aussi une borne supérieure. Elles apparaissent naturellement si nous graduons l'échelle des températures avec  $-1/kT$  (qui joue un rôle central dans la statistique de Maxwell-Boltzmann) au lieu de  $T$ .



### 3.2. L'énergie thermique des estuaires

La dissolution du sel dans l'eau est exothermique, ainsi que la dilution de l'eau de mer quand elle se mélange avec de l'eau douce. On envisage donc d'extraire de l'énergie des estuaires (jusqu'à 0.81 kWh/m<sup>3</sup>).

### 3.3. Climatisation à l'eau salée

Le refroidissement par évaporation (pulvérisation d'eau dans l'air) est une technique de climatisation très simple, mais qui ne fonctionne pas lorsque l'air est déjà humide.

Il existe une technique à peine plus compliquée qui fonctionne en climat humide :

- Faire circuler l'air chaud et humide dans une pluie d'eau salée. Cela va l'assécher.
- Faire circuler l'air chaud et sec dans un brouillard d'eau douce. Cela va le refroidir et le ré-humidifier (refroidissement par évaporation).
- Faire circuler l'air froid et humide dans une seconde pluie d'eau salée. On obtient de l'air froid et sec.
- Recycler l'eau salée diluée pour obtenir à nouveau de l'eau salée concentrée et de l'eau douce, par exemple à l'aide d'un four solaire.

### 3.4. La photosynthèse n'est pas efficace

En tant que procédé de conversion de l'énergie solaire en énergie chimique, la photosynthèse a un rendement décevant : 8 % pour la canne à sucre, moins de 2 % pour la plupart des plantes. Les meilleurs panneaux photovoltaïques et électrolyseurs produisent de l'hydrogène avec un rendement global de l'ordre de 30 %.

Soit l'évolution s'est fourvoyée dans un cul-de-sac, soit le facteur limitant pour la croissance des plantes n'était pas la lumière mais plutôt le CO<sub>2</sub>, l'eau ou les minéraux.

### 3.5. Pas beaucoup d'énergie géothermique

L'intensité du flux géothermique est de seulement 100 mW/m<sup>2</sup>. C'est 3000 fois moins que l'énergie solaire.

Mais contrairement à l'énergie solaire, le flux géothermique se concentre naturellement, et peut donc être exploité sans monopoliser des surfaces au sol gigantesques.

Néanmoins, le flux géothermique total ne représente qu'environ deux fois notre consommation d'énergie primaire.

### **3.6. Pression négative dans les liquides**

Dans un gaz parfait, la pression ne peut pas descendre en dessous de zéro. Mais des pressions négatives peuvent exister dans les liquides, à cause des forces intermoléculaires. C'est ainsi qu'on explique la montée de la sève dans les arbres hauts de plus de 10 m.

On estime que la résistance à la tension de l'eau est supérieure à 20 MPa (200 bar). Elle décroît significativement en présence de surfaces peu mouillables ou d'impuretés, qui déclenchent la cavitation. À titre de comparaison, la résistance à la tension de l'aluminium pur est d'environ 40 MPa (400 bar).

## **4. Physique nucléaire**

### **4.1. La tension de claquage du vide quantique**

Un champ électrique de plus de  $1.3 \times 10^{18}$  V/m (la limite de Schwinger) peut "déchirer la trame du vide" et créer de la matière à partir de rien (à partir de photons, en fait). Cela a été réalisé en laboratoire en 1997 ([SLAC\_E144]). (L'expérience fait intervenir un faisceau d'électrons, mais ils ne participent pas aux interactions photon-photon. Un autre projet utilisera uniquement des photons.)

Il ne reste plus qu'à inventer des lasers exawatt de poche et nous aurons l'imprimante 3D idéale.

### **4.2. Radionucléides à demi-vie variable.**

Il est communément admis que chaque radioisotope est caractérisé par sa demi-vie et que les désintégrations sont des phénomènes parfaitement aléatoires, imprédictibles et incontrôlables. Ces propriétés sont fondamentales pour les techniques de datation par le carbone 14, ou encore pour la gestion à long terme des déchets nucléaires.

En réalité, il existe plusieurs sortes de désintégrations nucléaires, et dans certaines, les demi-vies sont affectées par des facteurs environnementaux :

- La capture électronique et la conversion interne font intervenir des électrons des orbitales basses. Dans ces réactions nucléaires, les liaisons chimiques et l'état d'ionisation de l'atome provoquent des variations des demi-vies pouvant atteindre 1 %.
- Dans le phénomène d'émission gamma induite, des photons de faible énergie (rayons X) stimulent la transition isomérique d'un isomère nucléaire.

### **4.3. Produire des rayons X avec du ruban adhésif**

En déroulant du ruban adhésif dans l'obscurité, on observe une lueur bleutée causée par la recombinaison de charges électrostatiques. Dans le vide, le même phénomène produit suffisamment de rayons X pour radiographier les os d'un doigt humain ([STICKYTAPE]).

### **4.4. Bientôt des lasers à rayons gamma ?**

L'émission gamma induite est un phénomène similaire à la fluorescence, sauf que ce sont les noyaux des atomes, plutôt que leurs électrons, qui sont excités. Comme l'analogie couvre également l'émission stimulée et l'inversion de population, on peut espérer en tirer un jour des lasers à rayons gamma. On envisage également des batteries nucléaires dont l'énergie serait libérée à la demande (à la différence des GTR actuels).

## 4.5. Physique nucléaire dans les lasers

Les lasers petawatt actuels produisent des champs électriques de  $10^{12}$  V/m, et on parle déjà de lasers exawatt. C'est suffisant pour produire des électrons relativistes [SUPA]. On envisage donc de remplacer les accélérateurs de particules conventionnels par des lasers [<https://www.google.com/search?q=laser+driven+nuclear+physics>].

## 4.6. Transformer le plomb en or

Après avoir été la risée des chimistes modernes durant tout le 19ème siècle, les alchimistes ont eu leur revanche au début du 20ème siècle : Nous savons maintenant transformer divers métaux en or. Les physiciens ont même repris la terminologie des alchimistes ("transmutation").

Mais y a-t-il du mérite à avoir raison sans pouvoir le justifier ?

# 5. Science des matériaux

## 5.1. Pourquoi la glace est-elle glissante ?

"L'eau augmente de volume lorsqu'elle gèle. Réciproquement, la glace doit fondre en surface sous l'effet d'une pression mécanique. C'est pourquoi la glace est glissante."

Cette explication, bien que couramment avancée, n'est pas confortée par les modèles numériques. La théorie actuelle est que l'interface entre la glace et l'air est intrinsèquement liquide ([ICE]).

## 5.2. Fabriquer du plastique avec du lait

Avant le développement des plastiques bon marchés issus de la pétrochimie, on fabriquait des polymères ressemblant à de l'ivoire à partir de protéines de lait. De nos jours, les bioplastiques sont plutôt synthétisés à partir d'amidon tiré des pommes de terre ou du maïs.

## 5.3. *Ultra-high molecular weight polyethylene*

Le UHMWPE est un polymère chimiquement identique au matériau plastique dont on fait les sacs poubelle, sauf que ses molécules sont plus longues (plus de 100 000 unités). Ceci le rend plus résistant que le Kevlar et utilisable pour fabriquer des casques militaires, des cordages et textiles à hautes performances, des prothèses de hanche, et de la glace synthétique pour les patinoires.

## 5.4. Aérographe et aérographe

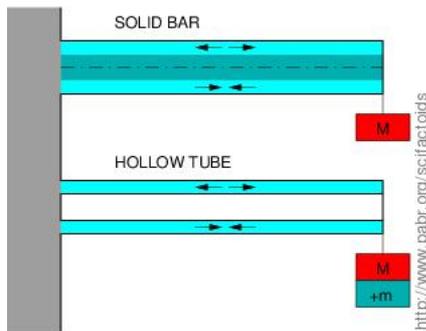
Les aérogels sont des solides à très faible densité, fabriqués en retirant la fraction liquide d'un gel sans laisser la tension superficielle détruire les structures solides enchevêtrées. Les aérogels de silice, maintenant bien connus, atteignent 1000 g/m<sup>3</sup> (ils sont plus légers que l'air).

Les chercheurs s'intéressent maintenant à l'aérographe (180 g/m<sup>3</sup>) et à l'aérographe (160 g/m<sup>3</sup>, plus léger que l'hélium).

## 5.5. Tube creux ou barre pleine ?

Un tube creux est plus résistant qu'une barre ronde pleine de même composition et même masse linéique. On lit même parfois qu'un tube creux serait plus résistant qu'une barre pleine de même diamètre, mais je n'ai pas trouvé d'énoncé précis de ce paradoxe.

Dans une configuration en porte-à-faux, le "poids mort" près de la fibre neutre d'une barre pleine s'ajoute à la charge totale sans contribuer à la rigidité. Il est donc possible qu'un tube creux de même diamètre soit capable de supporter une charge utile plus lourde suspendue à son extrémité libre.



## 6. Biologie

### 6.1. Des écosystèmes artificiels

Les éco-sphères sont des écosystèmes artificiels contenant des crevettes, des bactéries et des algues.

Même si les crevettes ne semblent pas se reproduire, il est remarquable qu'un mélange bien choisi d'organismes vivants puisse survivre plusieurs années dans un récipient scellé alimenté seulement par la lumière du soleil. Les expériences à plus grande échelle durent généralement moins longtemps.

### 6.2. Voir son cerveau sans chirurgie

La rétine est la seule partie du système nerveux central que l'on peut observer de façon non invasive.

### 6.3. Voir les vaisseaux sanguins de sa propre rétine

Nous ne voyons pas l'ombre des vaisseaux sanguins sur notre rétine car le système nerveux a tendance à ignorer les stimuli constants. Pour apercevoir leur structure arborescente, percez un trou d'épingle dans une feuille de carton et agitez le à 5-10 Hz devant votre pupille en regardant une surface lumineuse uniforme.

### 6.4. Transmission des caractères acquis, le retour ?

L'épigénétique étudie des facteurs influençant l'expression des gènes qui ne sont pas codés dans l'ADN. Des études récentes ([EPI]) suggèrent que de tels facteurs peuvent être à la fois acquis et transmis sur plusieurs générations.

Autrement dit, certains caractères acquis seraient transmissibles, ce qui remet en question les lois de l'hérédité admises depuis plusieurs décennies.

### 6.5. Optogénétique

L'optogénétique est un ensemble de techniques qui permettent de contrôler des neurones et de mesurer leur activité par des moyens optiques, avec une grande précision spatiale et temporelle. Une technique apparentée permet de cartographier les connexions entre neurones.

Il ne reste plus qu'à en faire autant dans le spectre radio, et nous verrons des interfaces neuronales non invasives, des appareils de lecture/contrôle des pensées à longue portée, et de la télépathie par génie génétique.

### 6.6. Le rêve lucide

Depuis quelques décennies on étudie scientifiquement les rêves lucides, dans lesquels le rêveur est conscient qu'il est en train de rêver. Des signaux auditifs, des éclairs lumineux et des mouvements délibérés des globes oculaires permettent au rêveur de communiquer avec les chercheurs (ou avec des

machines). Des expériences ont permis de déterminer par exemple que le temps s'écoule sensiblement à la même vitesse dans le rêve et dans la réalité.

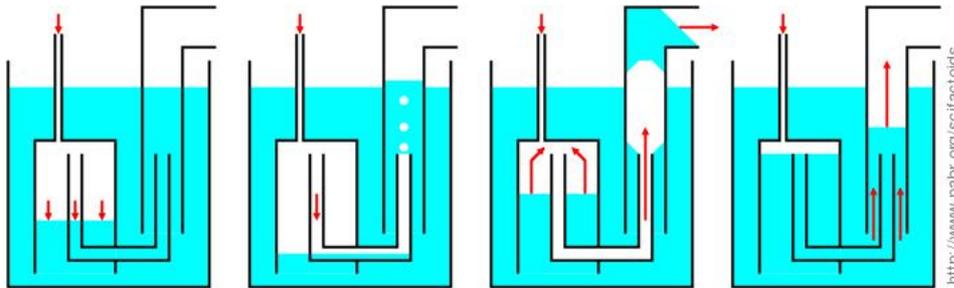


<http://www.pabr.org/scifactoids>

## 7. Machines

### 7.1. La pompe Geyser

La pompe Geyser, brevetée en 2007, aurait un meilleur rendement que la pompe *airlift*. Elle accumule l'air dans un réservoir et le libère par intermittence à l'aide d'un siphon inversé.



<http://www.pabr.org/scifactoids>

Réjouissons-nous qu'il reste des machines si simples à inventer au 21ème siècle !

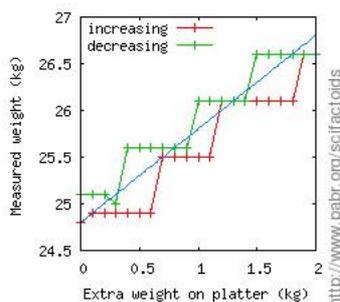
### 7.2. Des pompes à eau auto-alimentées

La pompe à bélier est probablement le mécanisme le plus simple capable de relever une partie d'un cours d'eau sans apport extérieur d'énergie.

### 7.3. Hystérésis artificiel dans les pèse-personnes ?

Vous est-il arrivé de remonter sur votre pèse-personne afin de confirmer une mesure douteuse, et d'obtenir exactement la même valeur à 100 g près ? Peut-être avez-vous alors envisagé de changer les piles ?

- Hypothèse 1 : Ce gadget à 20 EUR est capable de peser jusqu'à 100 kg de matière vivante en équilibre instable, avec une précision de 0,1 % (ou du moins une fidélité de de 0,1 %).
- Hypothèse 2 : Votre balance mémorise le poids d'un ou plusieurs utilisateurs, et un algorithme affiche le même résultat jusqu'à ce que l'erreur dépasse un certain seuil ou qu'un certain délai expire. Cela donne l'illusion que les mesures sont précises (ou du moins fidèles).



<http://www.pabr.org/scifactoids>

Pour les balances à usage commercial ou médical, la réglementation [<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000717544>] exige que la résolution de l'affichage soit cohérente avec la précision réelle de l'appareil. C'est pourquoi l'étiquette au dos de votre pèse-personne mentionne probablement "INTERDIT POUR TRANSACTION COMMERCIALE" ou quelque chose d'équivalent.

## 7.4. Des hélicoptères à propulsion humaine ?

Le prix Sikorsky a été remporté en 2013. Mais d'un point de vue aérodynamique, avec ses rotors de 20 m tournant à seulement 3 m du sol, le vainqueur ressemble davantage à un aéroglisseur qu'à un hélicoptère.

En pratique le vol stationnaire (sans effet de sol) consomme environ 100 W/kg. Le corps humain ne peut fournir qu'environ 1200 W.

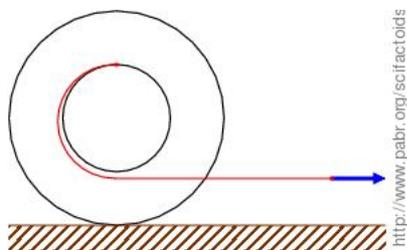
	Masse	Motorisation	Puissance
	(kg)	(W/kg)	(W/kg)
Colibri	0,006		100-120
Hélicoptère modèle réduit	0,3		100-200
Drone hélicoptère	7,5		85
Gagnant du prix Sikorsky	128		6
Mosquito XE	277	173	
UH-60	9 980	282	
Mil Mi-26	49 600	343	

En théorie la puissance nécessaire ne dépend que de la traînée aérodynamique. Sous réserve de nouvelles révolutions en science des matériaux, on peut donc continuer à espérer voir un jour une machine à rotors gigantesques mais très légers, tournant extrêmement lentement, capable de vol stationnaire à propulsion humaine.

## 7.5. Par vent arrière, plus vite que le vent

Un véhicule équipé d'une hélice couplée avec ses roues (ou, en théorie, avec une turbine marine) peut se propulser par vent arrière, plus vite que le vent sans louvoyer.

C'est ce qui ressort de discussions intenses sur des forums Internet à partir de 2006. On peut encore y lire une multitude de réfutations erronées, ainsi que des preuves incorrectes elles aussi ! Ce sont les roues (ou la turbine) qui animent l'hélice, et pas l'inverse.



Dans quel sens la bobine tournera-t-elle ?

## 7.6. Les voitures "drive-by-wire" sont plutôt fiables

Vous pensez que les ordinateurs ne sont pas fiables ? Alors cessez de conduire, car le concept *drive-by-wire* (adaptation à l'automobile des commandes de vol électriques des avions) est largement appliqué dans les véhicules modernes, et voici ce qui pourrait arriver en cas de bugs informatiques :

- Le calculateur d'injection fait tourner le moteur à plein régime, ignorant la position de la pédale d'accélérateur.
- L'ABS vous empêche de freiner.
- La boîte automatique refuse de revenir au point mort.
- Le moteur ne s'arrête pas lorsque vous appuyez sur le bouton STOP.
- La direction assistée électrique fait pivoter les roues dans le sens opposé au volant.
- L'antivol de direction électrique se bloque alors que le véhicule n'est pas à l'arrêt.
- L'ESP freine subitement à fond (seulement sur la roue avant gauche, pour corser les choses).
- Le système anti-collision prend le contrôle des freins et de la direction.
- Les airbags vous explosent au visage sans raison.
- Vous avez réussi à arrêter le véhicule au milieu de l'autoroute, mais la supercondamnation vous empêche d'ouvrir les portières et les vitres électriques ne descendent pas.

De tels incidents sont remarquablement rares, compte-tenu du nombre de véhicules en circulation. L'industrie automobile sait manifestement construire des systèmes hardware/software sûrs (ou du moins *fail-safe*).

## 8. Espace et cosmologie

### 8.1. Le ciel est glacial

Pointez un thermomètre infrarouge vers le ciel un jour d'été chaud et sans nuages. Vous obtiendrez des valeurs très inférieures à 0°C.

Cette expérience mesure-t-elle réellement la température de quelque chose ? Elle nous rappelle en tout cas que l'espace rayonne à 3 K (-270°C).



### 8.2. "M. Le Verrier vit [Neptune] au bout de sa plume"

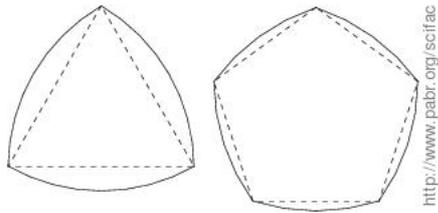
Neptune fut identifiée comme une planète non pas par des observations directes, mais grâce à l'analyse d'irrégularités dans l'orbite d'Uranus. Ce qui constitue une prouesse remarquable compte-tenu des moyens de calcul disponibles en 1845.

## 9. Mathématiques

### 9.1. La forme des plaques d'égout

Pourquoi les plaques d'égout sont-elles rondes ?

Parce que parmi toutes les courbes de largeur constante, le cercle est la forme la plus facile à fabriquer et à faire rouler sur le sol.



## 9.2. Comment tracer une ligne droite

Vers 300 AEC, Euclide d'Alexandrie proposa une théorie axiomatique de la géométrie plane utilisant uniquement des points, des droites et des cercles.

Il est facile de tracer des cercles avec une précision quelconque. Mais c'est seulement au 19<sup>ème</sup> siècle que Peaucellier et Lipkin inventèrent le premier mécanisme articulé produisant un mouvement parfaitement rectiligne.

## 9.3. La conjecture de Collatz

L'énoncé de la conjecture de Collatz est compréhensible par un élève d'école primaire. Elle n'est toujours pas résolue.

$$u_{n+1} = \begin{cases} \frac{u_n}{2} & \text{if } u_n \text{ is even} \\ 3u_n + 1 & \text{if } u_n \text{ is odd} \end{cases}$$

<http://www.pi>

## 9.4. Pourquoi $g \approx 9.8 \text{ m/s}^2$ ( $\pm 1 \%$ )

En 1790, l'Assemblée Nationale définit le mètre comme la longueur du pendule battant la seconde (dont la période vaut 2 secondes). En première approximation la période d'un pendule de longueur  $L$  est  $2\pi\sqrt{L/g}$  ; il en résulte que  $g$  était numériquement égal à  $9.8$ .

$$2\pi\sqrt{\frac{1 \text{ meter}}{g_0}} \approx 2 \text{ seconds}$$

<http://www>

L'année suivante, cette définition fut jugée trop dépendante de la latitude et de l'altitude, et la longueur du mètre fut ajustée (de moins de 1 %) à un dix-millionième de la longueur du demi-méridien.

## 9.5. Des martingales qui fonctionnent

Un individu doté d'une bonne culture mathématique s'interdira d'aller au casino car il sait que les jeux sont conçus pour que le visiteur soit toujours perdant (en moyenne et à long terme).

Mais un individu encore plus malin se rendra compte que les jeux de hasard ne sont pas toujours conçus par des mathématiciens compétents, et trouvera des failles exploitables. Ainsi, il existe plusieurs exemples historiques de martingales qui ont réellement fonctionné. Voltaire amassa une partie de sa fortune en profitant d'un défaut de conception d'une loterie d'état, avec l'aide du mathématicien La Condamine.

## 9.6. Mathématiques sur mesure

Dans la plupart des théories mathématiques, il existe des propositions indécidables, c'est à dire des affirmations qui ne peuvent être ni prouvées ni réfutées dans ces théories. Vous pouvez donc décider arbitrairement de les adopter comme vraies ou fausses, et continuer à faire des raisonnements logiques, sans craindre d'avoir créé des contradictions.

## 9.7. La correspondance entre preuves et programmes

Le lambda-calcul typé est un langage de programmation formellement équivalent à la logique mathématique usuelle. Les types de données (y compris les types fonctionnels) correspondent aux énoncés logiques, et les valeurs (y compris les fonctions) correspondent à leurs preuves. Écrire un programme revient à prouver que sa spécification est bien fondée.

Malheureusement la plupart des langages de programmation courants tolèrent la manipulation de pointeurs ou références nulles, qui correspondent à des paradoxes logiques.

## 9.8. Applications du théorème de Bayes

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

Le théorème de Bayes fournit des arguments radicaux (mais sujets à polémique) pour mettre fin rapidement à certains types de discussions. En voici quelques applications.

Principe anthropique en cosmologie : Il est extrêmement peu probable qu'une planète choisie au hasard dans un univers gouverné par des constantes cosmologiques aléatoires soit propice à la vie. Par conséquent, n'est-il pas merveilleux que la Terre et l'humanité existent ? Réfutation bayésienne : Cela n'a rien de surprenant car si aucune planète n'était habitable, nous ne serions pas là pour nous poser la question.

Biais de sélection et évolution : La nature est belle. Cela n'implique-t-il pas qu'elle ait été créée spécialement pour nous ? Réfutation bayésienne : Si le ciel bleu et l'herbe verte n'incitaient pas notre espèce à se perpétuer, elle aurait disparu depuis longtemps.

## 9.9. Les réels utiles sont dénombrables

L'ensemble des nombres réels utiles est dénombrable.

"Preuve" : Les seuls nombres réels utiles sont ceux dont l'existence ne fait aucun doute, c'est à dire les réels calculables, plus Oméga, plus les scores des castors affairés, plus peut-être quelques autres monstruosité artificielles du même genre, vraisemblablement dénombrables.

# Bibliographie

- [SLAC\_E144] *SLAC Experiment 144 Home Page* . <http://www.slac.stanford.edu/exp/e144/e144.html>.
- [MUNGAN] C. E. Mungan. *Faraday Isolators and Kirchhoff's Law: A Puzzle* . [http://usna.edu/Users/physics/mungan/\\_files/documents/Scholarship/FaradayIsolators.pdf](http://usna.edu/Users/physics/mungan/_files/documents/Scholarship/FaradayIsolators.pdf).
- [SKYCOMPASS] Charles Campbell. *A Sky Compass for Field Use*. [http://www.vetmed.wsu.edu/org\\_nws/NWSci\\_journal\\_articles/1950-1959/1954\\_vol\\_28/v28\\_p43\\_Campbell.PDF](http://www.vetmed.wsu.edu/org_nws/NWSci_journal_articles/1950-1959/1954_vol_28/v28_p43_Campbell.PDF).
- [STICKYTAPE] *Sticky tape generates X-rays* . <http://www.nature.com/news/2008/012345/full/news.2008.1185.html>.

[ICE] *Why Is Ice Slippery ?* . <http://lptms.u-psud.fr/membres/trizac/Ens/L3FIP/Ice.pdf>.

[SUPA] *Laser-driven particle and photon beams and some applications* . <http://iopscience.iop.org/1367-2630/12/4/045005/fulltext/>.

[EPI] *Fearful Memories Passed Down to Mouse Descendants* . <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=fearful-memories-passed-down>.