 Serge Rochain

Le hasard sans la nécessité

Cet exposé traite de phénomènes naturels assez communs dans lesquels le hasard prend toute la place contre nos certitudes. Notre vie entière n'est qu'une succession de hasards dont on a souvent conscience que lorsqu'on se livre aux jeux de hasard. Mais le plus souvent ce hasard est sous le contrôle de notre conscience, même dans certains jeux de hasard, comme le 421 par exemple. Ainsi contre des adversaires qui ne se préoccupent pas de la maitrise du hasard, on peut gagner presque toutes les parties car la règle du jeux permet au libre arbitre de s'exprimer. Dans d'autres jeux comme les parties de pile ou face, nous nous croyons impuissants, mais selon le jeu, ce n'est pas inéluctable.

La connaissance des lois du hasard peut répondre à de nombreuses interrogations. Enfin, dans la majorité des circonstances de la vie nous n'avons même pas conscience que nous sommes soumis à ces lois.

Page de commentaire sur la page précédente

Le hasard intervient dans les situations les plus inattendues et souvent de façon surprenante
C'est un concept mal connu et souvent surtout mal compris.
Ce soir je vais le faire intervenir sous différentes formes pour souligner son universalité, les possibilités qu'il nous offre, et surtout faire tomber les fausses idées que la plupart portent sur lui.

Qui connaît le jeux du 421 ?

Un seul exemple, une seule question :

En lançant les trois dès, a-t-on plus de chance de faire un brelan d’as ou de faire 421 ?

Page de commentaire sur la page précédente

Le domaine des probabilités ne sert pas à deviner l’avenir, ni les numéro gagnants du loto.
Estimer une probabilité c’est optimiser les décisions alternatives, c’est justifier les choix.
On peut par exemple ne pas payer le café, si on gagne la partie de 421. Il suffit de défier ses amis au 421 et décider que celui qui perd le plus grand nombre de parties sur 10 parties jouées, paie le café.

Qui connaît le jeux du 421 ?

Les dés ne sont pas équitables

Pour 421 nous avons 6 configurations :

124-142-214-241-412-421

Pour le brelan d'as :

111 une seule

Sur un lancé de 3 dès, nous avons donc 6 fois plus de chances de faire 421 que de faire un brelan d'as

Page de commentaire sur la page précédente

La partie se déroule en 2 phases. Durant la première seul le hasard décide.
Dans la seconde partie, la décharge, le joueur peut orienter le hasard selon le, ou les, dès qu'il choisi de rejouer.
On peut estimer les probabilités cumulées (une figure comme 421+ une tierce ou des as, par exemple)
Par exemple sur un lancé ayant produit 541 la relance du 5 permet deux cas très favorables : 1 et 2 pour 4 As et 421 donc 1/3 de bons résultats. Alternativement on peut calculer les configurations favorable en reprenant le 1 et le 4 qui sont beaucoup moins positives. Ou encore laisser le 1 et relancer le 4 et le 5…

Les probabilités ne servent pas à influencer le hasard, et ne portent jamais sur un seul lancé

Si nous pouvons exploiter un résultat fournit par le hasard, nous n’avons aucun possibilité d’influencer les dès.

Quand est-il des pièces de monnaie, pouvons nous infléchir leur chance de tomber sur une face ou l’autre ?

Page de commentaire sur la page précédente

Est-il possible de s'assurer la victoire dans un jeu de pile ou face ?

Oui, mais comme pour le 421, tout dépend de la règle du jeu basé sur le lancé de pièces.

On ne peut pas plus influencer une pièce de monnaie pour qu'elle retombe sur une face choisie à l'avance que nous ne pouvons obliger un dès a présenter une des 6 faces que nous aurions choisi à l'avance.

Mais dans les deux cas avec des règles de jeux appropriées il est possible d'exploiter un résultat fournit par le hasard pour faire des choix dans la suite du jeux. Plus loin nous le verrons dans une partie de pile ou face appelée « jeu de Penney »

Jouons à Pile ou face

En lançant la pièce elle retombera une fois sur deux sur pile et une fois sur deux sur face …. En MOYENNE

Il se peut que deux lancés consécutifs la fassent retomber du même côté… et même trois ou quatre fois de suite, et pourquoi pas 10 fois de suite ? Irréaliste ? Impossible ? 10 fois de suite cela ne se produira jamais ! Il faudrait jouer durant des années et même toute sa vie sans que cela n'arrive !

En êtes vous sûr ? Combien faudrait-il faire de parties pour que cela devienne une éventualité réaliste ?

Page de commentaire sur la page précédente

Voila une bonne question.

Pour vérifier la vraisemblance de la prédiction on n'est pas obligé de réaliser les lancers de pièce les uns après les autres jusqu'à ce qu'une série de 10 lancées consécutifs parviennent à satisfaire la série espérée. Bien qu'il ne serait pas nécessaire de jouer toute sa vie, cela serait assez fastidieux, et ne nécessiterait que 3 ou 4 heures en lançant une pièce toutes les deux secondes en moyenne.

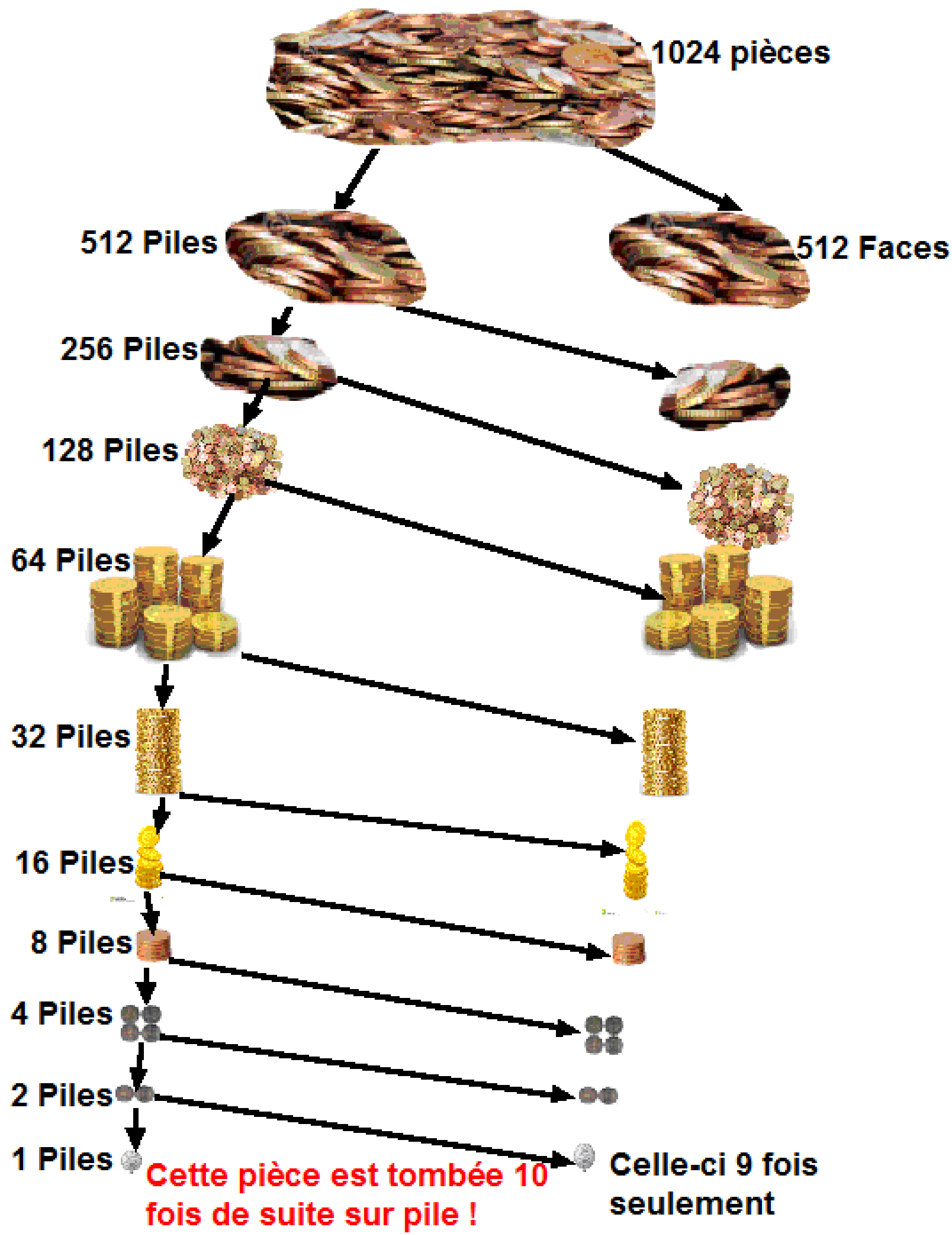
Mais il y a une façon bien plus rapide d'y parvenir et surtout de comprendre que ce ne sera pas un exploit exceptionnel.

En répartissant le temps dans l'espace, on peut faire toutes les parties en même temps.

Prenons 1 millier de pièces (1024 simplifie les calculs) et faisons 1024 parties en même temps cela revient au même que de les faire les unes après les autres, le résultat sera le même.

1024 parties pour en avoir une de 10 piles consécutifs

Ce qui semblait si peu probable n’est pas aussi rare que ce que l’on pense intuitivement. Il suffit de faire le calcul.



Page de commentaire sur la page précédente

Descendons ces 1024 parties simultanément en abandonnant les pièces qui ne tombent pas sur pile à un moment quelconque de la partie. En moyenne il restera 1 pièce qui aura franchie les 10 étapes en retombant systématiquement sur la figure choisie à l’avance, en l’occurrence PILE.

Bien sûr ce n’est qu’en moyenne et quelque soit le nombre de parties jouée (ici quelque soit le nombre de pièces prises au départ, 2000 ou même 1 million) il existe toujours une possibilité pour qu’aucune pièce ne franchisse toutes les étapes en sortant systématiquement la même figure.

Continuons avec la petite monnaie Peux-t-on *influence*r les pièces ?

Dans un jeux appelé le jeu de Penney deux joueurs choisissent une séquence de 3 lancés composés d'une suite de P (Pile) et de F (Face), par exemple PFP ou FFP… L'un deux annonce son choix puis le second annonce le sien. Le premier choisi par exemple FPF et le seconde annonce FFP.

Ensuite le jeu commence et consécutivement apparaissent les états suivants :

FPPFPPFPP**FFP** C'est donc le joueur 2 qui a gagné

Andreï Andreïevitch *Markov* *(14 juin 1856*- 20 juillet 1922)

Page de commentaire sur la page précédente

On ne peut pas influencer les pièces de monnaies qui retombent, mais selon la séquence choisie par le joueur 1 la probabilité n'est plus équitable dans le temps (sur les séquences) et ce déséquilibre peut être exploité par le choix de la séquence du joueur 2. La détermination des chances se calcul avec les chaines de Markov (*Elles sont utilisées par exemple dans l'indexation du moteur de recherche chez Google, ou dans la modélisation des processus de diffusion de trajectoires déterministes dans un milieu soumis à un mouvement brownien*).

Une simple présentation d'une heure ne permet pas d'aller plus loin dans ce genre de calcul de probabilité, mais un petit tableau vous donnera les chances respectives des 8 configurations possibles que vous pouvez mettre à l'épreuve. S'agissant de probabilités et non de certitudes, sur une seule partie le plus mauvais choix peut l'emporter, il faut donc multiplier les parties, comme pour les parties de 421 pour éviter de payer le café.

Les 8 configurations de piles ou faces sur des séquences de trois jets sont : **FFF FFP FPF FPP PFF PFP PPF PPP**

Si votre adversaire choisit...	Choisissez...	Votre probabilité de gain	
FFF	PFF	7/8	= 87,5%
FFP	PFF	3/4	= 75%
FPF	FFP	2/3	≃ 67%
FPP	FFP	2/3	≃ 67%
PFF	PPF	2/3	≃ 67%
PFP	PPF	2/3	≃ 67%
PPF	FPP	3/4	= 75%
PPP	FPP	7/8	= 87,5%

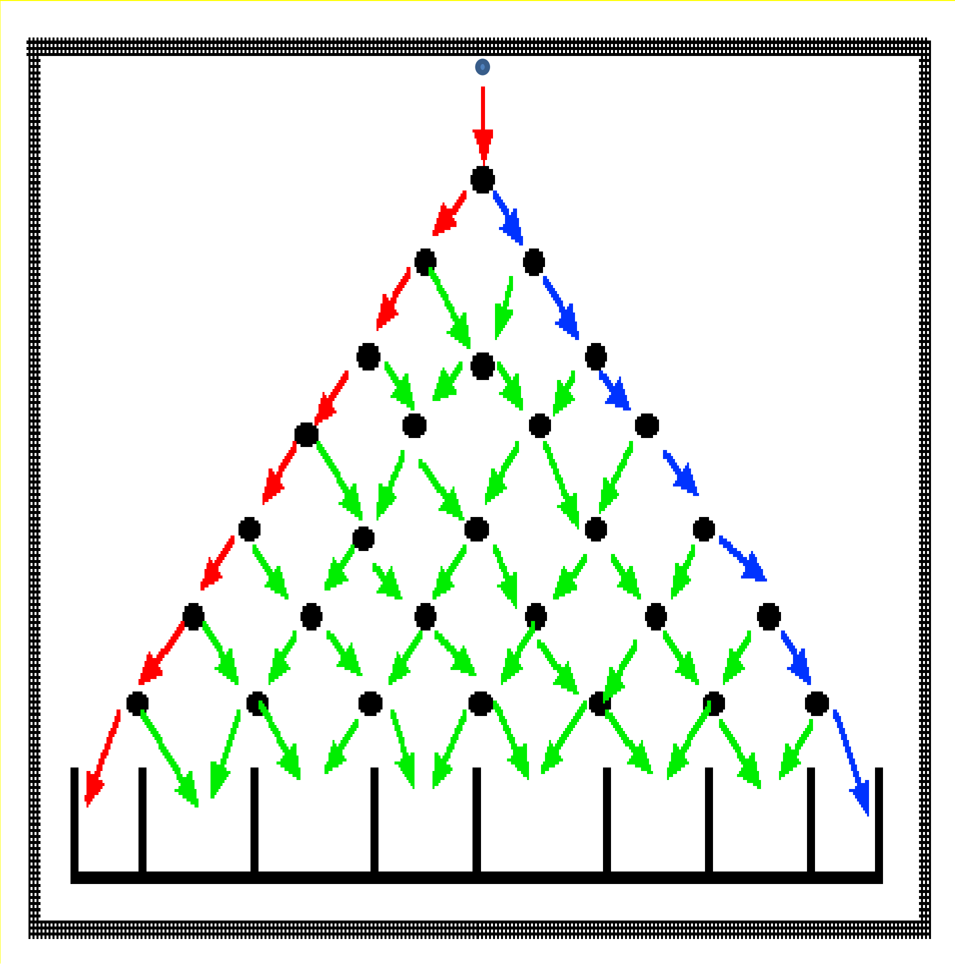
Page de commentaire sur la page précédente

Ce que mettent en évidence les graphes de Markov, c'est le fait, flagrant dans le premier cas (FFF), qu'il suffit que P sorte dans un des trois premiers jets pour mettre le joueur ayant choisi FFF en position défavorable et il n'a qu'une chance sur 8 qu'aucun P n'apparaisse durant les 3 premiers jets. Ensuite, les F qui peuvent suivre sont aussi favorables au joueur ayant choisi PFF qu'à lui-même. Il n'a donc qu'une chance sur 8 de gagner et 7 sur 8 de perdre.

Pour la ligne deux (FFP), il n'y a qu'une chance sur 4 qu'il n'y ait pas de P apparaissant dans les deux premiers jets, donc l'apparition d'un P est de 3/4. Une fois un P sorti, les 2 F dont il a besoin pour amorcer sa série sont bien plus profitable au joueur deux puisqu'ils lui donnent la victoire.

La machine de Garlan

Il y a 13 ans (janvier 2003), un soir Jacques Cazenove est arrivé avec une planche de fakir plantée de clous selon des lignes dont l'ensemble formait un triangle



Page de commentaire sur la page précédente

Explication sur la machine de Garlan de Jacques qui semblait ne pas donner expérimentalement les résultats attendus (une répartition des billes selon une courbe de Gauss)

4 Causes possibles : clous mal plantés pas au bon endroit, clous de forme non cylindrique présentant un profil privilégié, planches inclinée, mais surtout nombre de billes trop réduit.

La statistique nécessite un échantillonnage suffisant car les lois de probabilités s'appliquent sur les grands nombres. J'ai donc fait un programme de simulation exempt de ces défauts qui est constitué de 14 étages, donc 105 clous, qui conduisent à 15 cases et la répartition théorique attendue est bien respectée. Dans l'exemple que vous avez sous les yeux, pour la case gauche, chemin rouge, une bille doit choisir d'aller 7 fois consécutives à gauche. Une bille qui aura rater même une seule fois le choix gauche ne pourra plus atteindre cette case à l'extrême gauche.

Autour du second principe de la thermodynamique

Il s’agit d’un principe physique du à Rudolph Clausius dont la portée s’étend des phénomènes microscopiques jusqu’à ceux traitant de phénomènes à grande échelle comme la répartition des amas de galaxies dans l’Univers en passant par les phénomènes étudiés en théorie de l’information. Il s’applique sur des classes d’objets trop nombreux pour que l’étude de l’ensemble à partir des comportements individuels soit possible. Il est à l’origine de nombreux développements, dont le théorème du viriel qui permit à Fritz Zwicky de postuler la matière noire.

Page de commentaire sur la page précédente

Voyons un autre domaine d’application des lois du hasard.
En mécanique classique, le théorème du viriel est une relation générale qui s'applique à un système de plusieurs corps en interaction. Il relie les moyennes temporelles de ses énergies cinétique et potentielle. Il fut proposé en 1870 par Rudolf Clausius qui travaillait alors sur les fondements de la thermodynamique et cherchait à relier les notions de température et de chaleur aux mouvements des molécules de gaz. Voyons ce qui tourne autour du principe de Carnot-Clausius

Réversibilité et irréversibilité

aspects pratiques

Certains phénomènes physiques sont réversibles et d'autres non.

Un moteur électrique consomme du courant qu'il transforme en mouvement mécanique. Un alternateur est un moteur électrique utilisé d'une autre façon, on le fait tourner et il produit un courant électrique. Il est réversible.

Un moteur à explosion (moteur thermique) consomme de l'essence (énergie chimique) qu'il transforme en énergie mécanique. Mais en faisant tourner un moteur à explosion avec une manivelle on ne voit pas le niveau d'essence remonter dans le réservoir. Le phénomène est non réversible.

Page de commentaire sur la page précédente

La réversibilité et l’irréversibilité sont au cœur de la notion d’entropie qui est considérée comme un marqueur du sens de la flèche du temps.
Si l’on film l’évolution d’un phénomène physique et qu’en passant ensuite le film à l’envers on a une impression d’irréelle, c’est que le phénomène n’est pas réversible.
En vérité il n’y a pas de transformation réelle qui soit totalement réversible.
Reste à savoir si l’accroissement de l’entropie donnée comme un marqueur de l’irréversibilité en est vraiment le miroir

Le principe de Carnot-Clausius ou second principe de la thermodynamique

Définition :

Dans un milieu fermer l'entropie ne peut qu'augmenter

Ce qui signifie que le milieu ne peut qu'évoluer d'une situation hétérogène vers une situation dans laquelle la répartition de ses composantes est plus homogène.

Mais le phénomène est-il réversible ?

A partir de ce principe, si le phénomène n'est pas réversible, il parait logique d'associer la mesure de l'écoulement du temps à l'état de désordre croissant du milieu.

Mais l'écoulement du temps est-il réversible ?

Page de commentaire sur la page précédente

Le principe de Carnot-Clausius a-t-il un rapport avec l'irréversibilité de la transformation des phénomènes physique ?

Est-ce qu'affirmer qu'une situation abandonnée à elle-même ne peut aller que de l'hétérogène vers l'homogène est une bonne traduction de la réalité ?

Le miracle de Jean

Ce que l'on appelle le miracle de Jean est lié à deux phénomènes, d'une part la notion de température et d'autre part à la notion de probabilités.

La température est le phénomène d'agitation des molécules constitutives d'un milieu. Plus elles sont agités (rapides dans des mouvements désordonnés), plus la température est élevée. Si toutes les molécules « décidaient » brusquement de se déplacer à la même vitesse et dans la même direction, le milieu se trouverait tout aussi brusquement porté à la température de 0 kelvin. Le miracle de Jean est l'image de la casserole pleine d'eau que l'on met sur le gaz et qui se transforme brusquement en un bloc de glace au lieu de se mettre à bouillir et se transformer en vapeur. Est-ce possible ?

Page de commentaire sur la page précédente

Pour illustrer le phénomène avec une provocation historique due au physicien Jean, voyons de quoi parle ce miracle

Possible ? La réponse est OUI.

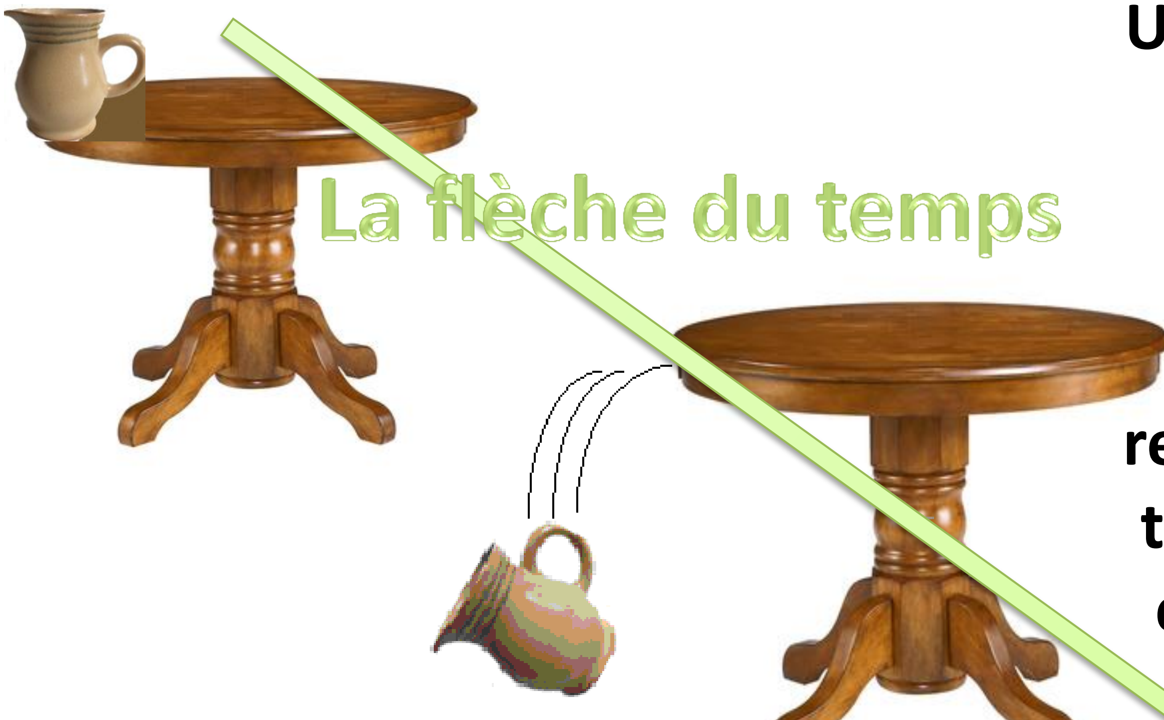
Le miracle de Jean

Page de commentaire sur la page précédente

Possible ? La réponse est OUI.

Mais tellement improbable que l'on peut prédire sans risque que le miracle de Jean ne se produira jamais. Mais nous verrons que ce n'est du qu'au grand nombre de molécules d'eau impliquées dans l'expérience. Revenons dans la réalité et analysons une situation plus pragmatique

Irréversibilité et entropie



Une fois la cruche brisée, en récupérant tous les morceaux et en les lançant en l’air, se pourrait-il qu’en retombant ils reprennent tous leur place et que la cruche se reconstitue ? Si non, pourquoi ?

Peut-on dire que la matière constituant la cruche était ordonnée et que l’avoir brisée introduit un désordre dans l’agencement des morceaux de l’objet ?
Comme vu précédemment l’accroissement du désordre est une augmentation de l’entropie. On dit aussi que dans un système abandonné à lui-même, l’entropie ne peut que croitre.
Etes-vous d’accord avec cette affirmation ?

Page de commentaire sur la page précédente

Répondez d’abord à la première question en haut à droite puis aux deux en bas à gauche ?

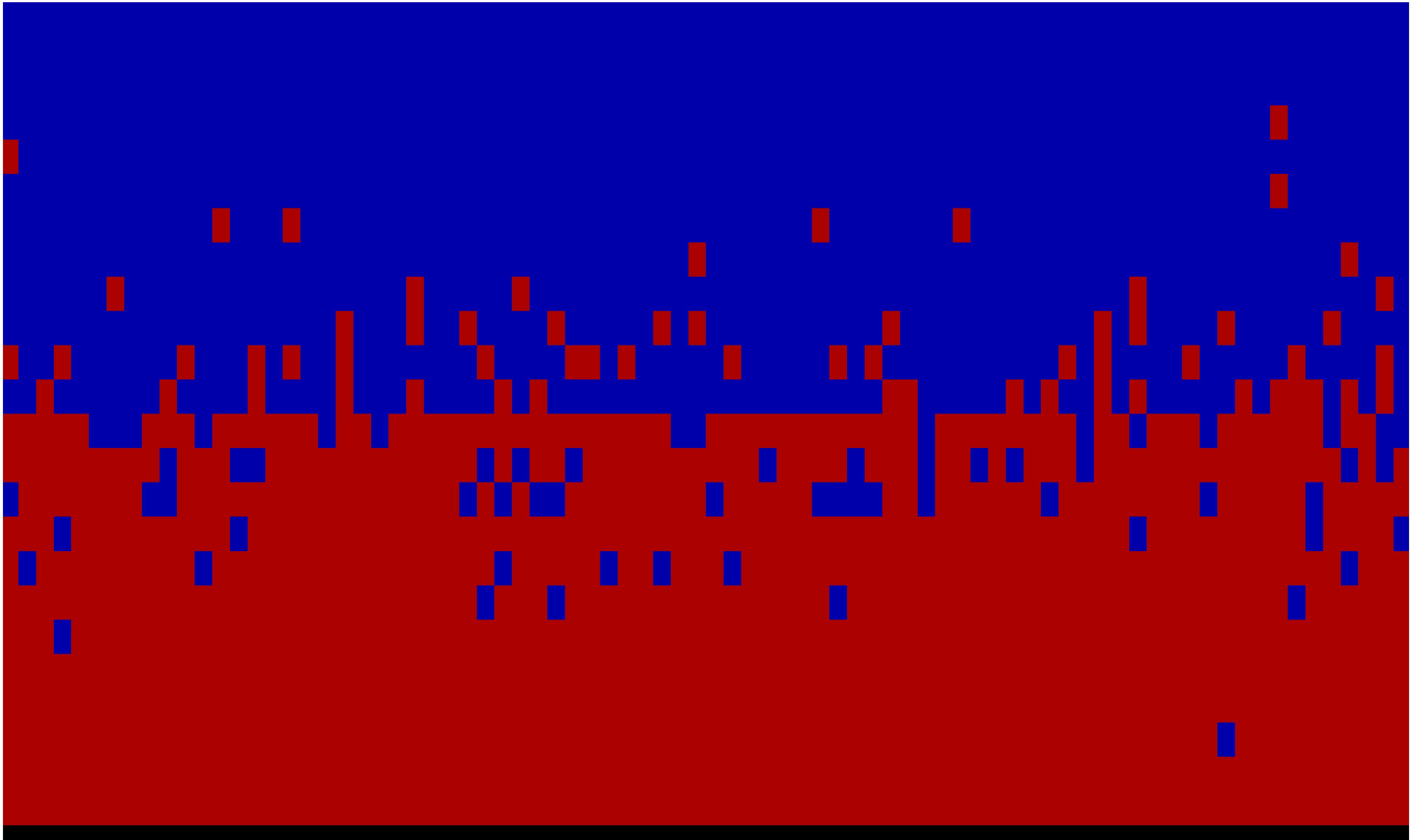
Qu’entend t-on par accroissement de l’entropie avec le temps ?

Imaginez un volume coupé en deux par une cloison amovible dont une des deux moitiés est emplie d’un fluide bleu et l’autre d’un fluide rouge comme ci-dessous :

Page de commentaire sur la page précédente

Maintenant que nous avons vu comment se présente le problème, enlevons la paroi amovible pour voir comment se comportent les molécules des deux fluides. Exécutons le logiciel de simulation

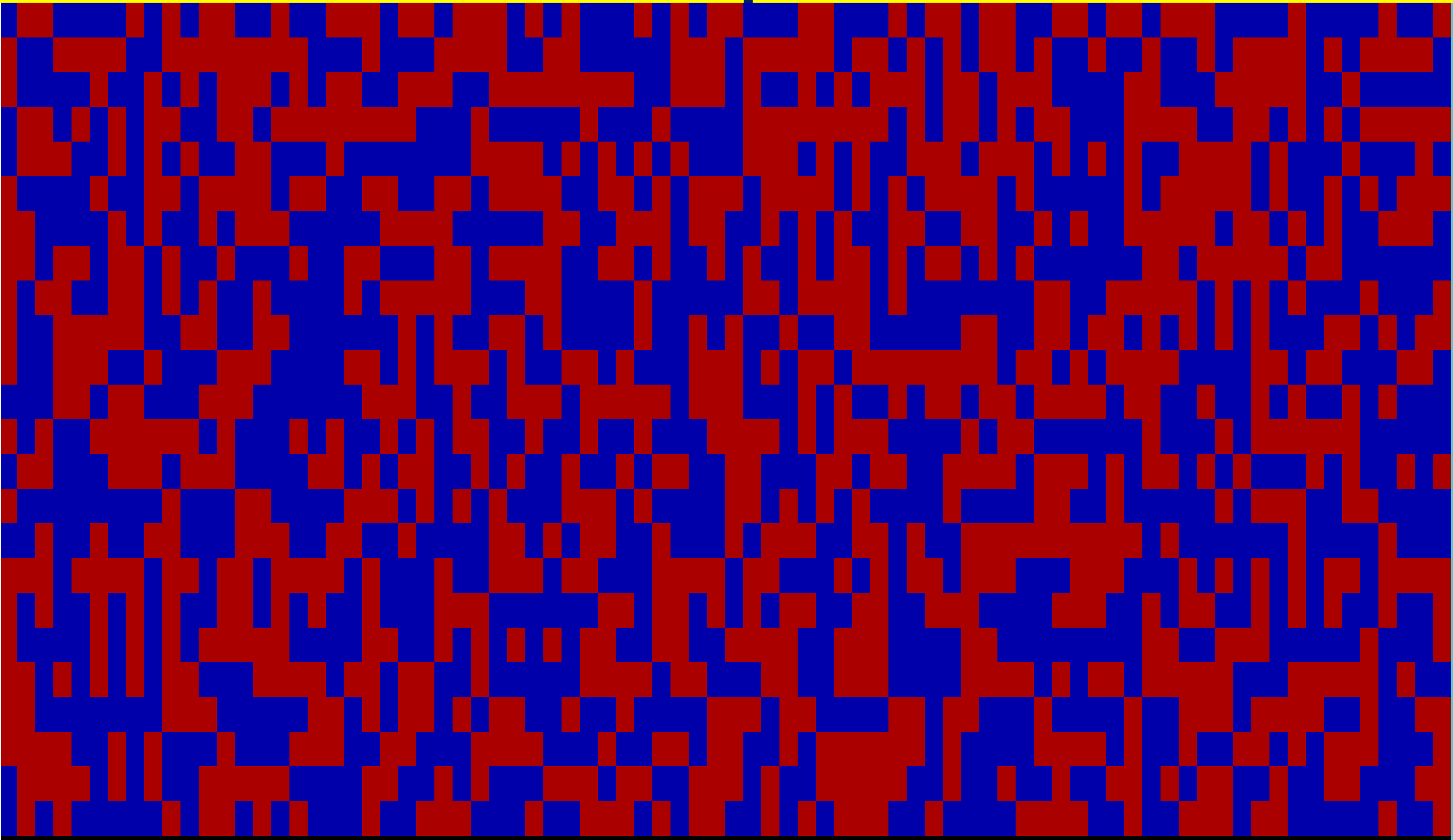
Au bout de quelques instants voilà ce que nous obtenons



Page de commentaire sur la page précédente

Les molécules des deux fluides commencent à se mélanger et le nombre de molécules bleues ayant pénétrées le milieu rouge étant sensiblement égal aux nombre de molécules rouges ayant pénétré le milieu bleu on peut en conclure que leur énergie individuel est équivalent et ont la même température.

Plus tard encore il nous apparaît une configuration dont deux moments différents nous font la même impression de désordre



Page de commentaire sur la page précédente

Au bout d'un certain temps on ne peut plus distinguer les deux zones du départ ni même discerner où se trouvait la frontière entre les deux.
En laissant le programme de simulation continuer on a l'impression d'une agitation constante sans que ce changement nous soit perceptible, tout désordre étant considéré à valeur identique. Mais est-ce vrai ?

Quelles sont vos conclusions ?

Vous avez d'abord vu comme dit dans la diapo précédente un espace coupé en deux avec une partie dont les molécules du fluide étaient toutes bleues et dont l'autre partie était occupée uniquement par des molécules rouges. Ceci constitue un milieu ordonné, dit hétérogène. Puis, le mouvement brownien agitant les molécules celles d'un milieu ont commencées à envahir l'autre milieu et réciproquement. Après un certain temps les deux parties n'étaient plus discernables, le milieu étant devenu homogène. Enfin, bien que l'ensemble ait continué à se modifier en permanence, il restait globalement dans un état homogène sans changement observable.

Le milieu a-t-il atteint son entropie maximale ?

L'agitation aléatoire des molécule peut-elle reconduire à la figure d'origine ?

L'entropie est-elle un critère sûr de l'orientation de la flèche du temps ?

Page de commentaire sur la page précédente

Quelles sont vos conclusions sur ce qui s'est passé durant cette petite vidéo. Dans la présentation magistrale il s'agissait effectivement d'une vidéo que j'ai remplacé ici, dans un cadre statique, par trois états intermédiaires avec trois captures d'écran de cette vidéo, au départ, au début, plus tard.

Voyons le problème sous un autre angle

On va « déthéoriser » la question et imaginer un environnement plus réduit en nombre de molécules que l'on va tout de même diversifier un peu plus.

Nous allons prendre un univers constitué de 4 molécules différentes qui seront les 4 lettres suivantes ABCD, cela vous donne un univers hétérogène limité à 4 caractères et ordonné selon la séquence constituée par les 4 premières lettres de l'alphabet.

Maintenant le mouvement brownien peut mélanger les molécules de cet univers, mais de combien de façons différentes ?

Il s'agit de déterminer le nombre de permutations qu'il est possible de réaliser avec 4 lettres différentes.

Page de commentaire sur la page précédente

Sauriez vous calculer ce nombre ? Entrons dans le domaine probabiliste dont les équations, si elles font intervenir des symboles qui vous sont encore inconnus, du moins dans cet usage, n’en sont pas plus compliquées à comprendre que celles auxquelles vous êtes habitués.

Les multiples permutations de ABCD

Nous avons une séquence de 4 symboles différents et le nombre de permutations qu'il est possible de faire avec ces 4 symboles s'appelle « FACTORIELLE N» et s'écrit N! Et factorielle 4 qui s'écrit 4! est égal à 24

Ce qui correspond à 1*2*3*4 = 24

*Ou plus simplement cherchez la touche **n!** sur votre calculatrice scientifique.*

Les 24 permutations qu'il est possible de faire sont les suivantes :

ABCD ABDC ACBD ACDB ADBC ADCB BACD BADC BCAD BCDA BDAC BDCA CABD CADB CBAD CBDA CDAB CDBA DABC DACB DBAC DBCA DCAB DCBA

Peut-on dire que ces séquences de permutations sont des organisations désordonnées des quatre premières lettres de l'alphabet représentant l'organisation ordonnée de référence ?

Page de commentaire sur la page précédente

La vrai question que l'on peut se poser est : Est-ce que ABCD est un objet ordonné de référence, comme l'étaient les molécules séparées en bleues et rouges, et que BCAD ou CDBA par exemple en sont des formes désordonnées ? OUI ou NON ?
Si je lance les 4 lettres en l'air est-ce qu'en retombant elles peuvent se remettre dans l'ordre de la séquence de référence ? Si oui, avec quelle probabilité ?
Et si oui, pourquoi ais-je répondu NON pour la cruche ?

Continuons avec un autre exemple

Nous allons prendre un univers constitué de 7 molécules différentes qui seront les 7 lettres suivantes ACHINOR, cela vous donne un univers hétérogène constitué d'un mot de 3 syllabes faciles à prononcer. De combien de façons différentes peuvent-elles être permutées? Réponse : 7!

1*2*3*4*5*6*7 = 5040

Beaucoup trop cette fois pour pouvoir les afficher sur cette page

ACHINOR ACHINRO ACHIRON ACHIRNO ACHOINR

ACHOIRN ACHORNI……………. RONIHAC RONIHCA

Page de commentaire sur la page précédente

Sauriez vous calculer ce nombre et les écrire sans en oublier ni répéter deux fois la même séquence ?
Dans la présentation magistral j’exécute un programme qui liste les 5040 façons d’agencer les 7 lettres ACHINOR qui se termine par la séquence RONIHCA qui en est l’inverse

La dernière page de la liste montre autre chose d’intéressant

```
RNACHIO RNACHOI RNACIHO RNACIOH RNACOHI RNACOIH RNAHCIO RNAHCOI RNAHICO RNAHIOC
RNAHOCI RNAHOIC RNAICHO RNAICOH RNAIHCO RNAIHOC RNAIOCH RNAIOHC RNAOCHI RNAOCIH
RNAOHCI RNAOHIC RNAOICH RNAOIHC RNCAHIO RNCAHOI RNCAIHO RNCAIOH RNCAOHI RNCAOIH
RNCHAIO RNCHAOI RNCHIAO RNCHIOA RNCHOAI RNCHOIA RNCIAHO RNCIAOH RNCIHAO RNCIHOA
RNCIOAH RNCIOHA RNCOAHI RNCOAIH RNCOHAI RNCOHIA RNCOIAH RNCOIHA RNHACIO RNHACOI
RNHAICO RNHAIOC RNHAOCI RNHAOIC RNHCAIO RNHCAOI RNHCIAO RNHCIOA RNHCOAI RNHCOIA
RNHIACO RNHIAOC RNHICAO RNHICOA RNHIOAC RNHIOCA RNHOACI RNHOAIC RNHOCAI RNHOCIA
RNHOIAC RNHOICA RNIACHO RNIACOH RNIAHCO RNIAHOC RNIAOCH RNIAOHC RNICAHO RNICAOH
RNICHAO RNICHOA RNICOAH RNICOHA RNIHACO RNIHAOC RNIHCAO RNIHCOA RNIHOAC RNIHOCA
RNIOACH RNIOAHC RNIOCAH RNIOCHA RNIOHAC RNIOHCA RNOACHI RNOACIH RNOAHCI RNOAHIC
RNOAICH RNOAIHC RNOCAHI RNOCAIH RNOCHAI RNOCHIA RNOCIAH RNOCIHA RNOHACI RNOHAIC
RNOHCAI RNOHCIA RNOHIAC RNOHICA RNOIACH RNOIAHC RNOICAH RNOICHA RNOIHAC RNOIHCA
ROACHIN ROACHNI ROACIHN ROACINH ROACNHI ROACNIH ROAHCIN ROAHCNI ROAHICN ROAHINC
ROAHNCI ROAHNIC ROAICHN ROAICNH ROAIHCN ROAIHNC ROAINCH ROAINHC ROANCHI ROANCIH
ROANHCI ROANHIC ROANICH ROANIHC ROCAHIN ROCAHNI ROCAIHN ROCAINH ROCANHI ROCANIH
ROCHAIN ROCHANI ROCHIAN ROCHINA ROCHNAI ROCHNIA ROCIAHN ROCIANH ROCIHAN ROCIHNA
ROCINAH ROCINHA ROCNAHI ROCNAIH ROCNHAI ROCNHIA ROCNIAH ROCNIHA ROHACIN ROHACNI
ROHAICN ROHAINC ROHANCI ROHANIC ROHCAIN ROHCANI ROHCIAN ROHCINA ROHCNAI ROHCNIA
ROHIACN ROHIANC ROHICAN ROHICNA ROHINAC ROHINCA ROHNACI ROHNAIC ROHNCAI ROHNCIA
ROHNIAC ROHNICA ROIACHN ROIACNH ROIAHCN ROIAHNC ROIANCH ROIANHC ROICAHN ROICANH
ROICHAN ROICHNA ROICNAH ROICNHA ROIHACN ROIHANC ROIHCAN ROIHCNA ROIHNAC ROIHNCA
ROINACH ROINAHC ROINCAH ROINCHA ROINHAC ROINHCA RONACHI RONACIH RONAHCI RONAHIC
RONAICH RONAIHC RONCAHI RONCAIH RONCHAI RONCHIA RONCIAH RONCIHA RONHACI RONHAIC
RONHCAI RONHCIA RONHIAC RONHICA RONIACH RONIAHC RONICAH RONICHA RONIHAC RONIHCA
```

Page de commentaire sur la page précédente

J'avais présenter la séquence ACHINOR comme ordonnée, facilement prononçable, en bref un agencement des 7 lettres qui n'avait pas un aspect désordre comparé à tout ce qui défilait dans la liste qui montrait des séquences totalement désordonnées, souvent imprononçable à la lecture avec des séquences de plusieurs consonnes consécutives comme IAHCNRO ou IHCNRAO loin de se présenter comme la structure organisée de référence ACHINOR.
Pourtant, a gauche d'une des dernière ligne, noyée dans une liste de séquences inorganisées apparaît mon nom, ROCHAIN, en rouge afin qu'il se distingue nettement des autres mots de la liste. C'est pour moi le mot le plus ordonné de la liste, mais tout le monde ne s'appelle pas Rochain. Au regard de la référence ACHINOR, c'est un mot désordre, pourtant pour moi c'est le plus ordonné de tous. Pourtant, pour vous tous, ROCHAIN n'est qu'un tas de gravats rapporté à la cruche ACHINOR, la référence !

Il faut comprendre que de la même façon, la cruche n'est qu'un tas de gravats qui nous paraissent ordonnés, et organisés mais seulement rapportés au fait que dans notre milieu de vie c'est un objet précis, bien connu, et ayant un rôle dans notre manière de vivre. Mais au regard de n'importe quel tas de gravats particulier que l'on peut choisir comme référence d'objet organisé et ordonné, la cruche est un tas de gravats désordonnés. Ce qui la différencie vraiment est l'interaction moléculaire de sa matière.

Les multiples permutations d’ ACHINOR

Les questions sont les mêmes :

ACHINOR est-elle la forme hétérogène d’une séquence particulière et les autres des formes de plus en plus homogènes au fur et à mesure que l’on s’éloigne de la forme de référence ?

ACHINOR ACHINRO ACHIRON ACHIRNO ACHOINR

ACHOIRN ACHORNI ACHORIN ACHNORI ACHNOIR

ACHNRIO ACHNROI ACHNIOR ACHNIRO ……….

Qu’est-ce qui donne à ACHINOR, ou à la séquence des 4 premières lettre de l’alphabet ABCD, le statut privilégié de référence organisée, comme pour la  d’origine ?

C’est votre choix ! Mais je préfère la séquence ROCHAIN

Page de commentaire sur la page précédente

Ainsi on voit bien que décider qu'une organisation de matière considérées comme référence n'est qu'une convention et quelquefois très personnelle comme ici avec Rochain qui se trouve vers la fin de la liste des 5040 permutations possibles;

la 4951 em permutation d'ACHINOR produit ROCHAIN

Mais que se passe t-il en multipliant la même lettre (molécule) dans les séquences ?

Avec les lettres ABCD nous avions 24 permutations bien différentes car nous avions 4 symboles différents

Mais si nous faisons toutes les permutations qu'il est possible de réaliser avec seulement n (par exemple 2) symboles répétés m fois chacun, qu'observerions nous ? **Avec 2 B et 2 R :**

BBRR BBRR BRBR BRRB BRBR BRRB **BBRR BBRR** BRBR BRRB BRBR BRRB RBBR RBRB RBBR RBRB **RRBB RRBB** RBBR RBRB RBBR RBRB **RRBB RRBB**

8 groupes sur 24, soit 1/3, sont « hétérogènes »

Probabilité d'apparition de la séquence de référence : $2(2!*2!)/4! = 8/24$

(molécules rouges et bleues séparées)

Page de commentaire sur la page précédente

C'est une autre présentation du problème des molécules bleues ou rouges. On voit que finalement ces séquences d'apparence ordonnée ne son pas si rares, 1 sur 3

Ainsi, en jetant ces lettres au hasard sur une pente qui en glissant les ferait retomber en lignes, une fois sur trois on retrouverait une séquence ordonnée avec les 2 bleues d'un côté et les 2 rouges de l'autre. Nous sommes loin de notre certitude quant à la répartition des 960 molécules rouges et 960 molécules bleues du départ. Comment expliquer cela ?

Etudions successivement 3 cas avec des couleurs répétées dans la séquence

Avec 2 molécules différentes associées dans des séquences de 4 molécules nous avions :

BBRR BBRR BRBR BRRB BRBR BRRB **BBRR BBRR** BRBR BRRB BRBR BRRB RBBR RBRB RBBR RBRB **RRBB RRBB**

RBBR RBRB RBBR RBRB **RRBB RRBB** 2(2!*2!)/4! = 8/24

Avec 2 molécules différentes par séquences de 6 nous avons 2(3!*3!)/6! = 72/720 du 1/3 on passe au 1/10

Quand est-il dans le cas de nos 1920 molécules B ou R par séquences de 960 ?

$2(960!*960!)/1920! = 1{,}57*10^{4896}/1{,}36*10^{5472}=1{,}15*10^{-576}$ = $1/\ 8{,}66^{575}$

On voit bien que la probabilité de retrouver une séquence ordonnée avec les molécules bleues d'un côté et les rouges de l'autre est devenue négligeable.

Page de commentaire sur la page précédente

Même si le nombre de séquences d'apparence ordonnée croît avec les nombre total de séquences (mais est-ce vrai là-encore ? Nous y reviendront à la diapo suivante) il croit beaucoup moins vite que ce nombre total.

Il en découle que la probabilité de retrouver par hasard une séquence ordonnée s'amenuise avec la longueur des séquences.

Est-il vrai que les séquences ordonnées sont plus nombreuse proportionnellement que les autres ?

Revenons sur les séquences **BBRR** *et* **RRBB**

BBRR BBRR BRBR BRRB BRBR BRRB **BBRR BBRR** BRBR BRRB BRBR BRRB RBBR RBRB RBBR RBRB **RRBB RRBB** RBBR RBRB RBBR RBRB **RRBB RRBB** $2(2!*2!)/4! = 8/24$

Et mettons en bleu les ordonnancement de type **BRRB** *et* **RBBR**

BBRR BBRR BRBR **BRRB** BRBR **BRRB** BBRR BBRR BRBR **BRRB** BRBR **BRRB RBBR** RBRB **RBBR** RBRB RRBB RRBB **RBBR** RBRB **RBBR** RBRB RRBB RRBB

nous en avons également 8 sur les 24 séquences possibles

Page de commentaire sur la page précédente

Pour des séquences de même dénombrement nous avons toujours une égalité d’apparences ordonnées.

Le leurre de l’entropie croissante

Ces exemples soulignent que le deuxième principe de la thermodynamique (Principe de Carnot Clausius) énoncé comme ayant un sens vers l’homogénéité est un leurre. La configuration hétérogène de départ n’est qu’une configuration particulière ordinaire parmi les n! permutations possibles de ses composantes. C’est abusés par nos perceptions culturelles des objets et des milieux que l’on considère que les dérives de leurs structures sont comprises comme des tendances vers l’homogénéité. L’image des deux types de molécules séparées dans le volume de la première simulation n’est qu’une des (24*80=1920) ! organisations possibles et je ne vous parle pas du nombre  !

Page de commentaire sur la page précédente

1920 ! Qui est le nombre de permutations que l'on peut faire avec les 1920 molécules occupant le volume bicolore de 24 lignes de 80 caractère est un nombre énorme égal à 1,36 multiplié par 10 puissance 5472 et la probabilité de retrouver ces deux zones bien séparées, une bleue et l'autre rouge est égale à 1 /8,75 multiplié par 10 puissance 575. Ce n'est donc pas impossible, et en absolue l'inéluctable accroissement de l'entropie est simplement un leurre… réaliste seulement en regard de notre perception trompée par l'aspect pratique des objets

Conclusions

L'apparente tendance à l'accroissement du désordre d'un milieu abandonné à lui-même résulte :

1) de ce qu'il existe certaines configurations présentant un aspect ordonné selon nos critères distinctifs souvent subjectifs et auxquelles nous portons une attention particulière.

2) Que nous proposons systématiquement une de ces configurations au départ d'une expérience, laquelle ne peut que montrer des configurations qui s'en éloignent comme ce serait le cas pour n'importe quelle configuration de départ, puisque ces configurations d'origine ne sont pas plus probable que n'importe quelle autre, et plus le nombre de configurations possibles est élevé plus cet aspect de croissance du désordre est accentué. Sur un jeu réduit d'objet cet aspect est nul.

Page de commentaire sur la page précédente

Partir d'une situation d'apparence hétérogène comme celle de la cruche sur la table n'est que partir d'une situation choisie à l'avance comme nous paraissant ordonnée mais que la suite est la même qu'en partant d'une situation qui nous apparaît comme désordonnée. Voyons en un exemple.

Que peut-il résulter de la chute des morceaux qui se trouvent sur la table ?

Page de commentaire sur la page précédente

Il n’y a pas plus de chances d’obtenir la configuration de gravats de la chute vers la gauche, dont vous noterez qu’il ne s’agit pas de la même configuration que celle de la table, bien que nous les assimilions abusivement toutes deux à un état identique, que d’obtenir la cruche résultant de la chute vers la droite**, laquelle est également un ensemble de gravats organisés selon une image culturelle. Notre logique simpliste considère les milliards de configurations possibles des morceaux de cruche cassée comme étant le même état, face à la configuration unique de la cruche reconstituée.**

Merci de votre attention