

La réalisation d'un circuit intégré produisant simultanément du froid et de l'énergie électrique est parfaitement dans le domaine du concevable

Pour l'essentiel, le présent article s'applique à démontrer qu'il n'est pas un canular.

Il est en effet contraire au second principe de la thermodynamique, selon lequel la conversion de chaleur en énergie mécanique ou électrique nécessite **deux** sources de chaleur: une source chaude et une source froide. Il serait donc impossible de réaliser un dispositif prenant spontanément une température inférieure à celle du milieu ambiant, et refroidissant le milieu ambiant, tout en fournissant par ailleurs une énergie mécanique ou électrique.

1°) Limite de validité du second principe

Le second principe est valable uniquement à l'échelle **macroscopique**, pour laquelle les substances utilisées dans les moteurs thermiques sont considérées comme **homogènes**.

Or, au niveau microscopique, l'agitation thermique fait apparaître des **hétérogénéités** bien connues, révélées par les **mouvements browniens**: une petite particule de fumée lâchée dans un gaz prend un mouvement aléatoire, c'est à dire **reçoit aléatoirement de l'énergie** de la part de ce gaz. Voilà pour la réalité expérimentale.

Au niveau théorique, une population donnée de molécules de gaz à une température donnée subit des **fluctuations d'entropie**. Or, l'entropie, à un facteur près, mesure une **énergie mécanique transformée en chaleur**.

Les fluctuations d'entropie correspondent donc, au signe près et à un facteur près, à des **fluctuations d'énergie mécanique** que l'on peut espérer extraire de la masse de gaz. Ce sont ces fluctuations qui créent les mouvements browniens.

2°) le problème technique.

Pour extraire de l'énergie mécanique ou électrique par refroidissement de la matière, il faut donc

- a) produire des mouvements ordonnés à partir de mouvements microscopiques désordonnés,
- b) additionner les énergies obtenues, qui sont aléatoires et très petites, pour obtenir une énergie utilisable à l'échelle macroscopique.

Or, avec le progrès des techniques et de la miniaturisation, tout cela semble de plus en plus réalisable; en outre, les dispositifs correspondants pourraient avoir des utilisations immédiates, car les appareils peu gourmands en puissance sont désormais nombreux: montres, calculatrices, stimulateurs cardiaques...

3°) conversion de mouvements désordonnés en mouvements ordonnés

Pour une telle conversion, un dispositif réalisé en grande série à l'échelle macroscopique est celui des **montres automatiques**: on y utilise les mouvements aléatoires du poignet pour tendre le ressort et donc « remonter la montre ».

Le principe du dispositif est représenté sur la **figure 1** : La masse M est solidaire de la roue B. Par rapport à la montre qui s'agite en fonction des mouvements du poignet, le mouvement de M serait désordonné en l'absence de cliquet. Grâce au cliquet, la rotation ne peut se faire que dans un sens, et on peut l'utiliser pour tendre le ressort qui actionne la montre.

Si l'agitation concerne des fluides et non pas des solides, **la valve** remplace le cliquet dans le but d'obtenir un mouvement unidirectionnel.

Soient deux bassins d'eau, C et D, communiquant par une petite ouverture, celle-ci comportant une valve V (cf. **figure 2**). Au repos, l'eau a le même niveau dans les deux bassins. Si une violente tempête agite l'eau dans les deux bassins, les vagues ayant tendance à passer de C vers D ferment la valve et sont donc arrêtées; mais ceci n'est plus vrai pour un passage en sens contraire: l'eau passera donc de D vers C. En conséquence, le niveau d'eau moyen sera plus élevé en C qu'en D, et donc, dans le tuyau E, un courant passera de C vers D.

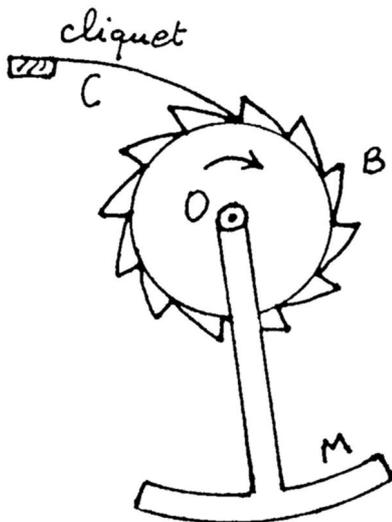


Figure 1

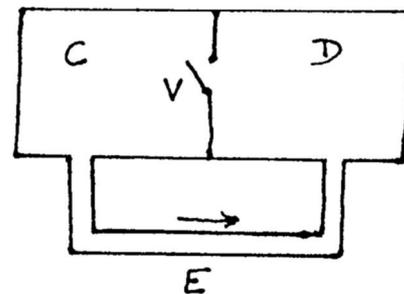


Figure 2

En mettant en série un grand nombre de bassins, on pourra obtenir une forte différence de niveau entre les bassins extrêmes, pour peu qu'une tempête suffisante entretienne une différence de niveau de part et d'autre de chaque valve. (cf **figure 3**)

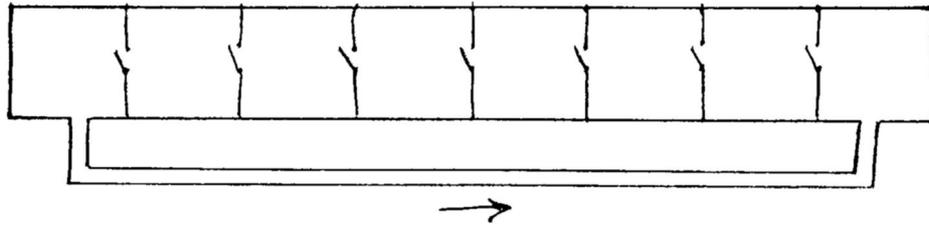


Figure 3

La réalisation de dispositifs correspondants en grande quantité et au niveau microscopique n'est certainement pas évidente, mais les chimistes se représentent désormais les édifices moléculaires comme si c'était un jeu de construction, et, pour la simulation des valves au niveau microscopique, la réalisations de **membranes dissymétriques** est probablement un **défi raisonnable**. Une série de récipients gazeux minuscules, séparés par de telles membranes, pourrait produire une circulation de gaz susceptible de fournir de l'énergie. (Figure 4)

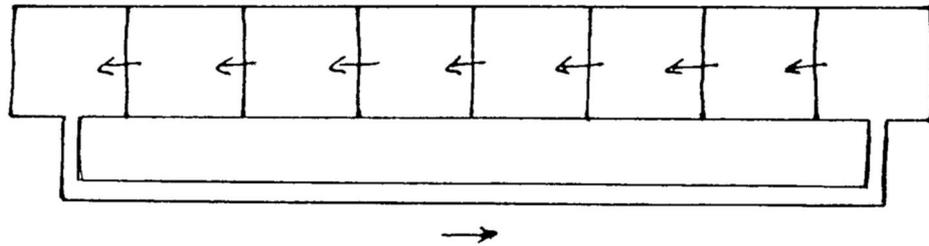


Figure 4

Mais c'est probablement dans le domaine électronique que la faisabilité est la plus plausible, parce que, dans ce domaine, la miniaturisation des composants et leur réalisation en très grand nombre est désormais un acquis très banal. La correspondance entre dispositif mécanique et dispositif électronique est très classique:

- Bassin ↔ volume de conducteur ou de semi-conducteur entouré par de l'isolant
- eau du bassin ↔ charges électriques mobiles dans la matière
- tempête ↔ agitation thermique
- valve ↔ diode

L'agitation thermique des électrons est un phénomène connu, puisque, après amplification, elle donne le **bruit blanc** des chaînes Hi-Fi. A cause de cette agitation thermique, si deux conducteurs sont séparés par une diode D, ils doivent prendre des potentiels très légèrement différents. (Figure 5)



Figure 5

4°) Photopile utilisant le rayonnement thermique

Une autre considération permet d'aboutir à la même conclusion: une photopile est tout simplement une diode.

Celle-ci devient un générateur lorsque la matière qui la constitue reçoit de la lumière. Les photopiles actuelles fonctionnent avec de la lumière visible, mais on peut espérer faire fonctionner des photopiles avec de l'**infrarouge existant dans la matière**.

Etant donné les lois de rayonnement du corps noir, à la température ordinaire, la matière fournit une quantité extrêmement faible de lumière visible et de proche infrarouge, mais beaucoup d'infrarouge lointain. Il faut donc rechercher des diodes à faible tension seuil, sensibles à l'infrarouge de grande longueur d'onde.

On peut donc considérer, soit que les diodes extraient de l'énergie apportée par l'agitation thermique des électrons, soit qu'elles extraient de l'énergie apportée par les photons d'infrarouge existant dans la matière. En mettant en série un très grand nombre de dispositifs diode + conducteur, on devrait obtenir des tensions utilisables. (**Figure 6**).



Figure 6

Cela ne veut pas dire que le problème soit résolu pour autant! En effet, les forces électromotrices aléatoires que l'on peut attendre de l'agitation thermique sont de l'ordre du millivolt, et, avec des tensions aussi faibles, la non-linéarité de la diode ne joue pratiquement pas; autrement dit, la diode ne se comporte pas comme une porte ouverte ou fermée, mais comme une porte plus ou moins ouverte. Mais la physique du solide a déjà fourni des outils extraordinaires dans le domaine de l'informatique, et elle n'a épuisé ni le domaine de ses découvertes, ni celui de leurs applications.

Ce qui est certain, c'est que **le second principe de la thermodynamique présente une faille**, et que l'exploitation de cette faille est un excellent défi scientifique et technique.

Juillet 1996

Louis ROUGNON-GLASSON
Professeur agrégé en sciences physiques
F-25500 MONTLE.BON

page 4 / 4

Ortograf doc 440 - 2008 - 05