



1 – ENTITÉ CONSERVATIVE ET QUANTITÉ

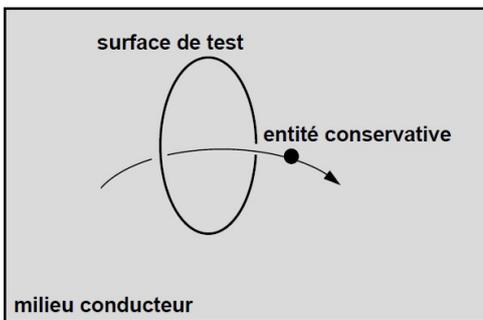
Une technologie est souvent bâtie autour d'une entité conservative dont on étudie les aventures. On peut dire que l'électricité est l'aventure de la charge électrique, la mécanique celle de la quantité de mouvement, l'hydraulique celle du volume et la thermique celle de la calorie.

L'aspect conservatif de cette entité décrit le fait qu'elle ne peut ni se créer, ni disparaître spontanément au sein du domaine technologique qui nous intéresse :

Technologie	Entité associée
Electricité	Charge électrique : q
Mécanique	Quantité de mouvement : $p = mv$ Moment cinétique : $J = mvr$
Hydraulique	Volume de liquide : V
Thermique	Calorie : Q

L'électromagnétisme échappe à cette description, c'est d'ailleurs ce qui rend difficile son étude.

2 – MILIEU CONDUCTEUR ET FLUX



Les entités que nous avons introduites pouvant se **déplacer**, on peut leur associer un milieu conducteur, et considérer en un point de ce milieu une petite surface et **mesurer la quantité d'entité qui la traverse**.

Si nous rapportons cette mesure à une **unité de temps**, nous pouvons définir le **flux unitaire** au point considéré de cette entité (voir figure ci-contre).

Les variables de flux associées aux technologies qui nous intéressent sont alors :

Le Flux qui traverse la surface de test est défini à partir de la quantité d'entité qui a traversé cette surface par unité de temps. L'entité considérée a été dessinée sous la forme d'une particule. Cette image est satisfaisante en ce qui concerne la charge électrique mais totalement surréaliste en ce qui concerne la quantité de mouvement.

Technologie	Flux
Electricité	Courant électrique car $i = \frac{dq}{dt}$
Mécanique	Force car : $f = \frac{d(mv)}{dt}$ Couple car : $N = \frac{d(mvr)}{dt}$
Hydraulique	Débit volumique car : $q_v = \frac{dV}{dt}$
Thermique	Flux de calories car : $\Phi = \frac{dQ}{dt}$

Les notions de milieu conducteur et de flux sont familières en ce qui concerne l'électricité et la thermique, un peu artificielles en ce qui concerne l'hydraulique mais très artificielles en ce qui concerne la mécanique.

3 – CAPACITÉ ET POTENTIEL - EFFORT

Dans toutes ces technologies, il existe des récipients permettant de stocker l'entité conservative. Le condensateur électrique stocke les charges électriques, une cuve stocke un volume de liquide, une masse stocke la quantité de mouvement. Pour apprécier la quantité stockée dans ces récipients, on définit un **niveau d'entité**. Par exemple, Le niveau des charges dans un condensateur électrique est la *tension électrique* à ses bornes, la pression au fond d'un récipient mesure le *niveau de volume*, la vitesse mesure le *niveau de la quantité de mouvement* stockée dans une masse. Ce niveau est appelé : « **potentiel** » ou encore « **effort** ».

Les variables d'effort (ou de potentiel) associées aux technologies qui nous intéressent sont alors :

Technologie	Potentiel – Effort
Electricité	Tension électrique car la capacité d'un condensateur électrique est définie de telle sorte que : $v = v_0 + \frac{1}{C} \int_0^t i(u) du$
Mécanique	Vitesse car $f = ma$ peut s'écrire : $v = v_0 + \frac{1}{m} \int_0^t f(u) du$
	Vitesse angulaire car $N = J\ddot{\Omega}$ peut s'écrire : $\Omega = \Omega_0 + \frac{1}{J} \int_0^t N(u) du$
Hydraulique	Pression car, pour un récipient cylindrique, on peut écrire : $p = p_0 + \frac{\rho g}{S} \int_0^t q(u) du$
Thermique	Température car on peut écrire : $T = T_0 + \frac{1}{mC} \int_0^t \Phi(u) du$



On constate que la définition du potentiel et de la capacité vont de pair et qu'il n'est pas possible de définir l'un sans l'autre. Une propriété importante des potentiels est d'être relatifs, ils ne sont définis qu'à une référence près (pensez à la masse électrique, au niveau de la mer, à la température de la glace fondante...). La mesure d'un potentiel nécessite donc de brancher l'appareil de mesure entre deux points du circuit sans interrompre celui-ci ; c'est pourquoi, on n'accède qu'à des **différences de potentiel** et non pas au potentiel lui-même. **Ces quelques propriétés permettent souvent d'identifier la grandeur physique susceptible de jouer le rôle d'un potentiel.**

4 – PUISSANCE

L'étude préalable des différentes technologies que nous connaissons montre que la puissance instantanée s'exprime très généralement par :

$$\text{Puissance} = \text{Effort}(t) \cdot \text{Flux}(t)$$

Technologie	Puissance
Electricité	$P_e(t) = v(t) \cdot i(t)$
Mécanique	$P_m(t) = v(t) \cdot f(t)$
	$P_{mr}(t) = \Omega(t) \cdot N(t)$
Hydraulique	$P_h(t) = p(t) \cdot q_v(t)$
Thermique	$P_T(t) = T(t) \cdot \Phi(t)$

5 – CONCLUSION

Le raisonnement par analogie permet à un électricien d'acquérir une compréhension sommaire mais souvent suffisante de la mécanique, de l'hydraulique et de la thermique. Il peut être soit le départ d'une étude plus approfondie soit un support de discussion avec un spécialiste du domaine. En tout état de cause, il permet de se poser quelques bonnes questions et de se créer les quelques bonnes images qui caractérisent l'acquisition d'un certain sens physique et qui sont nécessaires aux raisonnements qualitatifs si indispensable en pratique.