

Dans un premier temps, nous explicitons ce qu'est la méthode expérimentale. Puis, nous présenterons un modèle de type cybernétique permettant de mieux comprendre le V.A.S.

♦ La méthode expérimentale

Pour le dictionnaire Quillet-Flammarion la **méthode** est « *un ensemble de moyens jugés les plus propres pour arriver à un but* ».

La définition de l'**expérience** correspond à la « *connaissance acquise par une longue pratique, de nombreuses expériences* » mais aussi par « *l'observation des phénomènes naturels pour en tirer les lois scientifiques* ». Ce qui est expérimental est donc fondé sur l'expérience d'un individu ou d'un groupe de personnes, en général, dans un domaine spécifique.

Curieusement, la définition de la science n'introduit pas l'aspect reproductibilité d'un phénomène. En effet, la science est un « *ensemble de connaissances sur une matière déterminée* », c'est un « *savoir que l'on acquiert par la lecture, l'expérience, l'observation* ». C'est bien sûr « *l'ensemble de connaissances et de recherches tendant à la découverte des lois qui régissent les phénomènes* ».

Cependant, parmi les critères scientifiques, il est, aujourd'hui demandé qu'une machine puisse servir de référentiel et que les mécanismes d'un phénomène soient reproductibles indépendamment de l'être humain.

Par exemple, le fait qu'un observateur (et quelque soit cet opérateur) appuie sur un interrupteur et qu'une lampe puisse s'allumer en suivant des lois identifiées, en électricité, par exemple, rentre dans cette catégorie même s'il reste encore des « *mystères* » à élucider sur ce qu'est l'électricité.

Par nature même, le fait de savoir prendre le pouls dit de Nogier avec une sensibilité tactile différente suivant l'opérateur ne rentre donc pas dans ces critères scientifiques.

Par contre, en attendant qu'une machine fiable soit capable de prendre ce pouls, un praticien peut utiliser, à notre avis, la **méthode expérimentale** avec le pouls de **Nogier** afin d'être dans une approche raisonnée et scientifique.

Cela veut dire qu'il faut se mettre, par exemple, dans des conditions de mesures du pouls qui soient reproductibles.

♦ Le V.A.S.

Nous préférons utiliser le terme de **V.A.S.** (Vascular Autonomie Signal) en lieu et place de pouls de **Nogier**. En effet, le **V.A.S.** est, à notre avis, un signal qui reflète la réaction du système nerveux central à des stimulations (lumineuses, par exemple) de l'oreille ou de la peau.

Le signal biologique d'un produit homéopathique, par exemple, est amplifié par le système autonome du corps humain et est capté (en sortie de ce bio-amplificateur) par le pouce, le **V.A.S.** étant le signal amplifié du produit homéopathique (dans cet exemple).

L'amplificateur bio-corporel qui permet d'extraire un signal noyé dans le bruit de fond correspond en électronique à un amplificateur très particulier. Ses caractéristiques sont différentes de l'amplificateur audio utilisé pour un poste radio, par exemple. En fait, aucun des amplificateurs que vous utilisez dans votre quotidien n'est capable d'extraire un signal noyé dans le bruit de fond...

Découvert en 1966, il n'y avait pas encore d'écrit sur une approche cybernétique permettant de modéliser le V.A.S. Cette réflexion n'est pas intellectuelle puisque je

pratique quotidiennement le V.A.S., mais s'appuie sur des bases solides dans le domaine du traitement du signal.

♦ Modélisation du VAS

La méthode expérimentale est, à notre avis, la première approche de nature scientifique. La deuxième étape importante consiste à être capable de modéliser afin de mieux comprendre un phénomène, de s'approcher du réel.

Le **V.A.S.** est un signal provenant d'un bio-amplificateur permettant d'extraire un signal noyé dans le bruit de fond.

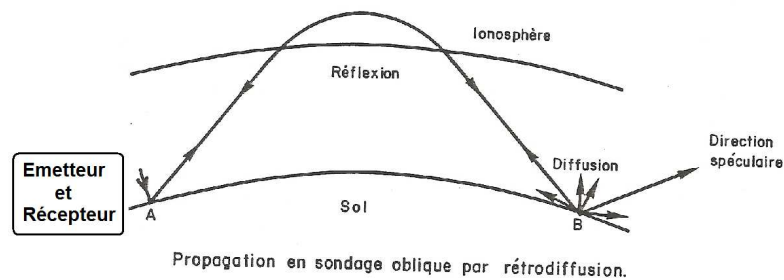
J'ai travaillé pendant ma thèse d'ingénieur sur ce type d'amplificateur très spécifique. C'est ce que l'on appelle dans notre jargon un **corrélateur**.

En mathématiques, la **convolution** de deux fonctions f et g , qui se note généralement « $f * g$ », est une fonction particulière calculée à l'aide d'un calcul d'intégrale qui est définie par :

$$(f * g)(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x-t) \cdot g(t) dt = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot g(x-t) dt$$

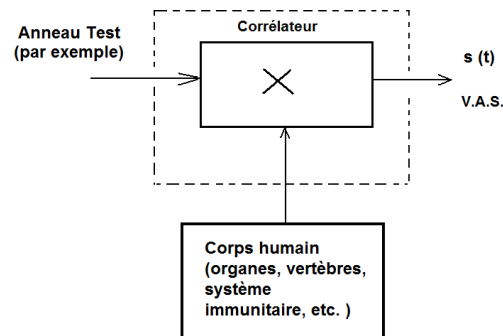
Avec un corrélateur électronique, nous pouvons, par exemple, voir une vague (située de l'autre côté de la terre) alors que le signal reçu par l'antenne est noyé dans le bruit de fond.

Ce n'est possible, en fait que parce que l'on émet un signal codé (de faible puissance) et qu'en réception on va pouvoir extraire le signal **connu** du bruit de fond.



C'est ce qui se passe, certes de façon un peu différente, quand on présente proche de la peau un produit homéopathique. Il y a une amplification et une extraction du signal utile du bruit de fond s'il y a une mise en relation, une corrélation avec un ou plusieurs constituants du corps humain.

Cela veut dire, à notre avis, que le **modèle mathématique** de cet amplificateur bio-corporel et le V.A.S. associé, répond à la **fonction de convolution**, tel que visualisé dans le schéma ci-après.



Les applications en électronique de la fonction de corrélation sont assez nombreuses, citons à titre d'exemple :

- la détection, l'extraction d'un signal périodique « noyé » dans le bruit (radar),
- la mesure précise de décalages temporels,

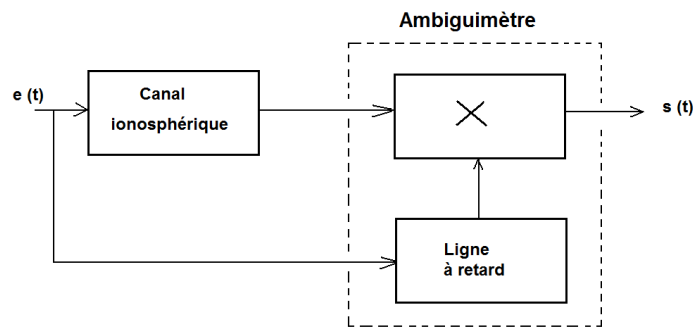
- les analyseurs de spectre à corrélation,
- la mesure des caractéristiques dynamiques des systèmes linéaires.

Citons également une application originale et grand public : la localisation des fuites d'eau. Le bruit généré par la fuite se propage à une certaine vitesse de part et d'autre de la conduite. Ce bruit atteint deux points d'accès (vannes, prise d'eau, robinets domestiques, etc.) à différents moments. Cette différence de temps dépend de la distance de la fuite par rapport aux deux points de contact. Le retard différentiel des signaux est alors défini. La mesure est réalisée avec des microphones très sensibles posés sur des points d'accès au réseau. Le corrélateur commercialisé fonctionne **indépendamment de l'intensité du bruit de la fuite**. De même, les **bruits environnants n'ont quasiment pas d'effet sur le processus de mesure**. Il est ainsi possible d'effectuer une mesure par corrélation en plein jour, même dans des rues à forte circulation.

Afin d'être simple, j'ai utilisé le terme corrélateur mais pour être plus précis, ce bio-calculateur permet de traiter la fonction d'ambiguïté A qui est définie mathématiquement par :

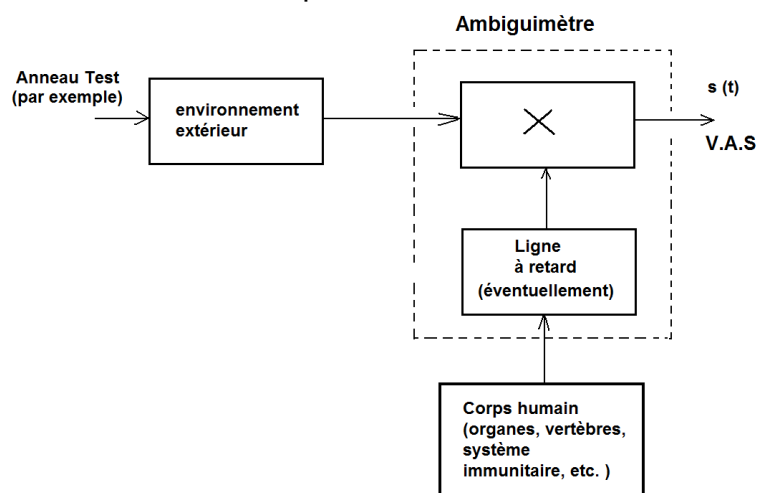
$$A(\tau, fd) = \int e(t) e^*(t-\tau) \exp[-j2\pi f_d t] dt$$

Cette fonction est utilisée par les radaristes et dans les systèmes d'imageries médicales. Le calcul de la fonction d'ambiguïté s'avère d'une grande utilité pour résoudre des problèmes de détection et de communication en milieu aérien et sous-marin.



L'hypothèse d'avancer que le bio-amplificateur humain peut être modélisé par un corrélateur (calculant la fonction d'ambiguïté) permet de mieux comprendre la facilité pour le corps, à extraire un signal infinitésimal (lisible avec le V.A.S.).

Le **V.A.S.** n'est pas une information subjective. Il correspond à une réalité physique. De la même façon que les oscillations d'un ressort correspondent mathématiquement à un circuit oscillant amorti utilisé en électronique, nous pouvons émettre l'hypothèse que l'ionosphère est comparable, pour les utilisations que nous en faisons avec le **V.A.S.**, à la « bulle » entourant le corps humain.



Avec ce modèle, nous pouvons écrire que toute stimulation (lumineuse, etc.) de la peau entraînant un VAS est annulée, éventuellement avec un retard, par la stimulation suivante.

Ce que Nogier a appelé « transfert » serait probablement, dans le cas de ce modèle, la mesure d'une distance entre deux points réalisée par ce bio-calculateur (il faut déplacer rapidement par rebond la lumière), des retards éventuels par le milieu ambiant et par la peau, c'est-à-dire un problème de transmission de la lumière. Cela correspond en terme d'expérimentation pratique à ce que m'avait montré Jean-Claude Toureng, il y a quelques années : en entourant l'oreille avec un petit récipient en verre, de bons « transferts » deviennent inexistantes (ils sont rétablis quand on enlève ce récipient).

Le modèle proposé dans cet article n'est bien sûr qu'un modèle de la réalité, il pose les premières bases d'un phénomène que chaque praticien se doit d'approfondir. Un physicien ou un électronicien comprendra cependant, pourquoi les phénomènes d'oscillation, par exemple, sont si importants.

En effet, un amplificateur peut se mettre à osciller : l'exemple le plus simple est l'effet Larsen (cela correspond à un sifflement si l'on positionne incorrectement le microphone vis-à-vis des hauts parleurs).

Nous avons alors notre bio-amplificateur qui va **amplifier** s'il y a corrélation mais si l'anneau test (une simple boucle en fer, par exemple, qui va agir comme une antenne ou éventuellement comme une self) le fait **osciller**, le praticien non averti prendra le V.A.S. comme une information utile alors que ce n'est qu'une oscillation (c'est-à-dire une mesure erronée)...

Avec ce modèle, toute stimulation identique à un même endroit de la peau doit donner la même réponse. Pour être certain qu'il n'y a pas d'oscillation, par réponse identique nous entendons également que l'onde de propagation du V.A.S. ne change pas de direction.

Le V.A.S. est un outil car ce sont les méthodologies utilisées par les praticiens (et ce qui va être présenté à proximité de la peau), son expérience et la reproductibilité des mesures qui permettent d'obtenir des résultats pertinents sur les patients.

Nous avons conscience que comprendre ce qu'est la fonction d'ambiguïté et ses applications est loin d'être simple.

Le modèle proposé dans cet article pose les premières bases d'un phénomène (le V.A.S.) que chaque praticien se doit d'approfondir.

Ce modèle pourrait de plus servir de base à un chercheur en mathématiques.

Alain Gesbert

<http://www.alaingesbert.fr/>

Références :

BERTHON André, *Fonctions d'ambiguïté, groupes de transformations et opérateurs de déplacement temps-fréquence*, Traitement du Signal, 2002 – Volume 19 – n°3.

GESBERT Alain, *Ambiguimètre numérique à haute résolution pour signaux multidimensionnels*, mémoire d'ingénieur, C.N.A.M. Paris, 1988.

GARDERET Philippe, KOFMAN Wlodzimierz, *Etude théorique et conception d'un ambiguimètre en temps réel*, quatrième colloque sur le traitement du signal et ses applications, 1973.

MINAOUI Khalid, *Séquences binaires et traitements du signal pour les radars*, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Rabat, 3 Avril 2010.