

BULLETIN SCIENTIFIQUE ASTB N° 4/2024

La mesure des fréquences cardiaque et respiratoire : une nécessité vitale
Jean-Paul ECLACHE



La mesure des fréquences cardiaque et respiratoire : une nécessité vitale

Jean-Paul ECLACHE

« **La Vie c'est le mouvement** », « **le mouvement c'est la vie** »

Les mathématiciens diraient de ces deux expressions qu'il s'agit d'une relation biunivoque. Les biologistes diraient de cette double affirmation qu'il s'agit là d'une évidence triviale à l'échelon du **monde dit « vivant »**, du monde animal visible et en particulier de celui des êtres humains. Certes l'engouement planétaire pour toutes les disciplines sportives présentées aux récents Jeux Olympiques et Paralympiques est une magnifique illustration de **l'importance vitale du mouvement**. Mais au-delà de cet aspect où les prouesses motrices et la recherche permanente de performances apparaissent comme des objectifs fondamentaux pour les sportifs de haut niveau, n'oublions pas que chez tout individu, quel que soit son âge et son niveau d'aptitude, existe le besoin, le plaisir et la nécessité de conserver le plus longtemps possible **l'autonomie motrice** lui permettant de se déplacer, de se défendre, d'aller travailler, d'aller chercher sa nourriture, d'aller voir sa famille et ses amis. Enfin n'oublions pas non plus qu'au-delà de la simple locomotion tous nos **organes assurant la survie** grâce aux échanges gazeux, à la captation d'O₂ et au rejet de CO₂, au transfert et à la transformation de nos carburants alimentaires, au transport de ces éléments dans le milieu intérieur et à l'élimination des déchets toxiques, sont **tous équipés d'une motorisation** leur permettant d'assurer un fonctionnement adapté aux besoins de survie (1).

Le mouvement dans tous ses états

Cependant cette affirmation apparaît nettement moins évidente lorsqu'on s'intéresse à la matière ou aux matériaux qui nous entourent et surtout ceux qui sont à **l'état « solide »** compte tenu de l'apparente immobilité de leur structure. Cette **apparence** comme son nom l'indique traduit bien le fait que nos capteurs, en particulier visuels, ne permettent qu'une appréciation superficielle et sommaire du monde qui nous entoure et auquel on a tendance à attribuer par opposition à la matière vivante le terme de matière dite « inerte ». Certes cette inertie, comme l'énonce la **3^e loi de la thermodynamique** lorsqu'on se rapproche du zéro absolu, environ -273°C, tend vers l'immobilisme complet quand tous les mouvements particuliers, atomiques, moléculaires s'arrêtent, et que **l'entropie devient nulle**. Mais si la température augmente, cette mesure physique qui n'est en réalité que le témoin de l'agitation moléculaire transmise au thermomètre, s'accompagne, quand les conditions physiques de volume et de pression et surtout de milieu « liquide » sont adéquates, d'une énergie libre récupérable. Entre l'état dit « solide » et l'état « gazeux », dont nos sens nous permettent d'apprécier la mobilité, existe en effet un **état « liquide »** aux propriétés remarquables, en particulier lorsqu'il est hydrique, dans lequel existe du fait de la **structure ionisée de la molécule d'eau**, une probabilité élevée de rencontres d'éléments permettant l'apparition de complexes moléculaires à l'origine du développement de structures dites « vivantes » (2). La **2^e loi de la thermodynamique** qui affirme que l'entropie universelle présente une augmentation inéluctable ne peut donc être considérée que comme une hypothèse puisque l'utilisation de l'énergie libre existe aussi bien au niveau de la matière dite « inerte » qu'au niveau des structures complexes « vivantes » qui captent dans le milieu environnant les carburants et comburants leur permettant de développer, réparer et entretenir leurs structures.

Thermodynamique et néguentropie.

Certes, contrairement aux délires fous des transhumanistes, cette « **survie** » **n'est que temporaire**, tous les mouvements qu'on pourrait qualifier de parasites et délétères pour les structures vivantes tels que particuliers, ondulatoires, électromagnétiques et/ou les radiations de tous types, finissant toujours par déstructurer ces magnifiques **organisations « néguentropiques »** qui vieillissent inéluctablement et perdent leur plasticité. En revanche, sauf à promouvoir des politiques de destruction volontaire telles que guerre, « wokisme », drogue, dénatalité, négation des sexes, euthanasie, etc., toutes ces structures possèdent différents moyens de reproduction leur permettant de survivre au travers d'une descendance. Ceci pourrait donc nous amener à considérer que **la première loi de la thermodynamique** sur la conservation de l'énergie pourrait éventuellement être une loi véritablement universelle intégrant ces deux mondes, l'inerte et le vivant, ces deux mondes rendus apparemment irréconciliables du fait d'une incapacité de nos organes sensoriels à détecter les mouvements infra-microscopiques en l'absence d'outils plus performants. Comme quoi la caractérisation et la catégorisation sémantiques, pourtant si utiles à la construction du raisonnement, peuvent

parfois conduire, en l'absence des connaissances physiologiques permettant d'apprécier les performances de nos propres structures biologiques, à figer ce même raisonnement et la compréhension du monde qui nous entoure. En réalité ces **deux mondes ne font effectivement qu'un** ; ils sont tous deux « animés » et obéissent aux mêmes lois ; ce qui, pour de nombreux scientifiques comme Einstein conscients de l'équivalence entre matière et énergie et adeptes de l'équation $E = mc^2$, pouvait les conduire à l'hypothèse d'un **bilan universel nul entre entropie et néguentropie**.

Physiologie et régulations

Ces quelques réflexions nous amènent à reconsidérer la définition même de la physiologie ainsi que celle de son champ d'exploration ; cette science de **l'étude du vivant** qui ne peut plus se concevoir isolément, sans connaître ni faire appel au monde des sciences dites plus « dures » telles que la physique, la chimie, les mathématiques, l'informatique. Les structures vivantes naissent, se développent, se reproduisent, transmettent une partie de leur histoire, i.e. de leur patrimoine génétique, vieillissent puis disparaissent. Cette survie temporaire qui permet à chacun, mais dans certaines limites physico-chimiques, de s'adapter aux contraintes énergétiques environnementales, qu'elles soient subies ou choisies volontairement comme lorsqu'on pratique une activité sportive ou de loisir, n'est rendue possible que grâce à un **système de régulation** puissant, mais d'une telle complexité qu'il apparaissait au premier abord comme incompréhensible, voire même miraculeux. Cependant l'évolution des connaissances en matière de théorie des asservissements et des régulations, de modélisation (3), d'informatisation, (ce que l'on regroupe de nos jours sous le vocable trivial voire pompeux d'intelligence artificielle), a offert l'extraordinaire opportunité de repousser les limites de la connaissance, de décrire les structures support et de comprendre enfin les mécanismes intimes de ces régulations biologiques (4).

Les perturbations énergétiques, une nécessité méthodologique

Mais pour ce faire il était indispensable de s'affranchir des fanatismes idéologiques ou religieux et de certaines vieilles notions sur l'homéostasie laissant imaginer que tous les paramètres biologiques mesurables seraient des constantes qu'il était absolument indispensable de maintenir figées, à l'image-même de ce sophisme. Il était tout aussi indispensable de comprendre que pour étudier sérieusement les systèmes vivants et leurs systèmes de régulation il fallait les soumettre à des **perturbations énergétiques** conséquentes susceptibles de mettre en jeu les adaptations tissulaires et organiques permettant leur survie. La physiologie humaine moderne ne peut donc plus se concevoir sans faire appel à la **physiologie de l'exercice**, aussi dénommée physiologie du mouvement ou encore physiologie des APS (activités physiques et sportives) mais aussi à la **physiopathologie** (5), et en intégrant la physiologie moléculaire (6), la physiologie des régulations et la physiologie comparée (7). Si les êtres humains veulent progresser dans la compréhension du monde qui les entoure, en particulier du monde vivant, il est absolument nécessaire que la physiologie reste donc une **science générale et intégrative**, mariant sciences molles et sciences dures, et en relativisant les acquis médicaux concernant l'homme au repos couché dans un lit, situation très particulière qui est probablement celle la moins intéressante et la moins révélatrice qui soit pour analyser et comprendre les structures et le fonctionnement des êtres vivants.

L'universalité du mouvement.

Cependant de nombreuses constatations très simples auraient déjà dû conduire depuis plus d'un siècle les sciences de la vie à privilégier **l'étude du mouvement**. Souvenez-vous il y a quelques soixante ou soixante-dix ans des expériences de votre professeur de **chimie** : peut-être aurait-il dû insister sur le fait que la réaction chimique qu'il mettait en évidence dans son éprouvette était la traduction directe du mouvement spontané des molécules et de leur rentrée en contact et que l'utilisation de catalyseurs ou d'agitateurs n'avait pour but que de favoriser ces contacts. Souvenez-vous aussi de cette pauvre grenouille installée délicatement par votre professeur de **sciences naturelles** qui nous révélait que la stimulation électrique du gastrocnémien s'accompagnait de son raccourcissement et d'un tracé magnifique sur un cylindre que le préparateur avait minutieusement enduit de noir de fumée ! Peut-être aurait-il été nécessaire que ces deux professeurs travaillent de concert pour montrer qu'entre la chimie dite minérale, la biologie, et la chimie dite organique, n'existait en réalité qu'une **différence artificielle et institutionnelle**, et qu'il aurait suffi de prendre en compte quelques millions d'années d'évolution et de complexification pour passer de l'éprouvette à la grenouille.

Des molécules au service de la motorisation biologique

C'est au cours de cette lente et longue évolution que sont apparues de nombreuses molécules remarquables, e.g. des molécules de **structure** comme **l'actine et la myosine** dont l'organisation supérieure et l'empilement en série et en parallèle dans des cellules musculaires, elles-mêmes montées en parallèle dans des muscles, rend ces mouvements unitaires infra-microscopiques visibles à notre échelle. Autres molécules remarquables, celles dites **riches en énergie** du fait d'une liaison avec un ou plusieurs radicaux phosphate susceptibles de se rompre qui se lient temporairement aux molécules d'actine et myosine dont elles modifient la structure électronique, spatiale et dimensionnelle, provoquant le mouvement sans altérer leur composition chimique, mais aussi capables de se régénérer grâce à l'énergie fournie par la déstructuration métabolique des molécules de carburant primaire comme les sucres ou les graisses. Ces **supercarburants** dont les principaux représentants pour le monde animal et les humains sont **l'adénosine triphosphate (ATP)** et la **créatine-phosphate (CrP)**, et qui assurent l'approvisionnement de la majorité des « moteurs » cellulaires, en particulier de celui des muscles (8).

Des organites au service de la bioénergétique animale

Mais d'autres **phénomènes remarquables** ont marqué cette évolution : par exemple cette rencontre et cette symbiose entre des cellules animales primitives et vraisemblablement des cellules d'algues bleues qui, en profitant de ce milieu favorable et protecteur, leur ont fourni en échange de ce « service », des débits importants d'adénosine triphosphate (ATP) ce supercarburant quasiment universel pour le règne animal. Le développement du **métabolisme aérobie** grâce à leur productivité quantitativement exceptionnelle à partir de l'utilisation des acides gras, (certes d'un temps de réponse plus long que celui de la production d'ATP initiale du système cytoplasmique des cellules animales primitives), a permis d'ajouter à une motorisation glucidique brillante mais coûteuse, susceptible de solliciter rapidement le **métabolisme anaérobie** mais aux conséquences parfois délétères, une motorisation basale de forte puissance (5)(9). En d'autres termes pour ces organites « parasites », qu'on dénomme maintenant les **mitochondries**, une intégration ou une assimilation réussie en participant activement à une amélioration des possibilités adaptatives de leur hôte et donc de sa survie. Un modèle dont devraient s'inspirer les adeptes de la mondialisation sauvage !

Nos systèmes de régulation : un livre ouvert sur l'évolution

Partant de la matière dite « inerte » obéissant à des lois basiques simples comme par **exemple la loi d'action de masse**, en passant par les phospholipides, les structures en nappe, l'isolement de milieux liquidiens, l'apparition d'organismes unicellulaires, leur agrégation, etc., la matière aboutit finalement aux **organismes complexes pluricellulaires** tels que nous les connaissons aujourd'hui. Ceux-ci sont caractérisés par le développement d'organes spécialisés dans les transferts et transformations énergétiques, gérés par des systèmes de régulation assurant leur survie, mais dont les mécanismes intimes répondent toujours aux lois physico-chimiques de la matière « inerte ». La loi d'action de masse qui gère les équilibres dynamiques spontanés en milieu hydrique entre les molécules et leurs formes ionisées représente donc **un premier niveau de régulation**. Cet équilibre généralement illustré par des flèches bidirectionnelles entre ces deux états (2) peut être déplacé par la présence de catalyseurs ou de **molécules enzymatiques** qui favorisent à l'échelon cellulaire les transformations dans un sens ou dans un autre. Ce **deuxième niveau de régulation** peut lui-même être contrôlé par l'activation ou la synthèse de ces enzymes que l'on peut assimiler à des ouvriers de différents niveaux de spécialisation qui se lient temporairement aux substrats pour accomplir différentes tâches, e.g. les transformer ou leur faire franchir des barrières membranaires. La complexification des structures vivantes s'accompagne inéluctablement d'une complexification du système de **régulation bioénergétique** affecté à la survie de cette structuration. On retrouve donc naturellement cette régulation au niveau de tous les **organes effecteurs actifs**, aussi bien de ceux qui assurent les transferts de carburants-comburants et des déchets, que des organes d'échanges avec le monde extérieur ou des organes de transformation de l'énergie chimique en énergie mécanique mais dont **la fonction suprême reste toujours celle de la survie de l'organisme** qu'ils composent.

La régulation des systèmes vivants : une structure de survie obligatoirement performante

Trois « objectifs » complémentaires permettent de distinguer trois niveaux principaux de régulation (4) :

1. une **estimation prédictive des perturbations probables** à venir grâce aux capteurs sensoriels et à la mémorisation d'expérience antérieures imprimées dans les structures neurologiques,
2. une **quantification des contraintes en temps réel** grâce aux capteurs sensibles aux mouvements, en particulier aux tractions mécaniques des fuseaux neuro-musculaires, des tendons et des récepteurs périarticulaires, et donc une **estimation de l'astreinte** énergétique qui en résulte,
3. une **correction des erreurs de régulation** grâce aux capteurs physico-chimiques situés sur les vaisseaux sanguins en particulier artériels ou au niveau central via le liquide céphalo-rachidien, par exemple le plancher du quatrième ventricule cérébral, capteurs sensibles à la concentration ou la pression partielle de la plupart des variables biologiques considérées à tort comme des constantes.

Grâce à ce système de régulation performant les deux systèmes fondamentaux d'échange avec le milieu extérieur et de transfert et distribution d'énergie chimique indispensables à la survie humaine, les **systèmes respiratoire et circulatoire**, présentent certaines similitudes mais aussi certaines caractéristiques spécifiques qui les différencient et qu'il est important de noter. Ces deux systèmes sont en effet tous deux animés par des pompes musculaires caractérisées par un volume **V** et une fréquence **F** ou une période **T = F⁻¹** ; ces deux pompes sont commandées par des structures neurologiques centrales spécifiques via des voies nerveuses bien définies, dont les adaptations, en fonction de la **contrainte** énergétique imposée **W** (puissance) et de l'**astreinte** métabolique qui en résulte **DE** (dépense énergétique), se caractérisent par des différences fondamentales concernant les deux termes des couples volume-fréquence qui **gènèrent les débits** respiratoire et circulatoire.

La régulation des débits cardiorespiratoires, clef de la survie des structures aérobies

- **Le volume d'éjection de la pompe cardiaque** présente une adaptabilité relativement limitée du fait de sa situation intrathoracique et de ses caractéristiques anatomiques propres ; son augmentation de débit se trouve donc généralement liée de façon principale et sensiblement linéaire à la fréquence cardiaque ;
- **Le volume mobilisé par la pompe respiratoire** en revanche présente une marge d'adaptabilité importante qui croît avec la contrainte et l'astreinte et jusqu'à un niveau voisin de la moitié de son volume anatomique maximal. La fréquence respiratoire augmente donc elle-aussi mais en restant soumise à l'incidence de la **volonté** tout au moins tant que la perturbation énergétique reste inférieure à un **premier seuil « d'alerte »** qui autorise une utilisation de la respiration à d'autres fins que les échanges gazeux, e.g. le blocage respiratoire lors des efforts de poussée, de toux ou de déglutition, ou pour des fonctions de communication comme la parole ou le chant.
- **Le débit cardiaque** est lié directement à l'astreinte énergétique globale, en particulier au régime métabolique vital essentiel et permanent, i.e. le **métabolisme aérobie**, et donc à la consommation d'oxygène ; ceci grâce au fait que la distribution circulatoire périphérique est principalement assurée par la régulation locale du diamètre des artérols périphériques en fonction des régimes métaboliques périphériques spécifiques.
- **Le débit respiratoire** efficace vital pour assurer les échanges gazeux est essentiellement lié au couple volume-fréquence dont l'amplitude du deuxième terme, **la fréquence**, subit l'influence directe de la part de **régime métabolique anaérobie** mis en jeu en fonction de l'intensité de l'astreinte par rapport aux limites de la zone de transition aéro-anaérobie : soit inférieure à l'intensité **« alerte »**, soit comprise entre **« alerte »** et **« critique »**, soit supérieure à **« critique »**. Ces seuils, lors d'un exercice d'augmentation progressive de la contrainte externe et donc de l'astreinte interne, i.e. de la dépense énergétique, délimitent **trois pentes moyennes d'adaptabilité** de la fréquence respiratoire, différentes et caractéristiques de **trois gains de boucles de régulation** différents.

La mesure des fréquences, clef du suivi pratique du potentiel bioénergétique humain

Les **applications pratiques** de ces connaissances concernant le fonctionnement cardiocirculatoire et respiratoire du corps humain sont donc fondamentales en termes de suivi des APS et des séances d'entraînement et de réadaptation. La relation individuelle **quasiment linéaire entre dépense énergétique et fréquence cardiaque** permet en effet une fois qu'un étalonnage individuel entre l'intensité d'une activité spécifique en situation et la fréquence cardiaque a été réalisé, d'estimer, à partir d'une mesure en continu, simple, peu onéreuse et non traumatique, à l'aide d'un cardiofréquence-mètre, la dépense énergétique imposée en situation. Mais lors de cette même séance d'étalonnage grâce à un exercice spécifique de puissance progressivement croissante, l'enregistrement de **fréquence respiratoire permet de caractériser ses ruptures de pente** et de déterminer les puissances limites, d'alerte et critique, qui encadrent la zone idéale d'entraînement foncier pour l'activité considérée et les groupes musculaires spécifiquement mis en jeu (10). L'utilisation simultanée de ces deux **témoins biologiques de l'astreinte énergétique**, dépense énergétique globale comparativement aux deux repères caractérisant le type de métabolisme et ses conséquences biologiques, est à la base de la méthodologie utilisée aussi bien pour amener les athlètes au plus haut niveau international (11) que pour optimiser les séances d'entraînement et/ou de rééducation permettant d'entretenir ou restaurer en toute sécurité l'autonomie des seniors fragilisés (12). Les extraordinaires résultats obtenus aussi bien chez les athlètes de haut niveau que chez les sujets pathologiques sont bien évidemment ceux d'une stratégie globale « **Performance et Santé** » mise en œuvre par l'ASTB depuis sa création en 1977 (13).

Importance des mesures de fréquences dans la stratégie « Performance et Santé » de l'ASTB

Les fréquences cardiaque et respiratoire sont donc les témoins respectifs de **l'intensité et du type de métabolisme** mis en jeu en cours d'activité et donc en quelque sorte du régime moteur sollicité et de son rendement. Ce qui signifie aussi que les fréquences sont le reflet direct de l'activité de notre ordinateur central qui intègre toutes les informations des capteurs externes et internes pour assurer la meilleure adaptation possible aux contraintes énergétiques subies ou choisies. Il n'est donc pas étonnant de noter que, pour des raisons de « **Performance** » et de « **Santé** », nous ayons été chargés par le Ministère de la Jeunesse et des Sports, des années 87 à 93, de missions de formation et de lutte contre le dopage (14). Celui-ci affecte en effet performance et santé en modifiant le fonctionnement normal du système de commande neuroendocrinien, et modifie donc les témoins biologiques que sont les **fréquences cardiaque et respiratoire** qui permettent d'assurer un suivi médico-scientifique correct. Ces travaux sont à l'origine de **l'extension de la définition du dopage** à toutes les techniques artificielles de préparation touchant le système neuroendocrinien central et périphérique gérant nos systèmes de régulation, ainsi que du projet d'ajout d'un quatrième terme « longius » à la maxime « citius, altius, fortius » de Pierre de Coubertin. De ces propositions faites par l'ASTB et que le Prince Alexandre de Mérode, ancien Président de la Commission Médicale du CIO, aurait souhaité concrétiser, malheureusement seules les techniques artificielles purent être ajoutées à la liste des substances dopantes avant sa disparition.

En revanche la mise au point de **méthodes et de matériels innovants** et peu onéreux permettant le **suivi médico-scientifique en situation** de toutes les activités physiques professionnelles et sportives, et en particulier des séances d'entraînement et de rééducation, s'est poursuivie jusqu'à nos jours. La réalisation de ces prototypes, e.g. de **cardiofréquence-mètres mis au point par l'ASTB** pour le CRSSA, s'est cependant heurté à une hiérarchie technocratique française obtuse et ignare qui refusa d'investir dans leur développement en dépit d'un deuxième prix décerné par Rolex lors des « Awards for entreprise » il y aura bientôt plus de quarante ans (15). Cette politique stérilisante menée depuis bien des années par une pseudo-élite carriériste et mondialiste dont le niveau intellectuel ne cesse de s'effondrer, a eu comme conséquence directe de faire le bonheur de plusieurs sociétés privées et étrangères qui n'ont pas manqué d'utiliser le principe de cette innovation française pour développer et commercialiser des outils dont des millions d'exemplaires sont maintenant utilisés partout sur la planète (16). Espérons qu'il n'en sera pas de même pour le développement du prototype de **ceinture émettrice de détection de la fréquence respiratoire**, couplée elle aussi à un récepteur situé dans une montre bracelet, qui a été réalisé plus récemment par l'ASTB en partenariat avec l'INSA (17).

Comment mesurer la fréquence respiratoire en cours d'activité

En théorie il peut être envisagé de mettre en évidence soit les ordres en provenance des centres respiratoires et/ou leur transmission via les nerfs moteurs, en particulier les nerfs phréniques, soit la réponse motrice des effecteurs musculaires et spécialement celle des deux coupoles diaphragmatiques, soit les mouvements transmis à la cage thoracique et aux organes sur lesquels s'appuie le diaphragme et donc les mouvements abdominaux, soit enfin les modifications physico-chimiques affectant l'air et le sang mobilisés lors de ces mouvements.

La technique la plus simple et la moins coûteuse est celle du **comptage personnel** couplé à une mesure du temps par **chronométrage**. Les mouvements respiratoires en particulier l'inspiration donnent en effet lieu à une sensation perceptible dont le comptage personnel peut même être facilité par l'appui synchrone sur la touche d'un compteur mécanique ou électronique ; le chronométrage du temps **Ti** (sec) correspondant à un nombre fixe d'inspirations **Ni** permet donc facilement d'obtenir la fréquence respiratoire **Fi** (min^{-1}) = $60 \times \text{Ni} / \text{Ti}$, d'autant plus d'ailleurs lorsque cette manipulation est confiée à un aide ou un assistant, même situé à distance, pourvu que la personne testée signale le début et la fin de son comptage par une gestuelle prédéfinie. Pour éviter d'effectuer ce petit calcul un tableau préétabli peut aussi en faciliter la détermination (18).

Cependant pour des raisons de précision, voire de fiabilité des enregistrements, le comptage personnel risquant chez certaines personnes de modifier les caractéristiques même des mouvements respiratoires et en particulier pour les puissances faibles inférieures au seuil d'alerte, il paraît très intéressant de développer des **systèmes automatisés** utilisant des capteurs légers placés sur le sujet, capteurs de déplacement, d'accélération, de force, de température, de résistance, d'impédance, de champ électrique, etc. (10)(19). Couplés à un émetteur (souvent préférable à une liaison filaire) et un système de réception individuel de très faibles dimensions placé dans une montre bracelet, ils permettent d'avoir un affichage digital direct de cette fréquence, voire même d'intégrer différentes fonctions de stockage, de rappel et de traitement, comme par exemple celui de la détermination des **seuils d'alerte et critique** lors d'une épreuve de puissance progressivement croissante (10). La qualité de ces systèmes réside donc surtout dans le traitement, le filtrage et l'extraction d'un signal pouvant aller d'environ 0.1Hz à 1.5Hz, signal perturbé voire masqué par différents signaux parasites liés à l'activité physique tels que des cadences gestuelles susceptibles de recouvrir cette plage de fréquences.

Mesurer les fréquences cardiaque et respiratoire en situation pour améliorer la Vie

Si la vie et le mouvement sont indissociables et que les structures vivantes obéissent obligatoirement aux mêmes lois universelles et à des systèmes de régulation dont l'unique **grandeur de sortie** communément appelée « objectif », est **la survie**, leur évolution vers une **utilisation aérobie de meilleur rendement** des carburants glucidiques et lipidiques s'accompagne d'une spécialisation des organes effecteurs permettant leur recherche, leur captation, leur absorption, leur transfert et leur utilisation. Les **périodes ou les fréquences** de fonctionnement alternatif des **pompes respiratoire et cardiaque** qui assurent des fonctions vitales sont soumises aux ordres de centres de commande neuroendocriniens spécifiques. Leur mesure est donc fondamentale en ce sens qu'elle permet d'estimer individuellement en situation d'une part **l'astreinte énergétique absolue** à laquelle est soumise la machine humaine grâce à la **fréquence cardiaque**, et d'autre part le rendement, **l'astreinte énergétique relative** et ses conséquences biologiques par rapport aux seuils métaboliques « d'alerte » et « critique » grâce à la **fréquence respiratoire**. En conclusion, pour copier l'un de mes maîtres René DESCARTES, qui lui aussi fit ses études à La Flèche il y a environ 4 siècles, après avoir complété sa célèbre citation : « *Je pense donc JE SUIS* » par « *Je bouge donc JE VIS* » dans le cadre de la lutte de l'ASTB contre la perte d'autonomie des seniors fragilisés (12), dans le cadre général « **Performance et Santé pour Tous** » je complèterais volontiers ces citations par : « *Je suis les fréquences cardio-respiratoires donc j'améliore le **SUIVI** donc j'améliore la **VIE!*** ».