

Un indicateur utile pour le traitement des états émotionnels dysfonctionnels : la cohérence cardiaque.

Philippe Laurent

Introduction

La recherche sur le traitement psychologique des états de stress, d'anxiété et de dépression nécessite selon nous le recours à des instruments permettant d'objectiver autant que possible les états émotionnels éprouvés par le patient. Sans ces mesures, on ne peut se reporter pour l'évaluation des résultats de la psychothérapie qu'à des questionnaires de portée générale non ciblés précisément sur le ressenti actuel, et dont l'étalonnage statistique est toujours discutable (sans parler de la formulation des questions). Les mesures physiologiques classiques comme l'électroencéphalographie ou la réactance dermale, quant à elles, sont trop peu spécifiques pour rendre compte précisément de ce que l'on désire mesurer : l'activation du système nerveux autonome généralement corrélée aux états de stress, et ce de façon absolue, c'est-à-dire pouvant fournir un indice général d'activation supportant la comparaison intersujets.

La cohérence cardiaque, aujourd'hui largement documentée dans la littérature scientifique, semble pouvoir fournir un tel indicateur.

Aperçus théoriques

Le cœur ne bat pas à une vitesse constante. Même quand on se trouve au repos, le pouls accélère et ralentit, tantôt de façon erratique et imprévisible, tantôt en se conformant à un cycle de période plus ou moins stable. Cette alternance d'accélération et de décélération s'appelle la **variabilité de la fréquence cardiaque** (VFC). C'est un phénomène naturel, mais qui peut être provoqué en tout premier lieu par le contrôle de la respiration. La **cohérence cardiaque** est l'état particulier correspondant à une variation régulière du rythme cardiaque selon une périodicité dictée par certaines lois physiologiques.

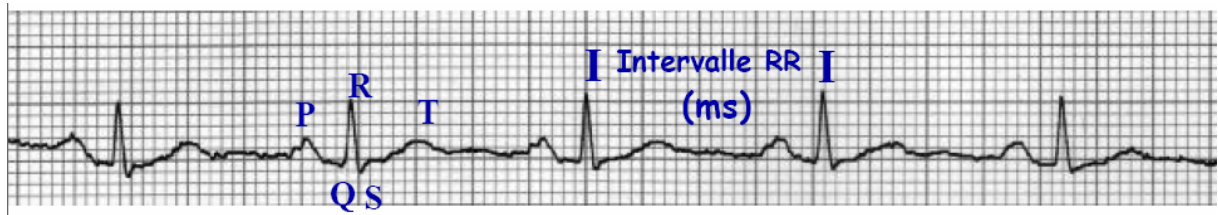


Fig.1 : électrocardiogramme avec indication des pics P, Q, R, S, T

L'origine de la VFC se situe dans la façon dont fonctionne le système nerveux autonome (SNA), ou système neurovégétatif. Le SNA contrôle l'ensemble des fonctions involontaires du corps humain : battements cardiaques, mais aussi rythme respiratoire, digestion, et l'essentiel de notre métabolisme. Il se compose de deux branches : une branche **sympathique** (ou orthosympathique), dont l'action est activatrice ou facilitatrice, et une branche **parasymphathique** qui, elle, est inhibitrice. L'accélération cardiaque correspond à une prédominance du sympathique, et son ralentissement à une activation du parasymphathique¹.

La VFC est intimement liée à la respiration. Lors de l'inspiration, le cœur accélère, et il ralentit lors de l'expiration. L'alternance respiratoire explique ainsi la plus grande part de la VFC, mais d'autres facteurs interviennent, liés de près ou de loin à l'activité du SNA.

Comme tout signal périodique, le tracé de l'évolution du rythme cardiaque (appelé **tachogramme**) peut se décomposer en une somme de fréquences élémentaires déterminées par analyse spectrale, qu'on effectue généralement grâce aux transformées de Fourier (FFT : Fast Fourier Transform).

¹ Benarroch E.E. (1993). The central autonomic network : functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clin. Proc.* 68, 988-1001.

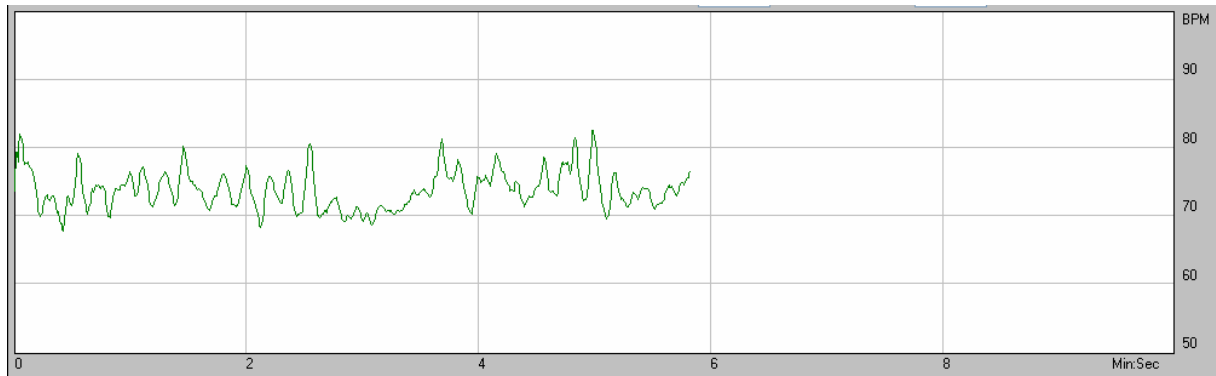


Fig. 2 : tachogramme (variation temporelle du rythme cardiaque)

L'analyse fine de la VFC permet ainsi de décrire certains traits de l'état psychophysiologique du sujet, comme nous le verrons plus loin. Dans les états de stress, ou plus généralement d'activité motrice ou mentale, le système sympathique domine, et la VFC a tendance à se désynchroniser et à devenir « chaotique », ou avec certaines composantes cycliques lentes (moins de 0,03 Hz). Dans les états de relaxation profonde, mais également d'inhibition (comme l'humeur dépressive), c'est le système parasympathique qui l'emporte². L'excès d'activation du parasympathique a aussi tendance à désynchroniser la VFC.

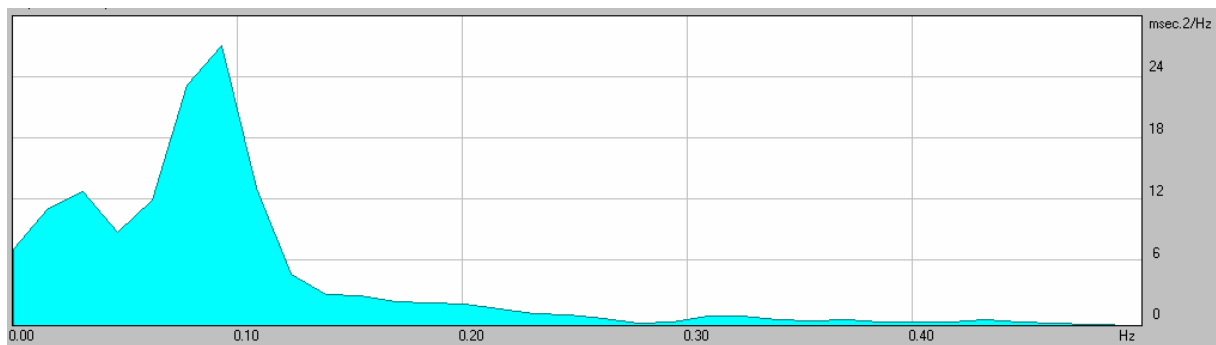


Fig. 3 : spectre de fréquences du tachogramme

² Tullen J.H. et al. (1996). Anxiety and autonomic regulation in major depressive disorder: an exploratory study, *J. Affect. Disord.* 40, 61-71.

On peut distinguer trois grandes catégories de fréquences :

1. Les très basses fréquences (VLF), de 0 à 0,03 Hz, correspondant à l'activité du SNA sympathique.
2. Les hautes fréquences (HF), de 0,15 à 0,40 Hz, correspondant à l'activité du SNA parasympathique.
3. Les basses fréquences (LF), de 0,03 à 0,15 Hz, correspondant à l'état d'équilibre entre sympathique et parasympathique.

Par quoi se traduit la cohérence cardiaque

- Sur le tachogramme : une suite ininterrompue d'augmentations et de diminutions régulières de la fréquence cardiaque suivant une courbe sinusoïdale de fréquence +/- 0,1 Hz.
- Sur le spectre de fréquence : une prédominance très nette des fréquences LF avec un pic aux environs de 0,1 Hz, et une quasi disparition des fréquences VLF et HF.

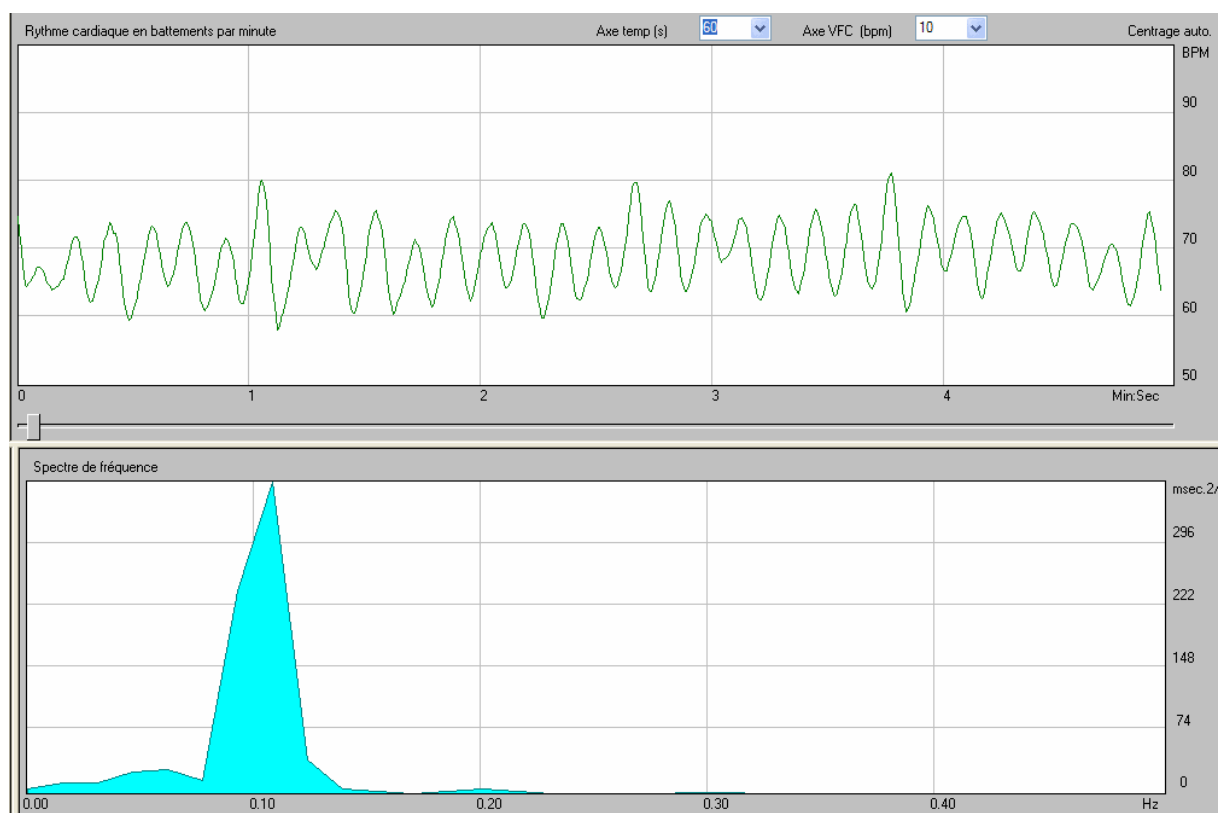


Fig. 4 : tachogramme et spectre de fréquences en état de cohérence cardiaque.

L'état de cohérence cardiaque est associé à un bon équilibre émotionnel et à un bon état de santé général. Il a tendance à diminuer avec l'âge. Sur le court terme, la mise en cohérence cardiaque indique un état de détente particulier correspondant à une communication fluide au sein du système cœur – cerveau.

Les logiciels de biofeedback VFC comme outils diagnostiques ?

Le « biofeedback » ou rétroaction biologique désigne l'ensemble des techniques permettant à un sujet de prendre connaissance en temps réel de certains de ses paramètres physiologiques tels que rythme cardiaque, conductivité dermale ou musculaire, rythme respiratoire, etc. En modifiant son comportement ou même, comme nous le verrons, son « état d'esprit », il peut ainsi vérifier les effets de ces modifications comportementales sur les paramètres (affichés généralement sur un moniteur informatique). Cette technique, d'abord utilisée dans le domaine de la rééducation physique, trouve de plus en plus d'applications dans le champ de la régulation émotionnelle, à travers le biofeedback VFC, ou de cohérence cardiaque.

Plusieurs logiciels de biofeedback VFC existent aujourd'hui et sont destinés aussi bien au grand public qu'aux professionnels. Leur principe est toujours sensiblement le même : grâce à un capteur (pléthysmographe ou électrodes ECG), ils enregistrent le rythme cardiaque qu'ils transcrivent à l'écran sous forme d'une courbe exprimant le nombre de battements par minutes ou l'intervalle séparant deux battements (pics RR de l'ECG) : le *tachogramme*. Par ailleurs, grâce à divers algorithmes statistiques, ils calculent un pourcentage de cohérence ou plusieurs pourcentages (cohérence faible, moyenne, élevée).

Certains logiciels, avant tout destinés à l'entraînement à la cohérence, peuvent également détecter certaines caractéristiques de l'état psychophysiologique du sujet³, du fait de leur large spectre d'analyse.

Ainsi, la VFC mesurée sur une large gamme de fréquences semble réagir dans une certaine mesure à l'activité cognitive du sujet. Les fréquences prises en compte se situent dans la gamme LF, et correspondent de ce fait à une double influence du SNA sympathique et parasympathique. Pour le mettre en évidence, le protocole suivant peut être utilisé :

³ Mc Craty R., Tomasino D. (2004). Heart Rhythm Coherence Feedback : a new tool for stress reduction, rehabilitation, and performance enhancement, *Proceedings of the First Baltic Forum on Neuronal Regulation and Biofeedback*, Riga, Latvia.

- Le sujet est assis confortablement face au logiciel de biofeedback et invité à se détendre en effectuant quelques respirations profondes (une minute environ).
- Le sujet cesse de contrôler sa respiration. On déclenche l'enregistrement du rythme cardiaque et l'on visualise en temps réel le tachogramme.
- On demande au sujet de fermer les yeux et de compter mentalement à rebours de 7 en 7 depuis 1763 (1763, 1756, 1749, 1742...). Le sujet ne doit pas parler pendant cette période.
- Au bout de 3 minutes, le sujet cesse cet exercice et se détend de nouveau en répétant une séquence de respirations profondes.
- Les yeux fermés, il doit alors penser à un souvenir très agréable, en générant des idées positives. Là encore, le sujet ne parle pas et ne contrôle pas sa respiration.

On constate lors de première période une incohérence du rythme cardiaque avec une courbe de tachogramme « chaotique » et, lors de la deuxième période, une cohérence relativement plus élevée et un aspect plus ou moins sinusoïdal du tachogramme. La période de relaxation avant chaque enregistrement semble très importante pour amorcer un état de bonne cohérence, qui sera ensuite maintenu ou pas par le type d'activité mentale. En l'absence de toute relaxation, le tracé du tachogramme reste le plus souvent « bruité » et non cohérent quelque soit l'exercice proposé.

D'une manière générale la tension nerveuse (activation du sympathique) a tendance à accentuer et à maintenir le manque de cohérence cardiaque, autrement dit la désynchronisation cœur – cerveau⁴. Pendant de courtes périodes de stress, on constate en effet généralement :

- Sur le tachogramme : une légère élévation de la fréquence cardiaque moyenne et une augmentation de l'amplitude de la VFC (l'écart-type de la FC augmente), donnant un aspect chaotique à la courbe.

⁴ Appelhans B.M., Luecken L.J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10, 3, 229-240.

- Sur le spectre de fréquences : un pic très élevé dans la zone VLF et répartition aléatoire des autres fréquences, avec une faible représentation des fréquences HF.

D'autre part des études ont montré que les sujets anxieux, et en tout premier lieu les patients atteints de trouble panique, présentent une baisse globale de VFC avec une faible cohérence cardiaque (mesures effectuées au long de la journée à l'aide d'un holster ECG)⁵⁶. L'analyse spectrale montre paradoxalement que, chez ces sujets, c'est surtout la branche parasympathique qui est suractivée au repos. Par contre, en période de stress aigu (attaque de panique), la branche sympathique est, elle, exagérément prédominante, nettement plus que chez les sujets contrôles. Cette observation pourrait s'expliquer par un mécanisme de compensation pendant les périodes non critiques, où le parasympathique se rééquilibrerait naturellement. Chez les patients déprimés, les résultats sont moins nets, mais il semble qu'un traitement antidépresseur améliore la VFC chez ces sujets.

Malgré ces observations, rappelons que la plupart des systèmes de mesure de la VFC sont avant tout des indicateurs de cohérence cardiaque, et que cette cohérence est influencée par de nombreux paramètres, dont l'activité mentale, le stress physiologique et l'humeur. Leurs mesures sont donc **non spécifiques**, et ils ne peuvent de ce fait pas prétendre à une utilisation diagnostique, de trop nombreux facteurs pouvant modifier la VFC. Le niveau de cohérence qu'ils mesurent peut être amélioré essentiellement par la respiration profonde et lente, ainsi que par des techniques d'imagerie mentale positive et de centration sur l'instant présent, de pleine conscience ou « mindfulness » (méthodes inspirées du yoga et des médiations orientales).

⁵ Mc Craty R. et col. (2001). Analysis of twenty-four hour heart rate variability in patients with panic disorder. *Biological Psychology* n°56, 131-150.

⁶ Klein E. et al. (1995). Altered heart rate variability in panic disorder patients, *Biological Psychiatry* 37, 18-24.

Comment s'entraîner à la cohérence cardiaque

Il faut tout d'abord noter que « relaxation » ne signifie pas nécessairement cohérence cardiaque. Une simple relaxation sans contrôle de cohérence (et notamment sans contrôle de la respiration) donne généralement en analyse spectrale une bonne présence de fréquences LF (correspondant à l'équilibre entre SNA sympathique et parasympathique), mais également de nombreuses fréquences « parasites » avec, en particulier, une activation importante du sympathique, et souvent un léger pic dans le domaine HF, vers 0,2 Hz. Du reste, la courbe du tachogramme présente un aspect irrégulier, mais de faible amplitude.

L'état de cohérence cardiaque est atteint quand les cycles caractéristiques du fonctionnement du SNA se synchronisent, et quand ses deux branches s'équilibrent⁷.

La respiration, qui est la principale responsable de l'accélération et du ralentissement du rythme cardiaque, devrait idéalement s'effectuer à un rythme correspondant au rythme naturel dit « de cohérence ». L'effet direct du rythme respiratoire sur le rythme cardiaque, que l'on visualise très facilement sur le tachogramme sous forme d'une sinusoïde, s'appelle l'**arythmie sinusale respiratoire** (ASR). En moyenne, ce rythme idéal est de 0,1 Hz, soit un cycle inspiration - expiration en 10 secondes, ou 6 respirations à la minute, ce qui correspond précisément à l'état d'équilibre mentionné précédemment (composantes de basse fréquence). L'entraînement à la cohérence cardiaque consiste donc à synchroniser son rythme respiratoire sur ce rythme cardiaque « cohérent ». On préconise en général de compter 18 à 20 respirations dans une session de 3 minutes⁸.

Cet exercice respiratoire a deux effets :

1. Il « amorce » l'état de cohérence, qui peut alors être poursuivi de façon plus naturelle, même sans contrôle de la respiration, avec des techniques comme

⁷ Del Pozo J.M., Gevirtz R.N., Scher B. et al. (2004). Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease. *Am. Heart J.* 147:E11.

⁸ Nolan R.P. et al. (2005). Heart rate variability biofeedback as a behavioural neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control, *Am. Heart J.* Jun; 149(6), 1137.

l'imagerie positive (imaginer une scène agréable ou un souvenir heureux, gratifiant)

2. Il a un effet d'entraînement. A force de le pratiquer, l'organisme aura de plus en plus de facilité à se mettre de lui-même en état de cohérence. La respiration à 6 cycles par minute deviendra ainsi plus naturelle.

Cette méthode ne nécessite l'utilisation d'aucun appareillage ni d'aucun logiciel, mais seulement de la persévérance et de la régularité. Trois exercices de 3 minutes ou deux exercices de 5 minutes dans la journée sont suffisants pour commencer, et les effets doivent se faire sentir nettement au bout d'une semaine : meilleur équilibre émotionnel, réduction de l'anxiété et de l'humeur dépressive, meilleur sommeil, entre autres.

Utilisation d'un logiciel pour l'entraînement

Pour maximiser l'effet d'entraînement, on peut utiliser avantageusement un logiciel comme *Symbioline®*, *emWave PC®* ou *Stress Pilot®* : on commence par une dizaine de respirations profondes au rythme de 10 secondes par cycle (l'alternance type de 4 secondes d'inspiration et 6 secondes d'expiration donne les meilleurs résultats). Ensuite on observe en temps réel la courbe du tachogramme, et on cherche à accompagner la courbe en inspirant quand elle commence à s'élever, puis en expirant quand elle commence à s'infléchir vers le bas. On s'aperçoit en effet que le cœur a tendance à adopter **son propre rythme d'accélération – décélération** très proche du rythme idéal de 6 cycles à la minute. En poursuivant ce processus d'accompagnement, on obtient alors très vite (en une minute environ) un degré de cohérence très élevé (le score varie selon l'algorithme utilisé).

Certains auteurs préconisent aussi de visualiser, tantôt la région du cœur, tantôt une scène très positive, de gratitude, de joie, etc. pour maintenir et augmenter encore le score de cohérence⁹.

⁹ Mc Craty R. et al. (1995). The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability, *The Am. J. of Cardiology*, vol.76, n°14, pp. 1089-1093.

De la cohérence cardiaque à la cohérence émotionnelle

Une équipe du CHRU de Lille¹⁰ a mis au point un système permettant de mesurer plus spécifiquement la cohérence de la VFC dans la gamme des ondes « rapides », soit de 0,15 à 0,4 Hz correspondant, comme nous l'avons vu, à l'activation du système nerveux **parasympathique**. Cette fois le sujet ne contrôle plus sa respiration qui prend alors généralement un rythme moyen d'une quinzaine de cycles inspiration – expiration par minute. Grâce à des filtres de fréquence et à l'utilisation d'un algorithme breveté, le logiciel permet de mesurer en temps réel le pourcentage de cohérence dans cette gamme de fréquences bien précise (de 0%, absence de toute composante cyclique à 100%, une seule composante sinusoïdale)¹¹.

On constate que ce pourcentage dépend, selon les individus et les moments (l'heure a également une influence), du niveau subjectif de relaxation et du type d'émotions ressenties, les émotions positives (joie, amour...) ayant nettement tendance à renforcer ce pourcentage¹².

Ce type de mesure devrait s'avérer d'un très grand intérêt dans l'étude scientifique des états émotionnels, dans la mesure où il donne accès à un indicateur objectif pouvant être mis en relation avec le vécu subjectif du sujet. Cette mesure s'avère supérieure à l'enregistrement de l'activité cérébrale par électroencéphalographie dans la mesure où l'EEG est plus sensible à l'activité purement corticale, de nature surtout cognitive, les structures impliquées dans la régulation des états émotionnels se situant dans les couches sous-corticales de l'encéphale.

Il apparaît qu'un état à la fois détendu et émotionnellement positif enclenche un processus de synchronisation de la fréquence cardiaque avec le rythme respiratoire naturel. Sans cet état subjectif spécifique, la cohérence cardiaque reste faible, alors que la respiration est identique. Autrement dit, cet état émotionnel particulier permet

¹⁰ Régis Logier, Dominique Servant.

¹¹ Le logiciel employé, *Symbioline*, utilise également cet algorithme pour mesurer la cohérence cardiaque "classique" à 0,1 Hz, ce qui donne ainsi accès à deux indicateurs complémentaires de cohérence.

¹² L'état de stress a une influence plus variable. Le fait qu'il soit souvent accompagné d'une respiration rapide, de type essoufflement, dans la gamme de 12 à 15 cycles respiratoires à la minute correspondant précisément à la gamme mesurée, pourrait expliquer ce phénomène, bien que la cohérence émotionnelle soit en principe indépendante du rythme respiratoire.

apparemment au système cœur-cerveau de fonctionner en état de cohérence, cet état reflétant l'homéostasie particulière propre aux vécus subjectifs de bien-être.

Nous avons mené une étude clinique préliminaire dans le but de déterminer la corrélation existant entre le type d'état émotionnel éprouvé et le pourcentage de cohérence émotionnelle. De multiples mesures ont été effectuées sur un même sujet, cette méthode éliminant tout biais de différence de valeur absolue de cohérence intersujets. Deux situations cibles ont été testées :

1. Le sujet visualise un paysage paisible ou un souvenir personnel heureux (utilisation de diaporamas intégrés au logiciel de biofeedback *Symbioline*®).
2. Le sujet se met en état de méditation de pleine conscience. Dans cet état, l'attention se porte exclusivement sur les sensations corporelles ou le rythme respiratoire. Alors que le corps, en position assise, est détendu, l'attention est dans ce dernier cas dirigée sans effort vers l'alternance inspiration – expiration, qui est un bon exemple de sensation corporelle neutre (elle ne procure ni plaisir ni déplaisir). Si des pensées parasites surviennent dans sa conscience, le sujet est invité à les laisser simplement disparaître en se recentrant sur sa respiration. Plus qu'une simple relaxation, la méditation de pleine conscience consiste donc à se centrer sur les sensations présentes en calmant le flux des pensées indésirables.

Chaque session dure 5 minutes. Des sessions de contrôle ont également été enregistrées : ligne de base (sans aucun exercice particulier) et exposition à des images négatives (tristesse, violence, ou de nature phobique comme le sang ou le vertige).

Les résultats sont présentés en fig. 5.

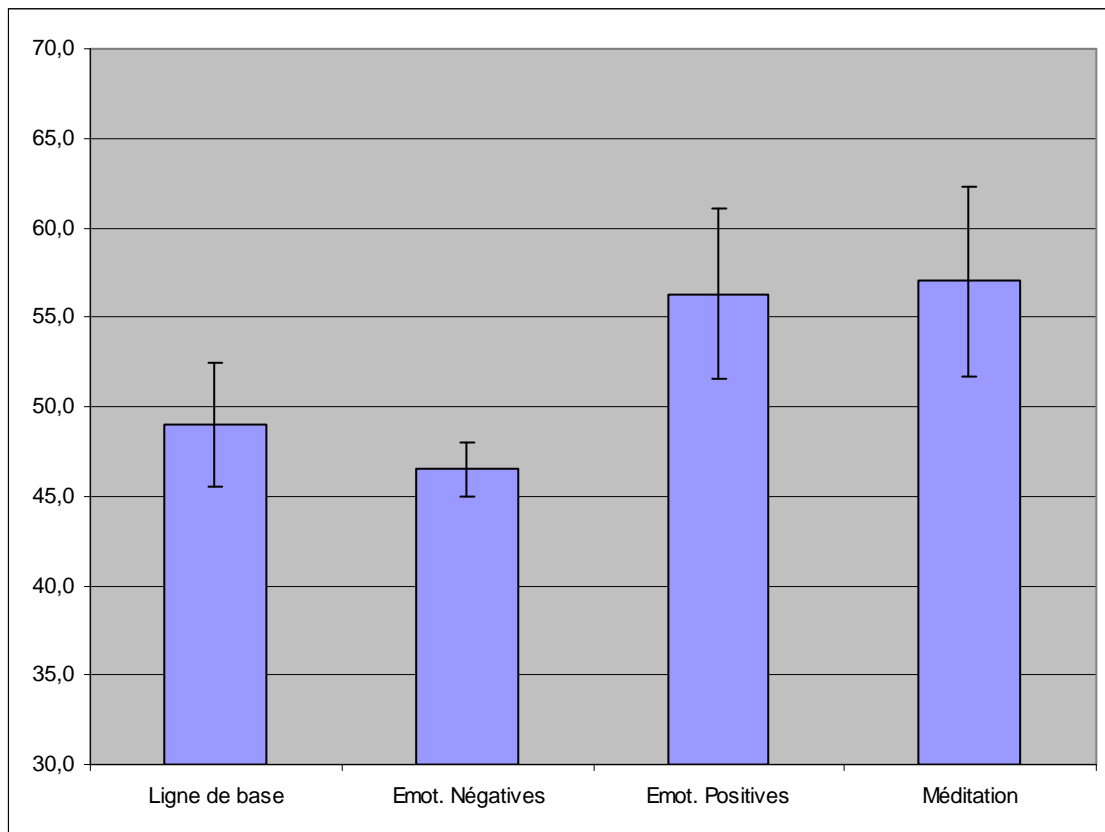


Fig. 5 : valeurs de %cohérence émotionnelle chez un sujet adulte sain, en fonction des états émotionnels. N=7, 6, 13 et 19 respectivement.

On constate un écart significatif entre le groupe « émotions positives et méditation » d'une part, et la ligne de base et les émotions négatives d'autre part. Des mesures effectuées en état de détente simple (respiration lente et projection d'un diaporama présentant des scènes paisibles) n'ont pas montré de différence significative par rapport à la ligne de base. Les valeurs de cohérence obtenues sont très stables. Un étalonnage individuel, voire sur la population générale, semble donc envisageable, qui permettrait ainsi d'associer une valeur de cohérence à un état émotionnel type.

Il apparaît donc à ces chiffres que le pourcentage de cohérence émotionnelle, mesurée dans la gamme 0,15 à 0,40 Hz semble être un bon indicateur de l'état émotionnel induit par une activité connue pour générer tantôt des émotions positives, tantôt un état dit de pleine conscience caractérisé notamment par l'absence de discours mental.

Conclusion

Les techniques de cohérence cardiaque, basées sur l'utilisation et le contrôle par biofeedback de la respiration rythmique à 6 cycles par minutes sont maintenant bien documentées, et peuvent constituer un complément efficace aux thérapies du stress et des états anxieux.

Par ailleurs, l'indice de cohérence émotionnelle semble pouvoir fournir un indicateur d'un état subjectif situé sur un continuum allant de « stress, anxiété » à « joie sereine » (nous aimons utiliser le terme de « plénitude » pour qualifier ce dernier état, qui doit être bien distingué de la simple relaxation).

Correctement utilisées, les techniques de biofeedback de variabilité de la fréquence cardiaque permettent tout à la fois de s'entraîner à une meilleure communication au sein du système cœur – cerveau menant à un mieux-être émotionnel, mais en outre de contrôler l'état émotionnel de façon suffisamment fiable pour permettre les comparaisons longitudinales (en cours de psychothérapie notamment) et intersujets.

Les prochaines années devraient voir se multiplier les recherches appliquées au problème particulier du monitoring (hétéro et autocontrôle) de l'équilibre émotionnel, qui est une clé fondamentale du succès thérapeutique, conjointement avec le travail sur les processus de pensée (thérapies cognitivo-comportementales).

Bibliographie

- Appelhans B.M., Luecken L.J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10, 3, 229-240.
- Benarroch E.E. (1993). The central autonomic network : functional organization, dysfunction, and perspective. *Mayo Clin. Proc.* 68, 988-1001.
- Cungi C. (2009). Cohérence cardiaque : Nouvelles techniques pour faire face au stress. Paris, éd. Retz.
- Del Pozo J.M., Gevirtz R.N., Scher B. et al. (2004). Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease. *Am. Heart J.* 147:E11.
- Klein E. et al. (1995). Altered heart rate variability in panic disorder patients, *Biological Psychiatry* 37, 18-24.
- Mc Craty R., Tomasino D. (2004). Heart Rhythm Coherence Feedback : a new tool for stress reduction, rehabilitation, and performance enhancement, *Proceedings of the First Baltic Forum on Neuronal Regulation and Biofeedback*, Riga, Latvia.
- Mc Craty R. et col. (2001). Analysis of twenty-four hour heart rate variability in patients with panic disorder, *Biological Psychology* n°56, 131-150.
- Mc Craty R. et al. (1995). The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability, *The Am. J. of Cardiology*, vol.76, n°14, pp. 1089-1093.
- Nolan R.P. et al. (2005). Heart rate variability biofeedback as a behavioural neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control, *Am. Heart J.* Jun; 149(6), 1137.
- Servant D. et al. (2008). La variabilité de la fréquence cardiaque, intérêts en psychiatrie, *L'Encéphale*, doi:10.1016/j.encep.2008.06.016.
- Tullen J.H. et al. (1996). Anxiety and autonomic regulation in major depressive disorder: an exploratory study, *J. Affect. Disord.* 40, 61-71.