

Le monitoring du stress au Lemanic Living Lab

Version du 5 octobre 2020 par Pierre Rossel, Inspiring Futures

1. Les débuts : Harmonial

Début 2005, le cabinet de physiothérapie Physioclergere à Pully, soucieux de se diversifier, se lance dans l'expérimentation d'un concept innovant de traitement du stress. L'acquisition puis l'usage du système Harmonial, diffusé par une société genevoise aujourd'hui disparue et élaboré en collaboration avec l'Université de Bordeaux, devait permettre de s'attacher une clientèle nouvelle, celle des gens touchés par un stress excessif et souvent anxiogène, source de divers troubles physiques ou du comportement. Harmonial était un précurseur de ce que nous appelons aujourd'hui la réalité virtuelle. Le système se composait d'un ordinateur avec un écran plat, un logiciel transmettant, selon une arborescence de personnalisation et une série de séquences des images et des sources musicales ou des bruitages, accessibles pour l'utilisateur via des lunettes spéciales et un casque audio. Les scénarios s'adaptaient à la personne « en traitement » sur la base d'un questionnaire pour ajuster un scénario de défilement passant par différents registres d'images et de sons suggérant tout d'abord des tensions et une certaine dramaturgie pour progressivement déboucher sur des apaisements et une relaxation profonde. Outre l'accompagnement sonore, le système jouait aussi sur la gamme des couleurs pour apporter un soutien qui se voulait chromatothérapeutique. L'écran de l'ordinateur permettait à l'assistant de suivre ce que voyait la personne en traitement dans ses lunettes, qui était, elle, couchée sur un divan, la tête légèrement relevée par un coussin. Un traitement de dix séances était censé apporter une amélioration substantielle des capacités à faire face au stress.

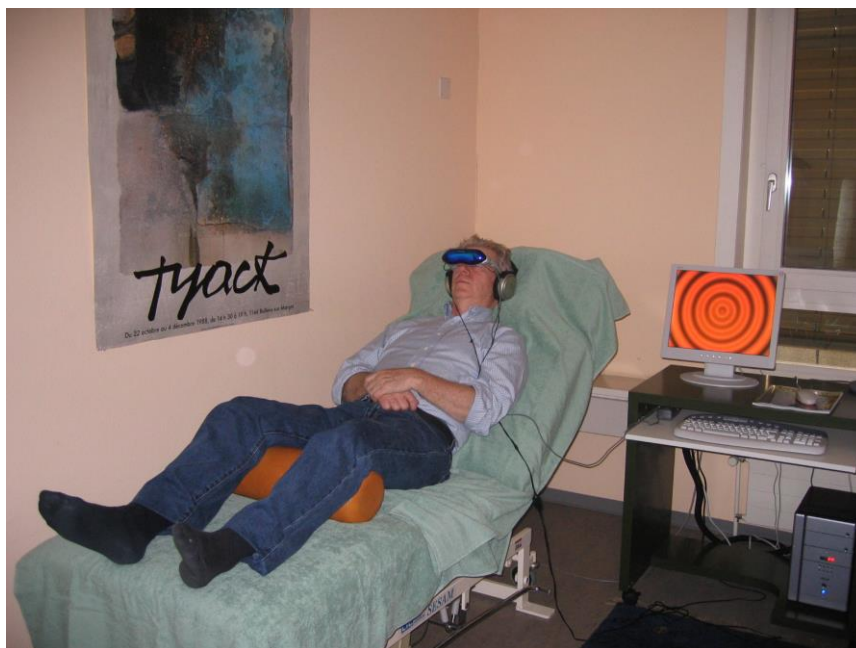


Fig. 1 : Le système Harmonial, un ordinateur avec disque dur chargeant-transmettant des séquences d'images et de son dans les lunettes et le casque audio du porteur ; à droite l'équivalent de ce que la personne en « traitement » perçoit, comme contrôle pour l'assistant

Pierre Rossel, alors chercheur à l'EPFL et spécialiste de technology assessment, fut mandaté pour évaluer le système Harmonial, d'une part sur ce qu'il pouvait vraiment apporter et d'autre part sur les chances de constituer une business unit au sien du cabinet Physioclergere. Après quelques mois et quelques dizaines de personnes traitées, il devint évident que la technologie d'était pas encore mûre

pour assumer les prétentions affichées, en dépit de toutes les améliorations tentées. Le chargement des images restait trop lent, avec des à-coups, et si les lunettes faisaient effectivement office d'écran pour la personne en traitement, elles laissaient d'importants jours sur les côtés, ne parvenant pas à laisser au porteur un véritable sentiment d'immersion. Pour compenser cela, des essais furent effectués, mais malaisés en raison des limites techniques de l'époque, consistant à recourir à l'usage d'un écran TV dans un local entièrement obscurci. Par ailleurs, l'ordinateur était un desktop assez volumineux, seul alors d'apporter la puissance nécessaire au concept, avec un bruit de ventilateur assez dérangeant. Avec le recul, on voit très clairement les déficits de puissance qui étaient en jeu, qu'il s'agisse du traitement d'image et de leur chargement en temps réel, des protocoles de transmission aux lunettes, ou encore des variantes stockées dans l'appareil pour un coût raisonnable. Mais l'idée était bonne et sur cette base, l'évaluateur s'est mis à travailler sur un concept de stress positif, avec une approche anthropologique, pour être prêt à rayonner avec ce genre de solutions lorsque les sauts technologiques auraient été accomplis (il faudra pour cela encore entre sept et dix ans, on le sait aujourd'hui).

Cette approche anthropologique consistait à postuler que le stress était un mécanisme physiologique essentiel pour la survie des êtres vivants, humains compris, avec des spécificités propres à cette espèce bien entendu) et que seuls : 1) le stress excessif, ne permettant pas la récupération ou rééquilibration du corps et de l'esprit, ou encore 2) le stress aigu, de caractère plus ou moins traumatique, devaient être considérés négativement. Le but est donc de renforcer ses capacités à développer un bon rapport au stress, nécessaire pour mobiliser les ressources physiologiques utiles à toute décision-action de manière adéquate et de créer les conditions favorables à récupérer entre les épisodes stressants. C'est ce que nous avons appelé l'approche « **Positive stress** » (c'est ce que la clinique Mayo, le réseau médical No 1 aux Etats-Unis, appelle « eustress »). Différents moyens peuvent concourir à le retrouver, à l'entretenir et même à le renforcer, comme une résilience profonde de l'individu, mais nous avons dû attendre quelques années pour que la technologie vienne à nouveau soutenir cette perspective de travail.

Éléments méthodologiques actifs dans l'évaluation d'Harmonial

La prise en main, l'expérimentation par l'évaluateur puis en présence d'utilisateurs divers du système Harmonial a impliqué de répondre aux questions suivantes :

- Est-ce qu'Harmonial fonctionne bien et délivre peu ou prou ce qui est annoncé ?
- Jusqu'à quel point est-il facile à mettre en œuvre, pour l'opérateur et pour l'utilisateur final (bénéficiaire des effets positifs d'Harmonial) ?
- Jusqu'à quel point les utilisateurs finaux ressentent comme agréable l'usage de l'Harmonial, cohérent par rapport au but affiché (l'apaisement face au stress) en dépit des défauts de jeunesse de la technologie de 2005 et finalement jusqu'à quel point sentent-ils l'Harmonial comme étant efficace ?
- Quelle est vraiment l'originalité ou les originalités du système (immersion, chromatothérapie, scénarios dramatisation-apaisement personnalisés selon questionnaire) ?
- Qu'est-ce qui est vraiment en jeu en termes de stress et d'apaisement (que veut-on dire par là, quels types de situations, de niveaux de stress et d'objectifs positifs sont concrètement accessibles) ?
- Quel niveau de personnalisation du système est réellement atteint ?
- Quelles pratiques de soin sont réellement envisageables pour le cabinet Physioclégère (rapport efficacité/prix/modèle d'affaire), mais aussi problèmes de mise en œuvre (mobilisation de la main d'œuvre) par rapport à l'évolution des personnes « traitées » ?
- Comparaison avec des concurrents, points d'interrogation par rapport à des technologies émergentes ou à venir ?

- Est-ce que le distributeur d'Harmonial en Suisse, voire s'il fallait, le producteur du système en France, sont intéressés par les retours d'expérience, feed-backs des usagers finaux comme intermédiaires et autres commentaires de l'évaluateur, pour le cas échéant améliorer Harmonial, et pourquoi pas alors dans un esprit de conception ?

Dans l'ensemble, nous l'avons dit : 1) les inconvénients technologiques (de l'époque) ont pesé si fort que tous les autres facteurs en ont été impactés pour au final une suspension de l'activité, malgré les investissements consentis ; 2) les innovations technologiques pressenties comme nécessaires pour potentialiser vraiment Harmonial, à l'horizon 2005, se présentaient comme trop lointaines pour influencer sur le choix du cabinet Physioclégere vis-à-vis du système Harmonial.

Pour rester sur l'Harmonial, ce concept est aujourd'hui enrichi et diffusé par une société basée à Boca Raton en Floride, qui a ajouté différentes capacités au menu, par ailleurs aligné sur les standards technologiques actuels, dont la possibilité de produire un réel effet immersif. Un des ajouts méritant d'être relevé est l'aromato-thérapie, complétant ce qu'ils appellent l'approche thérapeutique CLAS (Color, Light, Aroma, Sound). La puissance du matériel permet par ailleurs une flexibilité beaucoup plus importante pour ce qui est de la personnalisation du concept. (Cf. pour cette solution telle qu'elle est diffusée aujourd'hui : <http://harmonial.net/>)

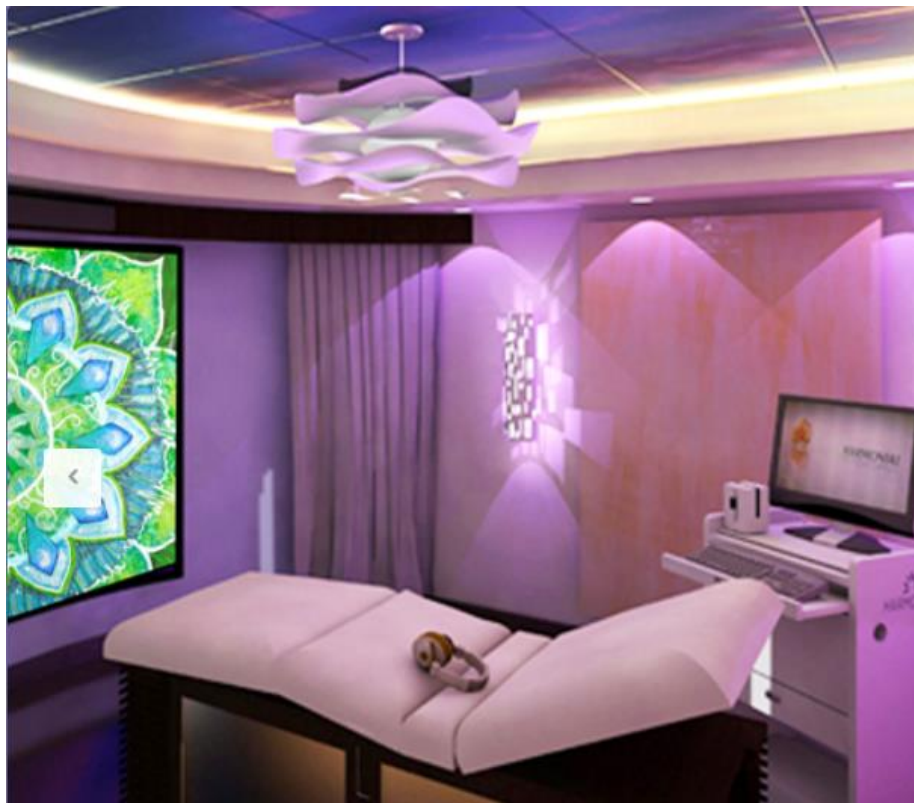


Fig. 2 : Le concept Harmonial de la firme de Boca Raton aujourd'hui : la même idée mais avec la puissance et le rendu des technologies actuelles (et quelques ajouts sur le rapport couleur-énergie et l'aromato-thérapie, que Physioclégere avait commencé de mettre également en place

2. Actuellement

Depuis une poignée d'années, la technologie a permis d'enrichir la panoplie des types de traitement du stress.



Fig. 3 : La réalité virtuelle est une des technologies s'étant fortement développée ces dernières années ayant permis un renouveau dans le traitement de certaines formes de stress

Outre les approches classiques par voie psychothérapeutique ou pharmacologique (ou une combinaison des deux), avec des apports aussi, depuis bien des années maintenant de différentes écoles d'hypnose ou des traitements par les mouvements oculaires, ou encore de l'art-thérapie, de la musicothérapie et de la thérapie par le jeu, les technologies se disputant désormais ce domaine de traitement sont principalement les suivantes :

- Des apps sur smartphones donnant des conseils, connectés ou non à un système de détection.
- Des détecteurs de stress, le plus souvent des smartwatches ou systèmes équivalents (où on trouve de tout : des bagues, des bracelets, des gilets, des chaussures, etc.) et délivrant un profil de stress en temps réel, produisant soit des alertes, soit des patterns pour des traitements, ou encore, nous le verrons, pour des interventions haptiques.
- Des casques de réalité virtuelle, des versions portables de ce que cherchait à apporter Harmonial en somme, mais véritablement immersifs et susceptibles de confronter de façon réaliste le porteur à différents scénarios de stress (de même que de phobies), avec des propositions d'apaisement.
- Des stimulations électroniques du cerveau, plus ou moins invasives, soit censée calmer grâce à différents types de courants et d'emplacement d'électrodes, soit liés au concept de bio-feedback et permettant l'apprentissage de formes en quelque sorte auto-apprenantes voire auto-soignantes par l'utilisateur lui-même, en présence d'un environnement virtuel plus ou moins immersif.
- Des stimulations tactiles et non plus visuelles ou sonores, appelées volontiers haptiques, même si l'usage de ce terme peut être parfois abusif, délivrant en complément d'un système de détection des niveaux de stress, des stimuli, principalement sous forme de vibrations. C'est la solution que la société Sensae (<https://medium.com/sensae>), une start up danoise avec

laquelle le Lemanic Living Lab collabore, est précisément en train de développer, avec des capacités testées très prometteuses.

Naturellement certaines de ces approches peuvent se combiner et on peut les classer très différemment selon les besoins, spécialités et marchés visés.

On peut distinguer par exemple entre 1) les approches physiologiques ou médicales, qui visent à comprendre dans le détail les processus hormonaux et physico-chimiques en jeu pour éventuellement pouvoir agir à un point ou à un autre des processus estimés problématiques (on est alors pas loin d'une pharmacopée possible ou d'une démarche d'électrostimulation), et 2) les approches de type « boîte noire » où ce qui se passe à l'intérieur de corps et du cerveau n'est pas spécifiquement pris en compte et où le traitement vise soit à prévenir et agir ainsi plutôt sur les causes, soit à traiter, mais par des approches indirectement fonctionnelles connues pour leur effets bénéfiques (comme le yoga, la méditation, la sophrologie, etc.).

On peut aussi distinguer les approches qui travaillent sur l'état du corps, voire du cerveau (avec l'idée d'identifier des causes et des symptômes significatifs) et d'autres qui s'attachent davantage à jouer sur le registre des émotions (avec une approche plus indirecte). De même, il vaut la peine de distinguer les approches qui misent sur le relationnel et d'autres qui comptent sur le pouvoir des technologies pour résoudre les problèmes et dans le prolongement de cette distinction, entre les approches qui traitent les personnes un peu sans qu'elles interviennent (souvent grâce aux technologies), de façon un peu passive, par opposition avec celle qui réclament le concours des personnes pour traiter leur propre stress. Les méthodes par bio-feedback et par stimulation haptique apprenante et personnalisée (Senseae) tendent à dépasser cette opposition de style.

Précisons encore que dans la plupart des pays des spécialistes de la gestion et du traitement du stress sont actifs, parfois regroupés au sein d'association, et même dans les grands pays répartis entre plusieurs écoles différentes. En Suisse, par exemple, il vaut la peine de mentionner l'association <https://stressnostress.ch/fr/>, liée en particulier aux problèmes de santé au travail.

3. L'ère des smartwatches, avec ou sans app de smartphones)

Depuis 2010 les smartwatches se sont développées jusqu'à constituer une référence pour plusieurs services digitaux. Les principales orientations, avec des variantes et des combinaisons permettant à chaque marque de se différencier, sont d'une part la concurrence avec les smartphones pour l'accès à Internet et d'autre part le tracking d'activité. C'est naturellement plutôt dans cette deuxième catégorie que nous allons trouver les smartwatches annonçant des services de détection et gestion facilitée du stress.

Aujourd'hui, plus d'une dizaine de marques proposent de tels prestations, sur lesquelles il nous faut nous arrêter. Elles ont le mérite d'exister, elles détectent effectivement quelque chose, elles donnent des signaux à interpréter touchant au fonctionnement émotionnel de la personne porteuse, elles ne coûtent pas très cher (cette affirmation est toute relative, bien sûr) et peuvent donc potentiellement permettre à tout un chacun de se faire une idée en temps réel de son niveau de stress, de ses pics et de leur fréquence, voire de s'approcher de formes de gestion possible de ce stress (nous ne parlerons pas de traitement ici). Ces smartwatches peuvent de plus être personnalisées, se coupler avec d'autres dispositifs intelligents pour des analyses et suivis plus approfondis et les data générés être récupérés par des spécialistes médicaux. Cette évolution est donc à prendre très au sérieux.

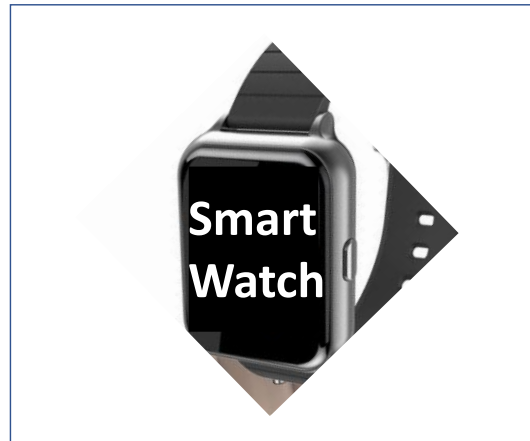


Fig. 4 : Les smartwatches se comptent désormais par centaines, les grandes marques capables de suivre et de donner des indications significatives sur l'état de stress au porteur une bonne dizaine

Un des problèmes posés par les smartwatches, et cette remarque est valable même pour celles qui sont certifiées FDA, est qu'elles n'ont pas de prétention médicale reconnue et donc qu'étant donné la variété des situations de stress et de profils personnels, à quoi elles peuvent bien servir. Pourquoi ?

Est-ce un outil de signalement préventif pour tout un chacun, un outil de suivi pour quelqu'un souffrant déjà d'un trouble chronique diagnostiqué et même simplement ressenti, un moyen de s'orienter vers de l'auto-traitement et tout cela pour quelles formes de stress exactement ? La situation n'est pas claire.

Il y a aussi la question de la fiabilité. Depuis plusieurs années, des reviews mettent en question la précision du suivi des battements cardiaques par les smartwatches. Celles-ci procèdent par évaluation de l'absorption lumineuse et de sa variabilité en fonction des flux sanguins à fleur de peau ou presque. Ça marche, mais pour savoir jusqu'à quel point c'est précis (degré de précision par rapport à la réalité) et fiable (en toutes circonstances et dans la durée), il faut naturellement pouvoir comparer les données ici des smartwatches avec d'autres mesures produites par des instruments depuis plus longtemps certifiés et agréés par le monde scientifique et médical. Globalement, cette méta-évaluation est rapportée comme étant bonne mais loin d'être parfaite. Et on parle des battements cardiaques. Dans le cas du stress, il s'agit d'une mesure dérivée, analysant avec force d'hypothèse les variabilités de ces battements et même la variabilité de cette variabilité pour en déduire des indications sur l'état de stress des porteurs dans le temps. Si l'on tient compte de l'incertitude entourant encore la notion même de stress dans la diversité de ses manifestations et notamment en rapport avec la diversité des profils individuels, on arrive à une perspective qui peut encore grandement progresser. D'où l'importance de l'apprentissage IA notamment, pour améliorer la performance personnalisée des smartwatches, mais dont aucune n'est à ce jour (ça va vite évoluer) pleinement capable, au contraire de certains systèmes dédiés comme par exemple Senseae.

Précisons encore qu'il existe de systèmes autres que les smartwatches qui prétendent s'attaquer à cette question : Muse, par exemple, qui est une sorte de baguette de sourcier, mais peu pratique en situation de mobilité, ou Spire, qui est un clip qui peut s'accrocher à une ceinture ou une bretelle de soutien-gorge et qui mesure aussi la respiration, voire des gilets connectés, des semelles intelligentes, ou encore des lunettes connectées. Tout porte à croire pourtant que nous en sommes au début non pas parce qu'il y aurait l'espoir de trouver le « wearable » parfait, mais parce qu'il reste encore un long chemin de performance à parcourir dans la modélisation, l'algorithmique et la capacité d'apprentissage de ces systèmes.

Pour évaluer le niveau des smartwatches actuel (2020) en la matière, on peut considérer globalement les cinq plus grandes marques en la matière (Samsung Galaxy Watch 3, Apple series 5 puis 6, Fitbit Sense, Garmin avec plusieurs modèles, Google Wear OS) comme un standard de facto, les uns copiant les autres pour faire progresser peu à peu le niveau d'innovation collective de ce segment du marché. Pour simplifier, nous prendrons comme référence en la matière l'Apple Watch série 6, en train de sortir à la fin de l'été 2020.

Elle sait à peu près tout faire (originalité marquante : le mesure du taux d'oxygénation du sang), mais certaines fonctions chercheront encore pour un temps leur utilité (mesure de l'élévation à 30 cm de précision ?). D'autres capacités ne sont pas sans paradoxe : le suivi du sommeil implique de porter la montre durant la nuit, mais elle devra être rechargée à un autre moment, en concurrence avec une autre utilité. Pour le stress, comme plusieurs concurrents, elle mesure et indique des pics de stress, avec un certain niveau de personnalisation, voire de prédictibilité concernant des attaques de panique, avec alors un guidage possible du porteur vers un apaisement par la respiration, comme une sorte d'auto-traitement (plusieurs concurrents offrent cette même prestation). Pour les effets de la respiration diaphragmatique « travaillée », sur le stress et son apaisement, cf. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1557308707001023>. Cette dynamique d'auto-traitement par la respiration est promue par plusieurs marques, pouvant fonctionner en situation de stress aigu comme en situation d'entraînement hors alerte. La capacité toutefois de pouvoir associer cette option d'auto-apaisement par la respiration à la détection d'un stress aigu ou le nécessitant, n'est pas encore au rendez-vous, c'est un des défis que devront relever les versions de la génération suivante. Cela soulève aussi la question de savoir jusqu'à quel point les systèmes actuels sont réellement apprenant et personnalisés.

Principaux éléments méthodologiques actifs dans l'évaluation des smart watches face au stress

La méthodologie développée dans le cadre du projet européen AAL Maestro est en grande partie valide pour l'appréciation des qualités, limites en enjeux d'usage des smartwatches affirmant délivrer des capacités de détection et de gestion du stress, même si dans les faits, ce projet, dans ce secteur particulier d'activité et d'évaluation de systèmes (il y a d'autres domaines couverts par le projet Maestro) n'a abordé que des dispositifs spécifiques comme le bracelet irlandais PacSana permettant à un proche aidant de suivre l'activité de la personne qu'elle aide, ou les systèmes d'alerte luxembourgeois, Atom, ou suisse, Domocare, tous deux ayant la forme de montres au poignet. Le référentiel méthodologique en revanche, combinant 1) les indicateurs de la norme ISO25000 sur le fonctionnement vue du producteur et aussi envisagé en situation d'usage, 2) les exigences de la norme ISO70 Series sur l'inclusivité, 3) la cartographie ICF des affections de l'OMS, et 4) une série d'indicateurs orientés usagers propres à la sociologie des usages technologiques (ou plus exactement ceux du domaine STS), correspond bien à ce que nous utilisons produire une évaluation des systèmes de type smartwatch dans le cas qui nous occupe. L'expérience Maestro reste donc globalement valide, même si elle n'est pas la seule de son type sur le marché (cf. par exemple les prestations de la firme française Medialis ou le projet britannique CART-RISC), voire d'autres sur les apps de smartphones du projet AAL ZocAALo, pour ne mentionner que ceux-là.

- Quelle est la précision/fiabilité des mesures, problématique de la précision (cf. l'annexe traitant de cette question en fin de document), non seulement sur les mesures objectives (battements du cœur), mais les mesures dérivées (monitoring du stress) ?
- Comment interpréter, faut-il quelqu'un d'expert pour interpréter en tirer parti des indications fournies par le système ?
- Est-ce que les données stress sont certifiées par des experts ou elles se situent simplement dans la norme de ce que font les concurrents en la matière (utile mais non médicalement reconnu) ?

- Quelles sont les affections concernées en association avec les niveaux de stress ?
- Qu'est-ce qu'on peut faire, concrètement ? Avec la smartwatch et avec d'autres ressources sur la base des indications de la smartwatch ?
- Jusqu'à quel point est-ce réellement customisable/personnalisable, avec de l'apprentissage machine notamment, auquel peut contribuer le porteur (ou est-ce automatique ?) ?
- Est-ce que c'est globalement efficace et utile, dans la durée, tel que perçu par l'utilisateur en rapport avec le prix et les situations de stress que cela permet de gérer ?

Comme l'Apple Watch 6 est en train de sortir, plusieurs de ces questions devront attendre avant de trouver des éléments de réponses, jusqu'ici ce sont les versions précédentes qui nous orientent, ainsi que les concurrents, qui comme nous l'avons dit font collectivement progresser ce qui fonctionne de fait comme un standard virtuel, évoluant chaque deux ans ou presque.

On trouvera dans l'annexe une présentation des modes de détection du stress et de la question de la fiabilité de cette détection.

4. Paradoxes

Enfin, pour que cette présentation des travaux du Lemanic Living Lab soit complète, **trois paradoxes** méritent aussi d'être relevés.

Tout d'abord, l'idée de soulager quelqu'un de son stress excessif et de lui permettre d'être soit plus endurant soit plus résilient est certes noble. Mais les causes sont importantes, elles relèvent du style de vie, qui doit changer, ou des conditions de travail, qui vont probablement se répéter. Dans ce dernier cas, l'hypothèse qui consiste à faire peser sur l'employé le soin de gérer le stress excessif induit par un travail trop astreignant, des buts d'entreprise démesurés ou un mode d'organisation chaotique n'est pas des plus moraux ni même durable. Le traitement par l'une ou l'autre des méthodes évoquées ci-dessus, fussent-elle efficaces, ne doit pas exonérer des employeurs de repenser aux conditions de travail qu'ils infligent parfois, souvent même si l'on regarde les statistiques des pays de l'OCDE à ce sujet, à leurs employés. Le but n'est donc pas de développer des systèmes qui permettent de soutenir l'insoutenable, mais de favoriser l'évolution des situations telles que vécues par les uns et organisées par les autres. Les dégâts économiques multiples qu'occasionnent les cadres de travail trop stressants sont du reste tels que nombre d'entreprises sont désormais à l'écoute pour ce qui est des formes innovantes de détection du stress et de traitements possibles de son acuité ou de sa chronicité.

Un des paradoxes de la question du stress est lié à l'effet lui-même souvent stressant de se mesurer sans cesse (surveiller son stress ou son sommeil peut devenir une source de problème). Il y a donc un apprentissage et un accompagnement à penser pour dépasser ce paradoxe, même en l'anticipant quelque peu (car il est sinon plus difficile de le déjouer une fois qu'il est installé).

Enfin, il existe des relations complexes entre stress et créativité. C'est le hongrois Mihály Csíkszentmihályi qui a montré qu'il n'existait pas de solution universelle à ce problème. Ce qu'il appelle **le flow** se présente comme une configuration impliquant pour certains du stress comme moteur à la créativité, pour d'autres au contraire un état de tranquillité préalable indispensable pour parvenir à s'épanouir. Cette diversité des profils et des facettes de compétences et d'émotions qui peuvent leur être associées est à garder à l'esprit dès lors qu'on veut s'attaquer aux problèmes de stress.

Présentement, au sein du Lemanic Living Lab, outre les travaux de soutien au développement de l'entreprise Sensae déjà évoqués, des projets touchant à l'estime et à la confiance en soi que peinent

à avoir certaines personnes, des seniors, mais aussi des jeunes, des femmes en difficulté avec une société qu'elles peuvent juger oppressante, mais aussi des personnes se trouvant à un carrefour de leur existence (l'entrée en retraite), sont quelques-uns des registres que nous cherchons à explorer dans cette problématique. D'autres travaux en cours, sur lesquels il sera prochainement possible de publier, concernent le rôle de mouvement, de l'activité physique, cognitive et sociale comme prévention puis possibilité d'apaisement indirect par rapport au stress. Le domaine socio-cognitif en particulier fera l'objet de toute notre attention, dans ses multiples manifestations.

Des informations périodiques sur ces différents projets viendront enrichir cette rubrique du site du Lemanic Living Lab.

5. Le présent immédiat et le futur

Nous avons parlé de **Sensae** qui est actuellement en cours de développement et d'évaluation/expérimentation. Cette solution appartient au groupe de technologies qui tentent non seulement de détecter les variations de niveaux de stress, mais qui plus est d'apporter des stimuli visant à réguler voire apaiser l'humeur de l'utilisateur. Une dizaine de sociétés travaillent sur ces options dans le monde. La stimulation se fait par des vibrations, qui se produisent en rapport avec les pics de stress, ce qui permet 1) un apprentissage du système par rapport aux réponses des usagers, une sorte d'apprentissage, un peu à la manière du bio-feed-back de l'utilisateur à l'égard de son stress. De l'apprentissage machine est engagé pour permettre l'amélioration de la performance et la personnalisation la plus précise possible. La preuve est faite, ça marche, tout cela avec une aisance d'usage tant pour l'opérateur que pour le porteur du système (une sorte de « smartwatch » portée au poignet), mais l'effectivité large de la solution ne viendra que des cycles de tests et d'amélioration clinique, un jeu d'interactions où le Lemanic Living Lab peut jouer un rôle contributeur. Il s'agira non seulement d'améliorer les performances des algorithmes derrière la solution, mais également son adéquation à une diversité de situations types, potentiellement utile à une version commerciale convaincante.

Le problème du paradoxe de l'organisation bienveillante risque de se poser et devoir être travaillé en conséquence : une organisation compétitive doit-elle/peut-elle déléguer à ses employés le soin de gérer le niveau de stress que leur emploi génère, s'agit-il de l'expression d'une compétitivité nécessaire et probante ou d'un excès pouvant donner lieu à des coûts contre-productifs excessifs ? Par ailleurs, si l'on ne prend que les conditions de travail comme situation de référence (il y a en a d'autres possibles), y a-t-il stress parce que trop de travail, trop d'exigence, mauvaise communication ou mauvaise organisation ? Y a-t-il par ailleurs une mauvaise ambiance, des cas conflits ou de mobbing à répétition, des burn-out ou des bore-out de personnes mises au placard, voire des angoisses liées au risque de perdre son emploi ? Autant de situations demandant une modélisation fine pour ne pas apaiser trop ou au contraire stresser via une mesure excessive du stress.

Dans tous les cas, pour le Lemanic Living Lab, il y a de la place non seulement pour de l'évaluation clinique, mais aussi pour des suggestions en co-développement et en profilage intelligent, qui peut encore gagner en performance dans les années qui viennent. La notion de long terme ainsi, peut faire apparaître des effets nouveaux (accoutumance, affadissement du signal, méta stress, etc.). Enfin, d'autres façons de délivrer des stimuli peuvent émerger, les micro-picotements électro-magnétiques sont déjà à l'ordre du jour et d'autres surfaces que le poignet susceptible de présenter des avantages pour ce qui est de l'apaisement. Plus globalement, des variantes culturelles d'émotions déjà bien identifiées, dans d'autres parties du globe, peuvent s'avérer nécessaires de prendre en compte, des événements anxigènes et des affections anxigènes devenir des spécialités représentant autant de

marchés de niches. Les liens avec le sommeil, avec l'évolution du poids, à eux seuls peuvent devenir des perspectives commerciales en elles-mêmes. Et comme déjà vu avec les smartwatches, il n'y a pas que le temps réel qui ait de l'importance, la capacité de s'entraîner, de simuler des situations, avec de la RA/RM/RV ou non, fait partie des options méritant d'être expérimentées. Autant de pistes pouvant intéresser le Lemanic Livig Lab.

Annexe au point 3 : Comment les wearables détectent les niveaux de stress, selon www.myhealthyapple.com

"Stress can be primarily detected with monitoring HRV (Heart Rate Variability, see for that <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6463870>) and can yield 90% accuracy according to some studies.

Devices today use heart rate data to determine the interval between each heartbeat. The variable length of time in between each heartbeat is regulated by the body's autonomic nervous system.

The less variability between beats equals higher stress levels, whereas the increase in variability indicates less

Table 1

Stress detection experiments in controlled laboratory environments.

Article	Stress Signal	Stress Test	Method	# of Classes	Accuracy %	Applicable in Daily Life?
[14] (2012)	HRV	Stress in the traffic	Minimum Distance Classifier	3 (Low, Medium, High)	90	Yes
[15] (2011)	EDA, PPG	Hyperventilation and Talk Prep	Fuzzy Logic	2 (S, R)	99	Yes
[16] (2013)	Speech	TSST	SVM	2 (S,R)	72	Yes
[17] (2011)	ECG, EMG, EDA	Arithmetic, Puzzle, Memory Tasks	Bayes, kNN, LSD	2 (S, R)	80	Yes
[18] (2016)	PPG, EDA, Respiration, Thermal Cam	Lie Detection	DecisionTree	2 (S, R)	73	Yes
[13] (2016)	EEG	Arithmetic Task	SVM	4 (Neutral, Medium, Low, High)	89	No
[19] (2015)	Body Movements	Arithmetic Task	SVM	2 (S, R)	77	No
[20] (2016)	Body Movements, EMG, EDA, Respiration	Arithmetic Task	SVM	2 (Stress, Relax)	85	No

This is by far the most popular way of detecting stress today via an on-wrist wearable.

Other methods of detecting stress are by using sensors that can track sweat chemistry to identify Cortisol levels, monitor skin temperature, and monitor other electrodermal activity."