

Évolutions réglementaires, sociétales et techniques : quand la médecine de prévention s'adapte

31^e Congrès de la SHMTAIA*

Bordeaux, 12 et 13 octobre 2017

AUTEURS :

G. Anoma, M. Chasseriau, S. Fuentes, G. Gellie, J.U. Mullot, A. Pegorié, M. Revelen, N. Vidal, Praticiens du Service de Santé des Armées

EN RÉSUMÉ

Le 31^e congrès de la Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement (SHMTAIA) s'est déroulé à Bordeaux les 12 et 13 octobre 2017. Ce compte-rendu résume une sélection des interventions portant sur les outils d'évaluation du risque cardiaque, le diabète et l'aptitude médicale à la conduite, les données issues de la cohorte ADDICTAQUI relatives aux pratiques addictives, les nanomatériaux, les impacts des troubles du sommeil dans le *burnout*, les évolutions réglementaires de la médecine du travail, la qualité de l'air dans les cabines d'avion et l'évaluation des doses de rayonnements ionisants reçues au cristallin lors de procédures interventionnelles.

MOT CLÉS

Appareil cardiovasculaire / Diabète / Aptitude / Nanoparticule / Sommeil / Addiction / Toxicomanie / Rayonnement ionisant / Epuisement professionnel / Qualité de l'air / Air / Risque chimique

* Société d'hygiène et de médecine du travail dans les armées et industries d'armement

ANALYSE COMPARATIVE DES OUTILS D'ÉVALUATION CLINIQUE DU RISQUE CARDIOVASCULAIRE EN VISITE D'EXPERTISE : RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

S. Bisconte, Centre d'expertise médicale du personnel navigant (CEMPN) de Bordeaux

Le risque cardio-vasculaire absolu (RCVA) est la probabilité individuelle de développer une pathologie cardiovasculaire tel que l'infarctus, l'accident vasculaire cérébral (AVC)... Il est calculé en tentant d'intégrer l'ensemble des facteurs de risque cardiovasculaires (FDRCV) connus. Il en existe plus de 200 décrits dans la littérature qui peuvent être innés ou acquis, majeurs ou mineurs, modifiables ou non, dépendants ou indépendants.

L'évaluation de ce risque est un élément indispensable à chaque visite médicale car la survenue de ce type de pathologie a un impact

majeur sur la santé de l'individu et sur la bonne conduite de la mission, que ce soit dans la population générale en médecine de soin ou médecine du travail, chez le militaire en mission ou chez le personnel navigant en vol.

Pour évaluer ce risque, le médecin possède un certain nombre de scores mis à sa disposition par les sociétés savantes cardiologiques. Cependant, leur utilisation est souvent chronophage, peu intuitive et nécessitant un accès internet. Il lui est donc souvent préféré une évaluation subjective et individuelle de ce risque, prenant en compte les « principaux » facteurs de risque relevés lors de l'interrogatoire qui sont l'âge, le sexe, la consommation de tabac, l'index de masse corporelle (IMC), la notion de diabète ou d'hypercholestérolémie.

L'ESC SCORE, modèle européen incluant 200 000 patients de 11 nations différentes dont la France, estime la mortalité cardiovasculaire

Évolutions réglementaires, sociétales et techniques : quand la médecine de prévention s'adapte

31^e Congrès de la SHMTAI

à 10 ans. Il a l'intérêt de bénéficier d'une réactualisation fréquente ainsi que d'être très visuel et intuitif. De plus, il présente un facteur d'ajustement binaire, séparant les pays à haut risque (Hongrie, États-Unis) et à bas risque (Espagne, France). En revanche, il surestime le risque chez le diabétique (considéré comme haut risque automatique sans prendre en compte l'équilibre et l'ancienneté), ignore certains FDRCV comme les antécédents familiaux de coronaropathie ou l'obésité et prend en compte d'autres FDRCV en binaire, comme le tabac, sans considérer son ancienneté ou son intensité. Il n'évalue que la mortalité cardiovasculaire et non la morbidité globale.

L'étude de Framingham, modèle américain, est l'archétype de l'étude observationnelle prospective de longue durée, issue initialement d'une cohorte d'un village du Massachusetts (5 345 habitants) suivie pendant près de 50 ans. La 3^e génération est en cours d'inclusion. Les scores ont été réactualisés à plusieurs reprises en 1991, 1998, 2008, 2008 sans laboratoire, 2012. Il apprécie la morbi-mortalité et sa version « sans laboratoire » permet de s'affranchir du dosage du cholestérol au profit de l'IMC. Il tient compte de la valeur réelle de certains items biologiques sans effet seuil. Il nécessite néanmoins l'utilisation d'un ordinateur et la population étudiée est très spécifique et non transposable à la population française. Il ne prend pas en compte les antécédents familiaux et considère le diabète et le tabac en binaire.

Le score de LAURIER, version pondérée pour la population française, manque de précision et de validation scientifique (Score Américain = (1,5-2) x score Français). L'ASCVD (*atherosclerotic cardio-*

vascular disease) est l'actuel Gold Standard de l'*American Heart Association*. Il est basé sur un *pool* de banques de données (Framingham et ses descendants, étude ARIC, étude MESA, CARDIA, CHS...). La population étudiée est exclusivement américaine. Ces principaux avantages sont le recrutement important (plus de 25 000 personnes dont 5 000 d'origine africaine) et la prise en compte de la morbi-mortalité. Comme les scores de Framingham, ses résultats ne sont pas transposables à la population française mais des facteurs correctifs pour une application européenne sont en cours de validation. Il ne prend pas en compte les antécédents familiaux et l'obésité. L'étude DERAP (Dépistage et Évaluation du Risque cardiovasculaire absolu chez le personnel navigant) est une analyse monocentrique rétrospective réalisée au CEMPN de l'hôpital Robert Picqué à Bordeaux. Elle a pour objectif principal de comparer l'estimation du risque cardiovasculaire par évaluation individualisée (EI) et par les scores de référence chez le personnel navigant (PN) militaire et civil. Elle présente comme objectif secondaire d'observer la prévalence des FDRCV chez le PN, de mettre éventuellement en évidence des sous-groupes sur ou sous-estimés pour enfin en ressortir des mesures correctrices simples améliorant la précision de l'EI. Sont inclus tous les consultants en expertise aéronautique du CEMPN de Bordeaux âgés de plus de 40 ans et bénéficiant d'un bilan biologique à titre réglementaire entre le 01/04/2017 et le 01/04/2018. Sont exclus les patients en prévention secondaire ou présentant une pathologie ou un traitement associé biaisant l'évaluation du RCVA (prise médicamenteuse cardiotoxique...). Le

médecin estime le RCVA par EI et classe chaque patient dans une des trois catégories de risque (1-faible, 2-modéré ou 3-élevé). Grâce aux données biologiques et biométriques, les patients sont également classés selon les scores ASCVD, ESC-SCORE, Fram2008 et Fram2008 sans laboratoire. Une étude de liaison entre les réponses d'une même paire dans le cadre d'une comparaison de pourcentages sur séries appariées a été réalisée. Le seuil de significativité retenu est à $p < 0,05$.

Les résultats préliminaires ont pris en compte les données des 3 premiers mois de l'étude. Sur 159 patients vus, 5 ont été exclus (2 accidents ischémiques transitoires, 1 AVC, 1 coronaropathie et 1 patient sous chimiothérapie cardiotoxique). Les 154 patients inclus sont majoritairement des hommes (90 %) et des militaires (75,8 %). Les résultats préliminaires montrent que l'évaluation individualisée est concordante dans 79 % des cas qu'elle soit comparée à l'ESC SCORE, au Framingham ou à l'ASCVD ($p < 0,01$ %). L'évaluation des sous-groupes pour lesquels les évaluations sont discordantes manque de puissance. Il semble se dessiner que l'âge et le taux de cholestérol (non disponible en cours de consultation) sont des facteurs souvent sous-estimés. À l'inverse, les sujets surestimés le sont pour des FDRCV non pris en compte par les scores tels que le surpoids, l'hypertension artérielle ou l'hypercholestérolémie traitée, faisant de l'évaluation individuelle une évaluation probablement plus proche du RCVA réel. L'analyse de l'échantillon total en avril 2018 permettra vraisemblablement de confirmer les résultats préliminaires concernant les patients sous-estimés.

DIABÈTE ET APTITUDE MÉDICALE AU POSTE. CAS PARTICULIER DE LA CONDUITE

C. Verdun-Esquer, service de médecine du travail et pathologie professionnelle, CHU de Bordeaux

Déterminer l'aptitude médicale, notamment à la conduite, chez un travailleur diabétique est complexe. Certains emplois lui sont déjà interdits que ce soit pour des postes au sein de l'armée, de l'aviation civile ou encore dans les services de lutte contre les incendies. Mais qu'en est-il de l'aptitude pour les personnels civils ou pour ceux qui développent un diabète non insulino-dépendant (DNID) ultérieurement à leur prise de poste ? D'après l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), la prévalence du DNID a été estimée à 4,6 % en 2011, elle a augmenté de 5,4 % entre 2000 et 2011. L'incidence du DNID augmente avec l'âge.

Entre janvier 2010 et octobre 2017, le centre de consultation de pathologie professionnelle de Bordeaux a étudié 41 dossiers pour aptitude et diabète, parmi lesquels 4 concernaient l'aptitude à la conduite. Sur l'ensemble de ces dossiers, 18 cas ont été déclarés « apte », 15 cas « apte avec réserve », 3 cas « inapte temporaire » et 5 cas « inapte définitif ». L'arrêté du 18 décembre 2015 (modifiant celui du 21 décembre 2005) fixe la liste des affections médicales incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire. Cet arrêté ne s'impose pas au médecin au travail mais permet d'informer les travailleurs de leur obligation de déclarer les problèmes de santé pouvant interférer avec leur aptitude à la conduite. Concernant le diabète, cet arrêté précise que :

- pour le groupe léger, l'aptitude temporaire (pour un diabète traité) peut être délivrée pour une durée maximale de 5 ans et après avis spécialisé en fonction des complications et de l'évaluation du risque d'hypoglycémie. L'aptitude à la conduite est déclarée s'il y a notion d'une hypoglycémie sévère (nécessité de l'intervention d'une tierce personne) et récurrente (deuxième épisode dans les 12 mois) et/ou d'une conscience altérée de l'hypoglycémie ;

- pour le groupe lourd, en cas de diabète non traité par insuline ou médicaments hypoglycémifiants, l'avis d'aptitude se fait en fonction des complications cardiaques ou ophtalmologiques. En cas de diabète traité par insuline ou médicaments hypoglycémifiants, l'aptitude temporaire est délivrée après avis spécialisé et ne peut excéder 3 ans. Elle est établie en fonction des complications, de l'absence d'hypoglycémie sévère dans les 12 derniers mois et d'une bonne auto-surveillance.

Les critères à prendre en compte pour évaluer l'aptitude médicale au poste sont :

- l'équilibre du diabète ;
- le type de traitement (médicaments hypoglycémifiants ou non, insuline...);
- l'existence ou non de complications (ophtalmologiques, cardiovasculaires...);
- la fréquence, le ressenti des hypoglycémies ;
- la maîtrise de l'autocontrôle.

La conduite pour le trajet domicile-travail ne rentre pas dans le champ de l'aptitude médicale au poste de travail.

Cette évaluation nécessite une importante coopération entre le travailleur, son médecin traitant, le diabétologue et le médecin du

travail. Pour évaluer les caractéristiques du poste de travail, il faut prendre en compte les facteurs pouvant être dangereux pour le patient ou les collègues ou un tiers évoluant dans l'environnement immédiat de travail, en cas d'hypoglycémie ou d'autres complications. Cela concerne la conduite mais aussi le travail en hauteur, le travail isolé, le risque électrique ou bien encore le travail sur des machines dangereuses. Il faut prendre en compte aussi, dans cette évaluation, les facteurs pouvant être source de décompensation du diabète, par exemple, les efforts physiques intensifs, irréguliers et non programmés, les horaires irréguliers et de nuit, les déplacements professionnels et le risque infectieux (métiers de l'alimentation, éboueurs...).

Pour conclure, l'évaluation d'un travailleur diabétique au poste de travail doit se faire au cas par cas et ne permet pas une attitude « stéréotypée ». Les relations avec les médecins de soins (médecin traitant, diabétologue...) permettent de prendre en compte la maladie, le traitement mais aussi les pathologies associées et /ou les complications existantes.

NOUVELLES CONNAISSANCES EN ADDICTOLOGIE ; APPLICATION À LA SANTÉ AU TRAVAIL. ASPECTS THÉORIQUES ET ANALYSES ISSUES DE LA COHORTE ADDICTAQUI

C. Heintz, Association lorraine de santé en milieu de travail (ALSMT) de Nancy

Il existe un lien complexe entre addiction et travail, ce dernier étant une valeur positive et pro-

Évolutions règlementaires, sociétales et techniques : quand la médecine de prévention s'adapte

31^e Congrès de la SHMTAI

tectrice par rapport à l'addiction. L'addiction peut être une pathologie d'importation, d'acquisition ou d'adaptation, le travail étant à l'origine des deux derniers types d'addictions. Certains postes ont été identifiés comme facteurs favorisants : poste de sécurité, travail en plein air, activités répétitives, expositions aux vibrations ou secousses, postures pénibles, port de charges lourdes, déplacements longs et fatigants, habitudes de consommation dans l'entreprise. Selon l'étude santé-travail-addiction de la Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE) d'Aquitaine, en 2009, 17 % des salariés consommaient des substances psychoactives pour diminuer leur stress et 2,5 % pour augmenter leurs performances. Le baromètre santé INPES de 2010 retrouvait que 9 % des consommateurs d'alcool, 13 % des consommateurs de cannabis et 36 % des fumeurs de cigarettes augmentaient leur consommation à cause du travail. L'addiction est souvent révélée par des dommages non spécifiques : gestion en urgence d'un problème aigu, par exemple accident ou trouble du comportement. Il existe souvent une confusion entre l'usage simple ou nocif et l'addiction, cette dernière correspondant à la dépendance. Face à l'ensemble de ces consommations, appelé pratique addictive, l'entreprise doit instaurer une démarche de prévention collective avec l'aide du service de santé au travail. L'étude de cohorte ADDICTAQUI a été réalisée afin de rechercher une éventuelle association entre la sévérité de l'addiction et l'emploi. Dans ce cadre, le questionnaire *Addiction Severity index*

(ASI) a été utilisé auprès d'une population lors de la prise en charge addictologique initiale et 18 mois plus tard (+/- 6 mois). L'ASI permet d'explorer la sévérité de l'addiction dans 6 domaines de la vie du patient : état médical, emploi/ressources, usage de substances (alcool...) ou addiction comportementale (jeux d'argent, troubles du comportement alimentaire...), situation légale, relations familiales/sociales, état psychologique. L'étude ADDICTAQUI a été menée auprès de 2 143 patients dont 67 % d'hommes (âge moyen de 37,7 ans). Parmi eux, 1 245 ont un emploi. Les résultats montrent que la sévérité de l'addiction et son évolution ne sont pas liées au seul facteur emploi. Par ailleurs, plus de 80 % des patients bénéficiant d'une prise en charge dans une structure spécialisée, présentent une amélioration du score ASI.

PARTICULES NANOMÉTRIQUES ET SANTÉ

P. Brochard, service de médecine du travail et pathologie professionnelle, CHU de Bordeaux

Les particules nanométriques (PN) désignent les particules dont le diamètre nominal est inférieur à 100 nanomètres. La présence des PN dans l'environnement est ubiquitaire. Elle peut être d'origine naturelle (fumées émises lors de feux de forêts...), d'origine anthropique non intentionnelle (produits de combustion, pulvérisation...) ou intentionnelle (oxydes métalliques, carbone...). Dans la littérature, sont distinguées les particules nanométriques non intentionnelles (PNNI) et les particules nanométriques manufacturées (PNM).

On dénombre un certain nombre de déterminants des effets biologiques communs à l'ensemble des PN. Le premier est leur taille aérodynamique, qui conditionne leur dépôt dans les voies aériennes, leur pénétration intracellulaire et leur capacité de franchissement des barrières biologiques. Le second est leur surface d'échange, elle-même directement liée à leur taille. En deçà de 100 nanomètres, il existe une relation inversement proportionnelle entre la taille de la particule et le nombre d'atomes présents à sa surface. Ainsi, plus la taille de la particule va diminuer et plus sa réactivité biologique va s'accroître du fait d'un nombre d'atomes en surface plus important. Par ailleurs, à masse égale, quand la taille des particules diminue, le nombre de particules présentes augmente, ce qui a pour conséquence d'engendrer un accroissement de la surface d'échange. C'est donc bien la taille et non la masse des nanoparticules qui s'avère essentielle dans la détermination du risque en matière d'effets sanitaires. La quantité ainsi que leur biopersistance dans l'organisme, déterminée notamment par leur solubilité, jouent également un rôle. La forme des PN constitue un autre déterminant important. Les effets biologiques des PN sont majorés lorsque leur longueur est supérieure à 5 microns et que leur rapport d'élongation (longueur/diamètre) est supérieur à 3. Il s'agit d'un « effet fibre » qui rend la phagocytose des PN incomplète (on parle aussi de phagocytose « contrariée »). En outre, ces PN peuvent être responsables d'effets au niveau de la plèvre pariétale. Les données toxicologiques disponibles sur les PN issues des

études *in vitro* associent leurs effets à la formation de radicaux libres. Ceux-ci vont alors engendrer différentes lésions dans les cellules, en interagissant avec l'ADN nucléaire, les mitochondries ou encore la membrane cytoplasmique. C'est une fois la saturation des systèmes antioxydants atteinte, que des effets sanitaires peuvent apparaître, soit directement liés aux PN soit indirectement par la production de médiateurs de l'inflammation. Ces effets peuvent être locaux ou à distance du site de déposition des PN. Les effets observés dans les études *in vivo* sont : respiratoires (stress oxydant, inflammation, fibrose, génotoxicité, cancer), cardiovasculaires (thrombose, athérome, troubles du rythme ou de la perfusion coronarienne), neurologiques (inflammation), immunitaires (immunomodulation) et reprotoxiques (petit poids de naissance, modification des gamètes, atteintes fœto-embryonnaires...).

Les nanotubes de carbone peuvent être considérés comme particulièrement préoccupants. Un certain nombre d'études expérimentales récentes montre l'existence d'un risque de fibrose pleurale, mais surtout de mésothéliomes pleuraux dose-dépendants, lors d'expositions à des nanotubes de carbone par injections intrapleurales. D'autres études expérimentales plus récentes pointent également l'existence de ce risque lors d'expositions par instillation intratrachéale. Certains nanotubes de carbone ont ainsi été classés dans le groupe 2B et le groupe 3 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC).

Au total, si l'essentiel des données toxicologiques actuelles concernant les PN est expérimental,

celles-ci fournissent un bon niveau d'information, qui permet d'affirmer l'existence d'un danger avéré des PN. En revanche, l'absence de données épidémiologiques vis-à-vis des PNM et leur caractère encore limité pour les PNNI, ne permettent pas d'affirmer l'existence d'un risque établi chez l'Homme.

IMPACT DES TROUBLES DU SOMMEIL DANS LE BURNOUT.

F. Sauvet, Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge

Une définition du *burnout* proposée par Freudenberger en 1980 était une « *affliction douloureuse des gens biens qui essaient de donner le meilleur d'eux-mêmes* ».

Non reconnu comme une pathologie dans le *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5), il est classé comme « *facteur influençant l'état de santé* » dans la Classification internationale des maladies (CIM 10) évoquant plutôt un état d'épuisement. Néanmoins il existe toujours une nécessité de préciser sa définition, ses causes et conséquences.

Le *burnout* est un syndrome d'épuisement professionnel, alliant détresse émotionnelle, physique et psychique, fatigue excessive et persistante, dépersonnalisation et diminution de la capacité de travail. Cette description est établie sur des critères subjectifs, par questionnaire, comme le *Maslach Burnout Inventory* (MBI) ou le *Copenhagen Burnout Inventory* (CBI).

Dans de récentes recherches de l'IRBA (Institut de Recherche Biomédicale des Armées), ont été observés, chez les personnes souffrant de *burnout* des désordres immuno-endocriniens parmi lesquels :

une activation des axes du stress (notamment la diminution du cortisol, en particulier diurne), une diminution du BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*) et de la sérotonine (hormones associées à un état dépressif), une modification du métabolisme du glucose (en particulier une augmentation de la résistance à l'insuline), une réponse inflammatoire avec augmentation des cytokines pro-inflammatoires et diminution des cytokines anti-inflammatoires. Cette signature biologique est la même que celle observée chez les sujets privés de sommeil. Dans une étude récente, sur une population de 46 personnes, il a été observé que les sujets souffrant de *burnout* ont une hémoglobine glyquée significativement très supérieure à ceux qui en sont exempts. C'est le paramètre qui était le plus affecté par le fait d'avoir ou non un *burnout*.

Le *burnout* est souvent décrit comme une réponse à un stress professionnel, un déséquilibre de la balance entre contraintes et capacités de récupération, faisant le lien avec le sommeil. La réponse à un stress est un état d'alarme, où on lutte, on fait face, on essaie de résister, on se fatigue et, quand on dépasse ses capacités de résistance, on s'épuise. L'état de *burnout* peut être décrit comme un état de stress dépassé. Or tous les sujets en état de stress ne sont pas en *burnout*. Dans les études, les sujets en *burnout* ont un temps de sommeil inférieur aux autres, même en récupérant le week-end, et ont une efficacité du sommeil altérée, à la fois en semaine et en récupération. Ce sont des sujets dont la somnolence persiste le weekend à cause de ruminations

Évolutions réglementaires, sociétales et techniques : quand la médecine de prévention s'adapte

31^e Congrès de la SHMTAI

des difficultés professionnelles de la semaine. Dans la population travaillant de nuit aux États-Unis, plusieurs études concordantes ont trouvé une plus grande prévalence de *burnout* chez les travailleurs de nuit d'environ 15 à 30 % versus 7 à 9 % chez les travailleurs de jour, et 1 % dans la population non active.

Dans une étude américaine chez des médecins hospitaliers, une durée de sommeil quotidienne inférieure à 6h était le principal facteur de risque de *burnout*, avec la satisfaction au travail, indépendamment de la dépression. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le *burnout* peut se développer en dehors de tout état de dépression.

Dans une autre étude réalisée chez 1 300 « cols blancs » du quartier de la Défense, les employés qui avaient les critères de *burnout* souffraient pratiquement tous d'insomnie. L'insomnie associée au *burnout* avait un OR = 14,7 (IC 95% [9,8-21,9]). Les scores de *burnout* et d'insomnie ont été croisés avec le questionnaire de Karasek. Pour ceux qui avaient un stress au travail mais sans insomnie, le taux de *burnout* était inférieur à 10 % alors que chez ceux ayant ce même stress au travail avec en plus une insomnie, la proportion de *burnout* était de plus de 40 %. Un modèle mathématique a donc pu être proposé, prenant comme facteur de développement de *burnout*, la satisfaction au travail et l'insomnie. Dès qu'il y a cumul de contraintes, anxiété, stress, perte de la satisfaction au travail et des capacités de récupération, on entre dans le schéma physiopathologique du *burnout*. Il est cependant impossible de connaître le facteur déclenchant du cercle

pernicieux qui lie *burnout*, stress et dette de sommeil.

La dette de sommeil semble jouer un rôle dans le développement du *burnout*, mais doit-elle être considérée comme un facteur de risque ? Quand des sujets sont privés de sommeil, de façon totale ou partielle, et qu'ils sont confrontés à un stress psychologique, ils ressentent davantage les effets de ce stress, qu'il soit modéré ou intense.

Les troubles du sommeil pourraient donc bien être un facteur de risque de *burnout*. Mais la dette de sommeil observée chez les personnes en *burnout* pourrait être un facteur aggravant, expliquant sa signature biologique. En effet la dette de sommeil altère les systèmes énergétique, endocrinien, immunitaire et nerveux central. Ces fonctions sont naturellement restaurées pendant la nuit ; ainsi, en cas de dette de sommeil, cette capacité de régénération est altérée. Des travaux de l'IRBA ont montré, chez des sujets sains, qu'une nuit blanche est suffisante pour doubler les concentrations plasmatiques de TNF alpha. Sur d'autres sujets sains à qui on impose 4h de sommeil par nuit pendant une semaine, dès la deuxième nuit, cette même réponse inflammatoire est observée. Cet état pro-inflammatoire perdure pendant toute la durée de restriction de sommeil et jusqu'à douze jours après la fin de la période de restriction. Dans les mêmes conditions, une diminution de la cortisolémie du matin et une augmentation du taux de cortisol le soir sont observées, ce qui altère les capacités à s'endormir. La restriction de sommeil augmente également la résistance à l'insuline, phénomène persistant jusqu'à 3 nuits de récu-

pération après la privation. On recommande donc d'augmenter les apports alimentaires la nuit d'environ 50 % car les glucides ont plus de mal à être assimilés, d'augmenter particulièrement la part de protéine dans un ratio de 1 pour 4 afin de restaurer les performances mentales des travailleurs de nuit. Une seule étude a montré qu'en améliorant le sommeil chez les personnes en *burnout*, on diminuait les symptômes et on augmentait le retour au travail. La méthode était la réduction de la fragmentation du sommeil, qui diminuait ainsi la sensation de fatigue. Les mécanismes physiopathologiques du *burnout* sont encore mal compris. La dette de sommeil serait un facteur précipitant du *burnout* et en favoriserait les co-morbidités.

ÉVOLU T I O N S RÉGLEMENTAIRES DE LA MÉDECINE DU TRAVAIL

C. Dalm, médecin inspecteur régional du travail, Nouvelle Aquitaine, Bordeaux

La nouvelle loi relative au travail, à la modernisation du dialogue social et à la sécurisation des parcours professionnels a été promulguée le 08 août 2016. L'article 102 traite de la modernisation de la médecine du travail. Le décret n° 2016-1908 du 27 décembre 2016 relatif à la modernisation de la médecine du travail modifie l'article R. 4623-1 du Code du travail. Les défis de cette réforme sont multiples : faire en sorte que les règles du service de santé au travail existantes soient mieux appliquées, améliorer la prévention des maladies liées au travail, en prenant en compte les risques émergents sans négliger les

autres et tenir compte du vieillissement de la main d'œuvre européenne.

Les principaux changements apportés par ce décret concernent le suivi individuel « classique », le suivi individuel renforcé, les autres examens médicaux et la déclaration d'inaptitude médicale.

Le suivi individuel « classique » de l'état de santé hors poste à risque est devenu la visite individuelle d'information et de prévention ou VIP. Elle se fait à l'embauche (à la prise de poste ou au plus tard dans les 3 mois, 2 mois pour les apprentis) ou périodiquement, par un professionnel de santé (médecin du travail, collaborateur médecin, infirmier, interne en médecine du travail). Son objectif est d'interroger le salarié sur son état de santé. Cette visite permet d'informer l'agent sur les risques éventuels auxquels l'expose son poste de travail, de le sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en œuvre, d'identifier si son état de santé ou les risques auxquels il est exposé nécessitent une orientation vers le médecin du travail (MDT), de l'informer sur les modalités du suivi de son état de santé par le service de santé au travail et la possibilité dont il dispose, à tout moment, de bénéficier d'une visite à sa demande avec le MDT. Elle est réalisée avant l'embauche pour les travailleurs de nuit, ceux de moins de 18 ans, ceux étant exposés aux champs électromagnétiques ou aux agents biologiques de groupe 2. La périodicité est fixée par le MDT. Elle est au maximum de 5 ans (3 ans pour les travailleurs handicapés, travailleurs titulaires d'une pension d'invalidité et travailleurs de nuit). À l'issue de la VIP, une attestation de suivi est délivrée en deux exemplaires.

Le suivi individuel renforcé de l'état de santé ou SIR est un examen médical d'aptitude, réalisé par un MDT, pour tout travailleur affecté à un poste présentant des risques particuliers. La finalité de cet examen est de s'assurer pour le MDT de l'aptitude médicale au poste de travail auquel l'employeur envisage d'affecter le travailleur, de rechercher une affection dangereuse pour les autres salariés, de proposer, éventuellement, des adaptations du poste ou l'affectation à d'autres postes, d'informer l'agent sur les risques d'exposition au poste et le suivi médical nécessaire et de le sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en œuvre. Cette visite se réalise à l'embauche avant affectation sur le poste puis périodiquement (périodicité déterminée par le MDT, dans un délai maximum de 4 ans). Une visite intermédiaire, au plus tard deux ans après la visite chez le MDT, doit être effectuée (par le MDT ou un professionnel de santé). Les postes à risque sont regroupés en trois catégories :

- 1^{re} catégorie : les travailleurs exposés à l'amiante, au plomb, aux CMR, aux agents biologiques de groupe 3 et 4, aux rayonnements ionisants, au risque hyperbare, au risque de chute de hauteur lors des opérations de montage et démontage d'échafaudages ;
- 2^e catégorie : les jeunes de moins de 18 ans affectés sur des travaux dangereux réglementés, les travailleurs affectés à des travaux sous tension ou nécessitant des autorisations de conduite ;
- 3^e catégorie : postes listés par l'employeur, après avis du MDT et du Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT).

Les autres examens médicaux, réalisés par le MDT, sont la visite de

pré-reprise (pas de changement) et la visite de reprise (obligatoire, dans un délai de 8 jours). Les visites médicales à la demande peuvent être faites à la demande de l'employeur (en plus des examens d'aptitude), de l'agent (s'il anticipe par exemple une éventuelle inaptitude) et du MDT.

La déclaration d'inaptitude médicale est effectuée par le MDT selon une procédure formalisée : examen médical de l'intéressé, accompagné des examens complémentaires et d'une étude de poste obligatoire par le MDT ou par l'équipe pluridisciplinaire. Dans le cadre de cette procédure, un échange formalisé est obligatoire entre le MDT, l'agent et l'employeur.

QUALITÉ DE L'AIR DANS LES CABINES D'AVIONS ET EFFETS SUR LA SANTÉ : LE POINT SUR LES CONNAISSANCES

J.U. Mullo, laboratoire d'analyses, de surveillance et d'expertise de la marine, Toulon

La qualité de l'air dans les avions et son potentiel impact sur la santé constituent une préoccupation grandissante depuis le début des années 2000. Le premier cas clairement rapporté dans la littérature est celui d'un pilote de C-130 Hercules devenu handicapé en 1977 après l'inhalation d'air contaminé lors d'un incident. Les effets sanitaires résultant de l'exposition répétée ou aiguë à de l'air réputé contaminé dans la cabine d'avion sont aujourd'hui associés au terme de « syndrome aérotoxique », bien que lorsqu'il fut proposé en 1999, ce concept désignait uniquement certains symptômes observés chez des

Évolutions réglementaires, sociétales et techniques : quand la médecine de prévention s'adapte

31^e Congrès de la SHMTAI

personnels embarqués, sans présumer d'une causalité avec la qualité de l'air. Actuellement la nature de ce lien reste l'objet de nombreuses controverses dans le monde scientifique, mais également de plusieurs publications et travaux de recherche.

Les événements accidentels de contamination de l'air des cabines d'avions, encore appelés événements feu/fumée ou *fume event* sont relativement rares puisque leur occurrence varie entre 1 pour 100 à 1 pour 10 000 vols selon les publications, mais la fréquence de déclaration pourrait être faible notamment en raison de la complexité des procédures, des pressions commerciales et du manque de formation des personnels. En outre, ces *fume event* ne bénéficient pas d'une définition stricte ; leur reconnaissance est basée principalement sur des signes olfactifs (odeur de chaussettes sales, de chien mouillé, de brûlé, d'huiles, de fumées...) voire visuels (fumées).

La source la plus rapportée de cette contamination de l'air est l'air de prélèvement ou *bleed air*. Ce dernier peut être contaminé avant d'alimenter le système de ventilation de la cabine, en passant dans les moteurs où il est prélevé. Selon les études, lors du conditionnement de cet air, des pollutions internes peuvent survenir (fuites d'huile moteur, de kérosène, de fluide hydraulique, de lubrifiants, de liquide de refroidissement...) ainsi que des pollutions externes au sol (gaz d'échappement des véhicules et autres avions à proximité). Bien que le *bleed air* constitue le coupable idéal au premier regard, notamment en raison de la présence de substances organophosphorées dans les aérosols d'huile qu'il

peut véhiculer, la réalité n'en est pas moins complexe puisqu'au moins cinq autres grandes sources de pollution ont été documentées dans les cabines : matériaux de l'avion, produits d'entretien et cosmétiques, bioeffluents et métabolites humains, préparations alimentaires et biocides. Les mesurages réalisés confirment le caractère ubiquitaire de la contamination de fond de l'air des avions, à des concentrations majoritairement très faibles (de l'ordre de grandeur d'autres environnements intérieurs) en dehors des *fume event*. Cependant, ces études présentent diverses limites. Même si certaines étudient un large panel de substances comme celle de l'Agence européenne de sécurité aérienne (2017), la plupart des travaux cible des familles de composés identiques (les organophosphorés, au potentiel neurotoxique, sont par exemple très recherchés), tout en délaissant d'autres classes comme les acides carboxyliques. De plus, la faible fréquence et la définition floue du *fume event* n'ont pas permis d'échantillonner puis de caractériser au mieux la composition de l'air lors de tels événements.

Les symptômes rapportés par les membres d'équipage, potentiellement liés à cette pollution de l'air, sont nombreux et pour la plupart non-spécifiques (retrouvés par exemple dans le syndrome des bâtiments malsains), à l'exception possiblement de ceux de la sphère neurologique. Sont décrits des difficultés respiratoires, une irritation des muqueuses, des maux de têtes, vertiges, désorientation, manque de coordination, faiblesse et tremblements musculaires, des problèmes de mémoire, d'élocution, de réflexion,

des troubles cardiaques, digestifs, des troubles psychiatriques d'anxiété et du sommeil ainsi que des problèmes cutanés. L'absence de comparaison avec un groupe témoin apparié et la non-objectivation médicale des symptômes rend l'éventuelle association avec la qualité de l'air d'autant plus complexe à établir. La causalité reste également incertaine par l'absence de définition harmonisée de la qualité de l'air, la possible confusion avec d'autres aspects du milieu aéronautique (dont les particularités de pression relative et d'humidité) ou du mode d'exercice des professionnels comme le travail en horaires décalés, la fréquentation de multiples pays, le contact avec un public nombreux et la charge mentale. Enfin, l'influence d'éventuelles sensibilités individuelles n'est pas connue. Le lien de cause à effet entre qualité de l'air et effets sur la santé reste donc douteux, et les critères classiquement utilisés (critères de Hill) sont loin d'être satisfaits. Ainsi, par exemple, la plausibilité biologique est discutable au regard des niveaux de concentrations relevés par les études disponibles.

Face à ce constat, afin de clarifier les causes du syndrome aérotoxique, une meilleure définition de la qualité de l'air semble indispensable, tout en ciblant les mesures de qualité de l'air pendant les *fume event*. Les études à mener devront également coupler l'analyse des expositions à la mesure objective des effets sur la santé au sein de la même population.

En conclusion, de nombreuses substances sont mesurées dans les cabines commerciales, à des concentrations habituellement faibles. Des nombreux effets sont

rapportés mais des recherches complémentaires restent à mener pour mieux documenter les cas et explorer la causalité entre cette morbidité et la qualité de l'air, aujourd'hui incertaine. Il s'agit de mieux comprendre le syndrome aérotoxique, ses causes et ses effets, afin de mieux agir.

ÉVALUATION DES DOSES REÇUES AU CRISTALLIN CHEZ LES PERSONNELS DES HÔPITAUX MILITAIRES ET DES CENTRES VÉTÉRINAIRES DURANT DES PROCÉDURES INTERVENTIONNELLES UTILISANT LES RAYONNEMENTS IONISANTS.

G. Gellie, service de protection radiologique des armées, Clamart

En 2007, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a recommandé une réduction de la limite de dose annuelle de l'exposition professionnelle pour le cristallin de 150 à 20 mSv. Satisfaire cette nouvelle exigence peut être difficile dans certains milieux de travail tels que la radiologie interventionnelle, la cardiologie et la chirurgie.

Afin d'évaluer la dose de rayonnement reçu au cristallin lors des procédures interventionnelles dans le domaine de la cardiologie, de la radiologie, de la chirurgie dans un hôpital militaire et dans les cabinets vétérinaires militaires utilisant des appareils de radiographie, une étude incluant 90 médecins et infirmières, 10 vétérinaires et aides vétérinaires a été mise en œuvre. L'exposition aux rayonnements mesurée représentait celle d'une charge de travail normale d'un travailleur pendant 3 mois. La

dose cumulée au cristallin a été extrapolée à 1 an. Ces doses sont mesurées à partir du dosimètre fixé près de l'œil droit ou gauche selon le côté le plus proche de la source de rayonnement. Pour les travailleurs portant des lunettes de plomb, le dosimètre est placé par-dessus les lunettes.

Les doses annuelles estimées au cristallin vont de 0,3 mSv à 3,2 mSv au maximum avec une dose moyenne de 1,3 mSv, si l'utilisation de lunettes plombées n'est pas prise en compte. Les doses moyennes au cristallin sont de $1,6 \pm 0,6$ mSv pour les radiologues (principalement lors d'opérations de cathétérismes vasculaires, de biopsies, d'infiltrations ou d'embolisations), $1,8 \pm 0,5$ mSv pour les cardiologues (lors des coronarographies, ablations ou implantations de stimulateurs cardiaques ou défibrillateurs) et $1,4 \pm 0,2$ mSv pour les chirurgiens (lors de réductions de fractures des membres ou de vertébroplasties). Enfin, les vétérinaires reçoivent en moyenne chaque année $1,18 \pm 0,27$ mSv au cristallin.

Pour une charge de travail normale, les valeurs de doses annuelles moyennes estimées ne dépassent pas la future limite réglementaire annuelle au cristallin. Cependant, une surcharge de travail pourrait entraîner un franchissement de la limite réglementaire. Pour minimiser le risque induit par les rayonnements ionisants au cristallin, le port d'équipements de protection ainsi qu'une formation appropriée des personnels sont recommandés. Chez les cardiologues interventionnels et les vétérinaires, pour qui les doses sont les plus importantes, le port d'un dosimètre cristallin permettrait de surveiller les dépassements potentiels.

DÉFICIT GÉNÉTIQUE EN BUTYRYLCHOLINESTÉRISE : QUEL IMPACT SUR LE SUIVI DES PERSONNELS EXPOSÉS À DES INHIBITEURS DE CHOLINESTÉRISE ?

J. Plantamura, laboratoire de biologie de l'hôpital d'instruction des armées Begin, Saint-Mandé

La mesure d'activité de la butyrylcholinestérase (BuChE) revêt un intérêt particulier dans la cadre du suivi des personnels exposés à des inhibiteurs de cholinestérase, en particulier les organophosphorés. Cette mesure peut être complétée par le génotypage du gène codant pour la BuChE lorsque ces personnels susceptibles d'être exposés présentent une activité basse en BuChE.

Les inhibiteurs de cholinestérase sont retrouvés dans certains médicaments tels que le donépézil, les organophosphorés (utilisés comme pesticides – malathion, chlorpyrifos – ou comme armes de guerre – gaz sarin, tabun ou soman). Ils inhibent l'activité cholinestérasique de l'acétylcholinestérase et de la butyrylcholinestérase, provoquant une accumulation de l'acétylcholine dans la fente synaptique au niveau du système nerveux central et périphérique à l'origine d'une crise cholinergique marquée par des nausées, vomissements, diarrhées, hypersialorrhée, bradycardie, myosis, convulsions voire la mort.

Les jardiniers et agriculteurs, par la manipulation de pesticides, et les personnels du ministère de la Défense (laborantins, militaires en campagne) par l'usage d'organophosphorés, sont particulièrement exposés à ces anticholinestérasiques.

La mesure de l'activité de la BuChE plasmatique est souvent

**Évolutions réglementaires, sociétales et techniques :
quand la médecine de prévention s'adapte**
31^e Congrès de la SHMTAI

préférée, pour le suivi des travailleurs exposés, aux inhibiteurs de cholinestérases car elle est le biomarqueur le plus facile et rapide d'accès.

Cette démarche repose sur une

double problématique en cas de suspicion d'exposition à un inhibiteur de cholinestérase (Tableau I).

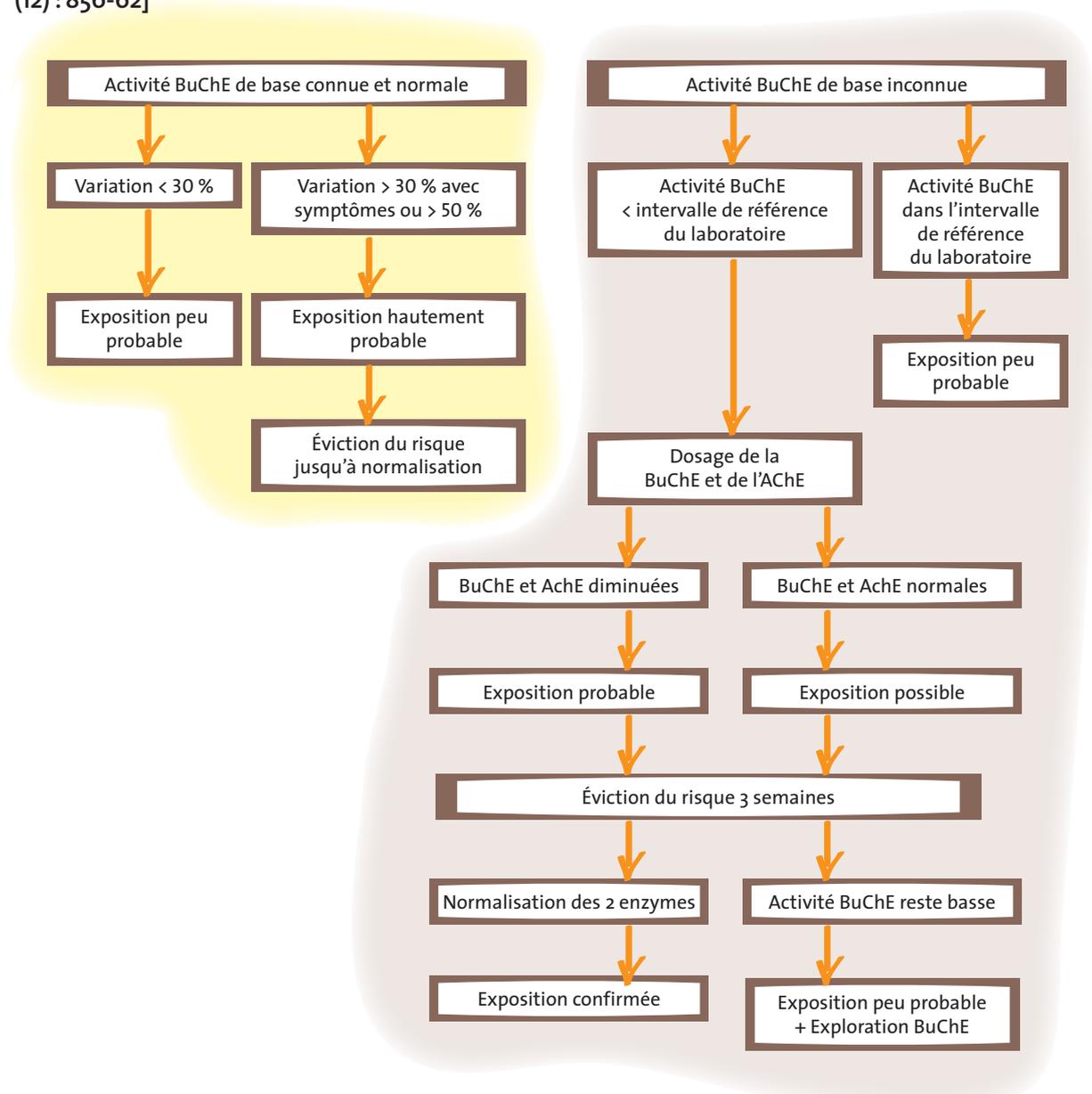
Il existe d'autres facteurs que l'exposition à un inhibiteur de la

cholinestérase qui peuvent expliquer une baisse de l'activité de la BuChE. Les principaux sont :

- la grossesse
- l'insuffisance hépatique
- un déficit génétique.

↓ Tableau I

> INTÉRÊT DU DOSAGE DES CHOLINESTÉRASES DANS LE CADRE DES INTOXICATIONS AUX ORGANOPHOSPHORÉS [D'après Jalady *et al.* – Annales françaises d'anesthésie et de réanimation. 2013 ; 32 (12) : 856-62]



Ce dernier touche 2 % de la population indo-européenne. Il se transmet de façon autosomique récessive.

La butyrylcholinestérase, enzyme extracellulaire synthétisée par le foie et retrouvée au niveau de nombreux organes (pancréas, cœur, cerveau, plasma...) n'a pas de rôle physiologique majeur, mais a une action bio-épuratrice pour l'organisme et permet de métaboliser des curares comme la succinylcholine et le mivacurium. Son activité enzymatique très variable au plan inter et intra-individuel a conduit à adapter une stratégie de surveillance médicale du personnel participant, au sein des Armées, à des campagnes d'utilisation d'organophosphorés, car une diminution de son activité ne traduit pas systématiquement une intoxication.

Du fait d'une variabilité intra individuelle de l'ordre de 30 %, la détermination du taux de base de la BuChE plasmatique doit reposer sur plusieurs prélèvements. Il a été conseillé de réaliser pour chaque individu, une moyenne sur 2 prélèvements avant toute exposition, à 3 et 14 jours d'intervalle. Si la variation entre ces 2 prélèvements est supérieure à 20 %, on recommande d'en faire un troisième. Si l'individu a déjà été exposé à des inhibiteurs de cholinestérases, il faudra attendre entre 3 à 6 semaines après la fin de l'exposition avant de réaliser ces prélèvements.

En l'état actuel des connaissances et des rares études dans la littérature, la mise en évidence d'un déficit en BuChE chez un travailleur susceptible d'être exposé ne paraît pas provoquer une sensibilité accrue aux organophosphorés et donc n'a aucun impact sur son aptitude professionnelle.

Le travailleur doit alors être rassuré et informé de son déficit en BuChE, sans impact sur sa vie au quotidien, mais doit être averti du risque de curarisation prolongée en cas d'anesthésie générale avec la succinylcholine ou le mivacurium (remettre une carte explicative au patient, à présenter à tout professionnel de santé) et de l'intérêt d'une enquête génétique personnelle puis familiale chez les apparentés de premier degré.

En revanche, malgré son faible impact physiologique, le déficit en BuChE modifie la stratégie de suivi médical et les examens à mener en cas de suspicion d'exposition. Bien que moins accessible car moins répandu dans les laboratoires, le dosage d'un autre marqueur, l'acétylcholinestérase érythrocytaire, est réalisé en raison d'un meilleur reflet de la gravité de l'intoxication et d'une moindre variabilité que la BuChE.

Lorsqu'un syndrome biologique ou une intoxication sont confirmés, ils peuvent faire l'objet d'une déclaration en référence au tableau 34 du régime général et du tableau 11 du régime agricole des maladies professionnelles.