

# Risques et enjeux

Par les Docteurs Éric Brousse et Marc Riedel

## Pourquoi l'activité opérationnelle nocturne aurait-elle un impact sur le risque cardiovasculaire ?

Une étude publiée prochainement dans le journal de référence *Chronobiology International* par l'équipe de recherche des auteurs s'est penchée sur l'effet d'une activité opérationnelle nocturne sur les variations de la pression artérielle de 30 sapeurs-pompiers professionnels<sup>1</sup>.

### Influence des interventions de nuit sur le risque cardiovasculaire des sapeurs-pompiers

Les pressions artérielles systolique et diastolique sont soumises à une variation rythmique dont la période doit correspondre à environ 24 heures<sup>2</sup> chez les personnes en bonne santé. Les causes de ces variations sont multifactorielles. Elles répondent le plus souvent à des demandes d'adaptation faites au corps, normalement plus

importantes en journée que la nuit pour les animaux diurnes. Dans les grandes lignes, cette synchronisation permet de maintenir durablement le bon état du système cardiovasculaire. Le corps dispose alors des moyens adaptatifs pertinents au moment le plus propice : sollicité le jour lorsque l'être humain en a le plus besoin, le système cardiovasculaire est mis au repos la nuit pendant la période de sommeil, ce qui permet de le sauvegarder d'une usure prématurée et d'inscrire sa capacité adaptative dans la durée.

La médecine préventive ne doit-elle pas s'adapter au cycle de garde des agents et évaluer leur santé durant les phases les plus critiques ? © JEAN-CLAUDE BERNIERE



1 Plus de 3 500 000 points de mesures ont été récoltés sur l'ensemble du protocole d'une durée d'un an et demi, rendant les résultats statistiques particulièrement fiables et robustes malgré le « faible » nombre de participants, nombre limité tout simplement par le nombre d'appareils de mesure à notre disposition.

2 D'où le terme « circadien » (*circa* = environ, *dien* = une journée).



Dans une approche globale, cette étude a été menée sur différents publics et notamment des opérateurs du CTA-Codis. ©CARLO ZAGUA

Le travail de nuit et le travail posté sont connus pour avoir habituellement des effets perturbateurs sur les rythmes biologiques, incluant ceux de la pression artérielle. Compte tenu du fait que l'activité opérationnelle de sapeur-pompier peut exposer à des demandes d'adaptation parfois violentes et récurrentes (efforts physiques, charge émotionnelle procurée par les interventions extraordinaires mais aussi par la répétition des petits irritants quotidiens...) à toutes heures du jour et de la nuit, nous avons supposé que la sollicitation opérationnelle tout au long des 24 heures pouvait entraîner d'une manière ou d'une autre une désorganisation de la régulation des rythmes de la pression artérielle. Sans arrêt sollicité, le système cardiovasculaire des sapeurs-pompiers serait alors mis à rude épreuve. Compte tenu de l'abondante littérature scientifique évoquant la vulnérabilité cardiovasculaire des sapeurs-pompiers (hypertension, arrêts cardiaques, maladies...), nous nous sommes posé la question du rôle que pourrait jouer cette perturbation des rythmes biologiques, en intégrant dans nos réflexions le facteur de l'exposition régulière tout au long d'une carrière. L'hypertension artérielle est connue sous le nom de « tueur silencieux », il est donc particulièrement important de considérer ce qui pourrait

la masquer d'une manière ou d'une autre (la pression artérielle chute-t-elle bien la nuit ? Garde-t-elle une période optimale de 24 heures ?) lors des visites médicales d'aptitudes, ou lors de démarches de prévention menées par les services de santé de nos services incendies. Nous avons donc voulu vérifier si les sapeurs-pompiers dont le régime de garde incluait une composante nocturne pouvaient manifester une perturbation des rythmes de leurs pressions artérielles systolique et diastolique, et induire des phénomènes d'hypertension non détectés par les examens cliniques habituels et officiels.

## Comment avons-nous procédé pour le mesurer ?

Nous avons recruté un panel de trente sapeurs-pompiers professionnels du Sdis 71, service incendie français de taille moyenne. Tous étaient déclarés en pleine santé et non hypertendus par leur médecin traitant. Cet état était confirmé par l'historique des visites médicales d'aptitude du service incendie tout au long de leur carrière de sapeur-pompier, mais également par une visite médicale supplémentaire incluant une procédure classique de mesure de la pression artérielle (mais à horaire standardisé) avant intégration dans le dispositif de recherche.

**Avec la mise en place du service 12 heures de nuit, une question subsiste dans la tête des dirigeants. Peut-on permettre aux agents d'aller dormir ?**



Les participants avaient douze ans d'expérience en moyenne (âgés de 30 à 46 ans), avaient une bonne hygiène de vie, pratiquaient tous régulièrement une activité physique, et étaient tous de type mâle caucasien. Aucun d'entre eux ne se plaignait ou ne manifestait de symptômes cliniques d'intolérance au travail de nuit. L'expérimentation était ouverte aux femmes, mais aucune n'a fait acte de candidature. Trois groupes ont été constitués en fonction de leur régime de garde<sup>3</sup> et

Les sapeurs-pompiers de ce groupe travaillaient principalement en garde postée de 24 heures entre lesquelles s'intercalaient occasionnellement des gardes de 12 heures en journée. L'engagement opérationnel était réalisé selon le mode du « piquet tournant intégral » selon la règle du « dernier sorti, premier dedans ». Cette méthode d'engagement opérationnel permet de distribuer la charge opérationnelle de manière équitable sur l'ensemble de l'effectif présent lors de la garde, et ce en

pompier). Le nombre d'interventions en nuit profonde (0 h-6 h) était multiplié par quatre entre hiver et été (moyenne estivale d'environ 1 intervention en nuit profonde par garde et par pompier).

- Le groupe B (9 SP) était composé de sapeurs-pompiers du CTA/Codis (centre d'appel 18/112 et organe de gestion de crise des services d'incendie et de secours en France), répondant aux appels de secours, réalisant le traitement de l'alerte et gérant la montée en puis-

## Il existe un lien entre la charge de travail nocturne et la perturbation des pressions artérielles systolique et diastolique des sapeurs-pompiers

leur type d'activité au sein du service incendie :

- Le groupe A (12 SP) travaillait en centre d'incendie et de secours mixte (dit CIS mixte) au sein duquel évoluaient sapeurs-pompiers professionnels et volontaires, remplissant principalement des missions opérationnelles (secours à personnes, incendie, secours routier, opérations diverses). Deux chefs de groupe (superviseurs opérationnels sur interventions nécessitant de deux à quatre véhicules) faisaient partie de l'effectif des participants.

fonction des compétences (conducteurs, écheliers, chefs d'agrès, chefs d'équipe...). Le repos de sécurité allait de 24 à 72 heures entre chaque garde. En été, la durée de repos entre les gardes du groupe A était plus courte, et le nombre total de gardes de 24 heures par semaine incluant une composante nocturne était plus important de ff 25 %. Le nombre d'interventions nocturnes (20 h-6 h) était quant à lui multiplié par deux entre la session d'hiver et celle d'été (moyenne estivale d'environ 2 interventions nocturnes par garde et par

sance des opérations de secours de grande ampleur. Le centre était à 100 % composé de sapeurs-pompiers professionnels. Deux chefs de salle (superviseurs) faisaient partie du groupe. Les sapeurs-pompiers de ce groupe travaillaient principalement en gardes de 12 heures jour, et 12 heures nuit, intercalant parfois quelques gardes de 24 heures. En été, le nombre total de gardes incluant une composante nocturne par semaine et par sapeur-pompier était multiplié par deux. Le nombre d'appels nocturnes par opérateur et par garde (20 h-6 h) était multiplié par deux entre la session d'hiver et celle d'été (moyenne estivale d'environ 41 appels par nuit et par opérateurs en été). Le nombre d'appels en nuit profonde (0 h-6 h) était également multiplié par deux en été (moyenne estivale d'environ 12 appels en nuit profonde par garde et par opérateur en été).

- Le groupe C (9 SP) était composé d'officiers dont les missions étaient administratives et diurnes (service hors rang, dit SHR, 9 h-17 h). Ces officiers pouvaient parfois être d'astreinte pour raisons opérationnelles, mais aucun d'entre eux ne l'était pendant la durée du protocole. L'un de ces officiers était l'un des décideurs du service incendie et pouvait ponctuellement être sollicité en cas

Dans le cadre des mesures de santé et de qualité de vie en service, ce type d'étude offre de nombreuses pistes d'étude pour l'organisation du potentiel opérationnel.

© Frezy Vision



3 Le régime de garde exact par sapeur-pompier est indiqué et pris en compte dans la publication.

de crise majeure en dehors de ses heures d'astreinte. Aucun réveil nocturne lié à l'activité professionnelle n'a été reporté.

L'ensemble de ces groupes a été suivi pendant deux sessions de mesures en été et en hiver, grâce à un dispositif de Mesure Ambulatoire de la Pression Artérielle (Space-labs, la référence internationale en matière de fiabilité de la MAPA), et ce pendant plus de 8 jours consécutifs. La fréquence des mesures par 24 heures était d'une mesure toutes les heures de 6 à 23 heures, et une mesure toutes les deux heures de 23 heures à 6 heures pour plus de commodités.

D'autres mesures physiologiques et psychologiques y étaient associées : treize autres variables comme l'activité physique (actigraphie), l'attention, la tolérance à l'agressivité, la qualité du sommeil, ou encore le rythme veille/sommeil des sapeurs-pompiers ont été également mesurées. Chaque variable a fait l'objet d'un traitement statistique adapté permettant de repérer les changements de rythmes, les désynchronisations significatives et de réaliser ultérieurement les comparaisons nécessaires entre les différents groupes. Ces résultats ne seront toutefois pas abordés ici.

## Quels sont les résultats de l'investigation en matière de pression artérielle ?

Trente sapeurs-pompiers ont participé à l'étude hivernale, 29 d'entre eux ont réalisé les mesures estivales (un abandon pour cause de maladie dans le groupe A). Rappelons que chez les personnes en bonne santé et ayant une activité diurne, ces rythmes montrent un profil relativement régulier sur 24 heures, avec une pression artérielle minimale pendant la nuit, et une pression plus élevée en journée avec un pic en milieu de matinée, un autre en fin d'après-midi ainsi qu'un très léger creux intermédiaire (Hermida *et al.*, 2001 ; Smolensky *et al.*, 1976).

L'analyse statistique de ces données montre que les variations des

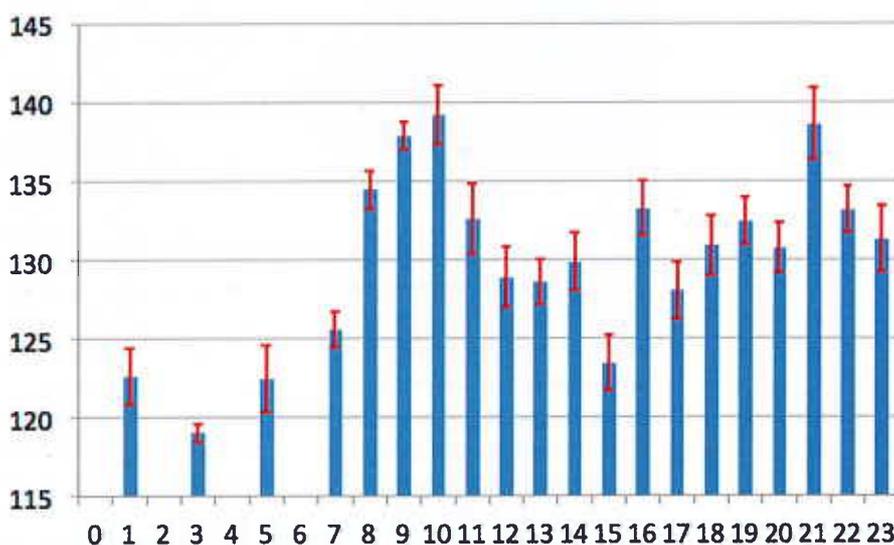
pressions artérielles systolique et diastolique avaient ici une période majoritaire de 12 heures ( $p = 0.001$ ) alors qu'elle doit être habituellement de 24 heures. Lorsqu'elle était détectée, la composante de 24 heures n'était seulement avec une amplitude

plus faible que celle de 12 heures ; une fois en hiver pour la pression diastolique ( $p < 0.06$ ), une autre fois en été pour la pression systolique ( $p < 0.002$ ).

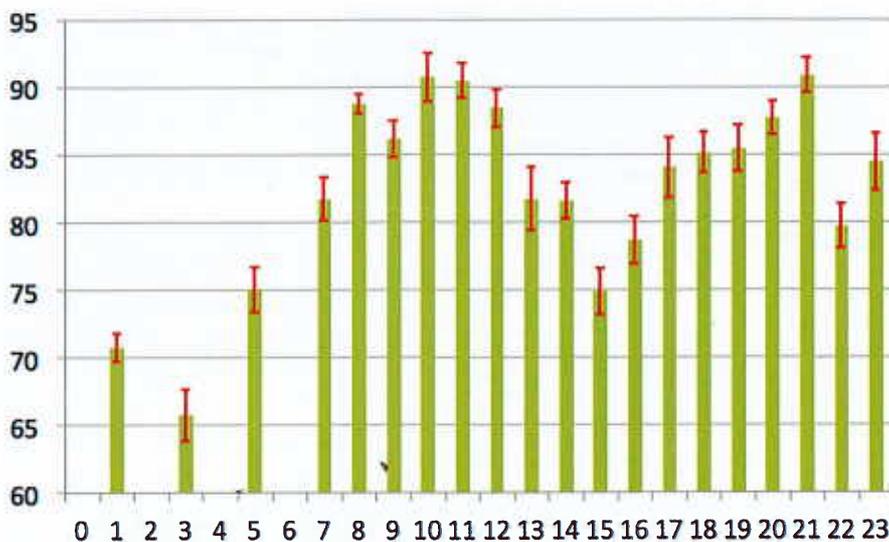
En tenant compte de la méthode de mesure utilisée (MAPA) et des seuils

### Rythmes des pressions artérielles systolique et diastolique : le cas des rythmes de 12 heures

#### PA Systolique



#### PA Diastolique



Les profils journaliers de la pression artérielle des sapeurs-pompiers du groupe CIS (A) et du groupe CTA (B) étaient parfois singuliers, comme illustré ci-dessous pour l'un des participants du groupe A.

Les profils de ces deux histogrammes sont caractérisés par deux creux, un principal à 3 heures du matin et un plus petit à 15 heures, et deux pics d'amplitude égales, respectivement à 10 et 21 heures.



Cette expérience a montré qu'il existait ici un lien entre la charge de travail opérationnel nocturne et la perturbation de la pression artérielle systolique des sapeurs-pompiers opérationnels. ©DJAMEL BERT MOHRETTI

recommandés dans la littérature de référence (135/85 mmHg pour une pression artérielle moyenne pendant la durée de l'éveil, 120/70 mmHg durant le sommeil, voir Hermida *et al.*, 2013 ; Mancina *et al.*, 2013), il faut ici souligner que les valeurs moyennes de pression artérielle de ce sapeur-pompier correspondaient à une hypertension artérielle. Par ailleurs, le fait que, pour les deux saisons, les périodes étaient de 12 heures plutôt que 24 suggère ici que cette périodicité de 12 heures n'est pas due à un phénomène transitoire.

Si le même phénomène a été constaté chez deux autres sapeurs-pompiers, l'un du groupe CIS (A) et l'autre du groupe CTA (B), 17 autres séries temporelles issues de ces mesures validaient au moins une période  $T = 12$  h de manière sur l'une ou l'autre des pressions artérielles des sapeurs-pompiers, en hiver et en été. Seize d'entre elles concernaient uniquement les groupes CIS et CTA, des sapeurs-pompiers exposés au travail de nuit.

#### Rythmes des pressions artérielles systoliques avec une période $T \neq 24$ h en fonction des groupes et des saisons

Si l'on considère cette fois l'ensemble des périodes  $T \neq 24$  h des différentes séries temporelles recueillies en hiver et en été, l'on constate que ces dernières n'étaient pas non plus

distribuées de manière égale entre les trois groupes. Une seule série temporelle avec une période  $T \neq 24$  h (PA systolique avec  $T = 12$  h) a été détectée dans le groupe SHR (C), comparées aux 25 séries temporelles qui montraient de manière séparée ou simultanée, soit en hiver soit en été, une période  $T \neq 24,0$  h pour les pressions artérielles systolique et diastolique des sapeurs-pompiers des groupes CIS (A) et CTA (B). Cette différence était statistiquement significative pour les trois groupes concernant la pression artérielle diastolique en été ( $p = 0.01$ ), mais pas en hiver. La différence entre les trois groupes n'était pas validée pour la pression artérielle systolique, bien que la significativité soit presque atteinte ( $p = 0.08$ ).

La proportion de sapeurs-pompiers avec une période dominante  $T \neq 24$  h était plus élevée en été qu'en hiver (24,1 % vs. 20,0 % pour la pression artérielle systolique, et 31,0 % vs. 13,3 % pour la pression artérielle diastolique).

En été, le groupe SHR (C) différait nettement des groupes CTA (B) et CIS (A) pour la pression artérielle systolique ( $p = 0.042$ ) et diastolique ( $p < 0.015$ ). Pour le groupe du CTA (B), la désynchronisation était plus fréquente en été qu'en hiver ( $p = 0.046$ ).

Curieusement, les périodes prépondérantes des pressions artérielles

systolique et diastolique de deux des sapeurs-pompiers du CTA différaient non seulement d'une période de 24 heures classique, mais étaient également désynchronisées entre elles. Par conséquent, les rythmes des pressions artérielles systolique et diastolique étaient en situation de « free-run » par rapport aux synchroniseurs habituels de l'environnement (désynchronisation externe), mais aussi vis-à-vis de l'organisation temporelle interne (désynchronisation interne).

Les analyses statistiques ont également montré que les périodes  $T$  du rythme de l'activité physique mesuré par actographie restait paradoxalement de 24 heures pour tous les sapeurs-pompiers participants, en été comme en hiver sur l'ensemble des mesures effectuées. Les déviations constatées pour la pression artérielle se produisaient donc indépendamment de ce rythme.

Il faut rappeler ici la saisonnalité des charges de travail opérationnel nocturnes des groupes A (interventions) et B (appels), respectivement multipliées par 2 et 4 en été. Le nombre de gardes effectuées par le groupe CTA (B) et le groupe CIS (A) augmentait en été, impliquant une durée de repos moins importante entre deux gardes.

## Que peut-on en déduire ?

Cette expérience montre qu'il existe ici un lien entre la charge de travail opérationnel nocturne et la perturbation du rythme de 24 heures des pressions artérielles systolique et diastolique des sapeurs-pompiers opérationnels, perturbations connues dans la littérature pour provoquer une usure prématurée ainsi qu'une vulnérabilité accrue du système cardiovasculaire. Toutefois, à l'échelle individuelle, la privation de sommeil, un temps de repos insuffisant, l'irrégularité

des sollicitations opérationnelles au cours des 24 heures, le manque de régularité dans les cycles veille/sommeil (ex : alternances garde jour/garde nuit en 12 heures), le stress émotionnel et physique, l'exposition à la lumière artificielle la nuit (par ex : écrans, éclairages classiques...) ou encore des horaires d'alimentation imprévisibles (provoquant une assimilation irrégulière des nutriments) sont autant d'hypothèses qui pourraient également expliquer une partie des phénomènes constatés.

En revanche, le régime de garde (24 h ou 12 h) ne *semble* avoir que peu d'impact en lui-même sur les variations de la pression artérielle : peu de différences sont constatées entre les groupes A et B malgré un régime de garde différent.

Elle montre enfin les limites des systèmes classiques de suivi médical, de prévention des risques et de santé au travail, ou même de planification des gardes, au regard des contraintes horaires réelles (travail de nuit, irrégularité des sollicitations, conciliation des temps de vie) qu'impose le travail opérationnel des sapeurs-pompiers tout au long d'une carrière ou d'un engagement...

## Éviter de prendre la photo de quelqu'un en train de sauter, puis d'en déduire qu'il vole...

Le suivi de la régularité des variations sur 24 heures de la pression artérielle n'est que très rarement (voire jamais) effectué par les médecins traitants et les services de santé des Sdis, et n'est jamais abordé non plus lors des visites médicales d'aptitudes. L'absence totale de détection de ces problématiques pour les personnels de notre étude, que ce soit par leurs propres médecins traitants, mais également par ceux du service de santé (et ce malgré un suivi régulier, attentif, et de qualité) en est un exemple.

En ne prenant que des mesures ponctuelles de la pression artérielle sans tenir compte des horaires, des saisons et de la charge de travail nocturne :

- Il est non pertinent de comparer les mesures entre elles, à l'échelle de l'individu ou du groupe.

- Il n'est pas possible d'affirmer que tout risque d'hypertension artérielle est écarté lors d'une simple visite : de nombreux faux positifs et faux négatifs peuvent être induits dans le diagnostic de l'hypertension artérielle chez les sapeurs-pompiers, comme montré ici pour les sapeurs-pompiers professionnels.

À l'inverse, une standardisation de l'horaire de mesure de la pression artérielle lors des visites médicales n'est quasiment pas possible à organiser pour l'ensemble de l'effectif d'un service incendie. Ceci plaide donc en faveur d'une politique de prévention plus spécifique, basée sur une exploration régulière par mesure ambulatoire de la pression artérielle. Cette exploration supervisée par les médecins du service de santé du service incendie, et devrait théoriquement se réaliser :

- En situation réelle de travail et de vie (incluant activité et repos).

- Régulièrement, *a minima* une fois par an lors de la période de sollicitation opérationnelle la plus importante.

- Couvrir au moins une semaine de mesures (environ deux cycles garde/repos en 24/72 pour les SP professionnels, un cycle d'astreinte pour les SP volontaires) afin



Le travail de nuit est connu pour avoir des effets perturbateurs sur les rythmes biologiques. © Benjamin Isaacovic

de repérer les changements de rythmes circadiens occasionnés par l'activité opérationnelle.

Au-delà du seul service de santé, une meilleure prise en compte de la charge de travail nocturne réelle du sapeur-pompier de garde, que ce soit au niveau managérial, au niveau des recrutements, des règles d'engagement opérationnel ou des plannings pourrait être réalisable en s'appuyant sur des technologies numériques et des algorithmes adaptés, et ce sans surplus de travail pour le service incendie. De même, si le recueil et le traitement des données relatives à la pression artérielle avec des outils classiques peuvent occasionner une forte augmentation de la charge de travail des services de santé, des solutions numériques automatisées sont d'ores et déjà disponibles sur le marché<sup>4</sup>... ■

### Remerciements

Nous souhaitons remercier ici le Fond national de prévention de la CNRACL pour son aimable participation.

Outre ses résultats, cette étude pose la question de l'organisation du suivi médical des personnels. © L. LOHREL, D. ARLOT



4. CAT&D, la startup du Pr Ramon Hermida, expert international de la pression artérielle, commercialise une solution en partenariat avec la startup française AUM.