

Juin 2018



Le Mensonge

J.P. Bounhoure
Ch. Virenque
T. Ginsbourger
R. Tolédano-Attias
Ch. Hebral
L. Pietra
E. Attias
P. Léophonte
D. Sicard
J. Pouymayou



Manifestations cardio-vasculaires
des substances récréatives

Kéraunopathologie et médecine
kéraunique

Activité physique et Cancer

Site internet :
medecineetculture.com

Association Médecine et Culture :
9, rue Alsace Lorraine
31000 Toulouse
Directeur de la publication :
E. Attias

Kéraunopathologie et médecine kéraunique

Christian VIRENQUE Professeur émérite Université Paul Sabatier

Le coup de foudre qui crée une pathologie particulière, initialement appelée fulguration, terme aujourd'hui récupéré par les cardiologues pour leur technique d'extinction des foyers ectopiques arythmogènes, est à présent, connu sous le vocable de foudroiement. Il s'agit en fait d'une variété d'accident électrique mettant en jeu l'électricité atmosphérique naturelle. Par assimilation aux accidents électriques domestiques et industriels où l'on distingue les victimes décédées dites électrocutés, des victimes électrisées, victimes survivant à un contact électrique, on décrit des foudroyés, personnes qui sont décédées et des fulgurés, celles qui ont survécu à un coup de foudre. Pour traiter la pathologie qu'ils présentent, une pratique médicale se met en place : la médecine kéraunique (1).

Un peu d'histoire

Phénomène météorologique aussi vieux que le monde, la foudre a été longtemps assimilée à la colère des dieux et à leur pouvoir de châtiment. En 1752, sa nature électrique a été établie par Benjamin Franklin. Mais ce n'est que depuis une vingtaine d'années, qu'en France, les médecins ont trouvé un intérêt dans l'étude des fulgurés. Une des premières thèses consacrées à ce type d'accident est celle de Jacky Laguerre soutenue à Toulouse en 1975 (8). Par la suite, le docteur Élisabeth Gourbière, médecin à l'EDF, acquiert une compétence mondiale dans ce domaine et développe, pour ce type de pathologie l'intérêt de ses collègues cliniciens internistes et urgentistes à l'Hôpital Saint Antoine, ainsi qu'au SAMU 31 et 38 (5). Par la suite c'est le congrès Foudre et Montagne, tenu à Chamonix en 1995, qui marque le début officiel de la Kéraunopathologie (6). Une enquête médiatique est alors lancée et nous enregistrons 140 réponses, dont 104 sont exploitables. L'enquête débouche sur une seconde thèse toulousaine (4) qui établit un premier profil type du fulguré. En fait, toutes ces réponses, outre le témoignage qu'elles apportent, montrent que, même s'il y a survie à cet accident, de nombreuses complications et séquelles existent constituant une véritable maladie. Nous décidons en 1997 la création d'une première consultation spécialisée pour accueillir les sujets en souffrance. Mais le décès d'Élisabeth Gourbière marque une pause dans l'étude des victimes de la foudre. Ce n'est qu'en 2012 que nous relançons la consultation spécialisée au CHU de Toulouse (14).

Qu'est-ce que le coup de foudre ?

De manière simplifiée, ce phénomène naturel qui survient 100 fois par seconde sur notre planète est une décharge électrique entre un nuage et le sol, quelquefois entre des nuages, voire à l'intérieur d'un même nuage. Les charges électrostatiques accumulées dans le cumulonimbus, nuage spécifique de l'orage et donc de la foudre, s'écoulent en un courant électromagnétique qui se manifeste par la production d'éclairs accompagnés par le tonnerre (4).

100 millions de volts, 20 mille ampères, 30 000° centigrades sont les chiffres caractéristiques du coup de foudre. Cette décharge ne dure, en fait, que de 1 μ s à 1 ms. Cette durée est à rapprocher de celle de la période vulnérable du cœur (période de risque de survenue de la fibrillation), soit 10 ms en fonction de la fréquence cardiaque. La puissance mécanique du tonnerre développe plus de 10 bars à une distance de 5 m et peut atteindre un niveau acoustique de 130 dB. Le coup de tonnerre, ou ses variantes : roulement, canonnades, peut être entendu jusqu'à une distance de 25 km. Ces paramètres physiques ne sont pas seulement impressionnants, ils sont aussi porteurs de danger, de destruction. Les atomes des molécules de l'air arrachés à leur orbite de valence, participent à la conduction électrique, traversent les objets et les êtres vivants et occasionnant des bouleversements considérables. Pour mémoire, on dénombre chaque année, en France 17 000 incendies déclenchés par la foudre, 20 000 têtes de bétail tuées et plus de 50 000 compteurs électriques et box internet détruits.

Ni la Direction de la Sécurité Civile ni l'Institut de Veille Sanitaire ne recensent ce type d'accident (inclus en fait dans les accidents de montagne). On évalue leur survenue à moins d'une centaine par an, dont plus de 30 mortels. On notera qu'il semble exister des variations importantes selon les années et aussi qu'un certain nombre de ces accidents sont collectifs (5). Le nombre de foudroyés en milieu animal est probablement beaucoup plus élevé que celui qu'indiquent les statistiques et à l'origine de préjudices économiques sérieux. Y a-t-il des survivants au coup de foudre dans les troupeaux ovins ou bovins ?

Une dernière information, celle des pilotes d'avions qui ont observé et photographié les « sprites », Phénomènes Lumineux Transitoires. Sortes de décharges ascendantes en direction de l'ionosphère, ceux-ci seraient une nouvelle forme de foudre.

Pathogénie

On retient classiquement quatre mécanismes de foudrolement (3).

Le **choc direct** : la foudre « tombe » sur la tête, point culminant d'une personne debout. Elle est souvent attirée par un parapluie, un piolet etc... Le courant traverse l'organisme jusqu'à un point de sortie situé au niveau du pied, si celui-ci est en contact direct avec le sol. Mais si le trajet passe par la cage thoracique l'atteinte cardiaque est très probable. En fait, le courant circule dans l'épaisseur cutanée réalisant en quelque sorte un arc de contournement : les viscères profonds sont « évités ».

Le **choc latéral** est l'écoulement en dérivation de la foudre tombée à proximité sur un arbre par exemple qui « rebondit » sur la victime : la quantité d'énergie délétère est alors plus modeste.

En cas de choc par **contact** avec un objet foudroyé, les points d'entrée et de sortie vont se constituer de manière visible. Le pronostic sera d'emblée plus sévère.

La **tension de pas** est un mécanisme original. Dans les observations sur les effets de la foudre, on est souvent frappé par l'importance des destructions de troupeaux de quadrupèdes : vaches, brebis, chèvre... ceci s'explique par la tension de pas. En effet, lorsqu'un conducteur à haute tension tombe à terre, il se crée autour de l'épicentre (zone de contact avec le sol) des zones concentriques dont le potentiel électrique diminue progressivement lorsqu'on s'éloigne de l'épicentre. Si on établit un contact entre deux zones de potentiel différent, on crée un courant entre ces 2 zones. Le même phénomène se produit autour du point de chute de la foudre. Si un bipède place ses pieds dans les 2 zones de potentiel différent, il se crée un courant entre ses 2 membres. Si un quadrupède (vache, brebis...) fait la même chose, il se crée également un courant électrique entre ses membres. Il existe toutefois une différence importante : dans le cas du bipède (l'homme), le courant ne passe pas par le thorax et le cœur alors que dans le cas du quadrupède, il traverse obligatoirement le cœur provoquant inévitablement la mort de l'animal.

En pratique, il est très souvent impossible, rétrospectivement, de reconnaître le type précis de mécanismes mis en œuvre.

La foudre peut aussi s'exprimer sous la forme de **boule** très lumineuse de taille variable (quelques centimètres à plusieurs dizaines de centimètres), de couleur variable, accompagnée de sifflements, crépitements. Celle-ci se déplace lentement avec toutefois des accélérations importantes, s'accompagne d'une odeur forte, sulfureuse, peut percuter une personne sans laisser de traces cutanées, puis disparaître en quelques secondes ou exploser sur place, enfin laisser un sillon au sol. On considère qu'elle est constituée d'un plasma, quatrième état de la matière, résultat d'une « avalanche électronique ».

Physiopathologie

La **foudre tue d'emblée de manière lésionnelle**. C'est l'énorme masse d'énergie reçue qui « coagule » le sujet comme lors d'une exécution capitale par la chaise électrique. Le décès peut être aussi dû à la projection physique suivie d'un traumatisme aux conséquences vitales immédiates lésionnelles et fonctionnelles (13). Dans les deux cas il peut s'agir d'un diagnostic médico-légal.

La foudre tue aussi fonctionnellement en provoquant une fibrillation ventriculaire et l'arrêt circulatoire qui en découle. L'état de mort apparente dure environ trois à cinq minutes. Ce laps de temps écoulé, en l'absence de circulation artificielle par massage cardiaque externe, la mort réelle s'établit. Des troubles rythmologiques variés ont été observés, ainsi que des nécroses myocardiques pouvant déboucher sur une mort « décalée ».

La **perte de connaissance prolongée**, constitue une autre possibilité suivie d'un coma et d'une asphyxie mécanique par obstruction des voies aériennes : chute de la langue en arrière, face contre terre etc... et débouche, en quelques minutes sur l'apnée puis l'arrêt cardio-respiratoire secondaire.

La **foudre paralyse et anesthésie**. Les kéraunoparalysies décrites par Charcot en 1890 touchent les membres inférieurs ou les quatre membres (11). Ces para ou tétraplégies sont souvent réversibles en quelques jours voire en quelques heures. Elles s'accompagnent fréquemment de troubles vasomoteurs. Elles doivent être, bien sûr, différenciées des accidents vasculaires cérébraux parfois associés. Leur mécanisme n'est pas clairement établi. L'impotence fonctionnelle qu'elles génèrent peut empêcher la victime, si elle est isolée, de se déplacer pour donner l'alerte. Curieusement, dans d'autres cas, il a été constaté, une hypertonie des muscles péri-vertébraux, si intense qu'elle a pu produire des hernies discales ! Sur le plan sensitif, par contre, les symptômes irritatifs : dysesthésies et paresthésies des membres sont des plaintes fréquentes. Une atteinte neuromusculaire peut s'accompagner de rhabdomyolyse.

La **foudre brûle** (12). Dans le mécanisme « contact », elle brûle la peau aux éventuels points d'entrée de sortie ; il s'agit alors de brûlures du troisième degré. La foudre brûle également de façon linéaire dans son trajet dermique et sous-cutané dans le cadre de l'arc de contournement. Les figures de Lichtenberg sont des tatouages éphémères en feuilles de fougère. Pour certains, elles seraient la conséquence du passage d'un courant en haute fréquence. Les objets métalliques au contact de la peau : montres, bijoux, boucle de ceinture, fermeture éclair etc. portés à incandescence par l'éclair « cautérisent » le derme. Nous n'avons pas d'expérience en ce qui concerne les pacemakers, les défibrillateurs ou les pompes placées en sous-cutané chez certains patients.

C'est aussi par **brûlure** que la foudre aveugle le patient : kératite par brûlure cornéenne, cataracte par brûlure du cristallin et rétinite se produisent soit d'emblée soit secondairement au bout d'un délai parfois prolongé.

Par contre l'atteinte auriculaire résulte du **Blast** créé par le tonnerre. La foudre assourdit. En fait, outre la rupture tympanique, le traumatisme de la chaîne des osselets dans l'oreille moyenne, aujourd'hui bien visibles à la TDM, génère également des syndromes vestibulaires et donc des troubles de l'équilibre.

La foudre **traumatise**. L'échauffement de l'air compris entre les vêtements et la peau détermine sa violente expansion, cause la désintégration et l'éjection des vêtements. La puissance du Blast provoque chute et/ou projection qui en fonction de l'environnement peuvent aboutir un poly traumatisme. Ce blast peut également déclencher des lésions pulmonaires et cérébrales.

Enfin, la foudre, comme toute agression violente et intense, « **stresse** » (9). Les conséquences de ce stress traumatique sont celles observées dans des circonstances différentes et variées, tels les attentats, les explosions etc. Rappelons que l'explosion de l'usine toulousaine AZF a constitué un modèle expérimental de traumatisme psychologique. La blessure psychique, « invisible », comporte des symptômes émotionnels : un sentiment de tristesse, d'impuissance, de frustration, de culpabilité, des palpitations, des sueurs... qui définissent la **détresse péri-traumatique**. D'autres symptômes cognitifs comme la sensation de pilotage automatique, d'irréalité, de décorporation, de mort imminente de désorientation... sont connus comme une **dissociation péri-traumatique**.

Si on synthétise les symptômes observés après un coup de foudre, on peut les classer en 3 catégories. Les **signes neurologiques** : troubles de la conscience et du mental, dysfonctionnement de la vie de relation sensitivo-motrice et de la vie végétative sont constants. Il semble, en effet, logique que la foudre, phénomène électrique, ait une cible caractérisée par une électrogénèse basique intense. Surprenant, les crises comitiales induites par la foudre sont exceptionnelles. Les **manifestations mécaniques** de blast induites par le tonnerre sont bien marquées sur le système auriculo-vestibulaire et l'alvéole pulmonaire. Enfin, la peau, les muscles et l'œil souffrent de la composante thermique de la foudre.

Conduite à tenir

Dans les cas les plus graves, l'absence de témoins constitue pour la victime une perte de chance déterminante. Le rôle des témoins ou des personnes de passage est bien sûr essentiel dans le déclenchement de l'alerte. Mais l'emploi du téléphone, même portable, alors que l'orage perdure peut se révéler très dangereux.

En cas d'arrêt cardio-respiratoire et dans **l'attente des secours**, soit en moyenne une vingtaine de minutes, la pratique de la réanimation cardio-pulmonaire est évidemment basique jusqu'à ce qu'un défibrillateur automatisé externe puisse être branché à la victime. Cette possibilité de plus en plus fréquente grâce aux appareils présents dans les VSAV des sapeurs-pompiers est un élément pronostique déterminant. A noter que le diagnostic par l'appareil de cette fibrillation ventriculaire induite par le courant électrique atmosphérique puis sa réduction par l'administration d'un choc électrique peut paraître étonnante dans la mesure où nous traitons une électropathologie par une électrothérapie !

La **médicalisation de secours** avec, à la demande, le contrôle d'une voie veineuse, l'injection de sédatifs et/ou d'analgésiques, la perfusion de macromolécules, le contrôle des voies aériennes voire la respiration artificielle sécurisent la phase pré hospitalière et le transport (10).

Soins locaux sur les brûlures éventuelles, immobilisations dans un dispositif à dépression sont réalisés à la demande, en fonction des nécessités, par les secouristes.

La médicalisation du transport se discute avec le médecin régulateur du SAMU.

Notons enfin qu'un collectif de foudroyés peut justifier le déclenchement d'un plan rouge (6).

Le consensus est à présent acquis de l'intérêt d'une **hospitalisation** et d'une mise en observation pour vingt-quatre heures. Ceci permet de pratiquer systématiquement un électrocardiogramme, un bilan biologique, un examen O.R.L. et ophtalmologique, souvent une imagerie cérébromédullaire ; ainsi qu'un entretien psychologique. Cette hospitalisation permet aussi de constituer un dossier référentiel, élément de base pour le suivi médical et pour une éventuelle demande d'invalidité.

De l'accident à la maladie

L'accident de foudroiement peut évoluer en maladie chronique. Certes dans une majorité de cas, on constate une guérison complète et rapide. Certains cas peuvent évoluer de façon très surprenante : apparition de « dons » de médium, magnétiseur, modification radicale de comportement (certains peuvent devenir subitement très affectueux), transformation physique (des chauves peuvent voir leurs cheveux pousser). On a même vu des cancrs devenir major de leur promotion et osons un rapprochement audacieux, l'apparition de langues de feu donnant aux apôtres du Christ le jour de Pentecôte le don des langues est-il authentique et en rapport avec un phénomène de foudroiement ?

Terminons en citant ces multi-fulgurés : un mexicain a reçu la foudre à 7 reprises, supportant de mieux en mieux chaque nouveau foudroiement !

Cependant, d'après notre enquête médiatique de 1995, renouvelée en 2011, le plus souvent apparaissent des atteintes prolongées ou retardées ou progressives et, ce qui, au départ, est un accident se transforme en maladie (3).

Au plan somatique, les problèmes neurologiques, d'ophtalmologie, d'O.R.L., de chirurgie plastique (cicatrices rétractiles ou simplement inesthétiques) et d'orthopédie comme la classique et mal expliquée nécrose du cotyle nécessitent une prise en charge plus ou moins lourde et pas toujours efficace. Les acouphènes, par exemple, comme ceux observés après une explosion sont toujours difficiles à supprimer ou même à atténuer. Et les atteintes neuromusculaires des membres peuvent nécessiter plusieurs années de rééducation.

Au plan psychologique, l'expérience acquise au cours de nos consultations (15), montre que des difficultés relationnelles socio-familiales au minimum inconfortables, parfois majeures s'installent et tendent à « s'enkyster ». Dans les semaines ou les mois suivant l'accident, la perte d'appétit et de poids, les troubles du sommeil, l'asthénie, la sensation de dévalorisation indiquent un **état dépressif** qui va évoluer par épisodes de plus en plus intenses, prolongés et rapprochés. Plus rares sont les accès d'anxiété avec manifestations somatiques : les **crises de panique**. Agoraphobie, **phobie** de l'orage ont été observées. Par contre reviviscence, rêves envahissants, difficultés à se concentrer, à s'endormir et à maintenir des relations avec les proches sont très fréquents. C'est l'**état de stress post-traumatique**.

L'imagerie cérébrale fonctionnelle retrouve l'origine « géographique » des perturbations et les psychiatres avancent pour l'expliquer l'hypothèse d'un état inflammatoire local. Trop souvent, la prise en charge psychologique est effectuée par le médecin de famille et basée sur la prescription

d'antidépresseurs, en pratique peu efficace. L'emploi des bêtabloquants n'est pas encore validé et celui de l'EMD est limité par le nombre de praticiens formés à cette méthode. En revanche, nous observons de très bons résultats avec la mise en œuvre des Thérapies Cognitivo-Comportementales (TCC).

Enfin, il faut savoir que la **dimension médico-légale** existe. La demande d'indemnisation de dégâts matériels et celle des préjudices sanitaires à la suite d'un foudroiement peut être conflictuelle. Indiquons qu'il est essentiel de faire une déclaration d'arrêt de travail, éventuellement d'accident de travail si le coup de foudre est survenu au cours d'une activité professionnelle (par exemple les sapeurs-pompiers en mission). La résolution de ces problèmes conditionne bien évidemment l'efficacité des mesures psychothérapiques.

Il est urgent d'informer le grand public des mesures et moyens de prévention vis-à-vis de la foudre et de la possibilité de bénéficier, même plusieurs années après l'accident d'une consultation spécialisée dans un des trois centres fonctionnant actuellement à Aurillac, Grenoble et Toulouse. Enfin les associations comme Protection Foudre et Kéraunos jouent un rôle important en matière de communication et devraient pouvoir apporter une aide aux fulgurés.

Vers de nouvelles découvertes scientifiques

Au cours du foudroiement, l'électricité atmosphérique crée de la matière sous la forme de nanoparticules. Celles-ci sont pérennes et les archéologues les retrouvent sur des vestiges de monuments qui peuvent avoir été foudroyés il y a des milliers d'années.

En utilisant des générateurs de plasma, les scientifiques sont aujourd'hui en mesure de reproduire ce phénomène et en rompant la barrière diélectrique faire apparaître ces nanoparticules et donc là aussi de transformer en matière l'énergie électrique.

Plus récemment encore, en procédant à des analyses microscopiques et spectroscopiques, on a retrouvé ces mêmes nanoparticules sur les vêtements et objets portés par les personnes fulgurées, mais également dans leur sang et dans leurs urines.

Le Groupe Interdisciplinaire d'Etude de l'Electricité Atmosphérique (**GIEAN**) vient de démarrer ses travaux avec l'ambition de comprendre comment la foudre agit sur les organismes vivants : homme, animal, végétal.

La foudre est-elle un accident électrique ou un accident toxique, conséquence des nanoparticules ?

Pour conclure

Retenons, selon la formule de J.Cabane, qu'« Après un coup de foudre, vous avez seulement une chance sur trois d'en mourir ». La Kéraunopathologie est aujourd'hui une réalité de mieux en mieux connue. Malgré l'aspect parfois surprenant de la symptomatologie observée et son extrême polymorphisme, le fulguré n'est pas un simulateur.

Retenons également les progrès que devraient apporter en phase aigüe l'usage de la défibrillation automatisée externe dans les cas d'arrêt cardio-respiratoire observé après un coup de foudre ainsi que ceux, à la période retardée, la psycho-traumatologie.

La création d'un observatoire permanent gérant une base de données sur les foudroyés et la mise en place d'une structure de recherche opérationnelle permettraient de générer des progrès considérables dans la connaissance des phénomènes de foudroiement et dans la prise en charge des divers problèmes rencontrés par les fulgurés, trop souvent jusqu'ici, abandonnés à leur sort.

BIBLIOGRAPHIE SUCCINTE

(1) ANDREWS C., Keraunomedecine : a discipline come of age *Annals of Emergency medicine*, 1995, 25(4): 543-545.

(2) CAUMON L., Les accidents de la fulguration, Thèse médecine, Clermont-Ferrand, 1998.

(3) CHERINGTON M., Neurologic effects of lightning strikes, *Neurology* 2003, 60, 182-5.

(4) JEAN F., Les accidents de la foudre, connaissances actuelles. A propos de 104 personnes foudroyées, Thèse médecine, Toulouse, 1996.

(5) GOURBIERE E., GARY C., Secours aux foudroyés, recommandations. Association Protection Foudre, 1995.

(6) GOURBIERE E., LAMBROZO J., MENTHONNEX P., CABANE J., VIRENQUE C., Foudroyés en France, 1ère enquête nationale française : Foudre et Montagne 97, Chamonix Mont-Blanc, CA, SEE 1997, p. 71 à 83.

(7) GUIN P., Les accidents de la foudre. A propos d'un cas de fulguration collective dans les Pyrénées-Orientales. Thèse médecine, Montpellier, 1997.

(8) HERMANT A., Traqueurs d'orages, Nathan, 2000.

- (9) JOUBIN A., Kéraunopsychotraumatologie. Thèse Toulouse, 2014.
- (10) LAGUERRE J., Les accidents de la fulguration. Thèse médecine, Toulouse, 1975.
- (11) MERMET L., VILLEDIEU-POIGNANT S., VINCENT J.F., DUPONT P., La foudre : un phénomène redouté, des aspects cliniques méconnus. Réanimation Urgences, 2000, 9, p. 367-373.
- (12) RITENOUR A.E., and all Lightning injuries: a review Journal of the international society for burns injuries. 2008, 34(5): 585-594.
- (13) SEIN C., Le foudroiement, étude lésionnelle comparée entre l'homme et l'animal. Thèse ENVT, 2012.
- (14) VIRENQUE C., and all Kéraunopathologie en direct et en différé. UrgencePratique
- (16) YRONDI A., JOUBIN A., LAGUERRE J., VIRENQUE C., BIRMES P., Troubles du stress post-traumatique et épisodes dépressifs caractérisés dans une population de patients atteints par la foudre, 16ème Forum APF, Paris 14 novembre 2017.
- (17) Les effets de la foudre sur l'homme et les êtres vivants in La médecine de l'alpinisme. Richalet J.P., Herry J.P., Masson éditeur, p. 149-161.

<http://www.apfoudre.com/> <http://www.keraunos.org/>

ENCADRÉS

Eclair et tonnerre

Dans 90% des cas, le coup de foudre est descendant négatif ; un « traceur » amène des ions négatifs du nuage vers le sol en progressant par bonds : il cherche un trajet ionisé. Puis un arc en retour positif à partir des proéminences (pilonnes, clochers etc..) s'amorce vers le nuage. Lorsque le traceur ascendant rejoint le traceur descendant, l'éclair est né. Dans le canal de foudre ainsi créé, la température monte brutalement à 30 000°centigrade, une dilatation explosive se propage comme onde de choc puis comme onde acoustique proportionnelle à l'amplitude du courant et inversement proportionnelle à la distance de l'éclair. Le coup de tonnerre ou ses variantes roulement, canonnades etc. sont entendus jusqu'à 25 km. En multipliant la vitesse du son 340m/s par le nombre de secondes entre éclair et tonnerre, on détermine la distance de la foudre à laquelle on se trouve (6).

Profil type à propos de 56 dossiers de la consultation au CHU de Toulouse

Homme, 45 ans, En bonne santé, Foudroyé en plein air, en été, dans l'après-midi, Présentant constamment une PC, avec anxiété et agitation au réveil, Quelquefois, une paraplégie, Assez souvent des brûlures superficielles, Parfois une surdité temporaire