

# LE POINT SUR LA PATHOLOGIE INDUITE PAR LE HARNAIS

Jean BARIOD et Bruno THÉRY

## HISTORIQUE

Dès sa création en 1979, la commission médicale de la Fédération française de spéléologie (Co. Méd.) reprend les études statistiques du Spéleo secours français (S.S.F.) pour développer les techniques de la médicalisation des secours et essayer d'élaborer des axes de prévention.

Ce travail permet d'isoler une série particulière de 15 spéléologues décédés sur corde, sans que la cause du décès puisse être clairement définie. Après recherche de renseignements complémentaires auprès des secouristes et des équipiers des victimes, ces dossiers sont classés temporairement dans la rubrique: «décès sur corde par épuisement/hypothermie».

En 1983, les recherches bibliographiques systématiques (autre activité de la commission), permettent de découvrir un article original du Dr Amphoux de 1978 (8-17) décrivant une courte série d'essais de suspension en harnais dans le cadre de recherches sur la prévention des chutes dans les travaux du bâtiment. Ces essais mettent en évidence des perturbations physiologiques inquiétantes imposant l'arrêt des tests.

Après contact avec l'auteur, nous envisageons de reprendre une série de tests avec nos baudriers spéléologiques. Il apparaît possible dès maintenant que les quinze cas de décès sur corde puissent relever d'un mécanisme autre que l'épuisement ou l'hypothermie.

## Première expérimentation de 1984

Une année complète est nécessaire pour l'organisation de l'expérience: contact et regroupement de spécialistes, élaboration d'un protocole expérimental fiable, recherches bibliographiques, rassemblement du matériel de surveillance médicale et de réanimation, etc.

Le week-end du 18-20 mai, tout est en place dans les locaux du Centre régional d'éducation physique et sportive (C.R.E.P.S.) de Chalain (Jura). Notre ambition est de tester trois types de harnais au cours d'une dizaine d'expériences.

Si, au cours des tests initiaux de 1978, les sujets avaient été décrochés pour malaises diffus, nos tests personnels prennent rapidement un aspect dramatique.

Deux spéléologues sont suspendus avec interdiction de tout mouvement et nous observons deux pertes de connaissance (au bout de 30 et 7 minutes), nécessitant une courte réanimation.

La gravité potentielle du phénomène impose l'annulation des autres tests prévus et le reste du week-end est consacré à l'analyse et l'élaboration d'un nouveau protocole.

## Premiers résultats

On peut affirmer, pour la première fois, que la suspension inerte (voir dernier paragraphe) dans un harnais spéléologique peut, à elle seule, déclencher des troubles physiopathologiques graves.

Notre dossier «décès sur corde» s'éclaire d'un jour nouveau, mais le mécanisme précis nous reste inconnu.

## Suite des expériences

Après diffusion de cette information dans le monde spéléologique, un travail complémentaire va se dérouler sur deux années.

Un volumineux rapport médical de l'expérience (9-10) est réalisé et diffusé à de nombreuses structures spéléologiques et professionnelles françaises et étrangères.

Une enquête rétrospective des cas d'épuisements sur corde est adressée aux clubs spéléologiques et responsables des secours départementaux.

Notre partenaire, le Dr Amphoux, recueillera les commentaires de ses correspondants français et étrangers sur nos tests.

La recherche bibliographique s'intensifie, retrouvant quelques expériences ponctuelles similaires (11-19-21).

## Deuxième expérimentation de 1986

Après de nombreuses difficultés, la commission médicale organise, avec l'aide

du Comité régional olympique et sportif de Franche-Comté et du C.R.E.P.S. de Chalain, une nouvelle série de tests dans les locaux du laboratoire de physiologie du sport du Centre hospitalier universitaire de Besançon (Doubs).

Nous réunissons des spécialistes et un matériel de surveillance médicale assez lourd: électroencéphalogramme, électrocardiogramme, prélèvements sanguins, surveillance des paramètres cliniques, le tout filmé en continu par deux caméras vidéo.

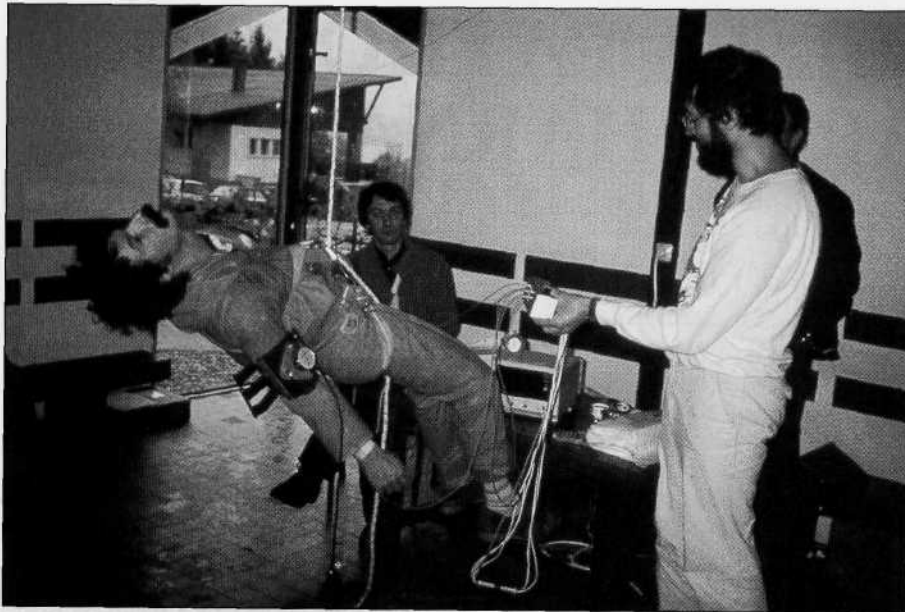
La présence d'un réanimateur avec tout son matériel n'est pas superflue puisque les trois sujets testés présentent des malaises graves dont une perte de connaissance complète prolongée !

## Deuxièmes résultats

Malgré l'ampleur des moyens déployés, il reste impossible de donner une explication médicale claire au phénomène observé. Le travail de physiopathologie expérimentale qui reste à faire nécessite des protocoles très lourds et des spécialistes. Il n'est dorénavant plus de la compétence de la commission médicale. La commission peut maintenant affirmer que le harnais utilisé en spéléologie a une forte probabilité d'être un facteur autonome de décès dans certaines circonstances spéléologiques. Elle va donc s'attacher à remplir son rôle de commission fédérale:

- information des fédérés,
- prévention,
- conduite à tenir face à ce type d'accident.

En plus des moyens habituels de diffusion, ce sera un montage vidéo des expériences filmées en réel à Besançon qui contribuera le plus à cette action de sensibilisation. Sa vision est impressionnante et sa diffusion est très large dans le milieu spéléologique français et étranger, ainsi que dans le monde de l'escalade. Cette cassette a circulé aussi dans les pays de l'Est et en Ex-U.R.S.S. Documents et cassettes seront aussi diffusés largement dans les milieux professionnels (bâtiment et travaux publics,



Photographies Co. Med. - F.F.S.

Armée de l'air, institut de recherche et sécurité, Electricité de France, etc.) Une communication sera faite à Genève en 1984 dans le cadre du XX<sup>e</sup> congrès de la Société d'ergonomie de langue française.

Documents et cassettes parviennent jusqu'aux responsables de l'International Society for Fall Protection (Toronto, Canada) et seront évoqués au symposium de 1988 (1).

Tous ces organismes travaillent essentiellement sur les problèmes de choc et chute dans leur aspect énergie cinétique et conditions d'arrêt (ceinture de sécurité, harnais parachute et siège éjectable, travailleurs en hauteur dans le bâtiment ou à Electricité de France) et l'aspect physiologique de la suspension prolongée en post-chute est rarement pris en compte dans ces programmes d'études.

C'est un des mérites de nos travaux d'avoir pu sensibiliser, grâce au Dr Amphoux, plusieurs équipes nationales et internationales. On peut citer le Dr Brinkley de l'Aérospatial Médical Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, qui a renouvelé notre expérience sur une échelle plus importante (80 tests) (13) confirmant pleinement nos observations.

Monsieur Jean Arteau (Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, Canada) propose (7-8) d'inclure dans les protocoles d'habilitation et de normalisation des harnais un test de suspension inerte.

Le Dr Amphoux promulgue en France la nécessité d'un apprentissage d'utilisation des harnais par les travailleurs en intégrant des techniques de secours «post chute».

## Le point actuel sur les travaux

La sortie récente des actes du symposium de l'International Society for Fall Protection (Toronto) en 1991 (23) est l'occasion pour nous de tenter une synthèse.

Cet énorme travail de 406 pages permet une réflexion large regroupant l'étude de plus de 700 titres et communications. Notre préoccupation spéléologique n'y trouve pourtant pas son compte !

Dans le cadre de la prévention des accidents, la situation de suspension inerte est un phénomène mineur par rapport aux problèmes d'accélération /décélération brutale et aux risques surajoutés: hauteur et blessures par traumatisme au cours de la chute ou de l'extraction d'un siège éjectable, traumatismes surajoutés par effet pendulaire post chute, etc.

Il existe quand même un bon nombre d'essais, avec toutes sortes de harnais et de points d'ancrages, qui mettent tous en évidence les mêmes signes inquiétants, confirmant **qu'il ne faut pas rester suspendu inerte longtemps quel que soit le harnais** (voir dernier paragraphe).

Deux facteurs vont limiter pour longtemps peut-être l'évolution des connaissances de notre problème:

- la lourdeur financière des protocoles nécessaires est disproportionnée au risque statistique,
- pour progresser dans l'étude physiopathologique, il est nécessaire d'envisager des méthodes expérimentales dangereuses pour le cobaye humain (sonde capteur intra cardiaque par exemple) incompatible avec l'éthique expérimentale (il s'agit de sujets en bonne santé !).

Au total, ces dix dernières années ont permis de confirmer la réalité de «la pathologie induite par le harnais» que nous avons souligné en 1984 et 1986. Il s'ensuit une sensibilisation très large avec mise en place de moyens de prévention dans tous les groupes d'utilisateurs sportifs et professionnels.

**La notion de l'urgence du décrochage en post chute semble faire maintenant l'unanimité. En spéléologie, nous étendons cette notion à toutes situations anormales sur corde.**

## Pathologie induite par le harnais

Tous les spéléologues savent par expérience qu'il est possible de rester suspendu dans son harnais de nombreuses heures sans autres troubles que des douleurs de compression au niveau des sangles et sans risquer sa vie !

Un seul élément différencie cette situation de la situation expérimentale:

présence ou non de mouvements volontaires d'adaptation du corps aux pressions des sangles et boucles du harnais. Dans toutes les situations de la vie, notre organisme modifie en permanence ses points d'appui (inconsciemment). Si ce mécanisme est bloqué, en cas de paralysie par exemple, il apparaît en quelques heures des lésions cutanées aux points d'appui (escarres) et des problèmes de retour veineux des membres inférieurs (la contraction musculaire des jambes est le facteur principal du retour veineux vers le cœur par effet pompe). Des troubles cardio-circulatoires peuvent apparaître ensuite.

*La pathologie induite par le harnais ne survient que dans ce cadre spécifique d'un spéléologue suspendu inerte.*

Cette situation est obtenue obligatoirement en cas de perte de connaissance dans deux circonstances:

- traumatisme crânien par chute de pierres dans le puits ou pendule dangereux,
- accident médical au cours de la remontée (syncope, trouble du rythme cardiaque). De tels cas sont retrouvés dans nos statistiques.

Cette situation d'inertie est très fortement suspectée dans la situation d'un épuisement sur corde.

Le résultat de nos enquêtes mettent bien en évidence qu'il peut survenir très rapidement une incapacité physique totale à continuer la progression sur corde.

Cette fatigue peut empêcher toute tentative de passage sur descendeur. La situation se dégrade très vite avec inhibition motrice et troubles psychologiques (panique) suivie rapidement d'une perte de connaissance avec bascule du corps en arrière. Dans quelques cas relevant de cette description, le décès semble très rapide (au moment de la bascule du corps ?).

*L'ensemble des expériences réalisées montrent des manifestations cliniques identiques dans la plupart des cas:*

- sensation de malaise général,
- sueurs,
- nausées,
- vertiges,
- bouffées de chaleur,
- sensation d'oppression thoracique,
- le rythme cardiaque enregistré monte régulièrement (130/140) et l'on peut observer des troubles rythmiques variables,
- augmentation très importante de la tension artérielle,
- perte de connaissance.

## COMMENTAIRES

L'ensemble du processus chez nos volontaires est marqué par des douleurs et troubles de perception des membres très importants (confirmé par des taux d'endorphine particulièrement élevés).

Pendant un certain temps, le sujet peut essayer de réagir, mais l'aggravation brutale du malaise interdit d'un seul coup toute tentative de mouvement et la perte de connaissance survient alors rapidement.

Malgré les précautions prévues dans le protocole visant à décrocher le sujet avant l'aggravation des troubles, nous n'avons pu éviter la perte de connaissance dans plusieurs cas.

Aucun test ne s'est autorisé l'étude des minutes suivant la perte de connaissance sans décrochage ! L'évolution vers la mort semble inévitable si le sujet reste suspendu dans cette situation.

Le délai statistique moyen de survenue du malaise grave est de 3,5 à 32 minutes (série de Brinkley). Dans notre série; le plus rapide survient en 6 minutes.

Il faut noter que ces délais ne sont pas reproductibles chez le même sujet et varient en fonction du harnais utilisé. La multiplicité des harnais employés, les variations anatomiques des sujets et le faible nombre des séries ne permet pas de mettre en évidence la supériorité de l'un par rapport à l'autre.

*Tous les spécialistes sont d'accord: il ne faut pas utiliser une simple ceinture de hanche ou de poitrine. Le décès est quasi assuré !*

## Quelques pistes n'ont rien donné

L'hyperextension de la tête est un facteur aggravant. Aucun baudrier ne peut l'empêcher actuellement. Dans nos expériences, la correction manuelle (puis par minerve) de ce facteur n'empêche pas l'évolution générale et la survenue du malaise.

Les mouvements actifs des jambes peuvent corriger temporairement les signes, mais ils n'empêchent pas non plus l'évolution vers le malaise grave.

Le phénomène de garrot artériel, systématiquement évoqué, est réel mais minime, tous les pouls restant parfaitement perçus au cours de l'expérience.

Le phénomène de gêne au retour veineux est indéniable mais difficilement mesurable. La mise à l'horizontale des membres inférieurs n'empêche pas non plus la survenue du malaise.

Sur notre courte série, la dispersion des résultats de la gazométrie sanguine capillaire (à l'oreille) ne permet pas d'interprétation. De même pour le

dosage des lactates. Seule une augmentation majeure des endorphines est notée.

## Par rapport au nombre d'heures spéléologiques annuel, le risque est faible

Dans les cas observés et documentés de décès sur corde, trois facteurs aggravants doivent être soulignés. Ils peuvent s'associer entre eux.

1. Une incompétence technique est fréquente (blocage au fractionnement, non maîtrise du passage rapide sur descendeur).
2. Les accidents se produisent surtout à la remontée d'une exploration, faisant évoquer la participation d'un pré-épuisement.
3. Il s'agit le plus souvent de puits arrosés, qui compliquent les manœuvres techniques, aggravent rapidement l'épuisement et majorent certainement la panique.

## EN RÉSUMÉ

Nous ne connaissons pas l'explication médicale de ce malaise, mais sa réalité est totalement confirmée.

Il existe une très forte probabilité que certains décès observés sur corde relèvent de ce mécanisme (seul ou associé). Il n'existe pas à ce jour de harnais idéal, mais il est probable que, quel que soit le harnais, une suspension inerte prolongée puisse être mortelle.

Il est quand même fortement conseillé, lors de l'achat d'un harnais, de l'essayer en suspension en recherchant le modèle le mieux adapté à sa morphologie.

*Le harnais universel n'existe pas !*

## Prévention des décès sur corde

Pas de baudrier bricolé inadapté au corps et à la technique spéléologique; réglage soigneux.

Pas de remontée seul dans un puits, sans coéquipier capable d'intervenir.

Pas de remontée de grand puits en situation d'épuisement: utiliser la ration de secours (avec sucres rapides) et la couverture de survie pour se remettre en condition.

Ces recommandations seront renforcées en cas de puits arrosé et/ou techniquement difficile.

Connaissance parfaite des techniques de réchappe par tous. Aucune technique de secourisme sur corde ne peut être proposée. Les manœuvres de réanimation se feront au sol après décrochage.

Connaissance souhaitée des techniques de décrochage d'un équipier par le haut et par le bas (enseignées actuellement dans les stages de l'Ecole française de spéléologie).



Dans le cadre d'une assurance par corde, il est impératif d'anticiper la situation réelle de l'équipier en cas de problème (rupture d'un amarrage, coincement dans le V d'une main courante, etc.) Il faut éviter de se retrouver avec un équipier bloqué sur corde dans une situation trop complexe à gérer dans l'urgence.

Nous remercions pour leur aide le Dr Maurice Amphoux, physiologiste ergonomiste à l'Association paritaire d'action sociale, médecine du travail du bâtiment et des travaux publics, le Dr Simond-Rigaud, physiologiste au Centre hospitalier régional de Besançon, le Dr Dusein de la commission médicale, tous les spéléologues qui se sont prêtés à nos expériences, Monsieur Jacques Batut, directeur du C.R.E.P.S. de Chalain, Messieurs Paul Peltz et Georges Marbach, fabricants de matériel spéléologique.

**La commission médicale**

De nombreux sujets d'études sont possibles, mais leur réalisation nécessite une participation active des médecins spéléologues.

Actuellement, le peu d'investissement des bénévoles limite considérablement les actions de la commission médicale. L'obtention des subventions est liée au dynamisme de chacun.

Idees et bonnes volontés seront bienvenues.

*Dr Jean BARIOD, commission médicale  
Bruno THERY, C.R.E.P.S. de Chalain*

**BIBLIOGRAPHIE**

1 - A.A.(1988): *International Fall Protection Symposium*. Orlando, 1988. International Society for Fall Protection. Toronto, 130 p.  
2 - AMPHOUX, Maurice(1981): Le point sur les harnais de sécurité.- *Revue de médecine du travail*, 1981, tome 9, n°1, p.67-75.

3 - AMPHOUX, Maurice(1973): Recherches actuelles sur les dispositifs individuels d'arrêt de chute dans le bâtiment et les travaux publics en France.- *Cahiers de médecine du travail*, 1973, n°4, p. 157-160.  
4 - AMPHOUX, Maurice: *Protection individuelle contre les chutes. Aspects physiopathologiques*.- Publication de l'Association paritaire d'action sociale, médecine du travail du bâtiment et des travaux publics, Paris, 14 p.  
5 - AMPHOUX, Maurice(1982): Le geste qui sauve dans trois accidents spécifiques du bâtiment et des travaux publics.- *Tempo médical*, novembre 1982, supplément au n°1 15.  
6 - AMPHOUX, Maurice, NOËL, Georges et ARCHER, Pierre(1982): La sécurité sur les chantiers du bâtiment et des travaux public.- *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, 1982, n°401, série questions n°154, p.79-110.  
7 - ARTEAU, Jean(1987): Evaluation of Fall Protection Equipment by Prolonged motionless suspension of Volunteer.- *Aerospatial Medical Research Laboratory Safe Journal*, 1987, volume 17, n°2.  
8 - ARTEAU, Jean et GIGUERE, Denis (1988): Proposed Method to Test Harness for Strength and Human Factors Criteria.- *In référence n°1*, p.363-390.  
9 - BARIOD, Jean(1984): *Rapport d'expérimentation sur le harnais* (Chalain, 1984).- Publication de la commission médicale, 1984, 48 p.  
10 - BARIOD, Jean(1986): *Pathologie du harnais en spéléologie*.- Dossier complémentaire du compte rendu de l'expérimentation de 1984 à Chalain.- Publication de la commission médicale, 1986, 31 p.  
11 - BARRY ALLEN NELSON(1979): How long can you safely hang in your harness ?.- *OffBelay* (U.S.A.), 1979, p.10-12.  
12 - BAUGE, André(1975): Sécurité individuelle en montagne. Le baudrier.- *La Montagne et alpinisme*, bulletin du Club alpin français et du Groupe de haute montagne, 1975, 2, n°100, 3p.  
13 - BRINKLEY, James, SEAWORTH, John, GOODWIN, Mark, SALERNO, Mark(1987): Evaluation of fall protection équipement by prolonged motionless suspension of volunteers.- *Aerospatial Medical Research Laboratory Safe Journal*, 1987, volume 17, n°2, p.46-52.

14 - FLORA, G. et PHLEPS, W.(1982): *Der Sturz ins Seil.- Actes Symposium für Bergmedizin*, 1982, Munchen, 44 p.  
15 - HEARON, B. et BRINKLEY, J.(1985): Psychomotor performance after forward-facing impact. - *Aviation, space and environmental medicine*, 1985, V, 56, n°11, p.1043.  
16 - LACOSTE, Jean(1975): Essai d'un baudrier au centre aéroporté de Toulouse.- *La Montagne et alpinisme*, 1975, n°100, 2, p.367-368.  
17 - NOËL, G., ARDOUIN, G., ARCHER, P., AMPHOUX, M. et SEVIN, A.(1978): Le matériel de sécurité dans le bâtiment et les travaux publics.- *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, 1978, n°362, série questions n°1138, p.54-71.  
18 - NOËL, Georges(1982): *Evolution, conception et études techniques sur les équipements de protection individuelle*.- Publication interne du Centre expérimental de recherche et d'étude du bâtiment et des travaux publics, 1982, 46 p.  
19 - ONGENA, Jim(1981): Climbing harness.- *OffBelay*, 1981, n°55 (Archive et traduction de la commission médicale), 3 p.  
20 - PAVY, F., AMPHOUX, M. et SEVIN, A.(1979): Difficultés de la protection individuelle contre les chutes avec dénivellation.- *Arh. Hig. Rada Toksinol*, 1979, 30, supplément, p.785-789.  
21 - PHLEPS, W. et FLORA, G.(1982): *Climbing accidents free-fall, impact and free-hanging situation*.- Tiré à part, 1982 (archives et traduction de la commission médicale), p.10-12  
22 - SULOWSKI, Andrew C.(1979): Selecting fall arrest Systems.- *National Safety News*, octobre 1979, p.55-61.  
23 - SULOWSKI, Andrew C.(1991): *Fundamentals of fall protection*.- *International society for fall protection* (Toronto), 1991, 406 p.  
24 - ULYSSE, J.-F.(1982): Protection individuelle contre les chutes de hauteur.- Institut national recherche sécurité, Paris, 1982, 16 p.  
25 - WEBER, P.: *Contraintes physiologiques résultant de la suspension dans les harnais*.- Compte rendu expérimental, Institut de psychologie de l'Université de Francfort, 18 p.

**S P E L U N C A**  
**BULLETIN D'ABONNEMENT**

à photocopier de préférence et à envoyer à la Fédération française de spéléologie,  
130, rue Saint-Maur, 75011 Paris, accompagné de votre règlement

NOM..... Prénom.....  
ADRESSE.....

Fédéré oui • nonQ ci-joint règlement de ..... F

**ABONNEMENT FÉDÉRÉS : 125 F - Abonnement non fédérés : 210 F**  
**Abonnement étrangers (+ 25 F de frais bancaires) : 210 F - Prix au numéro : 55 F**