

UNIVERSITE PAUL SABATIER
TOULOUSE III
FACULTES DE MEDECINE

Année 1990

90 - TOU 3 - 1049

THESE

pour le Doctorat d'Etat en Médecine
Mention : Médecine générale

présentée et soutenue publiquement le 1^{er} mars 1990

par

BRIFFON Jean-Marie

**LES ACCIDENTS DE SPELEOLOGIE
EN FRANCE DE 1982 A 1987**

JURY

MM. VIRENQUE Christian	Président
CATHALA Bernard	Assesseur
GARRIGUES Michel	Assesseur
LAGARRIGUE Jacques	Assesseur
COUGOT Pierre	Suppléant

PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ : M. J.J. CONTE

SECRETÉIRE GÉNÉRAL : M. C. HORGUES

TABLEAU DU PERSONNEL DES FACULTES DE MEDECINE GROUPEES DANS L'UNIVERSITE PAUL SABATIER (DÉCEMBRE 1989)

H O N O R A R I A T

Doyen Honoraire M. LAZORTES G.
 Doyen Honoraire M. ENJALBERT A.
 Doyen Honoraire M. PUEL P.
 Professeur Honoraire M. VINCENT
 Professeur Honoraire M. LAGROT
 Professeur Honoraire M. FABRE P.
 Professeur Honoraire M. PLANQUES
 Professeur Honoraire M. FABRE J.
 Professeur Honoraire M. GADRAT
 Professeur Honoraire M. ESTRADE
 Professeur Honoraire M. BAISET
 Professeur Honoraire M. COMMANAY
 Professeur Honoraire M. DARNAUD
 Professeur Honoraire M. GERAUD J.
 Professeur Honoraire M. LAZORTES G.
 Professeur Honoraire M. GRIMOUD
 Professeur Honoraire M. RUFFIE R.
 Professeur Honoraire M. DARDENNE

Professeur Honoraire M. CLAUX
 Professeur Honoraire M. BOULARD
 Professeur Honoraire M. ENJALBERT A.
 Professeur Honoraire M. ROULLEAU
 Professeur Honoraire M. ESCHAPASSE
 Professeur Honoraire Mme ENJALBERT L.
 Professeur Honoraire M. BRU
 Professeur Honoraire M. GAYRAL
 Professeur Honoraire M. GEDEON
 Professeur Honoraire M. DENARD
 Professeur Honoraire M. PASQUIE
 Professeur Honoraire M. RIBAUT
 Professeur Honoraire M. SARRASIN
 Professeur Honoraire M. GAY
 Professeur Honoraire M. DOUSTE-BLAZY L.
 Professeur Honoraire M. BOUISSOU
 Professeur Honoraire M. ARLET J.

FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE - RANGUEIL

DOYEN : J.P. SEGUELA

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

Classe Exceptionnelle et 1ère Classe

M. ARBUS	Médecine Légale et Toxicologie
M. BAYARD F.	Pathologie Générale et Méd. Expér.
M. BEC P. (C.E.)	Ophthalmologie
M. BES A.	Neurologie
M. BIERME R.	Hématologie
M. BOUNHOURE J.P.	Cardiologie Clinique et Expér.
M. CADENAT H. (C.E.)	Cl. Stomatologique et Chirurgie maxillo-faciale
M. COSTAGLIOLA M.	Chirurgie plastique
M. DAVID J.F.	Histologie - Embryologie
M. DELAUDE A.	Clinique de Pneumo-Phtisiologie
Mme DIDIER J.	Bactériologie - Virologie
M. DUFFAUT M.	Sémiologie et Clinique Médicale
M. ESCAT J.	Clinique Chirurgicale
M. FABRE J.	Anatomie Pathologique
M. FREXINOS J.	Hépto - Gastro - Entérologie
M. GAUBERT J.	Chirurgie Infantile
M. GUILHEM A.	Histologie et Embryologie
M. JUSKIEWENSKI S. (C.E.)	Chirurgie Infantile
M. LACOMME Y.	Clinique O.R.L. et Chirurgie maxillo-faciale
M. LAZORTHES Y.	Clinique de Neurochirurgie
M. LE TALLEC Y. (C.E.)	Médecine Interne
M. MORON P.	Psychiatrie et Psychologie Médicale
M. PONTONNIER F.	Urologie
M. PONTONNIER G.	Clinique Gynécologie et Obstétricale B
M. POUS J.	Epidémiologie, Economie de la Santé
M. PUEL P.	Clinique de Chir. cardio-vasculaire
M. PUJOL M.	Rééducation Fonctionnelle
M. RIBET A. (C.E.)	Clinique des Maladies de l'Ap. digestif
M. ROCHICCIOLI P.	Pédiatrie
M. SEGUELA J.P.	Parasitologie
M. SUC J.M.	Néphrologie
M. UTHEZA G.	Chirurgie Orthopédique
M. VALDIGUIE P.	Biochimie Médicale

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

2ème Classe

M. ADER J.L.	Physiologie
M. ARLET P.	Médecine Interne
M. AUVERGNAT J.C.	Maladies infectieuses et tropicales
M. BECUE J.	Anatomie et Organogénèse
M. BESOMBES J.P.	Physiologie
M. BOCCALON H.	Médecine Interne
M. CARTON M.	Cancérologie
M. CERENE A.	Chir. Thoracique et Cardiovasculaire
M. CHABANON G.	Bactériologie Virologie
M. CHAVOIN J.P.	Chirurgie plastique et reconstitutive
M. COTONAT J.	Pharmacologie
M. DANET B.	Biophysique
M. DURAND D.	Néphrologie
M. ESCOURROU J.	Hépto - Gastro - Entérologie
M. FAUVEL J.M.	Cardiologie
M. FOURNIAL G.	Chir. Thoracique et Cardiovasculaire
M. FOURTANIER G.	Chirurgie Digestive
M. GERAUD G.	Neurologie
M. HOFF J.	Chirurgie Générale
M. JOFFRE F.	Radiologie
M. LAGARRIGUE J.	Neurochirurgie
M. LEOPHONTE P.	Pneumoptisiologie
M. MATHIS P.	Ophthalmologie
M. MAZIERES B.	Rhumatologie
M. OHAYON E.	Immunologie (option Biologique)
M. PLANTE P.	Urologie
M. PUEL J.	Cardiologie et maladies vasculaires
M. PUGET J.	Chir. Orthopédique et Traumatologie
M. REGIS H.	Biophysique
M. REME J.M.	Gynécologie - Obstétrique
M. ROQUES C.F.	Rééducation Fonctionnelle
M. RUMEAU J.L.	Anatomie Pathologique
M. SALVAYRE R.	Biochimie
M. TAUBER J.P.	Endocrinologie
M. VAYSSE Philippe	Anatomie
M. VIRENQUE C.	Anesthésiologie

Chefs de Travaux - M. C. U. - Praticiens Hospitaliers

Mme BAURIAUD R.(MCU)	Bactériologie Virologie
M. BERLAN M.(MCU)	Pharmacologie
M. BES J.C.(MCU)	Histologie Embryologie
M. BLANC C.(MCU)	Parasitologie
Mme BOYER M.J.(MCU)	Biochimie
M. BUGAT R.(MCU)	Cancérologie
Mme CAMARE R.(MCU)	Biochimie
Mme CARATERO A.(MCU)	Histologie et Embryologie
M. CARATERO C.(MCU)	Histologie et Embryologie
M. CHARLET J.P.(MCU)	Biostatistiques, Informatique Méd.
Mme CONCINA D.	Anesthésie Réanimation
M. COULAIS Y.(MCU)	Biophysique
Mme DARAM-ALIE S.(MCU)	Hématologie
Mme DELMAS C.(MCU)	Bactériologie - Virologie - Hygiène
Mme DUGUET A.M.(MCU)	Médecine Légale
M. DUPUI P.(MCU)	Physiologie
Mme DURAND S.(MCU)	Biochimie
M. ESQUERRE J.P.(MCU)	Biophysique
M. FABRE J.(MCU)	Biophysique
Mme FABRE M.(MCU)	Anesthésiologie et Réan. Chirurg.
Mme FAUVEL J.	Biochimie
Mme GORGUET B.(MCU)	Anatomie Pathologique
M. GRAND A.(MCU)	Epidémiologie, Eco. de la Santé
Mme JORDA M.F.(MCU)	Anesthésiologie et Réan. Chirurg.
Mme KULHEIN E.(MCU)	Immunologie
M. LEFEBVRE D.(MCU)	Anatomie
M. LEFEBVRE J.C.(MCU)	Bactériologie - Virologie
Mme LEMOZY J.(MCU)	Bactériologie - Virologie
Mme LE TINIER A.(MCU)	Médecine du Travail
M. MAGNAVAL J.F.(MCU)	Parasitologie
M. MAUCO G.(MCU)	Biochimie
M. MOATTI J.P.(MCU)	Biochimie
Mme OKSMAN F.(MCU)	Immunologie
M. PARINAUD J.(MCU)	Biologie du dével. et de la reprod.
M. PERRET B.(MCU)	Biochimie
Mme PLANTAVID M.(MCU)	Biochimie
Mme PRERE M.F.(MCU)	Bactériologie - Virologie
Mme PUEL J.(MCU)	Bactériologie - Virologie
Mme RAGAB J.(MCU)	Biochimie
Mme RAJON A.M.	Epidémiologie, Economie de la Santé
M. RASCOL O.	Pharmacologie
M. RIBOT C.(MCU)	Biologie du développement
M. RICHOLLEY G.(MCU)	Histologie
M. RIVIERE D.(MCU)	Physiologie
M. ROUCH Y.(MCU)	Médecine du Travail
M. SERRE G.(MCU)	Histologie Embryologie
M. SERRES P.(MCU)	Biophysique
M. SIE P.	Biophysique
M. TAFANI J.A.(MCU)	Biophysique
Mme VEZARD Y.(MCU)	Bactériologie Virologie

Chefs de Travaux - M. C. U. - Praticiens Hospitaliers

M. ABBAL M.(MCU)	immunologie
Mme ARCHAMBAUD M.	Bactériologie, Virologie, Hygiène
M. BARTHELEMY R.(MCU)	Physiologie
Mme BESSIERES M.H.(MCU)	Parasitologie
Mme BESSOU M.(MCU)	Biophysique
Mme CAUSSE E.(MCU)	Biochimie
Mme CLAVE D.	Bactériologie - Virologie
M. CORBERAND J.(MCU)	Hématologie
Mle DELISLE M.B.(MCU)	Anatomie Pathologique
M. DOUCHEZ J.(MCU)	Cancérologie
Mme DURROUX R.(MCU)	Anatomie Pathologique
M. DE GRAEVE J.S.(MCU)	Biochimie
Mme ESCOURROU B.(MCU)	Anatomie Pathologique
M. FERNET P.(MCU)	Biostatistiques, Informatique Méd.
M. GUITTARD J.(MCU)	Anatomie
Mme HOFF M.(MCU)	Biophysique
Mme ICART J.(MCU)	Bactériologie - Virologie
Mme DE LA FARGE F.(MCU)	Biochimie
M. JAUZAC P.(MCU)	Biochimie
Mle JOZAN S.(MCU)	Histologie Embryologie
M. LAGENTE M.(MCU)	Biochimie
Mme LAGORCE C.(MCU)	Histologie Embryologie
M. LAHARRAGUE P.(MCU)	Hématologie
Mme LELOUP M. (MCU)	Epidémiologie, Economie de la Santé
Mme LINAS M.D. (MCU)	Parasitologie
Mme MANSAT A. (MCU)	Biologie du développement
M. MARQUES B.	Histologie et Embryologie
Mme MARTY N.	Bactériologie - Virologie
Mme MOATTI N. (MCU)	Bactériologie - Virologie
M. MONTOYA R.	Physiologie
M. MOSCOVICI J.	Anatomie
Mme PERIQUET B.(MCU)	Biochimie
M. PRADERE J.(MCU)	Biophysique
M. RAMI J. (MCU)	Physiologie
Mme RASCOL M. (MCU)	Histologie et Embryologie
Mme RECCO P. (MCU)	Parasitologie
M. RONGIERES M. (MCU)	Anatomie
Mme SOLERA M.L. (MCU)	Biochimie
M. SOUBIRAN J.	Biophysique
Mme SUC C. (MCU)	Bactériologie - Virologie
Mme TRAN M.A. (MCU)	Pharmacologie
M. TRAN VAN T. (MCU)	Physiologie
M. VICTOR G.	Biophysique

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

Classe exceptionnelle et 1ère Classe

M. ARNE J. Louis	Médecine Interne
M. ALBAREDE J.L.	Clinique de Gériatologie
M. ARMENGAUD M.	Cl. des Maladies Infect. et Tropicales
M. BASTIDE G. (C.E.)	Anatomie
M. BERNADET P.	Clinique Cardiologique
M. BESSOU P. (C.E.)	Physiologie
M. CARLES P.	Médecine Interne
M. DALOUS A.	Clinique Médicale Infantile A.
M. DELSOL G.	Anatomie Pathologique
M. DUCOS J. (C.E.)	Immunologie
M. DUPRE A.	Cl. des maladies cutanées et syphilitiques
M. FABIE M.	Stomatologie et Chir. Maxillo-Faciale
M. FEDOU R.	Médecine Interne
M. FOURNIE A.	Clinique Rhumatologique
M. GALINIER F.	Médecine Interne
M. GHISOLFI J.	Pédiatrie
M. GREZES-RUEFF C.	Médecine Légale et Médecine du Travail
M. GUIRAUD-CHAUMEIL B.	Neurologie
M. GUIRAUD R.	Biophysique Médicale A
Mme LARENG M.B.	Bactériologie - Virologie
M. LARENG L. (C.E.)	Anesthésie - Réanimation
M. MANELFE C.	Radiologie
M. MIGUERES J.	Pneumo-Phtisiologie
M. MONROZIES M.	Clinique Gynécologique et Obst. A
M. MONTASTRUC P. (C.E.)	Pharmacologie fond -clinique- thérap.
M. PAGES B.	Physiologie
M. PASCAL J.P.	Hépatogastro-Entérologie
M. PLANEL H. (C.E.)	Biologie cellulaire
M. PRIS J.	Hématologie, Maladies du sang
M. RASCOL A. (C.E.)	Neurologie
M. REGNIER C.	Clinique Médicale Infantile B
M. SALVADOR M.	Thérapeutique
M. SOLEILHAVOUP J.P.	Histologie, Embryologie, Cytogénétique

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

2ème Classe

M. ADOUE Daniel	Médecine Interne, Gériatrie
Mme ARLET-SUAU E.	Médecine interne
M. BARRET A.	Chirurgie Vasculaire
M. BARTHE P.	Pédiatrie
M. BAZEX J.	Dermatologie
M. BONAFE Alain	Radiologie
M. BONEU B.	Hématologie et Maladies du sang
M. BONNEVIALE P.	Chirurgie Orthopédique
M. CABARROT E.	Cancérologie (option Clinique)
M. CAHUZAC P.	Chirurgie infantile
M. CARRIERE J.P.	Pédiatrie et Génétique Médicale
M. CATHALA B.	Anesthésiologie
M. CHAMONTIN	Thérapeutique
M. CHAP H.	Biochimie
M. CLANET M.	Neurologie
M. COLOMBIES P.	Génétique Médicale
M. COMBELLES M.	Anatomie
M. CONTE J.J.	Néphrologie
M. DABERNAT H.	Bactériologie Virologie
M. DAHAN Marcel	Ch. Thoracique et Cardiaque
M. DALY N.	Cancérologie
M. DOUSTE-BLAZY P.	Epidémiologie, Economie de la Santé et Prévention
M. ESCANDE M.	Psychiatrie d'adultes
M. FOURNIE Alain	Gynécologie - Obstétrique
M. FOURNIE B.	Rhumatologie
M. FRAYSSE B.	O. R. L.
M. GAILLARD J.	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M. GARRIGUES M.	Physiologie
M. GOUZI J.L.	Chirurgie Digestive
M. KREMPF M.	Pneumologie
M. LARROUY G.	Parasitologie
M. LAURENT G.	Hématologie
M. LAZORTHES F.	Chirurgie Digestive
M. LOUVET J.P.	Endocrinologie
M. MANSAT M.	Orthopédie, Traumatologie et Chir. Plastique
M. MONTASTRUC J.L.	Pharmacologie Clinique
M. PESSEY J.J.	O. R. L.
M. POURRAT J.	Néphrologie
M. RAILHAC J.J.	Radiologie
M. SARRAMON J.P.	Urologie
M. SIMON J.	Biophysique
M. THOUVENOT J.P.	Biochimie
M. TREMOULET M.	Neurochirurgie
M. VAYSSE Christian	Anesthésiologie
M. VOIGT J.J.	Anatomie Pathologique

A Monsieur le Professeur VIRENQUE Christian
Professeur des Universités (2ème classe)
Praticien Hospitalier
(Anesthésiologie)

*Vous avez accepté de diriger ce travail ; la disponibilité dont vous avez fait preuve nous a été précieuse.
Croyez en notre reconnaissance la plus sincère.*

A Monsieur le Professeur CATHALA Bernard
Professeur des Universités (2ème classe)
Praticien Hospitalier
(Anesthésiologie)

*Vous nous faites le grand honneur de siéger à notre jury de thèse.
Croyez en notre reconnaissance*

A Monsieur le Professeur GARRIGUES Michel
Professeur des Universités (2ème classe)
Praticien Hospitalier
(Physiologie)

*C'est avec amabilité que vous avez accepté de siéger à ce jury
de thèse.*

Nous vous assurons de notre profonde reconnaissance.

A Monsieur le Professeur LAGARRIGUE Jacques
Professeur des Universités (2ème classe)
Praticien Hospitalier
(Neurochirurgie)

*Vous nous faites le très grand honneur de siéger à notre jury
de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de notre
respectueuse reconnaissance*

**A Monsieur le Docteur COUGOT Pierre
Praticien Hospitalier
Chargé de cours à la faculté
(Service de réanimation)**

Nous vous témoignons toute notre reconnaissance pour l'aide que vous nous avez apportée. Vous avez donné beaucoup de votre temps, non seulement en suivant étape par étape la réalisation de ce travail, mais également en nous initiant aux techniques informatiques. Veuillez trouver ici l'expression de notre sincère gratitude.

Au terme de cet ouvrage je tiens à remercier toutes les personnes qui ont collaboré à sa réalisation. De nombreux spéléologues, depuis mes premiers guides dans les massifs ariégeois, jusqu'à mes camarades de la Société Spéléologique des Pays Castrais et Vaurais, ont participé, parfois sans le savoir, à sa conception. Cependant je dois une reconnaissance particulière à certains d'entre eux :

Robert Coustet, Président de la Société Spéléologique des Pays Castrais et Vaurais, qui m'a conseillé pour la rédaction des premiers paragraphes, et m'a ouvert les portes de sa bibliothèque, source irremplaçable de renseignements.

Maurice Duchêne qui, avec d'autres, donne beaucoup de son temps pour animer la Société de Spéléo-Secours de la Haute-Garonne. Il m'a confié les documents en sa possession concernant les opérations réalisées dans ce département.

Michel Decobert, responsable des assurances au sein de la Fédération Française. Je le remercie pour la confiance qu'il m'a témoignée en me laissant emporter la totalité de ses dossiers.

...Après tout, il est des "morts" plus terribles : bien des vivants qui ricanent quand ils apprennent la mort d'un spéléologue (mais qu'est ce qu'il allait faire là ?) sont des morts qui s'ignorent, englués dans la grisaille de leur vie quotidienne, leur étroitesse d'esprit, leur égoïsme ...

Lucien Gratté

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE 1 GENERALITES

HISTORIQUE

LE MILIEU SOUTERRAIN

CHAPITRE 2 ETUDE ANALYTIQUE

MATERIEL ET METHODE

RESULTATS

Les victimes

Les accidents

Principaux types d'accidents

Les lésions

Les secours

CHAPITRE 3 DISCUSSION

LA VICTIME, L'ACCIDENT

PRINCIPAUX TYPES D'ACCIDENTS

LES LESIONS

LES SECOURS

CONCLUSION

INTRODUCTION

De nombreux auteurs ont étudié les accidents en spéléologie. Les interventions médicales entreprises pour sauver les victimes entrent dans un cadre spécifique de la médecine d'urgence, que l'on pourrait qualifier de "secours médical en milieu extrême". Cette thèse étudie les circonstances qui entourent la survenue de tels accidents.

Pour cela nous présentons dans une première partie les diverses particularités du monde souterrain, qui en font un des plus agressifs qui soit.

Nous décrivons ensuite la situation actuelle, telle qu'elle apparaît à l'analyse de 306 dossiers parvenus à l'assureur de la Fédération Française de Spéléologie entre 1982 et 1987. Nous étudions un grand nombre d'éléments concernant aussi bien les victimes (âge, sexe, niveau spéléologique...), les cavités (topographie, facteurs de risques...), que les accidents eux-mêmes (facteurs chronologiques, type d'accident...). Enfin nous détaillons les lésions présentées par les blessés et nous analysons les modalités de déclenchement et d'intervention des équipes de secours.

La comparaison avec les observations antérieures montre que les causes des accidents varient de façon importante au cours des différentes périodes. Si hier les "épuisements" entraînaient de nombreux décès, aujourd'hui les efforts de prévention et une médicalisation rapide en diminuent la mortalité ; mais d'autres types d'accidents prennent la relève : les accidents de plongée. Les secours qui apparaissent correctement structurés et médicalisés, permettent des interventions de bon niveau ; mais il paraît illusoire d'améliorer leur efficacité dans des proportions importantes.

Le principal but de cette thèse est donc non seulement d'établir un "état des lieux" pouvant servir de référence, mais surtout, de préciser les points faibles du système actuel. Ceci afin d'améliorer la sécurité des pratiquants de ce sport, qui deviennent sans cesse plus nombreux.

CHAPITRE I

GENERALITES

I HISTORIQUE

1 1 HISTORIQUE DE LA SPELEOLOGIE

La spéléologie est définie comme : "science et sport qui ont pour objet l'étude ou l'exploration des cavités naturelles du sol."

Dès cette définition apparaît la double appartenance de la spéléologie, science et sport ? Science ou sport ? En fait ces deux aspects sont complémentaires même si l'importance que les spéléologues ont attachée à chacun d'eux a varié au cours des différentes époques.

Nous pouvons schématiquement distinguer quatre périodes depuis les débuts de la spéléologie jusqu'à nos jours, inégales entre elles autant par leur durée respective que par leur intérêt. Il est difficile de choisir arbitrairement des dates précises pour ces différentes périodes, les évolutions ne se déroulant pas toujours de façon contemporaine dans toutes les régions karstiques.

Cette partition présente l'intérêt (surtout pour les deux dernières époques) de montrer quels sont les événements responsables des différentes mutations, et surtout de mettre en évidence le lien étroit qui existe entre la façon de "penser" et de pratiquer la spéléologie, et les accidents qui en découlent.

1 1 1 Les Temps "Pré-spéléologiques"

En tenant compte de la définition citée ci-dessus, nous pouvons difficilement considérer nos ancêtres préhistoriques comme des spéléologues... Pourtant ils sont bien les premiers, poussés par le froid et les prédateurs à chercher refuge dans les cavités souterraines. Depuis, ces cavernes sont utilisées aux fins les plus diverses : habitations, lieux de culte, places fortes, exploitations minières... Souvent seules les zones proches de l'entrée sont utilisées. Nous pouvons citer divers exemples locaux : peintures préhistoriques de Niaux, activité minière au XII^e siècle à la grotte du Calel (Sorèze, 81), occupation de la grotte de Lombrive par les Cathares au XIII^e siècle...

Par contre dès le Moyen Age des hommes pénètrent dans des cavernes sans avoir d'autre but apparent que l'exploration. Nous devons d'ailleurs saluer le courage de ces précurseurs souvent anonymes qui non seulement affrontent avec un matériel extrêmement réduit les dangers qui nous guettent encore, mais qui de plus défient tous les démons et esprits que les croyances populaires plaçaient dans les obscurités souterraines, gardant le chemin des enfers. Citons quelques dates à titre d'exemple :

En 1213 un inconnu grave ses initiales au fond de la grotte d'Adelsberg (Autriche).

<48>

Au XVI^e siècle, certains habitants de Rouffignac (Dordogne) guident moyennant finance de riches "touristes" dans les cinq kilomètres de galeries de la grotte de Miremont. <48>

En 1673 l'utilisation d'échelles de bois permet une descente à -80 mètres dans la grotte d'Antiparos (Crète). <29>

En 1748 descente à -138 mètres à Macocha (Tchécoslovaquie) par Nagel, à la demande de l'Empereur d'Autriche. <43>

En 1771 première navigation sur une rivière souterraine à Hans-sur-Lesse (Belgique). <55>

Il est certain que d'autres tentatives ont eu lieu un peu partout en Europe, mais elles restent dispersées et sporadiques. Avec le XIX^e siècle arrive l'ère des sciences, préhistoriens et géologues vont s'intéresser à l'exploration des cavités, et donner naissance à une nouvelle discipline : la "Karstologie" ou étude du "Karst" (région calcaire de Slovénie, actuelle Yougoslavie, entre Ljubljana et Trieste, explorée dès 1857 par Adolf Schmidt), qui deviendra la "Spéléologie".

1 1 2 Les "Temps Héroïques"

Comme nous venons de le voir les premiers "vrais" spéléologues sont des savants. En France E. A. Martel est considéré comme le père de la spéléologie.

En 1888 il réalise la première traversée du système de Bramabiau, date que de nombreux auteurs retiennent comme le point de départ de la spéléologie moderne. <54>

En 1895 il crée la Société de Spéléologie. A la fin du XIX^e siècle la "spéléo" quitte le cercle d'initiés ou elle se cantonnait jusqu'alors. L'ouverture au public du gouffre de Padirac démarre une ère d'exploitation commerciale qui se poursuit de nos jours.

Les découvertes restent modestes en développement horizontal mais surtout en dénivellation.

Il nous faut imaginer les conditions dans lesquelles se déroulent les sorties à cette époque.<1> L'explorateur est descendu par ses aides, assis sur une "escarpolette" (branche de buis ou de genévrier taillée sur les abords même de la cavité ; cette branche est attachée en son centre par une corde. Le "spéléo" s'assied sur la branche, une jambe de chaque côté de la corde). Il n'existe pas de poulie, si le puits n'est pas absolument vertical la corde de chanvre frotte sur la moindre aspérité de la roche. L'éclairage est assuré par une bougie fixée sur un chapeau de feutre. Les échelles de cordes avec barreaux de bois utilisées parfois sont lourdes (1 Kg au mètre), et encombrantes. De nos jours, où la recherche d'un maximum de sécurité est un des soucis principaux, nous ne pouvons que frémir à la pensée des risques encourus. Les auteurs qui ont étudié cette

période recensent pourtant peu d'accidents, et en particulier peu de chutes, même en tenant compte du nombre réduit de participants.

Après la guerre de 14-18 l'influence de Martel s'affaiblit. La spéléologie connaît un essor important en Autriche, puis en Italie. <54>

Quelques innovations techniques (en apparence négligeables), associées aux nouveaux acquis sociaux de l'époque (congés payés, notion de vacances, de loisir...) vont entraîner une véritable révolution dans la façon de pratiquer ce qui devient de plus en plus une activité sportive.

1 1 3 La Spéléologie Hymalayenne

Dès le début des années 1930 sous l'impulsion de Robert de Joly apparaissent des échelles métalliques souples permettant un gain de poids de l'ordre de 90 %. Les bougies sont remplacées par l'éclairage frontal alimenté par acétylène, bottes et combinaisons étanches améliorent le confort et la protection contre le froid. Ces progrès dans la conception du matériel entraînent rapidement des résultats sur le plan des profondeurs atteintes :

1947 : - 603 mètres à la Dent de Crolles (Isère).

1953 : Début de la spéléologie de haute montagne (3000 mètres) dans le massif du Marboré (Hautes Pyrénées à la frontière Franco-Espagnole).

1953 : - 737 mètres à la Pierre Saint Martin (Hautes Pyrénées).

1956 : - 1122 mètres au gouffre Berger.

Les méthodes employées lors de ces explorations permettent de baptiser "hymalayenne" cette période par analogie avec les techniques de haute montagne utilisées à l'époque.

En effet, en haut de chaque puits une équipe se charge d'assurer la descente puis la remontée de ceux qui partent pour un niveau inférieur. On se retrouve donc avec plusieurs groupes dispersés à chaque niveau du réseau. Seule l'équipe de pointe atteint le fond du gouffre. La progression est donc lente. Les explorations durent fréquemment plusieurs jours, voire une ou deux semaines. Le matériel nécessaire au bivouac souterrain est important, son poids ralentit encore l'allure. Une sortie nécessite donc une préparation préalable longue et minutieuse.

Cependant cette méthode offre des avantages certains : un "spéléo" fatigué trouve toujours de nombreux points de repos et de ravitaillement ; les cas d'épuisement sont exceptionnels (2 décès sur 38 recensés par le docteur Feniès entre 1933 et 1966).

Par contre l'équipement des passages verticaux ne présente pas de garanties suffisantes. Les cordes frottent contre les parois et la communication entre le spéléologue qui remonte un puits et l'équipe qui le hisse est aléatoire.

Le docteur Féliès <33> dénombre 9 chutes mortelles, mais il faut souligner que ces chutes sont plus le fait de l'imprudence que des défauts de la technique employée : tentatives de descente ou de remontée à la corde lisse, absence de corde d'assurance...!

Après les innovations techniques le second fait marquant de cette période est la multiplication du nombre de pratiquants. En 1938 on compte une quinzaine de clubs regroupant environ 500 adhérents ; au début des années 1960 près de 200 clubs réunissent entre 2000 et 3000 personnes.

Une nécessaire union entre ces participants toujours plus nombreux entraîne la fusion des deux principales organisations de l'époque : Société Spéléologique Française (S.S.F.) et Comité National de Spéléologie (C.N.S.), en 1963 apparaît la Fédération Française de Spéléologie (F.F.S.) regroupant la plupart des spéléologues. <50>

Nous devons constater la multiplicité et l'intérêt des études scientifiques réalisées par, ou avec des spéléologues pendant cette période : géologie et hydrologie bien entendu, mais aussi biologie, biospéologie, minéralogie, formation des cristaux... Avec souvent d'ailleurs de nombreuses applications pratiques : alimentation en eau potable notamment.

Signalons également la fondation du laboratoire souterrain du C. N. R. S. de Moulis (Ariège) en 1950.

A partir de cette époque (1960 à 1970) des découvertes techniques révolutionnent à nouveau la pratique de ce sport.

1 1 4 La Spéléologie Alpine

En 1963 Bruno Dressler invente le "bloqueur" (dispositif métallique individuel, simple et léger, fixé au baudrier du "spéléo" : la corde s'engage dans une gorge ne permettant le passage que dans un sens, évitant ainsi toute descente accidentelle lors d'une remontée). Ce système procure une "auto-assurance" et évite la présence d'équipiers en haut des puits. <54>

En 1966 invention du "descendeur" : système composé de deux poulies fixes entre lesquelles s'enroule la corde, permettant de ralentir l'allure de la descente, voire de s'arrêter. Les échelles ne sont alors plus utilisées pour la descente. <48>

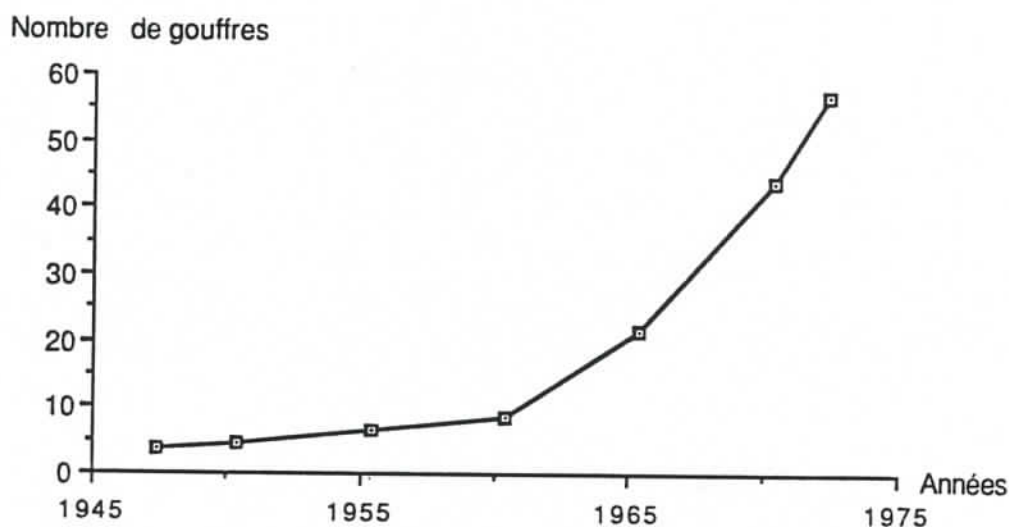
En 1968 mise au point de "spits" autorisant la fixation d'un amarrage sur une roche même en l'absence de fissures (ce qui est impossible avec des pitons traditionnels). <48>

Enfin en 1968 également l'utilisation conjointe de deux appareils dérivés des bloqueurs rend possible la remontée des puits sur une seule corde fixe : c'est la technique "Jumar". <48>

Ces quelques progrès peuvent paraître d'une importance secondaire aux yeux du profane, pourtant même les "spéléo" qui les conçurent n'imaginaient peut être pas la portée de ces géniales découvertes et les conséquences qu'elles allaient entraîner...

La généralisation de ces nouvelles méthodes ne sera pas immédiate et pendant quelques années apparaîtra un conflit entre "anciens" et "modernes". En fait toute la conception de la spéléologie est en train de changer. On ne verra plus d'échelles sous terre (en dehors de quelques cas particuliers). Le gain de poids est appréciable, le gain de temps l'est encore plus. La progression est plus rapide sur corde que sur échelle, mais elle est aussi beaucoup plus éprouvante. Un des aspects majeurs de cette technique est que le "spéléo" s'auto-assure, les équipiers attendant en haut des puits deviennent inutiles. Toute l'équipe descend au niveau le plus bas. Une exploration qui nécessitait des dizaines de personnes en 1950 peut se faire à quatre ou cinq. Pour explorer le gouffre Berger il fallait une semaine en 1955, une journée suffit en 1972...!

Les résultats ne se font pas attendre et le nombre de gouffres dont la profondeur dépasse 500 mètres augmente de façon quasiment exponentielle <54>:



GRAPHIQUE 1: Gouffres connus dont la profondeur dépasse 500 mètres

Nous comptons à l'heure actuelle quelques dizaines de cavités dont la profondeur dépasse 1000 mètres. Le record mondial est toujours détenu par le gouffre Jean Bernard (Savoie, -1535 mètres).

Ces techniques offrent une sécurité jamais égalée jusqu'alors, mais leur connaissance doit en être parfaite. Le "spéléo" n'est plus relié à ses camarades par le cordon ombilical de la corde d'assurance. Il doit faire face seul aux problèmes qui peuvent se présenter lors de sa progression, hors de portée de toute assistance réellement efficace.

De même l'équipement des verticales doit être d'une rigueur absolue ; le moindre frottement de la corde sur la roche peut se révéler fatal. Au dessus d'un puits de 80 mètres une erreur technique ne pardonne pas !

Nous l'avons vu plus haut la progression est devenue plus rapide, une nouvelle pathologie va en découler : "l'épuisement", à l'origine de très nombreux décès. Ceci est quasiment spécifique de la spéléologie alpine et représente une des conséquences directes du matériel utilisé. En effet grâce à ces méthodes, de nos jours, une expédition est rapide et "courte", environ une vingtaine d'heures. Mais ceci représente tout de même vingt heures d'effort pratiquement constant, sans bivouac pour se reposer, entraînant une dépense calorique et hydrique (par la transpiration) considérable. Que le spéléologue néglige les premiers signes de fatigue, le moindre incident risque de décompenser cet état, provoquant le décès en quelques heures.

Cette période est aussi marquée par l'augmentation progressive du nombre de licenciés.

Au cours de cette décennie, le nombre de travaux scientifiques publiés par des spéléologues a par contre sensiblement diminué, et il est incontestable que la spéléologie a perdu au cours de son évolution une partie de sa vocation au profit de ses attraits sportifs.

1 2 HISTORIQUE DE LA PLONGEE EN SYPHON

Un aspect de la spéléologie n'a pas été abordé jusqu'ici, les problèmes posés lui sont propre et son évolution n'a pas suivi celle des techniques "aériennes", il s'agit de la plongée en syphon. <35>

Souvent la progression est arrêtée par une zone noyée. Il est intéressant de savoir "ce qu'il y a derrière" et dès le début du siècle les tentatives se sont multipliées. Il est difficile d'imaginer ce que représente réellement une plongée en spéléologie. La plongée sous marine est en elle même un sport éprouvant, qui demande une condition physique parfaite, certaines connaissances scientifiques et une technique irréprochable. Ici plusieurs facteurs s'ajoutent, cette discipline devenant une des plus exigeantes qui soient :

Un parcours souterrain plus ou moins long et pénible (parfois plusieurs heures) avec un matériel lourd et encombrant.

Une eau glacée (à peine quelques degrés).

Une obscurité totale, accentuée par le déplacement d'une suspension de particules de boue réduisant la visibilité à quelques centimètres.

La topographie torturée des syphons, imposant le passage d'étroitures et le déroulement d'un "fil d'ariane" (cordelette que le plongeur laisse défiler lors de sa progression, permettant de retrouver le chemin au retour).

Un courant parfois violent.

La présence éventuelle de gaz toxiques dans les cavités closes derrière les syphons.

L'impossibilité de remonter rapidement à l'air libre en cas de problème...

Pourtant certains intrépides n'hésitent pas à franchir des syphons... en apnée ! Comme Norbert Casteret qui passe deux syphons successifs à la grotte de Montespan en 1922 <14>. Les premiers plongeurs utilisent des scaphandres lourds, ils arrivent cependant à parcourir quelques dizaines de mètres (En 1938 Negri descend à -30 mètres dans la Fontaine du Vaucluse).

En 1946 les plongeurs du Groupe d'Etude et de Recherche Sous marine (G.E.R.S.) de Toulon mettent au point le scaphandre autonome Cousteau-Gagnan qui révolutionne la pratique de la plongée.

Les connaissances progressent également en ce qui concerne l'étude des gaz respiratoires dans le sang. Les premières bouteilles ne contiennent que de l'air comprimé, peu à peu de nouveaux mélanges sont mis au point (avec des proportions variables d'azote ou d'hélium) permettant des plongées plus profondes, avec une sécurité accrue.

Le nombre de plongeurs "spéléo" ne cesse alors d'augmenter, passant de 44 en 1963, à 150 en 1974, pour atteindre 220 en 1976 <35>.

Les résultats ne sont pas négligeables :

Réseau aérien post syphon le plus long du monde : 26 kilomètres de galeries au réseau de Vernau (Doubs).

Franchissement de plusieurs centaines de mètres, parfois plusieurs kilomètres de galeries noyées (5950 mètres en Australie par l'équipe de Francis Le Guen lors d'une plongée de 47 heures en 1983).

Descente à -153 mètres en 1981 dans la Fontaine du Vaucluse par Touloumdjian, à -205 mètres sur le même site en 1983 par Jochen Hasenmayer (R.D.A.).

Hélas les accidents sont nombreux et souvent mortels : 22 décès entre 1950 et 1976 ce qui est énorme proportionnellement au nombre de plongeurs. Dans ce domaine plus que dans tout autre les règles de sécurité doivent être strictement respectées. Ne devraient plonger que des sportifs au "top niveau" de leur forme physique, longuement et minutieusement préparés tant sur le plan sous marin que spéléologique. En effet un excellent plongeur sous marin ne s'improvise pas pour autant plongeur en syphon. Mallard rapporte les résultats d'une étude réalisée en Grande Bretagne montrant que la plongée souterraine serait 1000 fois plus dangereuse que son équivalent sous marin <48>.

Ce rôle de formation est assuré par la F.F.S. et plus particulièrement par sa commission "plongée" créée en 1963 par Guy de Lavour.

1 3 HISTORIQUE DES SECOURS SPELEOLOGIQUES

Nous avons vu que dès le début de leur histoire les hommes ont fréquenté les cavernes. Le souvenir des premiers accidents se perd dans la nuit des temps. Norbert Casteret dans "Tenèbres" <14> relate la découverte en 1872 d'un squelette magdalénien dans une grotte des bords de la Vézère (Dordogne). Ce chasseur de rennes avait été écrasé dans son sommeil par des blocs détachés de la voûte.

Certains auteurs rapportent des récits d'accidents et même de secours en milieu souterrain dans les périodes ultérieures, mais comme nous l'avons défini au début de cet ouvrage nous ne pouvons parler d'accidents et de secours spéléologiques proprement dit.

En fait la façon d'organiser les secours a peu évolué du début du siècle jusqu'aux années 1950. Citons quelques exemples célèbres <48>:

En 1894 : En Autriche, sept spéléologues sont bloqués par une crue. Les sauveteurs envoient des caisses étanches contenant des vivres dans le cours d'eau qui se jette dans le gouffre, ce qui permet aux "secourus" de sortir indemnes après huit jours d'attente <48>.

En 1925 : En Italie, huit membres d'une équipe de pointe sont secourus à -190 mètres, lors d'une crue, mais deux autres sont emportés par le courant.

Les sauveteurs sont toujours les membres du club restés à l'extérieur, ou d'un club proche aidés par les autorités locales en ce qui concerne les problèmes de surface.

Plusieurs accidents aux conséquences tragiques vont être à l'origine d'une organisation plus rationnelle des secours :

Le 11 novembre 1950, six spéléologues disparaissent surpris, par une crue, (encore...) au Trou de la Creuse (France) <33>.

Dès l'année suivante des dépôts de matériel sont constitués dans plusieurs villes : Grenoble, Montpellier, Paris, Toulouse, Vesoul. Des listes de secouristes spécialisés sont instituées.

En 1955 des équipes de secours de Toulouse, Valence et Dijon prennent contact avec la Protection Civile.

En 1963 la naissance de la Fédération Française de Spéléologie est marquée le jour même par l'accident de la "Goule de Foussoubie" (Ardèche), où deux spéléos se noient dans une rivière souterraine syphonnant pendant une crue... Pourtant les moyens mis en oeuvre étaient d'une importance sans précédent tant sur le plan technique (barrages sur les ruisseaux alimentant le réseau, pompage...) que financier (4 millions de francs) <33>.

L'année suivante un dispositif de secours est associé au plan O.R.S.E.C. dans la région pilote Rhône-Alpes.

En 1968 une nouvelle commission est constituée sous la direction du docteur Castin. Il faut préciser que le nombre d'accidents mortels en France augmentait (passant en quelques années de deux à cinq par an), ceci étant lié en partie à la progression du nombre de pratiquants ; et que planait la menace d'une réglementation de l'activité spéléologique.

Les équipes commencent alors à être opérationnelles sur le plan technique, mais le problème médical essentiel dans ce domaine reste à régler <17>.

Le plus souvent le médecin "recruté" pour l'occasion pénètre sous terre pour la première fois. Il arrive qu'il reste à la surface et prescrive par personne interposée...

Rarement un médecin spéléologue est disponible.

Le matériel n'est pas toujours bien adapté (et pourtant des points comme la conception du brancard, ou les moyens de réchauffement du blessé sont primordiaux).

La véritable médicalisation des secours date des années 1970. Une équipe du S.A.M.U. de Toulouse est alors en pointe dans ce domaine <56>. Une "doctrine" des soins commence à voir le jour <15>.

Une intervention chirurgicale (splénectomie chez un chien) est même tentée avec succès, permettant de tester l'adaptation du matériel (éclairage, aseptie...).

Le docteur Castin met au point un brancard adapté au milieu souterrain.

Malgré tous ces progrès certains points restent en suspens, comme le statut juridique et l'assurance des sauveteurs. La menace de réglementation, écartée difficilement quelques années plus tôt se précise.

Devant ces problèmes la F.F.S. crée le Spéléo Secours Français (S.S.F.), doté d'une structure précise, dirigé par un directeur et un collège de douze Conseillers Techniques Nationaux (C.T.N.) élus, puis nommés par le ministère de l'intérieur.

Le collège nomme à son tour des Conseillers Techniques Départementaux (C.T.D.).

Le S.S.F. s'occupe de la prévention, de l'organisation des secours, de l'entraînement des équipes de secouristes.

Le C.T.D. est le responsable effectif du déroulement du secours sur le terrain, sous l'autorité du commissaire de la République.

Divers moyens sont mis à la disposition du C.T.D. suivant les possibilités du département <48>:

Conseillers Spécialisés pour certains domaines : plongée, dynamitage...

Sapeurs-Pompiers.

C. R. S.

Gendarmes.

Croix Rouge Française.

Moyens Hélicoptés de la Protection Civile.

Entreprises Spécialisées (carriers, artificiers).

Equipes de Secours formées par des spéléologues civils, volontaires, réunis en associations régies par la loi de 1901.

Une convention nationale d'assistance technique en spéléo secours est signée le 8 mars 1978 entre le ministère de l'intérieur et le Spéléo Secours Français. Cette convention précise la situation juridique des sauveteurs et les modalités de remboursement de leurs frais (indemnités journalières...). Elle est reconduite tacitement chaque année.

Enfin des conventions régissent les rapports entre les Commissaires de la République et les différentes associations départementales de spéléo secours.

Au niveau départemental il existe un plan O.R.S.E.C. spéléo intégrant les divers intervenants. Ces structures sont encore en vigueur malgré quelques problèmes épisodiques dans certains départements. Elles permettent une organisation rationnelle des secours.

La S.S.F. prouve régulièrement son efficacité ; à plusieurs reprises des équipes de sauveteurs français ont travaillé à l'étranger à la demande de différents gouvernements (Pologne, Maroc) <36>.

II LE MILIEU SOUTERRAIN

Les caractéristiques du milieu souterrain sont d'une importance capitale en ce qui concerne la genèse de nombreux accidents, elles expliquent souvent la rapide aggravation de blessés légers, elles conditionnent la spécificité des problèmes médicaux rencontrés sous terre.

2 1 L'OBSCURITE

A quelques mètres de la surface l'obscurité devient totale, mais le spéléologue dispose d'un double dispositif d'éclairage :

Chimique : par combustion d'acétylène, éclairage d'ambiance, assez confortable mais peu intense.

Electrique : éclairage de secours, utilisé aussi dans les passages arrosés, dans certains passages étroits, ou pour préciser des détails éloignés. L'autonomie est d'une demi-douzaine d'heures.

L'obscurité seule explique rarement un accident, mais associée à d'autres facteurs (fatigue, défaut d'équipement...) elle peut favoriser certaines chutes. Par contre son rôle défavorable sur le moral des blessés est loin d'être négligeable.

2 2 LA TEMPERATURE

Pour illustrer ce chapitre, nous rapportons un texte extrait de la thèse de Philippe Renard à propos d'un exercice secours <52>:

"Notre imprévoyance face aux effets du froid ! C'est une vraie victime que l'on a sortie du trou, à la limite de la défaillance après être restée plus de quatre heures sur son brancard, sans pouvoir bouger, subissant avec beaucoup de stoïcisme les bains de boue et les douches d'eau glacée..."

Et encore cette scène se déroule non loin de Reims, à une altitude modeste, avec un "blessé" en parfait état avant le "secours" !

Les cavernes ont la réputation de présenter une température confortable. En fait cette température dépend de plusieurs facteurs <19-21>: Altitude, Latitude, Saison, Conditions particulières.

En France la température varie peu en fonction des saisons surtout à distance des entrées.

De même les variations de latitude n'entraînent pas de changement important de la température.

L'altitude reste déterminante.

Les conditions particulières sont principalement :

La présence d'eau courante.

L'existence de plusieurs entrées à différentes altitudes entraînant des courants d'air parfois violents (dont le sens peut s'inverser en fonction de la saison).

L'existence de sources chaudes.

Nous pouvons ainsi mettre en évidence trois catégories de cavités <51>:

Les grottes "tièdes" de 8° à 12° comme la plupart des cavités des Causses.

Les grottes froides de 4° à 8° que l'on trouve sur les contreforts des Pyrénées ou des Alpes (gouffre Berger, massif d'Arbas).

Les grottes glacées avec une température proche de 0° (Marboré, Taillon).

Une des principales préoccupations des spéléologues sera donc de se protéger du froid, d'ou l'utilisation de sous combinaisons isothermiques, de combinaisons imperméables, de chaussons...

Ces températures sont supportables tant que dure l'exercice physique, mais quelques minutes de repos suffisent pour qu'apparaissent des frissons, surtout si le froid est associé à l'humidité comme nous le verrons plus loin.

2 3 L'HUMIDITE

Le degré hygrométrique de l'air est le plus souvent voisin de 100 % . Ceci amène plusieurs conséquences :

Tout objet : tissu, papier, duvet... est rapidement transformé en éponge ce qui n'est pas sans poser de nombreux problèmes lors des bivouacs, avec ou sans blessé.

Lors de certains efforts physiques intenses (remontée de puits, marche rapide, ramping...), le travail musculaire produit une importante quantité de chaleur. Ces calories momentanément excédentaires s'éliminent habituellement par l'évaporation de la sueur. Or dans un milieu saturé en vapeur d'eau, l'évaporation est par définition impossible. Ceci est aggravé par le port de combinaisons imperméables. Il s'en suivra une sudation extrêmement importante entraînant un état de déshydratation si les pertes sont mal compensées.

Un troisième point est à noter : l'humidité augmente la déperdition calorique par convection de façon non négligeable.

2 4 L'EAU

L'eau est souvent présente sous terre, que ce soit sous forme gazeuse, comme nous venons de le voir, mais aussi sous forme "figurée" : rivières, lacs, cascades... Elle est fréquemment rencontrée comme facteur d'accident :

Noyade lors d'une chute ou d'une crue.

Hydrocution.

Déperdition calorique importante (jusqu'à 500 kilocalories à l'heure).

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, les crues subites dues à un violent orage en surface constituent un des risques majeurs qui guettent le spéléologue. Une cavité habituellement tranquille peut alors se changer en quelques minutes en une conduite forcée impénétrable... Dans les réseaux à risque il conviendra de prendre des avis sérieux sur l'évolution de la météorologie locale avant toute expédition.

Le facteur "eau" surtout sous forme de cascades froides arrosant un spéléologue lors d'une remontée de puits est fréquemment retrouvé lors des décès par épuisement-hypothermie.

Enfin nous rappelons que l'eau présente dans les régions calcaires ne subit pratiquement pas de filtration, elle est donc théoriquement impropre à la consommation (d'autant plus que malgré la loi, certains considèrent encore les gouffres comme des poubelles : cadavres d'animaux, déchets de toutes sortes...).

2 5 L'AIR

La ventilation est en général suffisante pour que l'atmosphère des cavernes soit parfaitement respirable. La présence de gaz toxiques quoique rare est cependant à l'origine d'accidents souvent mortels.

Schématiquement nous pouvons distinguer les gaz "naturels" des "artificiels" <40-53>.

Un gaz présent en dehors de l'intervention humaine pourra être baptisé "naturel" :

Gaz carbonique (CO₂).

Méthane (CH₄) provenant de la décomposition de déchets végétaux.

Hydrogène sulfureux (H₂S) dans les régions volcaniques, ou après décomposition de déchets végétaux.

Par contre un gaz sera dit "Artificiel" s'il est en rapport direct avec l'activité humaine:

Monoxyde de carbone (CO) extrêmement toxique, après l'utilisation de moteurs à combustion (lors des opérations de pompage de syphon par exemple), ou lors de tirs d'explosifs.

Vapeurs nitreuses, souvent associées au monoxyde de carbone lors de l'emploi d'explosifs. Notons que les deux derniers gaz cités potentialisent leur toxicité <40>.

Gaz carbonique (CO₂) qui peut être produit par des moteurs thermiques, mais aussi par la simple flamme du brûleur à acétylène, pour si peu que le passage soit suffisamment étroit ou mal ventilé <53>.

Acide chlorhydrique gazeux (HCl), produit par la combustion de la gaine de l'explosif <40>.

Les plongeurs doivent particulièrement se méfier en émergeant derrière un syphon ; l'atmosphère isolée depuis des millénaires peut se révéler particulièrement toxique...

Enfin nous pouvons citer quelques cas anecdotiques (bien qu'ils aient entraîné des accidents graves) :

Présence de vapeurs d'hydrocarbure, due à des fuites dans les cuves d'une station service.

Présence de monoxyde de carbone dans une cavité découverte à la suite de la réfection d'une route (le CO ayant été produit par les bulldozers des travaux publics).

Présence d'acétylène : fuite entre la calbombe et le brûleur, réserve de carbure tombant dans l'eau...

Il est difficile d'éviter l'accident si la concentration des gaz toxiques est faible. Il existe bien un détecteur de gaz (appareil Draegger), mais le coût de son utilisation en limite l'emploi. La bougie reste un excellent moyen de détecter une diminution de la proportion d'oxygène (contrairement au brûleur à acétylène). Mais la présence de gaz toxiques en faible concentration n'empêche pas la bougie de brûler. Cependant quelques mesures de prudence pourraient diminuer la fréquence des intoxications par gaz artificiels : éviter l'emploi de moteurs dans des cavités mal ventilées ou de faible volume, respecter un délai suffisant avant de retourner sur les lieux d'un tir d'explosif.

Par ailleurs tout spéléologue devrait connaître les premiers signes pouvant révéler la présence de gaz toxique : céphalées, polypnée, essoufflement rapide pour des efforts de faible intensité, nausées, picotements oculaires, sensation d'engourdissement...

Enfin nous devons signaler que les accidents collectifs, ou les suraccidents lors des secours ne sont pas rares dans ce domaine.

2 6 PARTICULARITES DIVERSES

Nous citerons quelques points d'importance secondaire :

La flore est absente dès que l'on s'éloigne des entrées (en fait dès que l'obscurité devient totale).

La faune peut être présente, on distingue les hôtes occasionnels des cavernes, mais qui peuvent vivre à l'extérieur, des animaux vivant exclusivement en milieu souterrain (cavernicoles). Cette faune n'amène d'ailleurs pas de risque particulier, du moins en ce qui concerne les cavités françaises.

En dehors des déchets organiques provenant de l'extérieur, la flore microbienne aérienne est pauvre de type saprophyte, amenée par l'homme lui même <39>.

2 7 QUELQUES CONSEQUENCES DES PARTICULARITES DU MILIEU SOUTERRAIN SUR L'HOMME

Nous avons décrit les principaux dangers rencontrés par les spéléologues. Certains facteurs peuvent paraître négligeables si on les considère isolément, mais ils se potentialisent et entraînent alors des conséquences redoutables. La conjonction : froid, humidité, fatigue est à l'origine du tableau d'épuisement, pratiquement spécifique de la spéléologie.

Des études biologiques ont été pratiquées à plusieurs reprises (nous pouvons citer le remarquable travail de F. et G. Kergomar <39>). Les résultats en sont concordants : une expédition spéléologique surtout si elle est longue (une vingtaine d'heures) et éprouvante entraîne des perturbations biologiques témoignant d'un déséquilibre général de l'organisme.

Nous observons en effet :

Une déshydratation normo, voire hyponatrémique <11>.

Un amaigrissement de plusieurs kilogrammes en rapport avec la déshydratation <11>.

Une hypoglycémie parfois sévère.

Une hypothermie d'origine "externe" liée au climat, mais également "interne" par défection des systèmes de thermorégulation dès que le niveau de vigilance baisse (traumatisme crânien, hypoglycémie, fatigue).

L'origine de la déshydratation est évidente : sudation extrêmement abondante, mal compensée, soit par manque d'eau dans un réseau sec, soit parce que le spéléologue répugne à boire une eau qu'il sait polluée.

Notons que la sensation de soif est un signal insuffisant et trop tardif.

Cette sensation est d'ailleurs diminuée sous terre par la réunion de plusieurs facteurs <38>:

Le degré d'hygrométrie de l'air maintient une humidité convenable au niveau des muqueuses oropharyngées.

L'hyperthermie n'est présente que pendant les exercices nécessitant un effort intense, à ces moments là il est impossible de boire. En dehors de ces exercices le spéléologue a le plus souvent froid. Le facteur "chaleur" n'intervient donc pas pour stimuler la sensation de soif.

Le facteur principal stimulant la soif reste donc l'hypovolémie. La normonatémie peut surprendre, il serait intéressant de vérifier le verrouillage urinaire du sodium. Nous remarquons cependant que l'apport alimentaire en sel est souvent négligé à tort ; les aliments sucrés ayant la préférence des spéléologues en raisons des calories qu'ils sont sensés apporter.

L'hypoglycémie est en rapport avec, d'une part l'importante dépense d'énergie musculaire, d'autre part avec le besoin calorique nécessaire au maintien d'une température correcte (surtout dans les cavités froides et humides).

Ces deux facteurs (déshydratation et hypoglycémie) sont d'ailleurs liés.

Le Docteur Ballereau <4> nous rappelle qu'un déficit en liquide entraîne une diminution du rendement musculaire, la quantité d'énergie nécessaire pour un même effort, sera donc augmentée (dans des proportions importantes).

Ceci lié à l'hypothermie peut expliquer la rapidité à laquelle de nombreux états d'épuisement évoluent vers une issue fatale.

Les mêmes auteurs <39> citent également :

Une acidose métabolique modérée.

Une hyperuricémie.

Une souffrance cellulaire musculaire.

Ces modifications biologiques, modérées en amplitude ont été observées chez des sujets sains, se sentant normalement fatigués à la fin de l'expédition. Elles donnent une idée des perturbations que l'on constaterait chez un spéléologue épuisé.

Ces études sont à la base de la règle : "HYDRATER - SALER - SUCRER", qui devrait être respectée par tous pour prévenir les états d'épuisement, et pour traiter dès les premiers symptômes si un tel état se présente.

Cependant nous signalons l'existence d'autres facteurs déclenchants dans ce syndrome d'épuisement rapide. En particulier le harnais est soupçonné d'entraîner des compressions vasculaires, si le spéléologue ne se tient pas dans une position adéquate (comme cela arrive s'il perd connaissance). Cette hypothèse a été vérifiée par une expérimentation du Docteur Bariod, réalisée au CHU de Besançon, qui montre bien la gêne créée au retour veineux <5>. Ceci survenant chez un sujet déjà en hypovolémie, peut alors précipiter un désamorçage cardiaque.

CHAPITRE II

ETUDE ANALYTIQUE

I MATERIEL METHODE

1 1 GENERALITES

Plusieurs auteurs ont déjà réalisé des études statistiques sur ce sujet, nous pouvons citer :

Le Docteur Fénies <33> étudie les accidents survenus entre 1933 et 1965 en excluant ceux qui se sont produits à l'extérieur des cavités, à l'étranger, les accidents ne s'insérant pas dans un contexte spéléologique (meurtres, chutes de promeneurs dans l'orifice d'un gouffre...). Cette étude réalisée d'après les réponses à un questionnaire paru dans Spélunca ne se veut pas exhaustive, elle présente le mérite de dresser un "état des lieux".

Le Docteur Ritter <56> présente une série de 50 accidents ayant entraîné des opérations de secours, entre 1968 et 1972.

Le Docteur Ballereau établit une série d'accidents survenus entre 1933 et 1978.

Le docteur Bariod réalise une étude statistique sur les accidents des années 1976,77,78.

Enfin le Docteur Faust étudie les accidents entre 1978 et 1981. Ce travail est réalisé à partir des dossiers de l'assurance de la Fédération Française de Spéléologie, en sont cependant exclus les accidents survenus à la surface, ou ceux pour lesquels les victimes ne présentaient aucune lésion.

1 2 MATERIEL

Notre étude est également réalisée d'après les dossiers de l'assureur de la F. F. S. ; 306 cas sont recensés entre 1982 et 1987 inclus.

Les accidents survenus en surface (prospection, campement, marche d'approche, entraînement...) sont pris en compte. En effet il nous paraît nécessaire d'explorer l'activité spéléologique dans son ensemble, de façon globale. Les accidents ayant entraîné une opération de secours sont inclus même si les "victimes" ne présentent aucune lésion (fatigue simple, retard...). A nos yeux une équipe qui s'égaré ou qui ralentit son allure en raison de la fatigue d'un ou plusieurs de ses membres est potentiellement en danger. Nous considérons ces cas comme des "pré-accidents" et l'absence de lésion n'est pas le signe d'une fausse alerte mais la conséquence directe de la rapidité et de l'efficacité des secours. Les seules vraies "fausses alertes" sont le fait de spéléologues ayant donné à leurs correspondants en surface une heure limite pour prévenir les secours, sous estimant de beaucoup la durée de l'exploration.

Par contre les accidents entrant dans une des catégories suivantes sont exclus :

Accidents de la voie publique lors des trajets motorisés.

Accidents à l'étranger (ceux survenus en zone frontalière sont cependant pris en compte, ainsi qu'un cas survenu en Espagne à distance de la frontière. Ce cas a en effet été retenu car en dehors de la cavité, tout dans cet accident était Français : l'équipe, la victime, les secours...).

Accidents n'ayant entraîné aucune lésion corporelle, et n'ayant pas nécessité d'opération de secours (dégats matériels, ou simple déclaration d'accident au cas où une lésion apparaîtrait secondairement...).

Bien entendu les limites sont souvent incertaines et ce d'autant plus que les renseignements sont rares ou imprécis. Dans certains cas le choix d'inclusion ou d'exclusion a été relativement arbitraire, cependant ce nombre de cas "limite" est faible (un ou deux dossiers par année).

Sont cependant exclus de manière inévitable, tous les accidents concernant des victimes non assurées par la F. F. S. (scouts, colonies de vacances, indépendants...) à moins qu'un secours ne se soit révélé nécessaire (le secours étant toujours couvert par l'assurance de la F. F. S.).

Les dossiers comprennent en général :

Une déclaration de la victime mentionnant : âge, sexe, situation familiale, profession, antécédents, récit circonstancié de l'accident précisant l'heure, le lieu, l'éventualité d'un secours...

Un certificat médical notant les lésions constatées.

Un récit très détaillé de l'expédition, de l'accident, du secours peut y être associé, source irremplaçable d'informations certaines.

Parfois cependant nous ne disposons que d'un feuillet précisant simplement qu'un secours a été réalisé, notant seulement le lieu, la date et le nombre de sauveteurs.

Nous regretons l'absence, dans la grande majorité des cas, de comptes-rendus médicaux précis. Ceci empêche tout essai d'analyse des démarches thérapeutiques entreprises. Ce travail se trouve ainsi amputé de toute une partie concernant la "médicalisation des secours", qui si elle intéresse peu les spéléologues en général, serait par contre très utile aux médecins appelés à intervenir sous terre.

De même l'absence de renseignement concernant les établissements hospitaliers où ont été admis les blessés nous prive de toute information sur leur "suivi". Nous ne connaissons rien de leur

devenir à court ou long terme. Certains éléments auraient pourtant été intéressants à étudier (invalidité, I.P.P., journées de travail perdues).

L'étude statistique a été réalisée sur un microprocesseur Apple type Macintosh II utilisant pour le traitement des données un logiciel : Excel.

1 3 METHODE

Pour chaque dossier cinq thèmes différents ont été individualisés, regroupant 41 item : la victime, l'expédition, l'accident, les lésions, les secours.

1 3 1 La victime

Le nombre de victimes par accident est relevé. Pour chacune d'entre elles nous avons retenu : le sexe, l'âge, la situation familiale (est elle mariée ? a-t-elle des enfants ? combien ?), les antécédents médicaux, ainsi que le niveau spéléologique (trois catégories étant différenciées : non spéléologue, débutant, expérimenté).

1 3 2 L'expédition

Nous nous sommes intéressé à la date de l'expédition (précisant le jour de la semaine, le mois, l'année), à l'heure d'entrée sous terre (H0), au lieu (département), au nombre de participants à l'exploration, ainsi qu'au type de "cavité" (gouffre, grotte, résurgence, cavité artificielle, entraînement, prospection, surface). Cette dernière partition assez arbitraire mérite quelques précisions :

Nous différencions les grottes, cavités en général horizontales (l'exploration ne nécessite aucun matériel particulier : corde, baudrier...), des gouffres, imposant un équipement de spéléologie alpine.

Quelques accidents ont eu lieu dans des galeries d'anciennes mines ou dans des ouvrages à vocation militaire, en particulier dans l'est de la France. Ces accidents, peu nombreux, ont entraîné la mobilisation des spéléo-secours locaux, de plus l'équipement nécessaire (et les difficultés rencontrées) ne diffère en rien de celui utilisé dans les cavités naturelles ; ils ont donc été inclus dans l'étude.

Nous considérons les résurgences de type vauclusien ou non, comme des cavités à part entière.

Enfin comme nous l'avons déjà signalé nous incluons les divers événements survenus en surface :

Entraînement (le plus souvent en falaise).

Prospection.

Tout autre événement survenant en surface (préparation du camp de base, trajet camp de base-cavité), noté alors : "Surface".

1 3 3 L'accident

15 items sont étudiés :

L'heure de l'accident (H1).

Le temps passé sous terre au moment de l'accident (H1-H0).

Le sens de progression du groupe au moment de l'accident (aller, retour, traversée).

Le profil de la cavité sur le lieu de l'accident : vertical ou non-vertical. Nous entendons par "vertical" une zone où un équipement de spéléologie alpine est obligatoire (puits, tyrolienne, vire...). Ceci semble évident, pourtant bien des controverses sont possibles : un ressaut incliné de quelques mètres correspond-il à une zone verticale ? Ce n'est pas nous le verrons le seul point "à problème" de l'étude.

La présence d'eau, sous quelle forme que ce soit : cascade, vasque, rivière, simple flaque ou rocher mouillé pourvu qu'il soit possible d'établir une relation avec l'accident.

L'accident a-t-il eu lieu lors d'une plongée souterraine ?

La notion de crue.

Pour illustrer ce que représente une crue sous terre, nous rapportons ce témoignage de B. Bitard <7>:

"Tentative de plongée, réflexe de survie. Toute la galerie d'entrée est sous l'eau, c'est trop révoltant, être coincé si près de l'extérieur par quelques mètres cubes de flotte ! Nous essayons de trouver un refuge, le plus haut possible. De temps en temps l'un de nous jette un oeil dans le puits, sans grande conviction "ELLE" monte toujours, inexorablement... En prêtant l'oreille, sans avoir à nous lever, un très léger clapotis se fait entendre : "ELLE" est là, à deux ou trois mètres de nous. Thierry, ça continue de monter ? Non, ça se stabilise. Thierry ment, je suis peut être le seul à avoir

compris qu'il mentait. C'est presque fini... Dans une heure, nous serons morts. Le silence s'est installé entre nous. Chacun s'enferme dans ses pensées...

Ce n'est pas vrai ! Ce n'est pas possible ! Dans une heure je serai mort. Je ne peux pas y croire. Dans une heure ce sera terminé. La fin va être atroce... "

La notion de chute.

La présence de gaz toxiques.

La notion d'éboulement (sans préjuger de l'importance de "l'éboulement" : simple particule d'argile dans l'oeil ou effondrement de la voûte...).

La notion de défaillance du matériel.

La notion de faute humaine.

Ces deux derniers points méritent également une remarque. Dans plusieurs dossiers nous retrouvons la mention : "rupture d'amarrage", sans autre précision. Pouvons nous conclure à une défaillance matérielle ? Ce n'est pas si simple. Un amarrage doit toujours être double. Avons nous affaire dans ces cas là à un amarrage simple (grave faute technique), à un double amarrage réalisé avec des plaquettes abimées ou non vérifiées ? à des spits mal plantés ?

Nous ne pouvons mettre en cause le matériel que si nous avons à faire à du matériel en bon état apparent, convenablement vérifié et utilisé, or le plus souvent ces précisions manquent. De même il est difficile de cerner la notion de faute humaine. Une chute dans une zone inclinée est elle imputable à une faute par absence d'équipement ? Il est de toute façon impossible d'être encordé en permanence, et seules les zones "à risque" près d'une dénivellation importante sont équipées. Mais peut on parler de zone "à risque" alors qu'une simple chute sur un parcours horizontal provoquant une entorse de la cheville peut mettre en danger la vie de l'individu, comme nous l'avons vu dans un chapitre précédent.

Ces deux exemples illustrent la difficulté représentée par l'analyse d'un dossier, en particulier pour certains facteurs. Les résultats chiffrés devront donc être considérés avec toute la prudence nécessaire.

La notion d'erreur de parcours.

La notion de "retard simple".

La profondeur à laquelle a eu lieu l'accident.

Notons qu'un type d'accident, pratiquement spécifique à la pratique de ce sport, n'a pu être étudié en raison du manque de précisions dans les dossiers ; il s'agit des "coincements". En effet il est signalé dans les études précédentes des cas de spéléologues s'engageant (volontairement ou après une chute) dans des étroitures extrêmement serrées. Parfois l'intervention d'une équipe de secours a été nécessaire. Dans certains cas la victime a succombé. Les causes exactes du décès sont alors difficiles à préciser : compression thoracique ou vasculaire ?

1 3 4 Les lésions

Nous différencions huit types de lésions, qui peuvent cependant se trouver associées :

Décès (en précisant si le décès est survenu au moment de l'accident, en attendant les secours, ou après le début de la médicalisation).

Lésions radiovisibles : fractures, luxations, en notant leur topographie.

Autres lésions traumatiques : entorses, plaies, contusions, brûlures ; la topographie est également précisée. Les lésions des parties "molles" : rate, foie, autres viscères abdominaux, pneumothorax... sont rarement retrouvées. Il est possible que leur fréquence réelle soit sous-estimée. Nous ne notons en fait que deux cas (les spéléologues polytraumatisés ont succombé immédiatement), pour lesquels les rapports notent à côté des lésions osseuses : rupture de rate, issue de matière cérébrale, hémopneumothorax.

Epuisement-hypothermie.

Fatigue "simple" : compte tenu du peu de renseignements cliniques précis la fatigue est différenciée de l'épuisement de la façon suivante : nous parlons de fatigue si la victime n'a bénéficié d'aucune réanimation médicale, même simple (perfusion, injection de glucosé hypertonique...) et si elle a réussi à remonter à la surface sans l'utilisation d'une civière.

Intoxication respiratoire.

Noyade.

Pas de lésion retrouvée (le plus souvent il s'agit de spéléologues bloqués par une crue ou par une erreur de parcours).

Notons l'absence de pathologie indépendante de l'activité pratiquée : appendicite, colique néphrétique, crise d'asthme...

1 3 5 Les secours

Les éléments étudiés concernent principalement les délais d'intervention. Les rapports médicaux précis (état du blessé à l'arrivée du médecin, traitement entrepris, évolution des différents paramètres en cours de transport) sont nous l'avons vu, extrêmement rares. Pourtant ces renseignements seraient utiles pour améliorer et éventuellement uniformiser la "doctrine de soins". Nous avons retenus 12 items :

Existence d'un secours.

Heure d'alerte, définissant le début du secours (notée H2).

Délai d'alerte (H2-H1).

Qui a déclenché l'alerte ? Nous avons retenu deux éventualités : l'alerte est déclenchée soit par un membre de l'équipe en difficulté, présente sur les lieux au moment de l'accident, soit il s'agit d'une autre personne restée en surface (co-équipier resté au camp de base, famille inquiétée par le retard d'un spéléologue, témoin...).

Délai de préparation : temps écoulé entre l'heure d'alerte et l'heure où la première équipe descend dans la cavité.

Délai de jonction : intervalle de temps entre l'heure d'alerte et l'heure à laquelle les premiers sauveteurs atteignent le blessé.

Délai de "prémédicalisation" entre l'heure d'alerte et l'heure à laquelle le premier médecin arrive près de l'accidenté.

Délai d'évacuation : temps écoulé entre l'heure d'alerte et l'heure à laquelle le blessé sort de la cavité.

Durée totale du secours. En effet une fois que la victime a quitté la cavité, il reste à déséquiper les galeries... Le secours s'achève officiellement lorsque tous les sauveteurs ont regagné leur domicile.

Nombre de sauveteurs engagés.

Présence d'un médecin.

Utilisation d'un hélicoptère.

Dans un premier temps nous avons retenu d'autres items. Nous les avons abandonné en cours d'étude, soit car ils ne correspondaient pas à la réalité des faits (par exemple le coût financier des accidents, pour lequel la part incombant à l'assurance est bien inférieure au coût total), soit car leur traitement statistique représentait trop de difficultés (origine socio-professionnelle des victimes par exemple).

II LES RESULTATS

2 1 LES VICTIMES

2 1 1 Dénombrement

Comme nous le rapportons sur le tableau ci-dessous, sur l'ensemble de ces six années, nous comptons 400 victimes (soit 66,66 victimes par an en moyenne). L'année 1982 se détache avec 105 accidentés (26,25 % du total).

TABLEAU 1 REPARTITION ANNUELLE

ANNEES	LICENCIES	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES
82	5994	66	105	5
83	6264	50	60	3
84	6906	56	70	7
85	-	49	61	5
86	7400	43	57	2
87	7322	42	47	2
TOTAL		306	400	24

La moyenne mensuelle, calculée à partir du tableau 11 page 60 est de 33 victimes par mois avec des écarts assez importants : 22 en avril, 42 en juin.

Enfin le nombre de victimes par accident reflète la proportion d'accidents collectifs (calculé en divisant le nombre de victimes par le nombre d'accidents). Nous comptons 1,29 victimes par accident pendant ces 6 années, l'année 1982 se distingue avec un indice plus élevé : 1,59.

2 1 2 Facteurs humains

Le sexe des victimes est connu dans 382 cas, qui se répartissent en : 319 hommes (83,5 %) et 63 femmes (16,5 %).

La moyenne d'âge est de 28,06 ans (+/- 7,61) avec une différence suivant le sexe : 28,57 ans (+/- 7,82) pour les hommes, 25,6 ans (+/- 5,97) pour les femmes.

La situation "conjugale" est connue dans 285 cas, dans 110 cas les victimes sont mariées (38,6 %), dans les 175 autres cas elles sont célibataires (61,4 %).

Nous avons également tenu compte de la présence d'enfants, ce facteur est précisé dans 279 cas : 70 victimes ont des enfants (25,08 %), 209 n'en ont pas (74,92 %).

La présence d'antécédents médicaux est signalée 4 fois seulement (1,7 %) sur les 236 réponses nous retrouvons :

Une personne prise en charge à 100 % par la sécurité sociale (sans autre précision).

Une personne déclarant une I. P. P. de 75 % (?).

Un spéléologue participant à un secours, alors qu'il présentait des "gelures" des orteils (qui se sont d'ailleurs aggravées pendant l'opération, motivant une déclaration à l'assureur).

Une personne déclarant une I. P. P. de 10 % pour un problème non précisé à la cheville.

Après vérification, nous ne pouvons établir de rapport de cause à effet entre l'antécédent présenté et l'accident (en dehors du troisième cas cité).

Enfin le niveau spéléologique est précisée dans 50 cas, l'étroitesse de l'échantillon ne permet pas de conclusion fiable, nous en donnons toutefois la répartition à titre indicatif : 4 non spéléologues (8 %), 7 débutants (14 %) et 39 spéléologues expérimentés (78 %).

2 2 LES ACCIDENTS

2 2 1 Facteurs chronologiques

Le tableau 1 page 27 montre la répartition des cas en fonction des années. Nous comptons 51 accidents par an en moyenne avec des écarts importants (minimum : 42, maximum : 66).

La répartition mensuelle a été étudiée toutes années confondues, les résultats figurent sur le tableau 11 page 60. Nous calculons une moyenne de 25,5 accidents par mois avec des écarts également importants (minimum : 13, maximum : 34), comme le montre le graphique suivant :

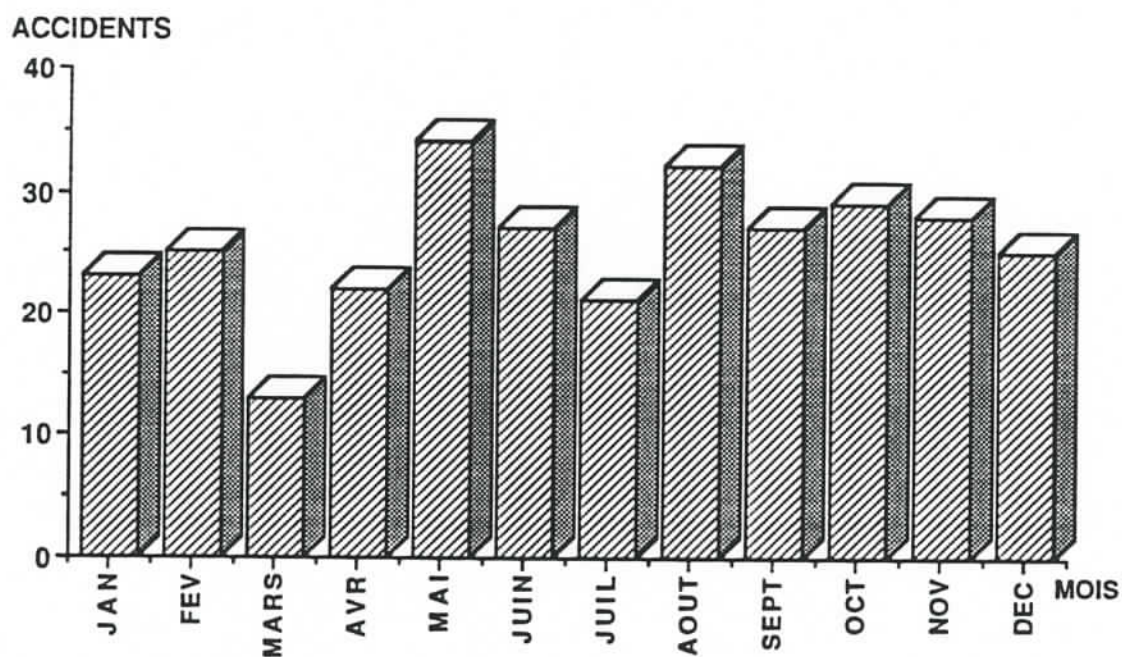


Fig 1 : Répartition mensuelle des accidents

Les résultats obtenus ne sont pas homogènes, mais nous ne pouvons pas dégager de période particulière. Nous ne constatons aucune différence Hiver-Eté, les mois de Juillet et Aôut (grandes vacances) ne ressortent pas de manière significative. Seul le mois de Mars se distingue avec seulement 13 accidents mais nous ne proposons aucune explication.

Le nombre d'accidents par jour de la semaine est présenté sur la courbe ci-dessous :

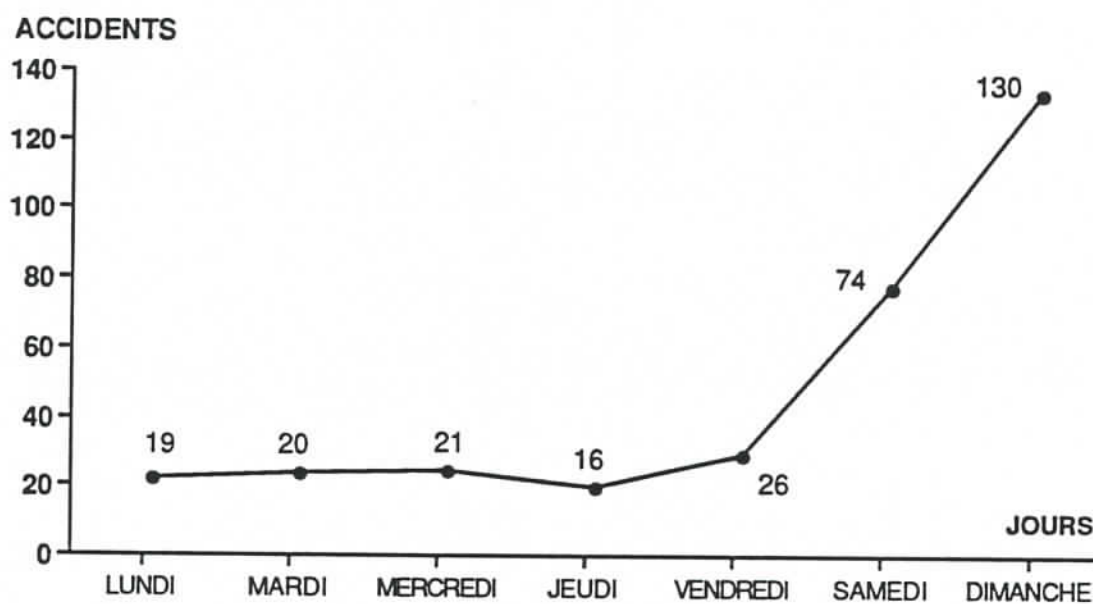


Fig 2 : Répartition journalière des accidents

La valeur moyenne ne présente pas ici d'intérêt ; les deux jours du week-end se détachant des autres jours de la semaine : 66 % ont lieu pendant le week-end ; 42 % pendant le dimanche.

En ce qui concerne l'heure de survenue de l'accident, nous avons obtenu un nombre relativement restreint de réponses (47 sur 306 possibles). Les résultats doivent être considérés avec réserve : la moyenne se situe près de 15 heures, nous notons que 50 % des accidents ont lieu entre 15 et 19 heures (voir tableau 12 page 60).

2 2 2 Facteurs topographiques

La répartition des accidents par département est résumée sur le tableau 14 page 61. Nous recensons 48 départements, représentant 274 réponses. Remarquons que 66 % se concentrent sur 13 départements seulement (numéros minéralogiques : 1 - 6 - 7 - 25 - 30 - 31 - 34 - 38 - 46 - 64 - 73 - 74 - 84).

Les Alpes sont sans contexte le massif le plus touché. La région Rhône-Alpes seule, totalise 81 cas (soit 34 %). L'Isère et la Haute-Savoie ont été le théâtre de 43 accidents (soit 18 %).

Le Massif Central regroupe 75 cas (soit 31 %).

La chaîne Pyrénéenne semble peu sollicitée eu égard aux réseaux qu'elle offre aux spéléologues : 47 accidents (soit 19,8 %) pour toute la chaîne, dont 36 (soit 15 %) pour son "versant" Atlantique : Pyrénées Occidentales, Hautes Pyrénées, Haute Garonne. Nous constatons qu'un département riche en cavités et assez fréquenté : l'Ariège n'apparaît pas dans cette étude. Notons cependant que Midi-Pyrénées doit se situer en deuxième position, par région.

La répartition des accidents en fonction du type de "cavité" est présentée sur le graphique ci-dessous (voir tableau 13 page 60) :

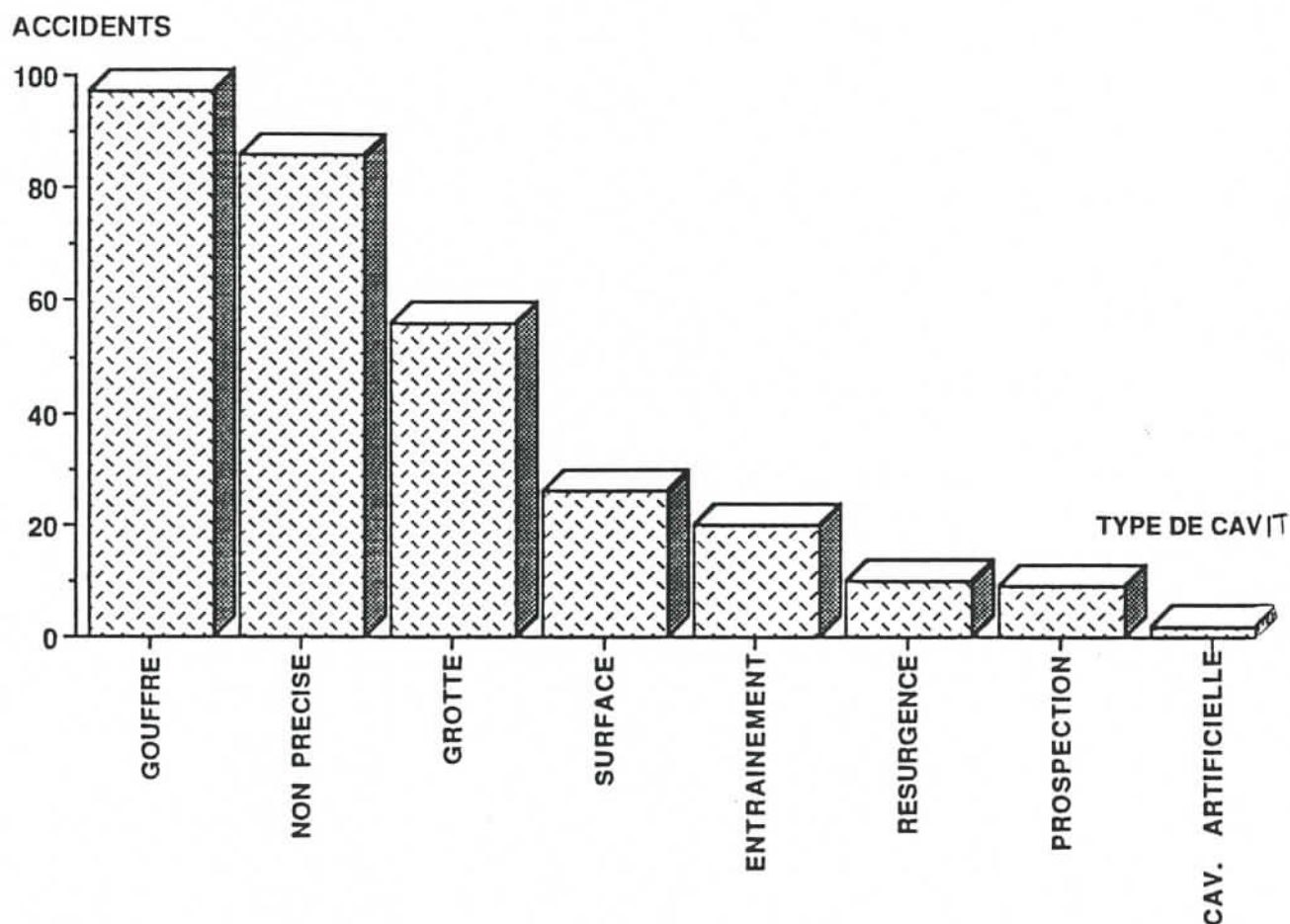


Fig 3 : Répartition des accidents en fonction du type de cavité

Ce facteur a pu être précisé dans 220 cas. Les 86 cas où il n'est pas connu ont eu lieu sous terre dans des cavités naturelles : ils correspondent à des dossiers pour lesquels par manque de données, nous n'avons pas pu trancher entre grotte et gouffre, ce qui nous prive de tout commentaire sur l'apparente fréquence d'accidents survenus dans les gouffres.

Nous recensons 251 accidents sous terre (82 %). 31,7 % du total ont lieu dans un gouffre, 18,3 % dans une grotte et 28,1 % dans un de ces deux types de cavité. En surface nous comptons 55 cas (18 %).

Le profil de la cavité sur le lieu de l'accident est précisé dans 179 observations qui se répartissent en : 101 accidents en profil vertical (56,4 %) et 78 en profil non vertical (43,6 %).

Nous connaissons dans 52 cas la profondeur atteinte au moment de l'accident (sur les 251 accidents survenus en milieu souterrain), les résultats sont reproduits sur la courbe ci-dessous :

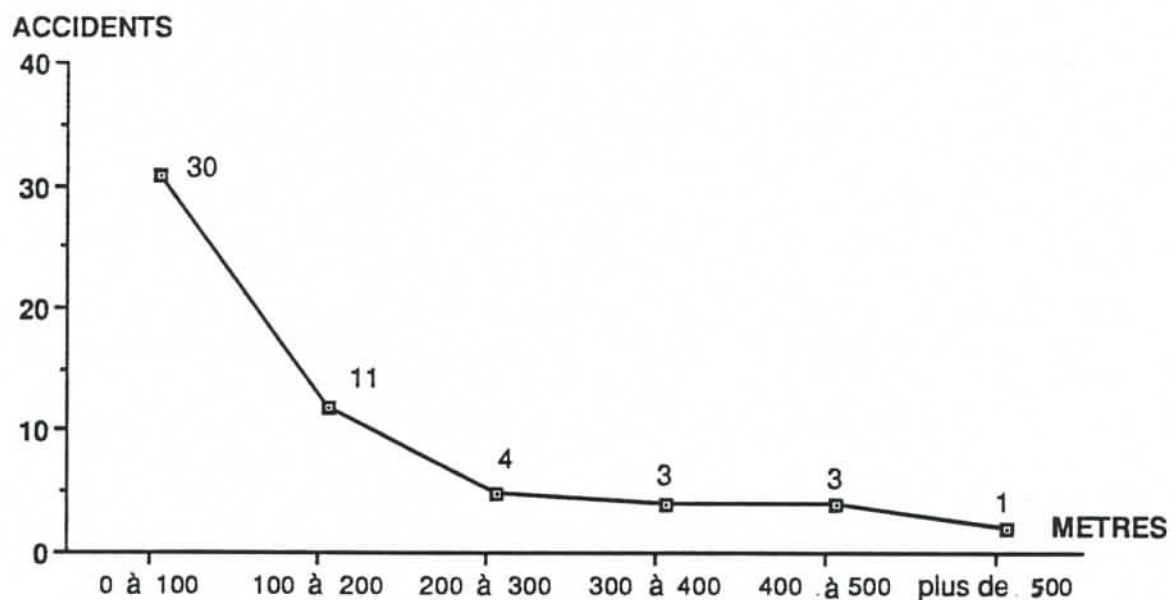


Fig 4 : Profondeur atteinte au moment de l'accident

Nous remarquons que 78,8 % des accidents ont lieu à moins de 200 mètres de la surface (57,7 % de 0 à 100 mètres, 21,15 % de 100 à 200 mètres).

Enfin le sens de progression est précisé dans 57 observations.

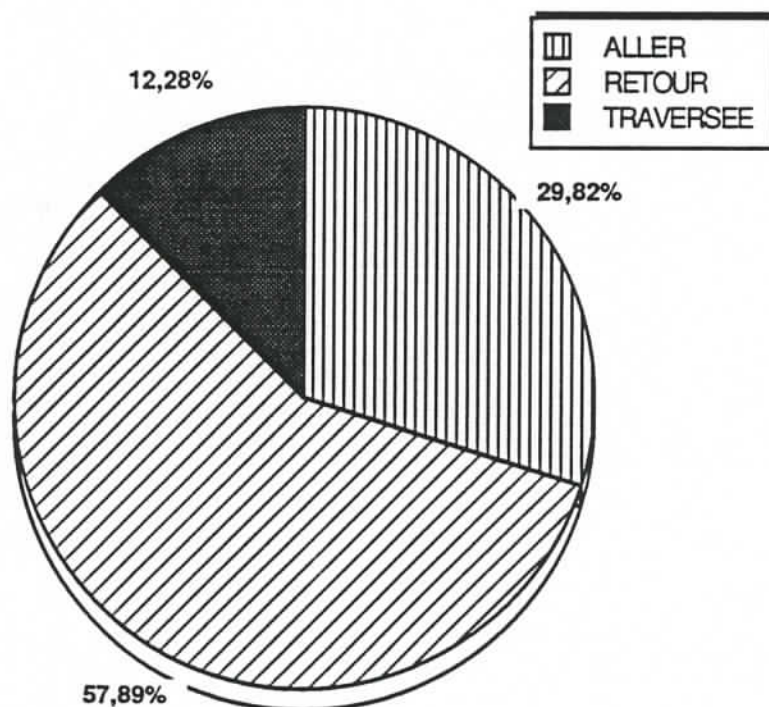


Fig 5 : Répartition des accidents en fonction du sens de progression

Sur cet échantillon les accidents sont presque deux fois plus fréquents au retour (33 cas) qu'à l'aller (17 cas) ; nous notons 7 cas lors d'une traversée.

2 2 3 Facteurs de risque

Les dix facteurs étudiés totalisent 326 réponses répertoriées dans le tableau 15 page 62. Ce chiffre est supérieur à celui du nombre d'accidents, en effet plusieurs facteurs peuvent se rencontrer simultanément, potentialisant leurs dangers respectifs.

Les chutes sont retrouvées dans 51,63 % des accidents.

Puis nous trouvons la notion d'éboulement dans 14,05 % des cas.

L'eau est mentionnée dans 13,39 % des observations, dans plus d'un tiers de ces cas (36,6 %) nous avons affaire à des accidents de plongée (4,9 % du total), dans 34,1 % la notion de crue est associée à celle d'eau (soit 4,57 % du total).

Les erreurs humaines (6,86 % du total) et les défauts du matériel (4,24 %) sont plus rares

Enfin la présence de gaz toxiques est retrouvée dans 1,96 % des accidents.

2 2 4 Divers

L'heure d'entrée sous terre n'est précisée que dans 33 cas seulement, en conséquence nous n'accordons qu'une confiance relative aux résultats obtenus (voir tableau 12 page 60).

NOMBRE D'EQUIPES

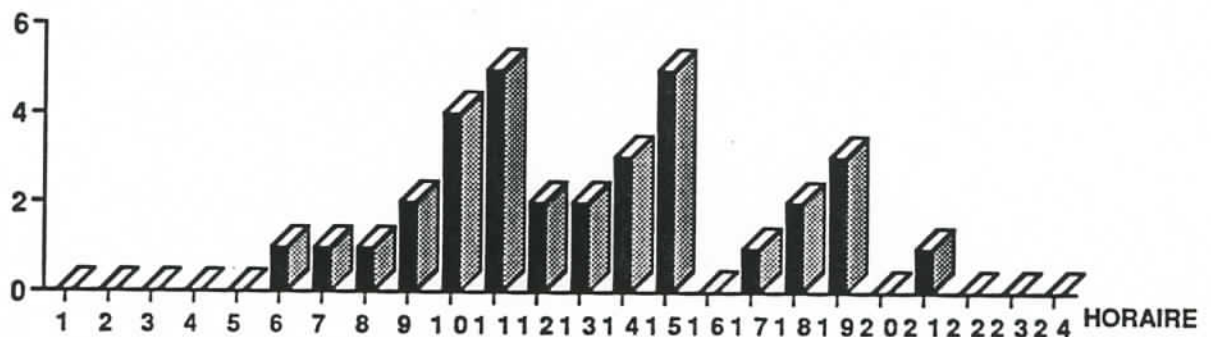


Fig 6 : Heure d'entrée sous terre

Nous notons cependant que l'heure moyenne d'entrée sous terre est proche de 13 heures.

Les équipes, dans leur grande majorité (63 %), ont débuté leur expédition entre 9 heures et 15 heures ; nous ne trouvons qu'une seule équipe (3 %) pour commencer l'expédition entre 19 et 5 heures.

En ce qui concerne le temps passé sous terre au moment de l'accident (T. P. S. T.), l'interprétation des résultats sera encore plus prudente puisque nous ne disposons que de 13 réponses, résumées sur le tableau 16 page 61.

La durée moyenne est proche de 4 heures 30, mais l'importance de l'écart type montre une dispersion des valeurs. De plus il n'existe aucune étude antérieure permettant une éventuelle comparaison.

Le nombre de spéléologues par équipe est connu dans 56 observations. Le graphique ci-dessous montre le nombre de fois ou une équipe est "impliquée" dans un accident (ordonnée) en fonction du nombre de personnes qui la composent (abscisse) :

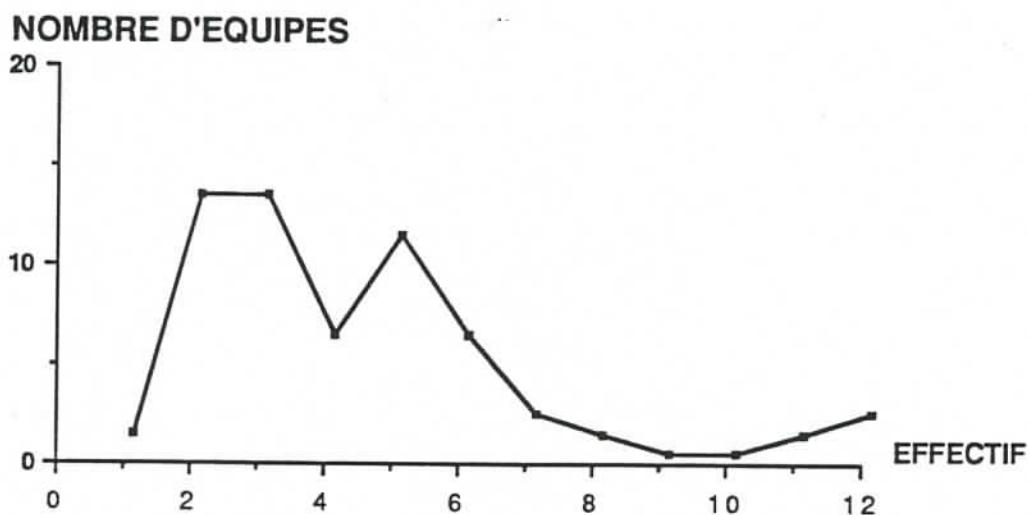


Fig 7 : Nombre de spéléologues par équipe

Si nous notons quelques cas extrêmes (2 équipes de douze spéléologues, 1 de onze, 1 cas de spéléologie en solitaire...), la majorité des équipes (78,18 %) est composée de 2 à 5 membres avec une moyenne de 4,15. L'écart type faible (+/- 2,42) montre bien des résultats groupés.

2 3 PRINCIPAUX TYPES D'ACCIDENTS

Plusieurs types d'accidents peuvent être mis en évidence : chute, éboulement, accident de plongée, intoxication respiratoire, épuisement, fatigue... Certains n'entrent dans aucun des grands tableaux cités (retards simples), d'autres au contraire se retrouvent "à cheval" sur plusieurs paragraphes (par exemple un cas d'inhalation de gaz toxique au cours d'une plongée). Nous en avons tenu compte dans le calcul des totaux afin qu'un même cas ne soit pas mentionné deux fois.

Le chapitre concernant les accidents de plongée a été volontairement détaillé, en effet ils constituent une entité à part entière, qui comme nous l'avons vu dans la partie "historique" ne suit pas toujours l'évolution de la spéléologie aérienne.

Les trois derniers types d'accidents seront développés dans la partie "lésion" afin d'éviter les répétitions.

2 3 1 Les chutes

"Queue d'un mystérieux serpent blanc, la corde quitte mon descendeur comme un éclair, véritable cauchemard de tout spéléologue... A la fois une corde trop courte dans un puits important et pas de noeud d'arrêt. Le son de la chute... A une vitesse de presque 10 mètres pour la première seconde, l'air siffle. Peur, panique ? Plutôt étonnement mêlé d'une légère colère. Contact avec le sol. Un bruit comme si l'on se débarrassait d'un grand sac de déchets mouillés ! Et, tout à coup, la douleur..." (F. B.)

2 3 1 a Dénombrement

TABLEAU 2 CHUTES

ANNEES	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES
82	32	32	1
83	28	28	1
84	31	31	1
85	20	20	1
86	25	25	0
87	22	22	2
TOTAL	158	158	6

Nous "relevons" 158 cas concernant 158 victimes (dont 6 chutes mortelles). Nous calculons un "indice de mortalité" qui est : 3,9 % identique ici, si l'on se réfère au nombre d'accidents ou au nombre de victimes, en effet nous ne retrouvons pas de chutes collectives.

2 3 1 b Facteurs de risque

Quoique les réponses à cette question soient peu nombreuses, nous rapportons les principaux facteurs de risque :

Dans 33 % nous retrouvons la notion de faute technique.

Dans 25 % le matériel est mis en cause.

Dans 20 % le facteur "eau" semble avoir joué un rôle.

Dans 12 % la chute est associée à un éboulement. Ce dernier est toujours le facteur déclenchant.

Le relief sur le lieu de la chute est précisé 95 fois, que nous répartissons en 47 cas en zone verticale (49,47 %) et 48 en zone non verticale (50,53 %).

2 3 2 Les accidents de plongée

2 3 2 a Facteurs chronologiques

Le tableau ci-dessous montre la répartition des accidents, des victimes et des décès, imputables à la plongée en fonction des années :

TABLEAU 3 PLONGEE

ANNEES	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES
82	3	4	3
83	2	2	2
84	3	3	2
85	3	3	2
86	2	2	2
87	1	2	0
TOTAL	14	16	12

Nous comptons 14 accidents, concernant 16 victimes, entraînant 12 décès.

Sur les six années de notre étude le nombre d'accidents, de victimes et de décès en relation avec la plongée "souterraine" est stable (4,5 % des accidents, 4 % des victimes mais 50 % des décès !). Leur indice de mortalité est lourd : 85,71 % des accidents sont mortels ; 75 % des victimes trouvent la mort.

La répartition mensuelle est réalisée sur le tableau 11 page 60.

ACCIDENTS DE PLONGEE

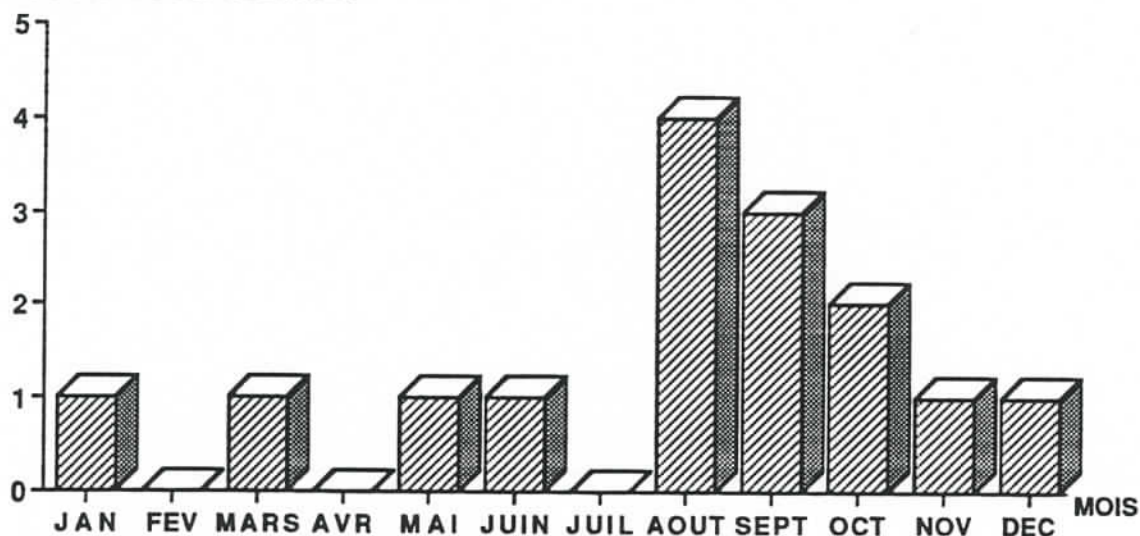


Fig 8 : Répartition mensuelle des accidents de plongée

Il existe un regroupement de ce type d'accident pendant le second semestre (plus de 70 %), en particulier pendant les mois d'Aôut, Septembre, Octobre (60 %).

2 3 2 b Facteurs topographiques

La répartition des accidents en fonction des départements est présentée sur le tableau 14 page 61. Nous recensons 10 départements (43 % des cas se concentrent sur 3 d'entre eux : Doubs, Hérault, Lot). Un cas ne figure pas sur ce tableau, il a eu lieu en Espagne. Nous avons signalé cette exception et les raisons qui nous ont amenés à l'inclure dans l'étude.

En fait, nous individualisons 3 grandes zones :

Rhône-Alpes Jura	4 cas
Alpes du Sud-Corse	4 cas
Massif Central	4 cas

Notons l'absence d'accident de plongée dans les Pyrénées pendant ces six années.

Le type de cavité dans lesquelles se sont déroulés les accidents de plongée est étudié dans le graphique suivant ; notons la fréquence importante d'accidents dans les résurgences : 64,3 % (voir tableau 13 page 60).

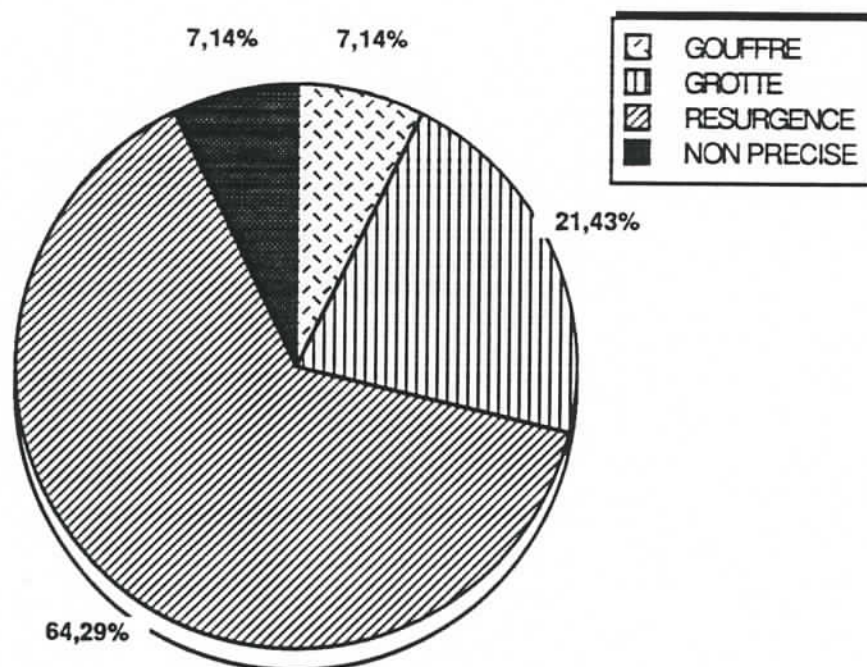


Fig 9 : Localisation des accidents de plongée en fonction du type de cavité

2 3 2 c Facteurs humains

La moyenne d'âge des victimes est de 27 ans (+/- 4,74 ans).

Parmi elles nous comptons 17 hommes (94 %) et seulement une femme. Dans 11 cas nous connaissons leur situation "conjugale" : 5 sont mariés (45 %), 6 sont célibataires (55 %). Enfin la présence éventuelle d'enfants est également connue pour 11 victimes, en fait un seul a des enfants (9 %).

2 3 2 d Facteurs de risque

Afin de mieux cerner les circonstances dans lesquelles se sont déroulés ces accidents il nous a paru intéressant de rapporter ici les récits résumés dont nous disposons.

Cas n° 23 (1 Mai 1982) : X. s'engage dans une "résurgence", il franchit une étroiture. A son retour il constate que la forte pente de graviers jouxtant l'étroiture s'est effondrée, obstruant presque complètement le passage. Ne sachant pas de quelle quantité d'air il dispose (une de ses bouteilles étant vide) X. tente un franchissement en apnée, l'étroiture est alors trop serrée pour permettre le passage d'une bouteille. La tentative échoue, il meurt à cours d'air.

Cas n° 55 (21 Novembre 1982) : Mlle A. lors de son retour constate une rupture du fil d'ariane. Elle rebrousse chemin et rejoint une galerie sèche où elle attend les secours (pas de suites médicales).

Cas n° 104, 105 (18 Septembre 1982) : Vers 15h 30 deux plongeurs s'engagent dans une résurgence à Cassis (13). Pour des raisons indéterminées ils ne réussiront pas à remonter à la surface. La première victime est repérée à 100 mètres de l'entrée vers 23 heures ; la seconde à 80 mètres le lendemain à 6 heures.

Cas n° 106 (2 Octobre 1983) : Deux plongeurs remontent vers la surface après l'exploration d'une résurgence. A -45 mètres le premier constate que son ami ne le suit pas. Il redescend, essaie de gonfler, sans résultat la bouée de secours de son camarade inconscient. L'alerte est donnée une heure plus tard ; plus de 20 heures seront nécessaires pour remonter le corps.

Cas n° 108 (17 Aout 1983) : Deux "spéléonautes" plongent dans une résurgence. A -10 mètres, le plongeur de tête sent une secousse sur le fil d'ariane, il l'amarre et retourne vers son camarade emmêlé dans le fil, le détendeur arraché...

Cas n° 166 (1 Janvier 1984) : X. plonge seul une résurgence, il doit revenir vers 17 heures. L'alerte est déclenchée à 19 heures. Il sera retrouvé le lendemain à 6 heures, à -90 mètres de la surface, ses bouteilles contiennent encore de l'air.

Cas n° 209 (7 Aout 1984), en Espagne : Au fond d'un gouffre (11km de galeries, 460 mètres de dénivellation) un spéléologue français plonge un syphon vers 14 heures. Il n'est toujours pas revenu deux heures après le temps prévu. L'alerte est donnée à 22 h 30 ; les premiers secouristes atteignent les abords de la cavité le lendemain à 15 h. Le plongeur fouillant le syphon à sa recherche raconte :

"Après 20 mètres sans visibilité, la galerie s'agrandit, l'eau s'éclaircit et je vois le fil d'ariane remontant vers la surface. L'espoir renaît et je fonce pensant qu'il a certainement eu un petit pépin et qu'il attend. J'émerge dans une galerie spacieuse, j'enlève mon détendeur pour appeler mais mon regard se pose sur le fil qui retombe à la verticale... Pierre est là. Posé sur le fond à -2 mètres. Marc qui m'accompagne se sent incommodé et me crie de remettre mon embout car il y a du gaz... En observant la surface de l'eau je m'aperçois qu'elle est couverte de bulles, ce qui pourrait annoncer un gaz sulfureux."

Cas n° 217 (6 Octobre 1984) : J. J. plonge une galerie d'entrée noyée et se retrouve derrière le syphon, les réserves d'air épuisées. Il sera secouru et ramené à la surface en quelques heures sans dommages.

Cas n° 369 (31 Aout 1985) : Un spéléologue décède dans un syphon (pas de précisions).

Cas n° 379 (21 Septembre 1985) : Blocage derrière un syphon après rupture du fil d'ariane (pas de suites médicales).

Cas n° 394 (1 Décembre 1985) : Un plongeur décède dans un syphon, aspiré par un courant violent (le cours d'eau était grossi par des précipitations importantes).

Cas n° 276 (30 Mars 1986) : Après une descente à -80 mètres un plongeur est victime d'un spasme de la glotte (à -30 mètres).

Cas n° 291 (21 Septembre 1986) : Décès au retour d'une plongée par épuisement des réserves en air.

Cas n° 316 (5 Février 1987) : Après une plongée durant 1 h 20, atteignant -51 mètres, deux spéléologues présentent des signes divers (trouble visuel, froid intense, douleurs articulaires diffuses, paresthésies des membres supérieurs) en rapport avec un accident de décompression. Ils s'automédiquent par 1 gramme d'Aspégic per os. L'apparition de vomissements les amène à consulter. Les E.E.G. pratiqués à leur admission au C.H.U. Purpan de Toulouse notent des perturbations diffuses. Ils ne seront améliorés qu'après trois semaines de traitement associant caisson hyperbare (13 séances) et calcithérapie. D'après les victimes les paliers de décompression auraient pourtant été respectés.

Nous remarquons que ces récits donnent peu de précisions. Il n'est pas possible d'étudier réellement les facteurs de risques, et les raisons médicales des décès ; d'autant plus que parfois les corps ne sont pas retrouvés. Notons toutefois que dans trois cas sont rapportés des problèmes avec le fil d'ariane ; la notion de crue n'est présente qu'une fois.

2 3 3 Les éboulements

2 3 3 a Dénombrement

Le tableau ci dessous donne la répartition des accidents dus à des éboulements en fonction des années. Nous comptons 45 accidents, concernant 46 victimes, entraînant 3 décès (6,6 % des accidents sont mortels, 6,5 % des victimes décèdent).

TABLEAU 4 EBOULEMENTS

ANNEES	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES
82	10	10	2
83	9	9	0
84	6	6	0
85	8	8	0
86	1	1	0
87	11	12	1
TOTAL	45	46	3

En dehors de l'année 1986 ou nous ne comptons qu'un seul cas, la fréquence de ce type d'accident reste stable. Ils représentent 13,47 % des accidents et entraînent 11,25 % des victimes.

2 3 3 b Facteurs de risque

Le profil de la cavité sur les lieux de l'accident est connu dans 30 cas qui se répartissent de la manière suivante : 25 fois en zone verticale (83,33 %), 5 fois en zone non verticale (16,66 %).

Dans 5 cas l'éboulement est associé à une chute : dans tous ces cas l'éboulement a provoqué la chute.

L'étude des autres facteurs (chronologiques, géographiques...) ne présente pas d'intérêt particulier.

Remarque :

Deux autres types d'accidents sont traités dans le chapitre "Lésion" afin d'éviter des répétitions inutiles : il s'agit des cas d'intoxication respiratoire et des cas d'épuisement.

2 4 LESIONS OBSERVEES

2 4 1 Généralités

2 4 1a Dénombrement

Nous comptons 400 victimes, les lésions qu'elles présentent sont connues dans 386 cas, dont la répartition est présentée ci-dessous. Nous rappelons que les 15 % de "victimes" sans lésion retrouvée correspondent à des erreurs de parcours, des retards simples, des spéléologues bloqués derrière un syphon.

TABLEAU 5 LESIONS

ETIOLOGIE	VICTIMES	DECES	MORTALITE
TRAUMATO	244	7	0,024
R.A.S.	60	0	-
FATIGUE	41	0	-
GAZ	20	6	0,3
DIVERS	14	1	0,07
EPUISEMENT	12	1	0,08
NOYADE	9	9	1
TOTAL	400	24	0,057

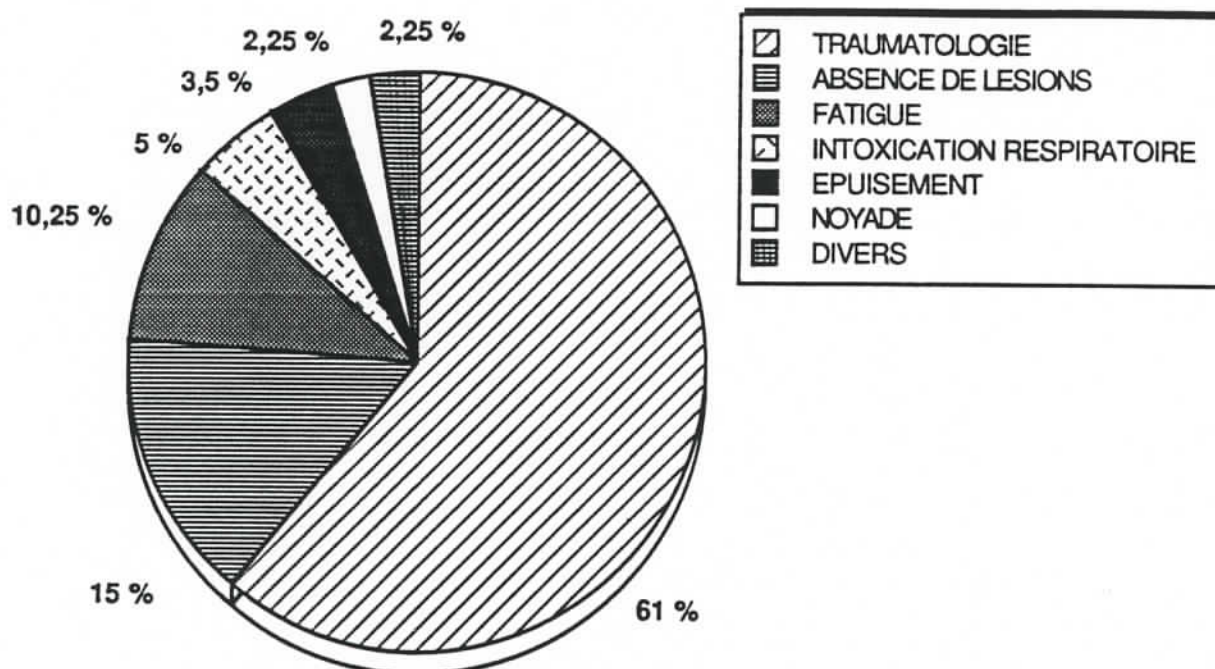


Fig 10 : Répartition des différentes lésions

2 4 1 b Facteurs de risque

Les facteurs de risque sont recensés dans le tableau 15 page 62. Le total des réponses (436) est supérieur au nombre des victimes (400), ce qui confirme le fait que plusieurs facteurs peuvent s'associer pour déclencher un accident.

Les chutes arrivent en tête, citées par 39,5 % des victimes. Le facteur "eau" se place en seconde position avec 19,5 %. La notion de crue est alors présente, près d'une fois sur deux (48,7 %), soit 9,5 % du total des victimes. Ces accidents pour lesquels le facteur "eau" est cité, correspondent dans 23 % des cas à des accidents de plongée, soit 4,5 % du total des victimes. Les éboulements sont notés pour 11 % des victimes. La présence de gaz toxiques est mentionnée pour 5,25 % des victimes. Enfin une faute humaine est en cause pour 6 % des victimes, et le matériel pour 3,5 %.

2 4 2 Les décès

2 4 2 a Répartition chronologique

Le nombre de décès par année est rapporté dans le tableau 1 page 27. Nous comptons 24 décès ; 7,8 % des accidents sont mortels, 6 % des victimes décèdent.

La moyenne est de 4 morts par an, avec des écarts importants entre les années (7 en 1984, un seul en 1987).

La répartition mensuelle est précisée dans le tableau 11 page 60. Nous calculons une moyenne de 2 décès par mois. Nous remarquons que 40 % se regroupent sur deux mois (Août, Septembre), 65 % se produisent pendant le second semestre.

2 4 2 b Répartition topographique

La répartition des décès en fonction du département figure sur le tableau 14 page 61. Seize départements regroupent 23 cas, le 24^e est survenu en Espagne.

Un cas peut surprendre : les trois décès survenus dans la Marne correspondent à un accident collectif, dans une cavité artificielle (asphyxie d'un non spéléologue amateur et de 2 secouristes par du CO).

La répartition topographique des accidents mortels met en évidence le massif Alpin (33 % des décès). Le Massif Central (12,5 %) et les Pyrénées (8 %) sont moins touchés.

L'étude par régions donne la première place à la région Alpes du Sud - Corse (25 %), suivie par la région Rhône - Alpes (21 %).

La répartition des décès en fonction du type de cavité figure sur le tableau 13 page 60.

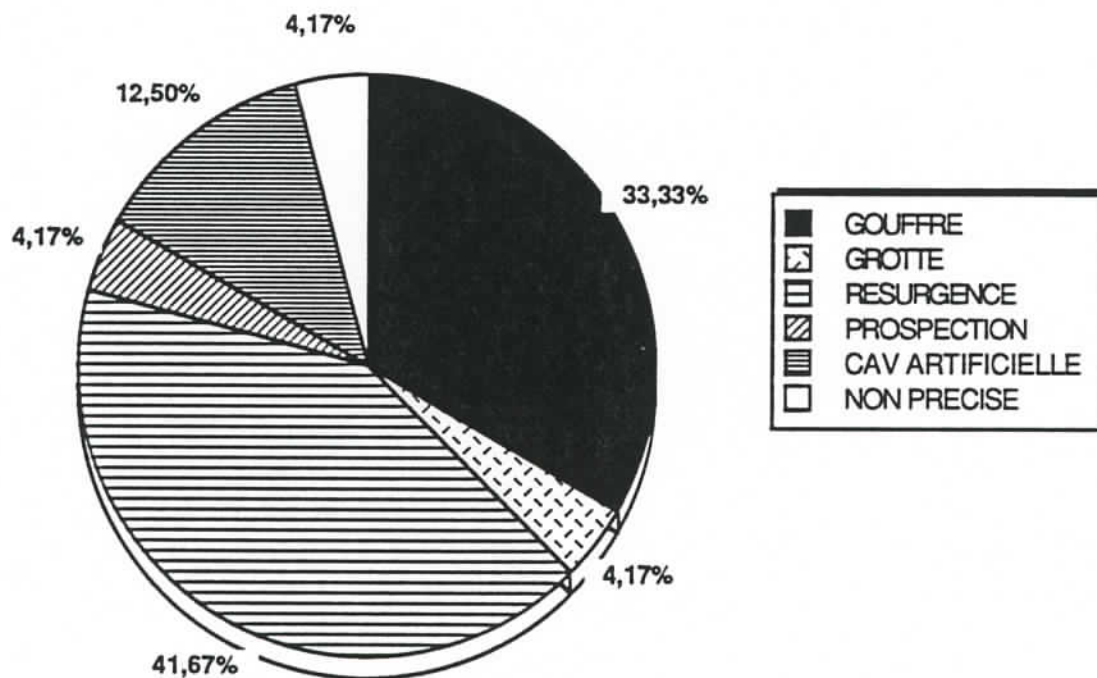


Fig 11 : Répartition des décès en fonction du type de cavité

Le schéma ci-dessus confirme le caractère dangereux de la plongée souterraine : 44 % des décès ont lieu dans une résurgence ! (dans ce type de cavité 77 % des victimes ont trouvé la mort). Nous comptons un cas lors d'une prospection : le spéléologue a chuté du haut d'une falaise, alors qu'il cherchait l'entrée d'une grotte. Par contre nous ne pouvons tirer aucun enseignement des accidents survenus dans des cavités artificielles : seuls 2 accidents sont recensés, dont un a entraîné la mort de 3 personnes.

2 4 2 c *Facteurs de risque*

Les facteurs de risque sont étudiés dans le tableau 15 page 62.

Un élément se distingue par sa fréquence d'apparition, il s'agit du facteur "eau" présent dans 52 % des cas. Les accidents de plongée sont à l'origine de 47,82 % des décès. La notion de crue n'est retrouvée que dans un cas (4,34 %).

Par ordre d'importance nous trouvons dans un second groupe 28,7 % des décès dus à la présence d'un gaz toxique, 23,91 % dus à des chutes.

Plus loin d'autres facteurs sont mentionnés : erreur humaine dans 13 % des cas, notion d'éboulement dans 8,69 %. Le matériel est en cause dans un cas (4,34 %).

2 4 2 d *Facteurs humains*

Tous les spéléologues disparus sont des hommes. La moyenne d'âge est de 29,94 ans (+/- 6,84 ans). La situation "conjugale" est connue dans 16 cas, 12 sont mariés (75 %), 4 ne le sont pas. Nous connaissons la situation familiale dans 16 cas également, 7 ont des enfants (43,75%), 9 n'en ont pas (56,25 %).

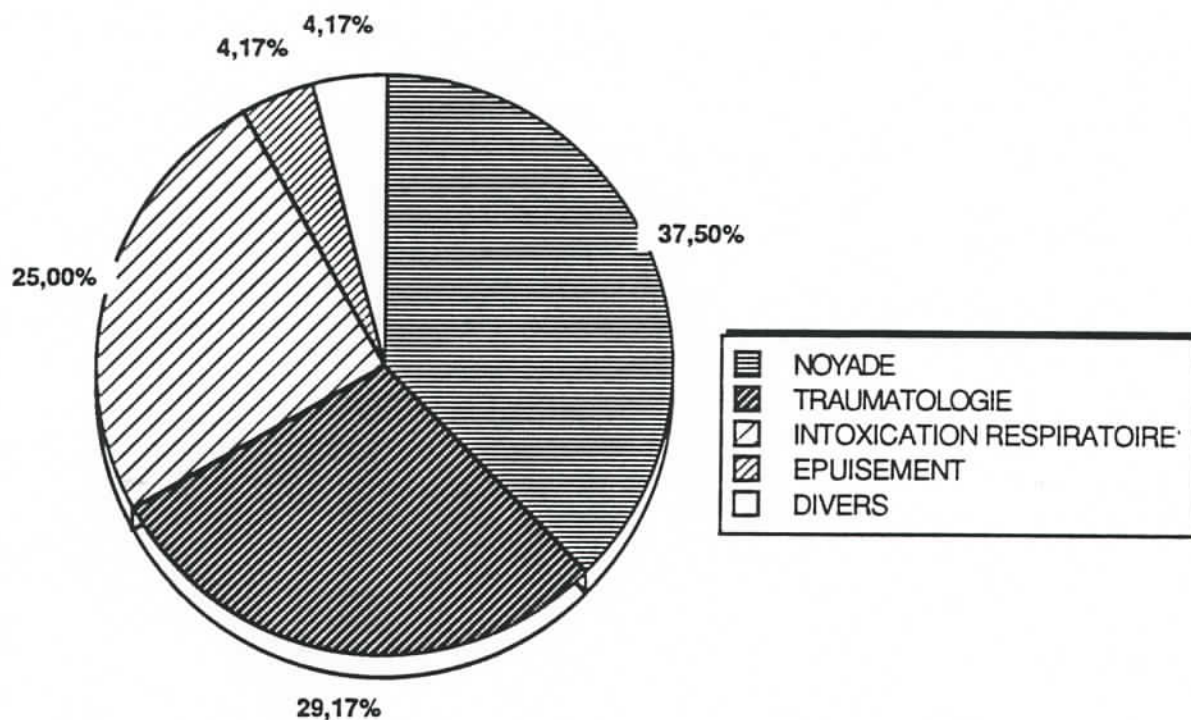


Fig 12 : Répartition des différentes étiologies des accidents mortels

Trois groupes de fréquence différente se distinguent, nous comptons :

9 noyades (37,5 %), tous ces cas correspondant à des accidents de plongée.

En seconde position nous trouvons 7 cas de lésions traumatiques (29,17 %), et 6 cas d'intoxication respiratoire (25 %).

Enfin nous notons un cas d'épuisement (4,34 %). Le dernier cas est du à un probable spasme de la glotte au cours d'une plongée (asphyxie mais non noyade).

Nous constatons que 23 décès ont été immédiats, 1 s'est produit de façon différée : la victime épuisée, a trouvé la mort peu de temps avant l'arrivée du médecin, en tentant de remonter un puits arrosé par une cascade glacée. Nous ne trouvons pas de cas où le blessé serait décédé en cours de médicalisation.

Le niveau spéléologique de ces victimes est connu pour 8 d'entre elles, nous comptons : 1 non-spéléo (12,5 %), 1 débutant (12,5 %) et 6 spéléologues expérimentés (75 %).

2 4 3 Les lésions traumatiques

2 4 3 a Généralités

Nous recensons 244 victimes présentant des lésions traumatiques (soit 61% des victimes). Parmi elles 7 décéderont (soit 2,8 %). Notons que, sur l'ensemble de ces six années le nombre de "traumatisés" reste stable (par rapport au nombre total de victimes).

2 4 3 b Facteurs de risque

Nous totalisons 231 réponses regroupées dans le tableau 15 page 62. Les principales causes des lésions traumatiques sont bien sûr, les chutes (61,47 %), suivies par les éboulements (17,21 %). Il manque plus de 20 % des cas, pour certains nous ne disposons pas de précisions, mais la plupart correspondent à des heurts (contre les parois, la voute, le matériel...), ou à des faux mouvements (entraînant le plus souvent des entorses de cheville ou des luxations de l'épaule).

Nous remarquons le faible pourcentage de lésions entraînées par une erreur humaine (6,9 %), ou un défaut du matériel (3,27 %). Comme nous l'avons déjà précisé ces deux facteurs sont mal explorés par cette étude, aussi nous nous garderons de toute interprétation hasardeuse.

La hauteur de chute n'est pas toujours connue. Nous rappelons que la gravité des lésions ne lui est pas toujours proportionnelle, ainsi une chute de "seulement" 8 mètres a entraîné un décès par fracture du crâne et enfoncement de la cage thoracique. Alors que plusieurs spéléologues sont sortis vivants, sinon indemnes de chutes de plus de 30 mètres !

2 4 3 c Répartition des lésions traumatiques

La somme des lésions est supérieure au nombre de victimes, reflétant la notion de polytraumatisme. Nous comptons : 125 fractures (45,6 %), 80 contusions (29,6 %), 53 entorses (19,6 %) et 14 luxations (5,2 %).

Nous notons la part importante occupée par les lésions fracturaires. Près de 30 % de toutes les lésions (et non seulement traumatiques) rencontrées sous terre sont des fractures !

La répartition topographique de ces lésions est présentée sur le graphique suivant :

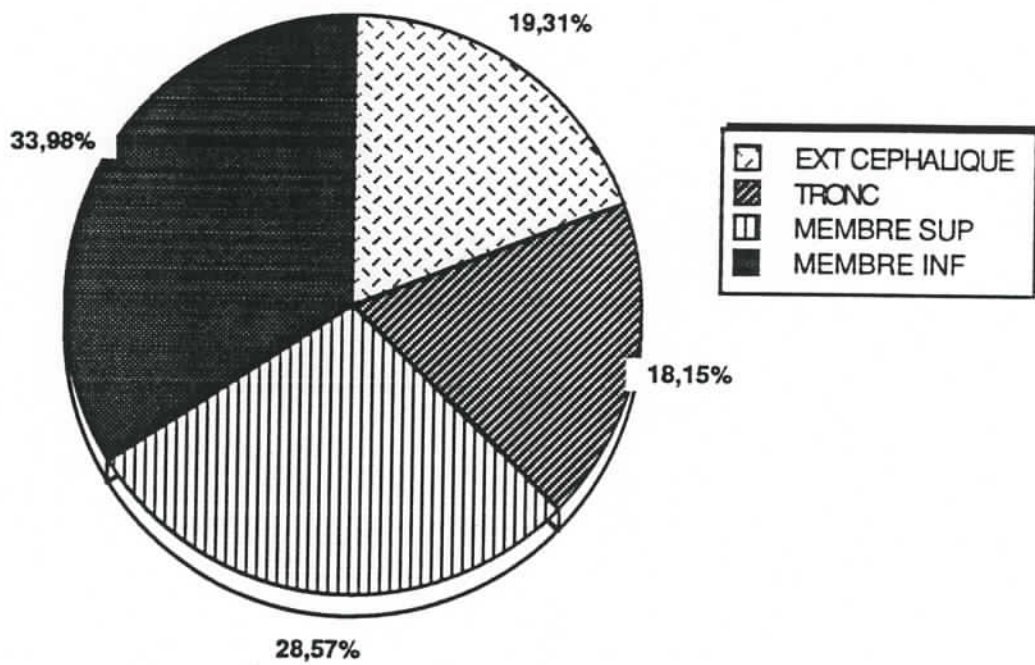


Fig 13 : Répartition topographique des lésions traumatiques

L'extrémité céphalique est citée 50 fois (19,3 % du total), nous recensons :

29 fractures, dont 65 % touchent les dents, le reste se partageant entre crâne et face.

21 contusions simples, dont 6 traumatismes oculaires (28,57 % des contusions de l'extrémité céphalique).

Le tronc est cité 47 fois (18,14 % du total) qui se répartissent en :

24 contusions.

23 fractures, la plus grande partie touchant le rachis (60,86 %), le reste se partageant entre la ceinture scapulaire (21,73 %) et pelvienne (17,39 %). Pour 13 observations nous connaissons les vertèbres atteintes :

L1 (3 fois)

D12 (2 fois)

D7, D9, D10, D11, L2, L3, L4, L5 (1 fois chacune)

Les membres supérieurs sont cités 74 fois (28,57 % du total), nous comptons :

34 fractures (45,94 % des lésions des membres supérieurs), prédominant au niveau de la main.

12 luxations (16,21 %) dont 11 siégeant à l'épaule.

12 entorses (16,21 %).

16 contusions (21,62 %) prédominant également au niveau de la main (15 fois sur 16).

Les membres inférieurs sont cités 88 fois (33,97 % du total) :

34 fractures (38,63 %).

2 cas d'atteintes méniscales (2,27 %), qui pour simplifier sont classées dans la rubrique "luxation".

11 contusions (12,5 %) prédominant au niveau du pied.

41 entorses (46,59 %) dont 23 au genou et 18 à la cheville.

La notion de polytraumatisme (nous ne considérons en fait que les "polyfractures") est retrouvée dans 20 cas, soit 7,78 % des victimes présentant des lésions traumatiques. La répartition est donnée ci-dessous. Notons que toutes les fractures du tibia et du péroné sont associées. Le signe "*" indique que la (ou les) victime est décédée.

Tibia + Péroné	8 fois
Radius + Cubitus	2 fois
Rachis dorsal + Côtes	1 fois
Rachis dorsal + Radius	1 fois
Rachis cervical + côtes	1 fois
Rachis lombaire + Crâne	1 fois
Rachis lombaire + Pied	1 fois
Crâne + Côtes**	2 fois
Poignet gauche et droit	1 fois
Main + Genou	1 fois
Crâne + Fémur + Radius + Cubitus + Péroné*	1 fois

Nous pouvons rajouter à cette liste 3 cas de fractures vertébrales associées :

D9 - D10

L2 - L3 - L4

D11 - D12 - L1

Parmi les trois autres victimes pour lesquelles une lésion traumatique est à l'origine du décès, nous ne retrouvons l'étiologie que dans un cas (fracture du crâne).

PLANCHE 1

FRACTURES	NOMBRE
DENT	19
PIED	13
MAIN	12
R. LOMBAIRE	8
POIGNET	8
TIBIA	8
PERONE	8
RADIUS	7
R. DORSAL	5
FEMUR	5
CRANE	5
FACE	5
BASSIN	4
COTE	4
HUMERUS	4
NON CONNU	3
CUBITUS	3
R. CERVICAL	1
CLAVICULE	1
TOTAL	125

ENTORSES	NOMBRE
GENOU	23
CHEVILLE	18
EPAULE	6
COUDE	5
POIGNET	1
TOTAL	53

CONTUS.	NOMBRE
TRONC	24
MAIN	15
CRANE	11
PIED	8
NON CONNU	8
CEL	6
CUISSE	2
FACE	2
DENT	2
AVANT BRAS	1
JAMBE	1
BRAS	0
TOTAL	80

LUXATIONS	NOMBRE
EPAULE	11
GENOU	2
COUDE	1
POIGNET	0
CHEVILLE	0
HANCHE	0
TOTAL	14

	EXT. CEPH.	TRONC	MBRE SUP	MBRE INF
FRACTURES	29	23	34	34
CONTUSIONS	21	24	16	11
ENTORSES	-	-	12	41
LUXATIONS	-	-	12	2
TOTAL	50	47	74	88

2 4 4 Les Intoxications gazeuses

2 4 4 a Dénombrement

Le tableau ci-dessous donne la répartition des accidents, victimes et décès en fonction des années. Nous comptons 6 accidents, totalisant 21 victimes. Parmi elles, 6 décéderont (28 %).

TABLEAU 6 GAZ

ANNEES	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES
82	1	4	0
83	0	0	0
84	2	11	4
85	1	2	2
86	2	4	0
87	0	0	0
TOTAL	6	21	6

Ce type d'accident est rare, un ou deux cas par an, voire aucun. Le nombre de victimes est faible (à peine 5 % des victimes), mais la mortalité est en proportion très lourde (25 % des décès). A la lecture des dossiers quelques points sont à noter :

Insistons sur le caractère collectif de ce type d'accident (qui complique d'autant plus la tâche des secouristes).

Les secouristes sont ici extrêmement exposés. N'oublions pas que 2 d'entre eux ont trouvé la mort.

2 4 4 b Facteurs de risque

Tenant compte du nombre restreint d'accidents de ce type, nous donnons ici un bref récit pour chacun d'eux.

Le 17 Octobre 1982 : quatre spéléologues désamorcent un syphon avec une pompe motorisée. Trois sont pris de troubles respiratoires (sans autre précision). Le quatrième perd connaissance. Le gaz en cause est le CO dégagé par le moteur de la pompe.

Le 12 juin 1984 : neuf pompiers sont intoxiqués par du monoxyde de carbone dans une galerie datant de la guerre de 14. Ils portaient secours à un jeune homme (non spéléologue), qui n'était pas ressorti après une exploration dans cette cavité. Ce dernier est décédé, ainsi que deux de ses sauveteurs. Parmi les sept autres victimes, une sera plus gravement atteinte (coma nécessitant une oxygénothérapie hyperbare).

Le ? : deux spéléologues décèdent à la suite d'une intoxication respiratoire, au cours d'une désobstruction artificielle (emploi d'explosifs). Le gaz en cause n'est pas précisé (le monoxyde de carbone est certainement présent).

Le 27 Septembre 1986 : un spéléologue est brûlé à la main droite par l'explosion d'un sac de carbure. Ce sac étant tombé dans une vasque pleine d'eau, le carbure de calcium qu'il contenait avait réagi pour donner de l'acétylène.

Le 12 Septembre 1986 : à la suite des travaux d'élargissement d'une diaclase, trois spéléos sont intoxiqués par le CO produit par le groupe électrogène situé près du puits d'entrée.

Enfin le dernier cas a été décrit dans le chapitre "plongée". Il s'agit d'un plongeur intoxiqué par un gaz à la sortie d'un syphon (probablement du SO₂).

Nous remarquons que pour 5 accidents sur 6, le gaz responsable est d'origine artificielle. Le CO est en cause dans 4 cas, il est responsable de 5 décès.

2 4 5 Les épuisements

"A ce moment là, Pierre veut redescendre, donc faire un passage sur descendeur. Il n'y arrive pas. Paul lui explique plusieurs fois comment faire, mais Pierre dit que son croll est bloqué. Au bout d'un quart d'heure, il panique. Il commence à s'évanouir par période. Jacques resté près de lui le réveille en le bousculant.

Pierre s'est finalement bien endormi.

Au bout de 20 minutes, Jacques dit: "Pierre a la tête en bas." <5>

2 4 5 a Dénombrement

Nous relevons 9 accidents concernant 12 victimes, dont une a trouvé la mort (8,3 % des cas d'épuisement recensés). La répartition en fonction des années est donnée dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU 7 EPUISEMENTS

ANNEES	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES
82	1	2	0
83	1	2	0
84	4	4	1
85	1	1	0
86	1	2	0
87	1	1	0
TOTAL	9	12	1

En dehors de l'année 1984, leur répartition sur ces six années est stable.

2 4 5 b *Facteurs de risque*

Nous avons obtenu 13 réponses, le facteur "eau" est rencontré dans la majorité des cas (88,88 % des accidents).

La notion de crue est mentionnée 2 fois (22,22 %), celle de chute également.

Dans un cas l'erreur humaine est en cause (11,11 %).

2 4 5 c *Facteurs humains*

Parmi ces victimes nous comptons 8 hommes (66,66 %) et 4 femmes (33,4 %). La moyenne d'âge est de 25,36 ans (+/- 6,84 ans).

2 4 6 **Fatigue simple**

2 4 6 a *Dénombrement*

Nous comptons 12 cas concernant 41 victimes, soit 3,41 victimes par accident. La répartition en fonction des années est reproduite sur le tableau ci-dessous.

TABLEAU 8 FATIGUE

ANNEES	ACCIDENTS	VICTIMES
82	4	11
83	3	10
84	2	6
85	0	0
86	3	14
87	0	0
TOTAL	12	41

2 4 6 b *Facteurs de risque*

Nous ne totalisons que 11 réponses. Le facteur "eau" est cité 5 fois (45,4 %), dont 3 fois en association avec la notion de crue (27,2 %). Les autres facteurs cités sont : retard, erreur de parcours, faute humaine, une fois chacun (9 %).

2 4 6 c *Facteurs humains*

Sur les 41 personnes, 37 sont de sexe masculin (90,25 %), 4 sont de sexe féminin (9,75 %). La moyenne d'âge est de 25,6 ans (+/- 6,64 ans).

2 4 7 **Absence de lésion**2 4 7 a *Dénombrement*

Nous recensons 17 "accidents", concernant 60 "victimes", soit 3,52 par accident. La répartition en fonction des années figure sur le tableau ci-dessous :

TABLEAU 9 SANS LESION

ANNEES	ACCIDENTS	VICTIMES
82	7	33
83	2	4
84	2	3
85	5	17
86	0	0
87	1	3
TOTAL	17	60

2 4 7 b *Facteurs de risque*

Les 15 % de victimes pour lesquelles nous ne retrouvons aucune lésion (non étudié jusqu'alors) sont le plus souvent en rapport avec une crue (21 %) bloquant toute une équipe, ou avec une erreur de parcours (21 %). Le facteur "eau" est noté pour 30 % des cas.

2 5 LES SECOURS

2 5 1 Dénombrement

Durant ces six années, nous recensons 92 opérations de secours (15,3 par an en moyenne, extrêmes : 9-21) ; la répartition annuelle figure sur le tableau ci-dessous

TABLEAU 10 SECOURS

ANNEES	SECOURS	SECOURUS	SECOURIST	MEDECINS	HELICOPT.
82	21	57	822	9	6
83	14	25	315	9	4
84	19	33	290	12	2
85	16	31	310	5	4
86	12	24	168	4	3
87	9	13	409	4	2
TOTAL	92	184	2454	43	21

Ces opérations concernent 184 victimes (30,6 par année, extrêmes : 13-57). Nous comptons donc 2,02 victimes par secours.

Le sexe des victimes secourues est connu dans 168 cas, qui se répartissent en 142 hommes (84,52 %), et 24 femmes (15,48 %).

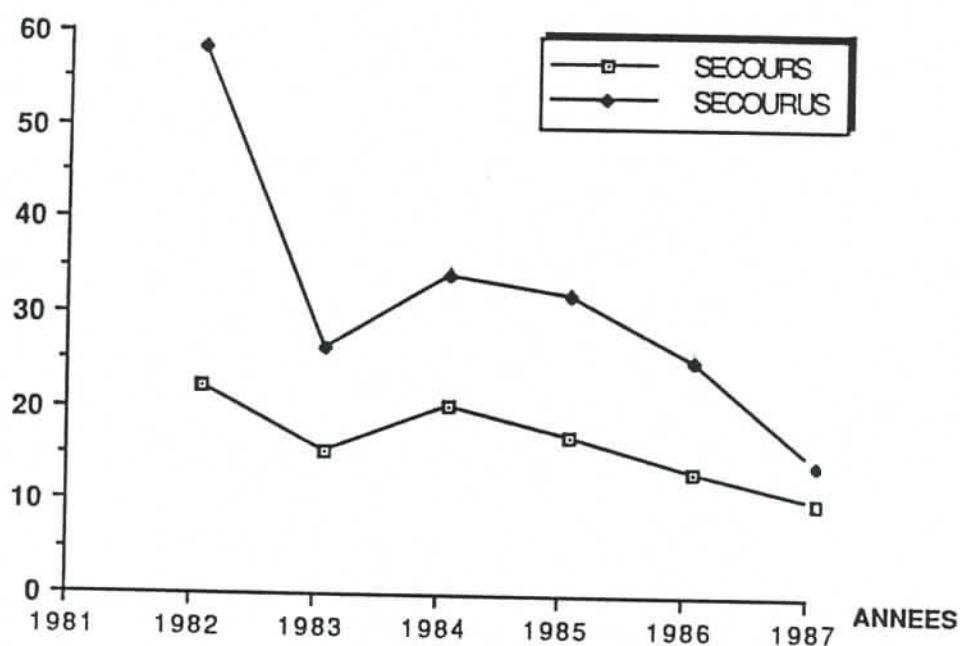


Fig 14 : Nombre de secours et de victimes secourues en fonction des années

2 5 2 Moyens mis en oeuvre

Plus de deux mille personnes (2454) ont participé à ces secours, soit 409 par année (extrêmes : 168 - 822). Un secours mobilise en moyenne 26,67 personnes (extrêmes : 4 - 140).

Les secours ont été médicalisés 42 fois (46,66 %), le plus souvent plusieurs médecins participent à l'opération mais ceci n'a pas été étudié.

Dans 21 cas les secouristes ont utilisé une ou plusieurs vacations d'hélicoptères (23,33 % des secours).

Nous n'avons pu étudier, par manque d'informations, le rôle joué par les divers participants énumérés dans notre première partie (bénévoles, pompiers, gendarmes...).

2 5 3 Répartition topographique

La répartition des secours en fonction des départements a été réalisée dans le tableau 14 page 61. Un secours a eu lieu en Espagne, les autres se répartissent dans 30 départements, dont 70 (soit 76 %) sur 11 d'entre eux : 6 - 7 - 25 - 26 - 31 - 34 - 38 - 46 - 64 - 73 - 74.

Nous retrouvons les grandes régions définies dans un chapitre précédent :

Le massif Alpin se détache avec 48 % des secours, le Massif Central est retrouvé loin derrière (18 %), les Pyrénées également (12 %).

Le classement par région précise ce résultat : près de 40 % des secours ont lieu dans la région Rhône-Alpes. Viennent ensuite : Provence-Côte d'Azur (14 %), puis Franche-Comté et Midi-Pyrénées (12 %).

2 5 4 Facteurs chronologiques

2 5 4 a *Heure d'alerte*

Ce facteur est connu dans 77 cas, rapportés dans le tableau 12 page 60 l'heure moyenne est proche de 14 heures, avec des écarts importants (+/- 6,69 heures). Nous constatons que dans 76 % des cas l'alerte a été donnée dans la deuxième partie de la journée (entre 12 heures et minuit).

2 5 4 b *Délai d'alerte*

Ce délai a pu être calculé pour 19 opérations, les résultats sont consignés dans le tableau 16 page 62. Il est en moyenne de : 2 h 51mn (+/- 3 h 43 mn).

Notons que dans 8 cas (42 %), il est inférieur à une heure ; dans 15 cas (78,94 %), il est inférieur à trois heures.

Nous avons envisagé d'étudier ce paramètre en différenciant les cas où l'alerte était donnée par un coéquipier de ceux où elle était donnée par une personne étrangère à l'équipe, mais dans cette dernière catégorie nous n'avons qu'une seule réponse, rendant toute analyse impossible.

2 5 4 c Délai de préparation

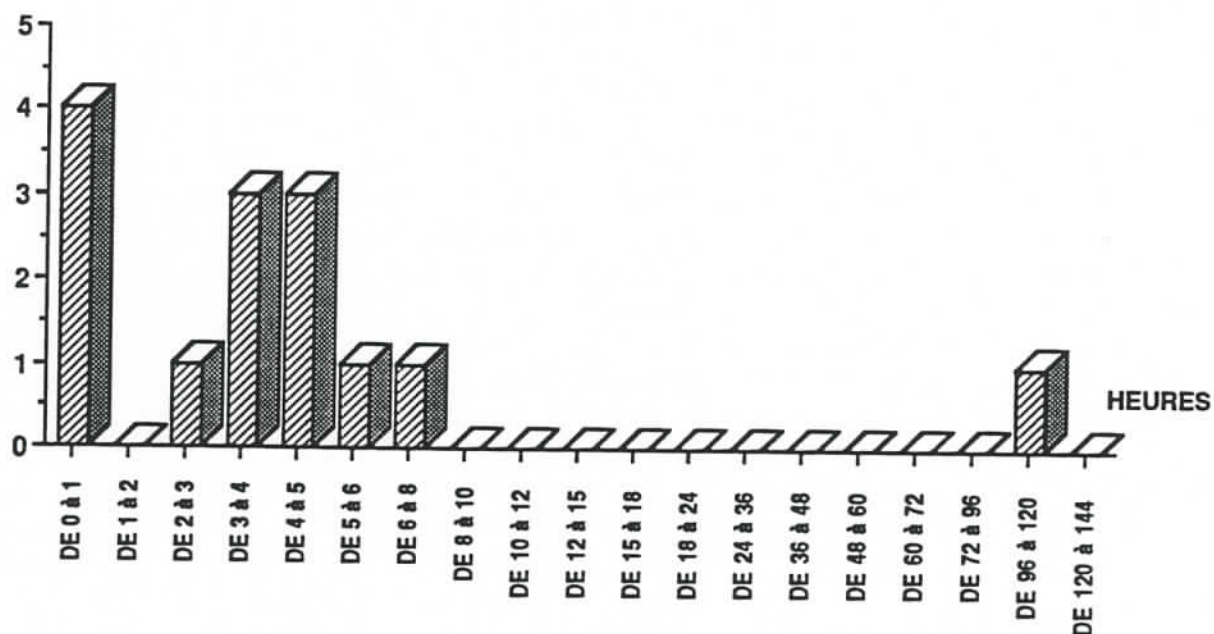


Fig 15 : Différents délais de préparation (en heures)

Les réponses pour cet item sont rapportées dans le tableau 16 page 62. Nous disposons de 39 éléments. La valeur moyenne est de 2 h 52 mn (+/- 3 h 30 mn), dans 32 cas (82 %) ce délai reste inférieur à 3 heures.

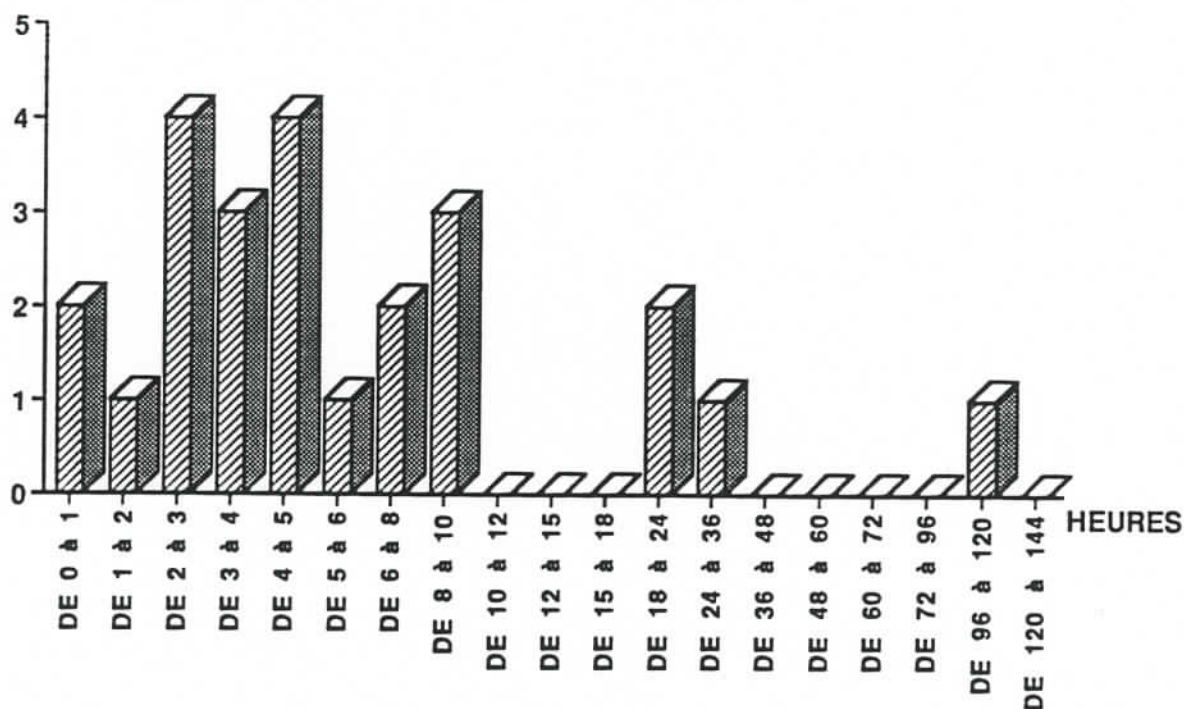
2 5 4 d *Délagi de jonction*

Fig 16 : Différents délagi de jonction

Ce délagi est connu dans 24 observations (voir tableau 16 page 62) . La valeur moyenne est de 11 h 20 mn, l'écart type ne présente plus ici d'intérêt, si ce n'est de montrer la dispersion des résultats (21 h 15 mn). Notons que dans 18 cas (75 %) ce délagi est inférieur à 8 heures.

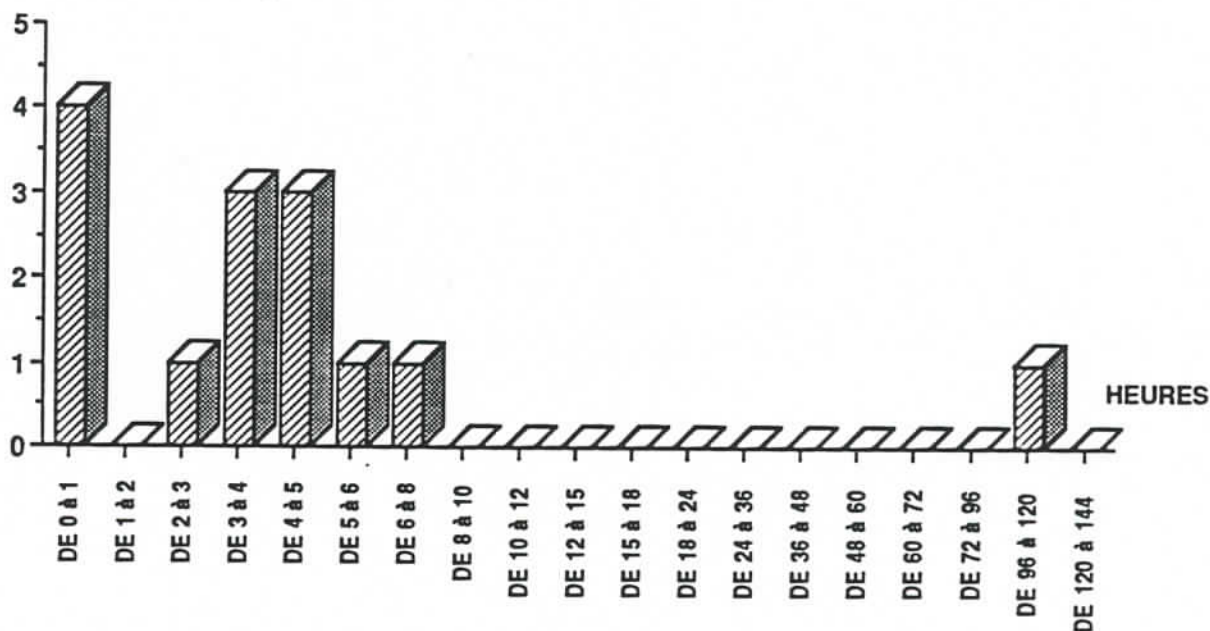
2 5 4 e *Délagi de "prémédicalisation"*

Fig 17 : Différents délagi de "prémédicalisation"

Nous ne connaissons ce délai que pour un nombre restreint d'observations (voir tableau 16 page 60), les résultats sont très dispersés. Le plus souvent il n'a pu être précisé que pour les secours importants. Ceci fausse l'analyse par le biais d'une sélection involontaire et explique les apparentes contradictions avec certains résultats que nous verrons plus loin.

Notons cependant l'ordre de grandeur : le blessé attend souvent les premiers soins pendant plus de 10 heures !

2 5 4 f *Délai d'évacuation*

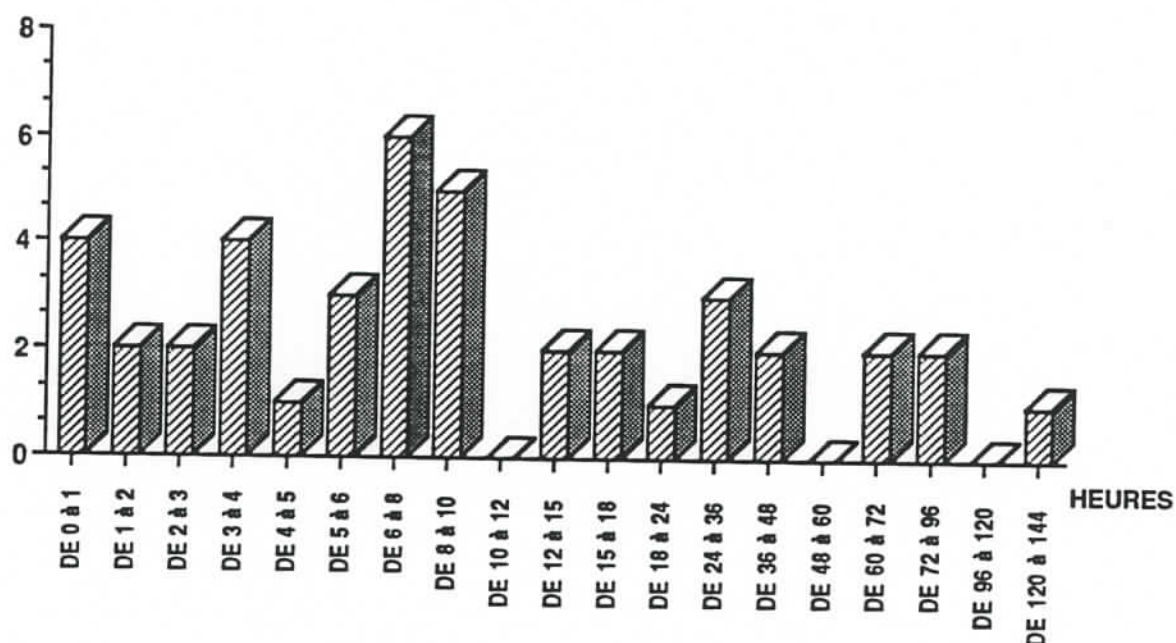


Fig 18 : Différents délais d'évacuation

Dans ce chapitre également, l'analyse s'avère difficile. Malgré la dispersion des valeurs, un nombre plus important de cas (voir tableau 16 page 62), permet d'avancer une moyenne de 22h 20. Ceci nous donne une idée de ce qu'endurent les blessés.

2 5 4 g *Durée totale du secours*

Cet élément est rapporté dans 74 observations, répertoriées dans le tableau 16 page 62. La moyenne est de 17 h. Le fait que la durée totale des secours soit inférieure à certains autres délais (évacuation, par exemple), s'explique par le fait que les "échantillons" sont différents. Cette durée totale est rapportée dans un grand nombre d'observations, par contre les autres délais sont rarement précisés dans les secours "rapides", rallongeant ainsi artificiellement certaines valeurs.

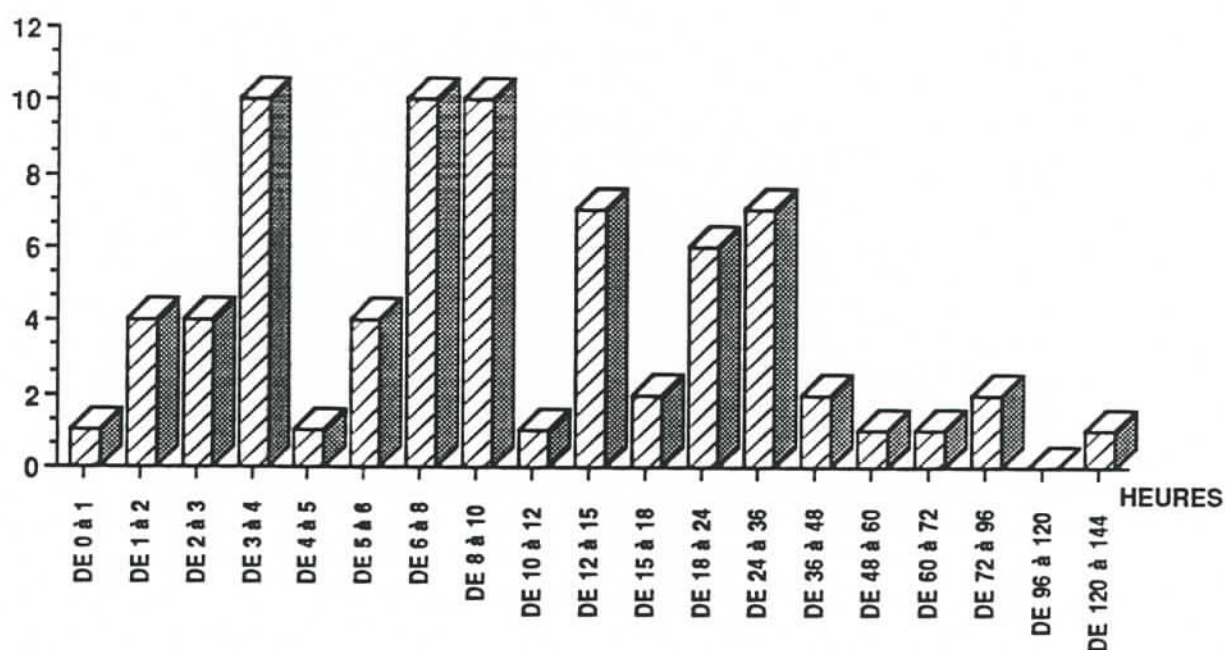


Fig 19 : Durée totale des secours

2 5 5 Facteurs de risque

Comme nous l'avons vu, les accidents ne sont pas beaucoup plus fréquents en milieu vertical. Ils semblent cependant être alors plus graves, puisque 78 % des secours sont déclenchés après un accident survenu dans une partie verticale du réseau.

Parmi les autres facteurs de risque notons la place occupée, ici également, par la présence d'eau : 33 % des secours (dans 13 % la notion de crue est retrouvée, dans 12 % le secours se déroule dans un syphon). Mais les chutes représentent la principale cause d'intervention (40 %).

2 5 6 Divers

2 5 5 a Déclenchement du secours

Nous connaissons le mode de déclenchement de l'alerte dans 44 cas. Dans 16 cas (36,36 %) l'alerte a été donnée par une personne restée en surface, dans les 28 autres cas (63,64 %) les équipiers témoins du drame, ont prévenu les autorités.

2 5 5 b *Fausses alertes*

Au cours de ces six années nous comptons 5 cas (5,5 % du total) pour lesquels des secours ont été mis en route, alors que les équipes sensées se trouver en difficulté étaient simplement en retard sur l'horaire annoncé.

Ces opérations (4 en 1982, 1 en 1984) concernent 23 "victimes", et ont mobilisé 98 sauveteurs. Notons que sur ces 5 alertes, 3 ont été données par une personne étrangère à l'équipe, les deux autres aussi certainement, mais les dossiers ne le mentionnaient pas.

2 5 5 c *Sur-accidents*

Nous ne comptons que 4 accidents concernant 12 secouristes (soit 4,4 % des opérations de secours ; 0,55 % des secouristes) : trois d'entre eux peuvent être précisés :

Une fracture au niveau du poignet droit.

Une "gelure" des orteils.

Mais surtout l'accident collectif, en rapport avec la présence de monoxyde de carbone, dans une galerie artificielle, qui a entraîné l'intoxication de 9 secouristes, causant le décès de 2 d'entre eux. C'est à notre connaissance le seul cas de sur-accident mortel.

Le risque statistique de sur-accident n'est donc pas négligeable, leur gravité possible justifie pleinement la présence d'une équipe médicale en surface.

2 5 5 d *Soins dispensés*

Il eut été intéressant d'analyser les soins institués par les médecins. Malheureusement les comptes rendus médicaux détaillés sont trop rares pour conférer à leur étude la moindre valeur statistique.

2 5 5 e *Lésions rencontrées lors des secours*

Dans 20 % des secours la victime est décédée. Ce chiffre paraît important et enlève toute notion de "banalisation".

Les principales lésions retrouvées sont traumatiques (50 %).

Dans 20 % des cas aucune lésion n'est retrouvée, mais cela ne veut pas dire qu'il n'y en aurait pas eu si les secouristes n'étaient pas intervenus.

TABLEAU 11 REPARTITION MENSUELLE

MOIS	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES	PLONGEE
JANVIER	23	27	1	1
FEVRIER	25	38	1	0
MARS	13	23	2	1
AVRIL	22	22	1	0
MAI	34	38	1	0
JUIN	27	42	3	1
JUILLET	21	34	0	0
AOUT	32	39	7	4
SEPTEMBRE	27	32	3	3
OCTOBRE	29	37	1	2
NOVEMBRE	28	39	3	1
DECEMBRE	25	29	1	1
TOTAL	306	400	24	14

TABLEAU 12 HORAIRES

HEURE	ENTREE	ACCIDENT	ALERTE
DE 0 A 1	0	0	2
DE 1 A 2	0	0	1
DE 2 A 3	0	2	3
DE 3 A 4	0	0	3
DE 4 A 5	0	1	1
DE 5 A 6	1	0	0
DE 6 A 7	1	0	0
DE 7 A 8	1	0	2
DE 8 A 9	2	2	3
DE 9 A 10	4	0	1
DE 10 A 11	5	2	2
DE 11 A 12	2	2	4
DE 12 A 13	2	2	4
DE 13 A 14	3	4	3
DE 14 A 15	5	3	7
DE 15 A 16	0	5	5
DE 16 A 17	1	8	5
DE 17 A 18	2	3	3
DE 18 A 19	3	7	4
DE 19 A 20	0	0	5
DE 20 A 21	1	2	6
DE 21 A 22	0	0	4
DE 22 A 23	0	3	3
DE 23 A 24	0	1	6
TOTAL	33	47	77

TABLEAU 13 TYPE DE CAVITE

CAVITE	ACCIDENT	VICTIME	DECES	PLONGEE
RESURGENCE	10	13	10	9
GOUFFRE	97	156	8	1
CAV. ARTIF.	2	12	3	0
GROTTE	56	73	1	3
PROSPECTION	9	9	1	-
SURFACE	26	26	0	-
ENTRA ENT	20	20	0	-
NON CONNU	86	91	1	1
TOTAL	306	400	24	14

TABLEAU 14 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

DEPT.	ACCIDENTS	PLONGEE	DECES	SECOURS
38	23	1	1	14
74	20			7
64	16			5
25	16	3	3	9
46	15	2	1	3
6	15	1	1	4
34	12	2	1	7
84	11		1	2
31	11		1	7
30	11			1
73	11		1	6
7	10		1	4
1	10			1
65	9			
39	8	1		1
26	8		2	4
55	6			1
12	6			1
11	6			
66	5			1
5	4			2
77	4			
24	3			1
4	3	1	1	1
76	2		1	
41	2			
20	2	1	1	1
21	2			1
13	2	1	2	2
9	2			
83	2			
95	1			1
89	1			
70	1			1
59	1			1
53	1			
51	1		3	1
48	1			
27	1			1
16	1	1	1	1
8	1			
87	1			
82	1			
81	1			
71	1			
56	1			
37	1			
19	1			
TOTAL	274	13	23	91

TABLEAU 15
FACTEURS DE RISQUE

F. RISQUE	ACCIDENTS	VICTIMES	DECES	TRAUMATO	EPUISEM.	FATIGUE	ABS. LESION	CHUTE
CHUTE	158	158	6	151	2			
EBOULEMENT	45	46	3	43				5
EAU	41	78	12	12	8	27	7	8
FAUTE	22	25	4	18	1	3	1	15
PLONGEE	14	16	10	0			3	
CRUE	14	38	1	2	2	14	5	2
MATERIEL	13	14	1	8			1	11
ERREUR DE P.	9	28	1	1		2	5	2
GAZ	6	21	6	0				
RETARD	3	14	0	0		4	2	
TOTAL	326	438	44	235	13	50	24	43

TABLEAU 16
DELAIS

HEURES	T. P. S. T.	D. ALERTE	D. PREPAR.	D. JONCT.	D. PREMED.	D. EVACU.	D. TOTALE
DE 0 A 1	2	8	9	2	1	0	1
DE 1 A 2	3	3	12	1	0	2	4
DE 2 A 3	0	4	11	4	1	2	4
DE 3 A 4	2	1	2	3	3	4	10
DE 4 A 5	2	0	3	4	3	1	1
DE 5 A 6	0	0	0	1	1	3	4
DE 6 A 8	2	1	0	2	1	6	10
DE 8 A 10	2	0	0	3	0	5	10
DE 10 A 12	0	0	1	0	0	0	1
DE 12 A 15	0	1	0	0	0	2	7
DE 15 A 18	0	0	0	0	0	2	2
DE 18 A 24	0	0	1	2	0	1	6
DE 24 A 36	0	0	0	1	0	3	7
DE 36 A 48	0	0	0	0	0	2	2
DE 48 A 60	0	0	0	0	0	0	1
DE 60 A 72	0	0	0	0	0	2	1
DE 72 A 96	0	0	0	0	0	2	2
DE 96 A 120	0	0	0	1	1	0	0
DE 120 A 144	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	13	19	39	24	11	38	74

CHAPITRE III

DISCUSSION

I LA VICTIME, L'ACCIDENT

1 1 FACTEURS CHRONOLOGIQUES

En ce qui concerne l'évolution du nombre d'accidents et de victimes par année, tout essai comparatif remontant avant 1978 est inconcevable. En effet avant cette date seuls les accidents graves ou mortels étaient retenus. Faust <32> ayant étudié la période 78-81 sur des bases superposables aux nôtres, nous pouvons envisager une étude sur la décennie 78-87.

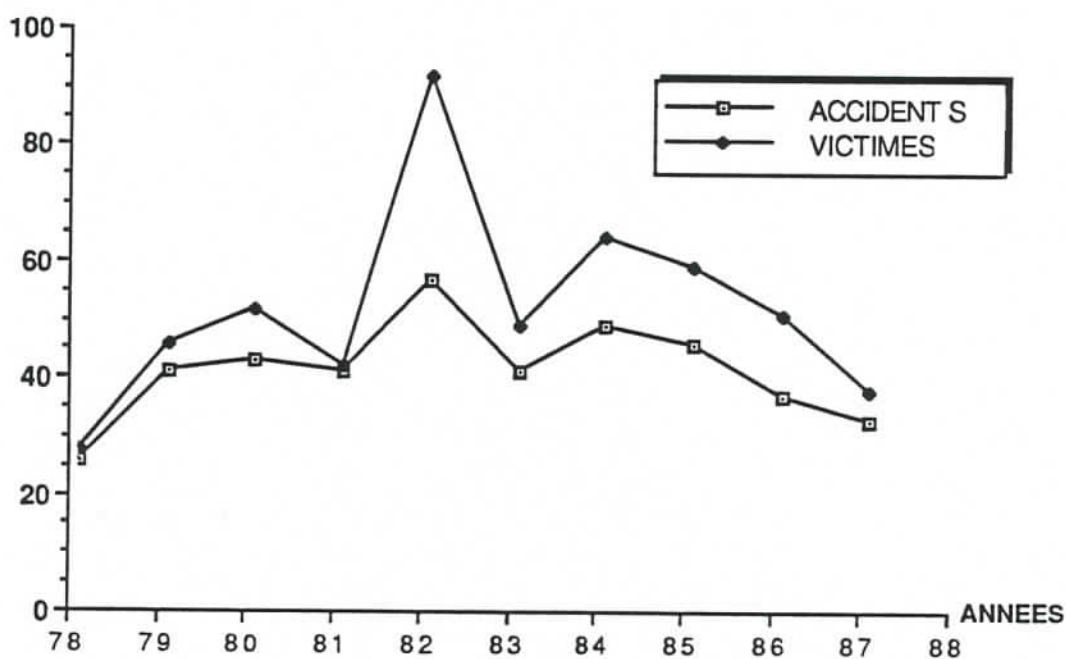


Fig 20 : Nombre d'accidents et de victimes sous terre, entre 1978 et 1987

Durant ces dix années nous distinguons 2 parties :

Si nous laissons de côté l'année 1978 caractérisée par un nombre exceptionnellement bas d'accidents, nous constatons une phase stable (avec une quarantaine d'accidents et de victimes par an) jusqu'en 1981.

Par contre dès la première année de notre étude le nombre d'accidents augmente de près de 40 %, les victimes sont pratiquement deux fois plus nombreuses (ceci en rapport avec la progression du nombre d'accidents mais aussi avec le nombre parfois élevé de victimes par accident). Ces deux courbes baissent ensuite progressivement à partir de 1984.

Nous devons toutefois tenir compte des différences de recrutement des données entre les deux travaux. Si nous ne considérons, comme dans le graphique ci-dessus, que les événements survenus sous terre, les écarts entre les deux époques s'estompent en valeur absolue (1987 devient alors

l'année la moins mouvementée depuis 1978). Les tendances observées ci-dessus restent cependant inchangées.

Si nous tenons compte de l'évolution du nombre de licenciés, cette augmentation du nombre de victimes est moins nette. En effet il est vrai comme nous l'avons vu, que le nombre de victimes augmente, d'une période à l'autre, en valeur absolue. Mais de 1978 à 1982, les calculs de Faust montrent que 0,8 % des licenciés sont victimes d'un accident ; ce chiffre passe à 0,86 % pour notre étude. Cependant si nous laissons de côté l'année 1982 marquée par un nombre inhabituel d'accidents collectifs, avec des équipes nombreuses, ce pourcentage passe à 0,7 % (soit une diminution globale de 12 %).

Notons toutefois deux remarques :

Nous ne disposons pas du nombre de licenciés en 1985, cette année n'a pas été prise en compte pour le calcul des chiffres cités dans ce chapitre.

L'augmentation du nombre de licenciés est-elle en rapport avec une augmentation du nombre total de spéléologues ? ou avec une diminution de spéléologues non licenciés, le nombre total ne variant pas ? Nous ne disposons pas de données suffisantes pour trancher.

La répartition mensuelle, nous l'avons vu, ne met en évidence aucune période particulière.

Pour la répartition hebdomadaire, notre étude confirme une fréquence élevée d'accidents pendant le week-end, en particulier le dimanche. Il est intéressant de remarquer que le docteur Mallard <48> avançait le même chiffre de 66 %, mais avec une fréquence plus élevée pour le samedi (37 %). Nous ne savons pas si la date retenue était celle du jour d'entrée sous terre (souvent le samedi) ou celle de l'accident lui-même.

Cette fréquence élevée d'accidents pendant le week-end n'est pas sans poser de problèmes en ce qui concerne le recrutement des équipes de secours. Il est en effet souvent difficile de joindre des secouristes bénévoles qui sont, soit sous terre eux-mêmes, soit en vacances avec leur famille.

L'heure d'entrée sous terre paraît être dans la grande majorité des cas conforme aux règles de sécurité. En effet il semble peu raisonnable de débiter une exploration à la nuit tombante. Or à la lecture de l'abondante littérature représentée par "Spélunca", il semble (mais nous rappelons qu'aucune étude chiffrée ne peut appuyer cette affirmation) qu'il fût un temps où il n'était pas inhabituel de commencer certaines explorations la nuit. Actuellement ceci semble extrêmement rare ; l'effort de prévention entrepris par la F.F.S. n'y est pas étranger. Notons tout de même que certains, même s'ils sont peu nombreux, descendent encore sous terre en début de soirée...

L'heure de survenue de l'accident est intéressante à étudier d'autant plus que nous disposons d'une étude équivalente réalisée en 1971 par Ritter <56>.

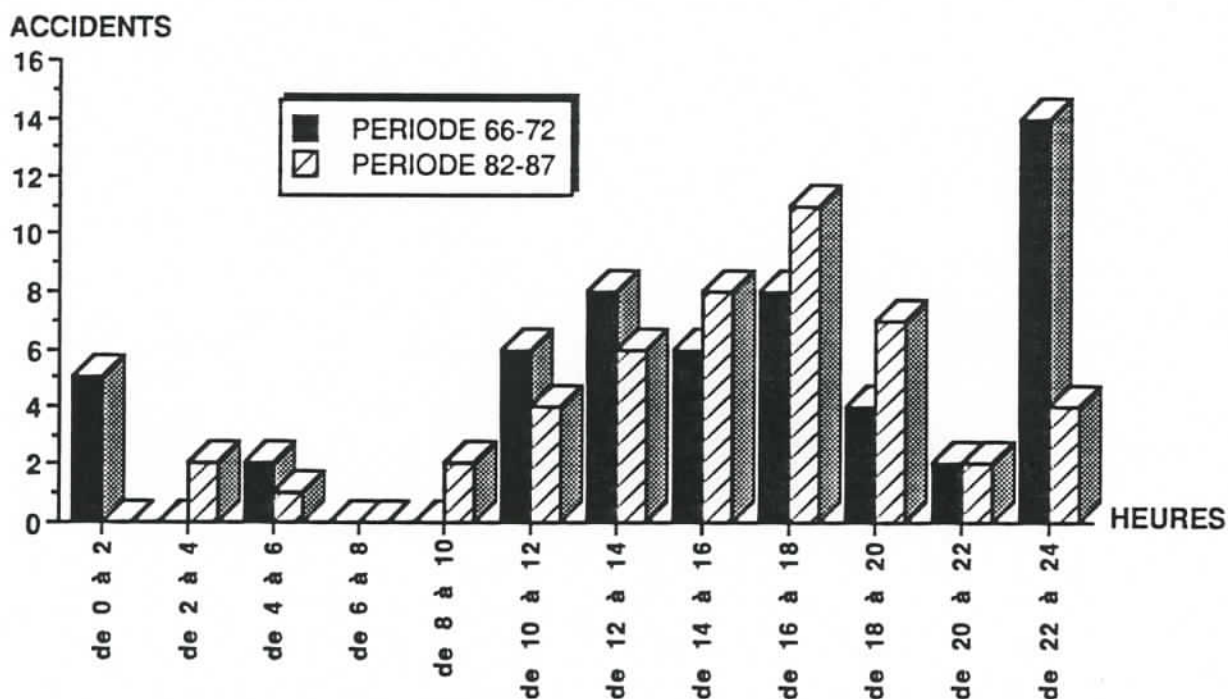


Fig 21 : Heure de survenue des accidents

Les résultats ne sont pas du tout superposables. Ritter dénombre une part importante des accidents entre 22 heures et 5 heures (environ 41 %), or dans notre étude nous n'en retrouvons que 12 %. Ce fait est-il à mettre sur le compte de la politique de prévention, entreprise par la F.F.S. depuis la parution de telles études ? Les spéléologues sembleraient avoir changé certaines mauvaises habitudes, les horaires physiologiques de sommeil seraient mieux respectés.

1 2 FACTEURS GEOGRAPHIQUES

En 1984 Mallard <48> note déjà une concentration géographique des accidents dans certaines zones. En effet il compte 66 % des accidents sur 9 départements dont 8 sont cités : Doubs, Pyrénées Atlantiques, Haute Garonne, Isère, Haute Savoie, Lozère, Côte d'or, Ain. Nous remarquons que la Lozère et la Côte d'or ne figurent plus dans ce "peloton de tête".

Retenons que les accidents spéléo peuvent survenir en toute zone tant soit peu karstique, les régions Alpines étant cependant plus exposées.

En ce qui concerne le profil de la cavité, nos résultats (56 % en milieu vertical, 44 % en milieu non vertical) sont proches de ceux avancés par Mallard (respectivement : 51 % et 49 %).

Ceci nous rappelle que toutes les parties d'une cavité présentent des risques potentiels, ne serait-ce que par les caractéristiques agressives du milieu souterrain, pouvant mettre en danger la vie d'un individu après une simple chute de sa hauteur.

L'absence d'étude antérieure sur la profondeur à laquelle surviennent les accidents nous prive de comparaisons.

La grande majorité des accidents survient entre 0 et 200 mètres de dénivellation

Cette limite (de 200 mètres) trouvée ici correspond bien à une certaine réalité. En effet beaucoup de gouffres ne dépassent pas cette profondeur. La plupart des spéléologues se sentent capables d'affronter les difficultés d'un -200. Au delà d'une limite (surtout psychologique) voisine de cette valeur, l'expédition sera mieux préparée, les participants s'interrogeront en tout cas sur leur forme physique et leurs capacités techniques avant de s'y engager.

Bien évidemment ceci n'est pas le seul facteur en compte et il est simpliste de penser que dénivellé = difficulté, mais il n'en est pas moins vrai qu'en dessous de 300 mètres on ne trouve plus de spéléologues "promeneurs".

Faust <32> note déjà une fréquence accrue d'accidents dans la phase de retour (le nombre d'accidents serait alors supérieur de 66%). Nos résultats confirment et renforcent cette notion : nous comptons deux fois plus d'accidents lors du retour.

Ceci est facilement compréhensible, l'attention est alors amoindrie par le manque de sommeil et souvent par la fatigue. Lors du retour le spéléologue remonte les puits, ce qui constitue souvent l'effort le plus intense et le plus prolongé de l'expédition. Cette dépense physique est trop souvent sous-estimée.

1 3 FACTEURS DE RISQUE

Les facteurs de risque sont difficiles à cerner, par manque d'information.

Faust les analyse, mais sa méthode de travail étant différente nous ne pouvons comparer que certains paramètres (nous pouvons évoquer les "grandes lignes", mais les chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif et n'ont d'intérêt qu'à l'intérieur des études respectives).

Nous ne pouvons commenter les résultats obtenus pour le facteur "eau" (13,4 % des accidents) en effet il n'est étudié dans les autres thèses que lors des accidents mortels.

La notion de crue n'est retrouvée que dans 4,57 % des accidents, ce qui paraît faible. Cependant l'absence d'études antérieures de ce facteur dans la genèse d'accidents non mortels nous prive de tout commentaire argumenté.

Les éboulements présentent une fréquence comparable : 13,4 % dans notre étude (12 % pour Faust).

Les accidents dus à la présence de gaz toxiques ont également une fréquence équivalente dans les deux travaux (2 % pour Faust, 1,96 % pour notre travail).

Les autres facteurs (matériel, fautes humaines) sont mal explorés par cette étude, en raison du faible nombre de réponses et des difficultés que présente leur analyse (comme nous l'avons

expliqué dans un chapitre précédent). Les résultats sont donnés à titre indicatif. Notons toutefois que la part des erreurs humaines paraît grandement sous évaluée.

Enfin nous ne possédons pas d'étude chiffrée en ce qui concerne les erreurs de parcours (3 %) et les retards simples (1 %).

Il n'existe pas à notre connaissance d'étude antérieure explorant le nombre de spéléologues par équipe. Les résultats que nous obtenons amènent cependant plusieurs commentaires.

Un dispositif assez récent permet d'explorer des gouffres en solitaire, en rappelant la corde au bas de chaque puits. Quelques individus pratiquent ainsi la spéléologie, ils sont peu nombreux, heureusement. Cette activité est restée un sport d'équipe, elle ne suit pas (pour le moment du moins) "l'évolution" de l'alpinisme ou la cordée risque de n'être bientôt qu'un souvenir. Nous ne retrouvons qu'un cas de spéléologie en solitaire. Ce résultat, si on le rapproche de certains autres (heure d'entrée sous terre notamment) confirme que les spéléologues sont suffisamment responsables pour ne pas multiplier les risques inutiles.

Actuellement des équipes de plus de 7 ou 8 personnes sont rares. Un nombre trop élevé de participants n'a souvent pour seule conséquence que le ralentissement de l'équipe par augmentation des temps d'attente en haut des puits.

Une fois sur deux le nombre idéal (4) de spéléologues n'est pas atteint : en effet, nous constatons que dans 50 % des cas l'équipe ne compte pas plus de 3 membres (ce qui montre bien s'il en était nécessaire l'évolution de la spéléologie depuis les années 50). Ceci semble cependant insuffisant en cas d'accident. A partir de 4 personnes, un des équipiers peut rester près du blessé pendant que les deux autres remontent chercher du secours avec une sécurité accrue (nous ne comptons cependant aucun cas où le spéléo parti donner l'alerte ait été à son tour victime d'un accident).

1 4 FACTEURS HUMAINS

Plusieurs études permettent d'analyser nos résultats :

Une enquête réalisée en 1976 sur 520 spéléologues de Midi-Pyrénées, rapportée par Mallard <48> dénombre 11,5 % de femmes.

Aux Etats Unis entre 1976 et 1979, 14 % des victimes sont de sexe féminin.

De 1986 à 1988 la Fédération Française recense 16,1 % de femmes parmi les licenciés

Nous retrouvons 16,5 % de femmes parmi les accidentés, ce qui ne permet pas d'attacher à ce facteur un risque particulier.

L'étude réalisée en Midi-Pyrénées citée dans le chapitre précédent <48>, montre un "pic de fréquence" pour l'âge de 23 ans, ceci n'étant pas une valeur moyenne. La quasi totalité a entre 15 et 30 ans.

Diverses études étrangères, rapportées par Mallard, explorent l'âge des victimes : elles montrent un "pic de fréquence" important avant 20 ans.

Aux U S A 30 % des accidentés ont entre 16 et 20 ans.

En Grande Bretagne ce pourcentage monte à 40 % pour la même classe d'âge.

Notre résultat inspire deux commentaires :

La moyenne d'âge de 28 ans semble élevée par rapport aux chiffres cités précédemment, or ce facteur est précisé dans un nombre important d'observations, sa validité est indiscutable. Contrairement aux résultats cités ci-dessus, et contrairement à certaines idées reçues, les accidents ne touchent donc pas plus souvent des "jeunes spéléos insouciants, imprudents et inexpérimentés du fait de leur âge".

L'écart type est important compte tenu de la population concernée (15 à 30 ans). L'âge n'amène donc aucune garantie statistique contre la survenue d'un accident.

Nous ne disposons d'aucune étude sur les antécédents médicaux des spéléologues blessés. Notons que les antécédents déclarés sont rares ; dans la plupart des cas il n'est pas possible de mettre en évidence un rapport avec l'accident survenu.

Les spéléologues paraissent donc en "bonne santé". Est ce une conséquence des efforts entrepris par nos prédécesseurs pour conseiller une visite médicale annuelle ? Cette visite n'est pourtant pas obligatoire pour l'obtention de la licence de la F.F.S. à la différence d'autres activités sportives.

Le niveau spéléologique des victimes peut être précisé. En effet, quoique l'échantillon soit réduit, nous constatons que 80 % des victimes (d'après les réponses que nous avons obtenues) sont expérimentées. Cette notion est retrouvée dans d'autres études <32>, et sera confirmée en ce qui concerne les accidents mortels (pour lesquels nous possédons plus d'informations).

II PRINCIPAUX TYPES D'ACCIDENTS

2 1 LES CHUTES

2 1 1 Généralités

La chute est le type d'accident le plus souvent rencontré sous terre (51,6 %), avec une fréquence stable en fonction des années. La légère différence avec l'étude de Faust (44 %) peut être

expliquée par la prise en compte des accidents survenus en surface, en effet ils correspondent dans leur grande majorité à des chutes.

L'indice de mortalité (3,75 %) est faible si on le compare à d'autres types d'accidents. Toujours d'après Faust 9 % des chutes sont mortelles. Cet écart est-il en rapport avec le mode de recrutement des cas ?

2 1 2 Facteurs de risque

Parmi les facteurs de risque étudiés, les plus fréquemment rencontrés, sont ceux en rapport avec le spéléologue lui même (erreur technique ou défaut du matériel). Le profil de la cavité sur le lieu de l'accident est plus intéressant à étudier ; en effet ce facteur est précisé dans un nombre plus important d'observations, d'autre part les résultats sont étroitement corrélés à ceux obtenus en ce qui concerne les accidents en général (confirmé d'ailleurs par les études étrangères rapportées par Mallard). Nous ne mettons pas en évidence de lieu plus exposé en ce qui concerne les chutes (d'une manière générale plus la dénivellation sera importante, plus les conséquences seront graves), ceci confirme le fait que le spéléologue ne doit relâcher son attention en quelque endroit que ce soit...

2 2 LES EBOULEMENTS

Les éboulements restent une cause importante d'accidents (13,4 %). Leur fréquence paraît stable sur l'ensemble de la décennie, Faust <32> retrouve nous l'avons vu une proportion similaire (12 %).

Leur nombre par rapport au nombre total de décès est également constant (12,5 % pour notre étude, 15 % selon Mallard <48>).

La part importante d'éboulements survenus en zone verticale appelle cependant une remarque : la lecture des dossiers ne permet pas toujours d'affirmer l'existence d'erreurs humaines. Pourtant le plus souvent les spéléologues sont à l'origine de ces accidents (stationnement en bas des puits, spéléos échelonnés le long d'un puits à risque, absence d'étayage lors des désobstructions...). Dans certains cas la victime elle même provoque l'éboulement (inattention, prise qui lâche...).

2 3 ACCIDENTS DE PLONGEE

2 3 1 Evolution du nombre d'accidents de plongée en fonction des années

Les accidents de plongée, stables sur cette période, n'ont jamais été aussi nombreux. Ils deviennent la première cause de décès. Par rapport à la dernière étude, ils augmentent fortement : Faust <32> compte 5 accidents, soit 3,5 % du total, concernant 5 victimes soit 3,1 % ; dont 3 décèderont (ceci correspond à un indice de mortalité de 60 % mais à 25 % du total des décès).

En effet ils passent de 1,25 à 2,3 cas par an. L'évolution du nombre de victimes (de 1,25 à 2,66 par an), et de décès (0,75 à 2 par an) est encore plus marquante.

Frachon <35> décrit trois périodes :

De 1950 à 1962 l'époque des pionniers est marquée par 9 décès en 12 ans, ce qui est considérable compte tenu du faible nombre de plongeurs. Pour les 100 premières plongées réalisées le bilan est catastrophique : 8 morts !

De 1962 à 1969 nous notons une accalmie de sept ans.

Puis de 1969 à 1976 nous retrouvons une mortalité élevée : 13 morts en 7 ans. L'auteur explique cet accroissement par l'augmentation du nombre de plongeurs (44 plongeurs en 1966 ; 66 en 1969 ; 220 en 1976), et l'importance des explorations réalisées.

Nous ne pouvons que constater une nouvelle période de forte mortalité (12 décès en 8 ans), après seulement deux années sans accident de plongée.

Nous n'avons pas d'explication, d'autant plus que les facteurs de risque et l'étiologie exacte du décès sont le plus souvent mal connus.

2 3 2 Facteurs de risque

Nous avons essayé de "cadre" ce type d'accident dans le temps et dans l'espace. En effet les secours en syphon requièrent un matériel et des compétences humaines extrêmement spécialisés. Définir des "zones à risque" tant sur le plan chronologique que topographique peut aider à l'organisation de ces équipes de secours.

Nous avons vu que les accidents de plongée étaient plus fréquents à la fin de l'été. Une des explications que nous pouvons avancer réside dans le fait que cette époque correspond à la période de "basses eaux". Nous ne possédons cependant pas d'étude chiffrée sur la répartition annuelle des plongées en syphon pour étayer cette hypothèse.

Ils se produisent le plus souvent dans une résurgence.

La répartition géographique que nous avons décrite est illustrée par Frachon <35> dans un rapport de la commission "plongée" de la F.F.S. :

"La répartition géographique de ces plongeurs montre une forte densité dans le quart Sud-Est de la France : les trois principales régions sont en effet Bourgogne Franche-Comté, Rhône-Alpes et Provence Côte-d'Azur."

Les autres facteurs de risque sont mal connus. Notons cependant que dans 3 cas (21,4 %) le fil d'ariane est mentionné. Dans l'enquête menée par Frachon ce facteur est cité dans 6 observations (27 %).

2 3 3 Facteurs humains

La moyenne d'âge des victimes pour ce type d'accident est proche (légèrement inférieure) de celle retrouvée pour les victimes en général.

Frachon estime à 5 ans la durée moyenne d'activité des plongeurs : *"Les motifs des abandons n'ont pas été précisés par notre enquête. Toutefois, des confidences d'anciens plongeurs nous indiquent que les frayeurs consécutives à des incidents graves en syphon, ou la mort de compagnons de plongée, sont souvent à l'origine du ralentissement, puis de l'arrêt total de leurs plongées."*

La répartition par sexe montre une forte majorité de victimes de sexe masculin. Nous ne connaissons pas cette répartition pour les plongeurs dans leur ensemble, mais il semble que les femmes "plongeurs" soient rares.

L'analyse de leur situation familiale n'amène pas d'information évidente.

III LES LESIONS

3 1 REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES DE LESION

Nous analyserons les résultats de notre enquête à la lumière de ceux obtenus par Faust <32> (tous les chiffres écrits en italique sont tirés de son étude).

La principale pathologie rencontrée est toujours d'ordre traumatique : pour 61 % des cas (87,5 %).

Un autre point est commun aux deux études : la constance de l'ensemble épuisement - fatigue (ces deux types de lésions n'étant pas différenciés dans les autres travaux). Ils représentent 16 % des victimes (15 %).

Par contre deux autres types de lésion sont retrouvées avec une fréquence augmentée : les intoxications par gaz nocifs qui concernent 2 % des accidents mais 5 % des victimes (1,9 %) et les victimes d'accidents de plongée 4 % (1,2 %).

3 2 FACTEURS DE RISQUE

Pour la plupart des facteurs de risques étudiés la répartition est superposable à celle rapportée pour les accidents (une victime par accident).

Pour d'autres facteurs les différences constatées viennent du fait que pour un accident donné tous les membres de l'équipe se trouvent en danger potentiel (erreur de parcours, retard simple). Pour les accidents dus à la présence de gaz, le problème est différent (2 % des accidents, 5 % des victimes). Les victimes ne sont plus potentielles mais bien réelles. Ramener à la surface un spéléologue égaré ou une équipe entière ne modifie pas énormément la physionomie du secours ; par contre médicaliser l'évacuation d'un intoxiqué ou de toute une équipe change l'organisation du secours de manière radicale !

3 3 LES DECES

3 3 1 Facteurs chronologiques

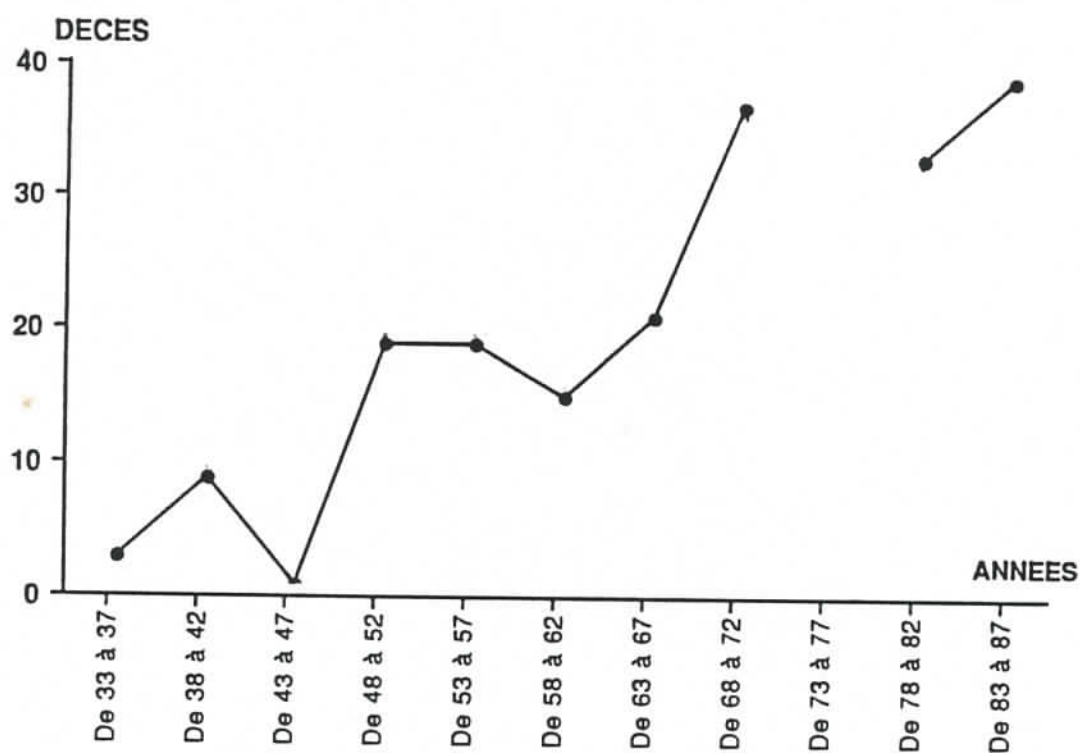


Fig 22 : Nombre moyen de décès par "tranches" de cinq années

Pendant la période 74-78, nos informations ne sont pas suffisamment certaines, aussi nous avons préféré ne pas retranscrire des résultats que nous ne pouvons vérifier ; toutes ces années

sont endeuillées. En fait la seule période sans accident mortel est retrouvée pendant et juste après la guerre de 40-45, elle est en relation avec une baisse notable des activités spéléologiques qui se comprend aisément.

Sur les six années de notre étude nous notons une décroissance du nombre d'accidents mortels depuis 1984 (voir tableau 1 page 27), elle est authentique mais limitée dans le temps. Nous la signalons mais elle ne suffit pas à occulter la progression importante du nombre de décès annuels tout au long de ce demi-siècle.

La comparaison avec l'étude précédente, pourtant déjà marquée par une lourde mortalité confirme cette impression générale. De 1982 à 1987 nous comptons une moyenne de 4 décès par an (3,25). Même si leur nombre par rapport au nombre total d'accidents : 7,8 % (9,1 %) et de victimes : 6 % (8,1 %) présente une légère diminution que l'on peut rattacher à la prise en compte dans notre étude des accidents survenus en surface, pour lesquels nous ne comptons qu'un cas mortel (sur 55 accidents).

Par contre de même que nous l'avons vu en ce qui concerne le nombre de victimes, les conclusions sont différentes si l'on tient compte du nombre de licenciés. En effet le rapport du nombre de décès sur le nombre de licenciés passe de 0,064 % à 0,057 %. Les deux dernières années sont même les moins meurtrières de la décennie (0,027 %). Les remarques citées dans le chapitre traitant de l'évolution du nombre de victimes sont bien entendu valables ici.

En conclusion nous remarquons que le nombre de décès baisse depuis 1984, cela ne doit pas faire oublier leur augmentation régulière en valeur absolue depuis les débuts de la spéléologie. Le nombre de décès rapporté au nombre de licenciés semble cependant baisser.

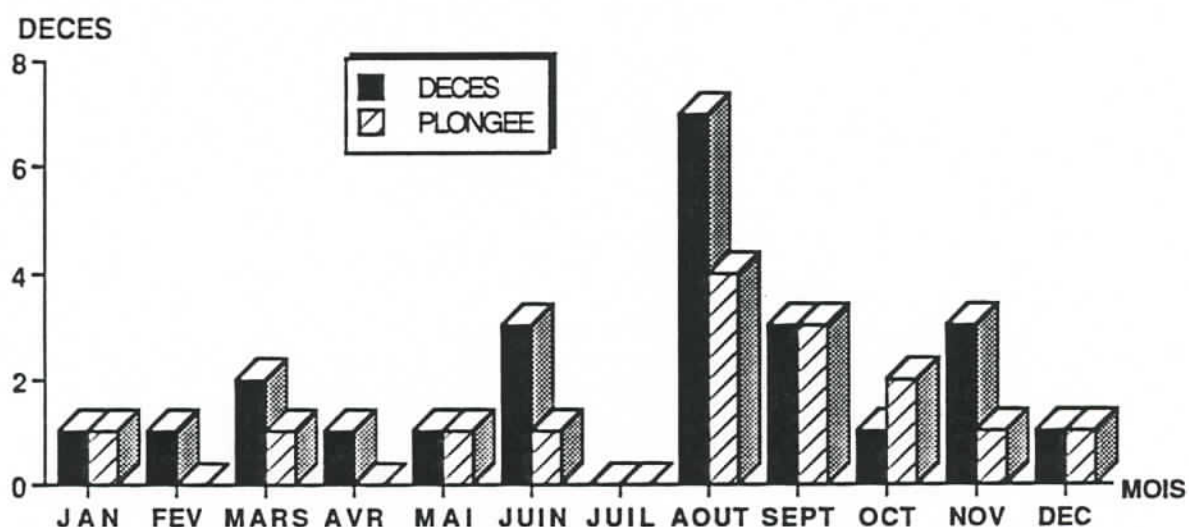


Fig 23 : Répartition mensuelle des accidents (avec rappel de la répartition des accidents de plongée)

La concentration des accidents mortels pendant le second semestre (62,5 %) et plus particulièrement pendant les mois d'Aôut, Septembre (41,6 %) est certainement en rapport avec le nombre élevé d'accidents de plongée à cette période.

3 3 2 Facteurs topographiques

La répartition géographique ne met pas en évidence de zone particulière.

La résurgence apparaît comme le type de cavité le plus exposé, surtout compte tenu de sa fréquentation.

3 3 3 Facteurs de risque

En ce qui concerne les autres facteurs de risque nous disposons de nombreuses études antérieures, les accidents mortels étant plus faciles à recenser, et ce depuis les débuts de la spéléologie.

L'eau est le facteur le plus souvent rencontré, et cela avec une constance étonnante sur les différentes époques : 52 % pour Féliès <33> ; 53,8 % pour Faust <32> ; 52 % dans notre étude.

Par contre l'importance des crues dans la genèse de ces accidents décroît : 26 % (Féliès), 23 % (Faust), 8 % actuellement. Sur ces six années un seul spéléologue a été emporté par une crue (au cours d'une plongée) ; et encore la crue n'intervient que comme l'un des facteurs : le plongeur savait que le débit était augmenté avant de tenter sa descente. Il y a quelques années les crues noyant toute une équipe n'étaient pas rares... Faut-il mettre cette évolution au crédit de la campagne de prévention menée par la F.F.S. ?

Enfin la responsabilité des erreurs humaines et du matériel (respectivement 16,6 % et 4 %) est mal explorée dans cette étude. Nous n'avons tenu compte que des réponses certaines, aussi les chiffres avancés sont certainement très inférieurs à la réalité, signalons que Féliès estimait à 80 % la présence d'erreurs humaines dans la genèse des accidents mortels <33>.

3 3 3 Différents types d'accidents mortels

Nous ne comptons aucun cas de noyade en dehors des accidents de plongée, ce qui était relativement fréquent auparavant (chute dans des cours d'eau souterrains, hydrocution, crue).

La diminution du nombre de décès en rapport avec ce facteur, est malheureusement occultée par l'importante progression du nombre d'accidents de plongée, à l'origine de 45,8 % des cas mortels (voir le chapitre : "accidents de plongée").

La proportion de décès secondaires à des chutes est relativement stable : 23 % (Féniès) <33>, 28 % (Ritter de 1966 à 1972) <56>, 40 % (Faust) <32>, 25 % pour notre étude. L'augmentation de ce chiffre de 1978 à 1981 est surtout relative, par absence d'autres causes (gaz toxiques, éboulements).

L'évolution de trois autres types d'accidents est présentée sur le graphique ci-dessous :

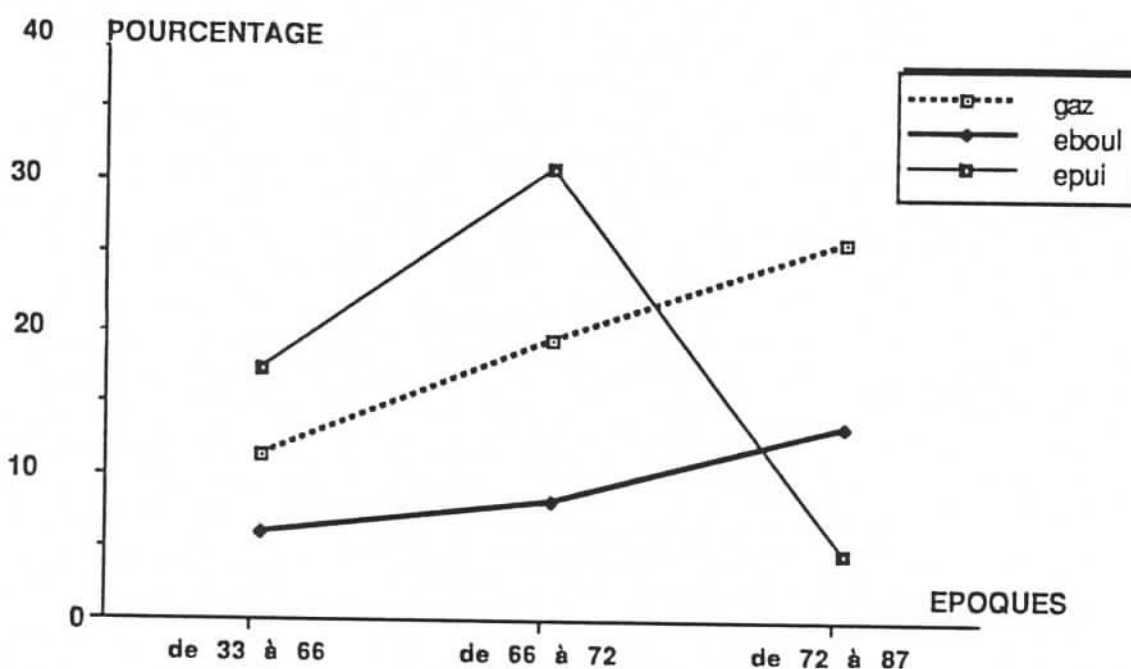


Fig 24 : Evolution des accidents mortels dus à des Intoxications respiratoires, des éboulements, des épuisements, depuis 1933

La fréquence d'accidents par intoxication respiratoire augmente régulièrement sans que l'on puisse avancer d'explication :

De 1933 à 1966 : 10,5 % des décès, dont 75 % sont en rapport avec un gaz artificiel (50 % avec le monoxyde de carbone).

De 1966 à 1972 : 18,5 % des décès.

De 1979 à 1981 : aucun accident de ce type n'est noté.

De 1982 à 1987 : 25 % des décès, dont 85 % sont en relation avec un gaz artificiel (50 %, au moins, avec le monoxyde de carbone).

La part de décès ou un éboulement est directement responsable, même si l'on compte d'autres facteurs augmente (à l'exception de la période 1978-1981 ou aucun cas n'est recensé) :

De 1933 à 1966 : 5,2 %.

De 1966 à 1972 : 7,4 %.

De 1982 à 1987 : 12,5 %.

Nous n'expliquons pas cette évolution, mais nous profitons de ce constat pour rappeler l'importance et l'efficacité des règles de sécurité dans ce domaine.

Un type d'accident mortel a été volontairement laissé de côté jusqu'ici : l'épuisement.

De 1933 à 1978 : 16,5 % des décès sont dus à l'épuisement.

De 1966 à 1972 cette proportion monte à 30 % !

Dans notre étude nous ne recensons qu'un cas mortel (4 %).

Nous avançons deux raisons expliquant cette baisse. D'une part la F.F.S. a mené une campagne de sensibilisation exemplaire. A l'heure actuelle tout spéléologue connaît les premiers signes en rapport avec une fatigue anormale, il sait les détecter sur lui-même et sur ses coéquipiers. Il connaît également les moyens de prévention (diététique...) et la conduite à tenir pour éviter l'aggravation rapide, si un tel état se présente (alimenter, hydrater, isoler du froid et de l'humidité, reposer...).

Nous avons vu, dans un chapitre précédent, que le nombre de cas d'épuisement-fatigue reste constant. Les résultats de la campagne de prévention sont importants mais ils ne suffisent pas à expliquer ce progrès. La médicalisation des secours est certainement responsable, pour une très grande partie, de cette évolution favorable : une simple perfusion de glucosé à 10 % suffit parfois à restaurer un état de conscience suffisant pour permettre une alimentation autonome, évitant l'enchaînement pathologique décrit dans la première partie. Féliès <33> estime que 80 % des victimes présentant un état d'épuisement décèdent, Faust <32> constate une proportion inverse : 80 % sortent vivantes de l'épreuve, ce chiffre est ramené à 91,7 % dans notre étude !

3 3 5 Facteurs humains

Tous les spéléologues disparus sont de sexe masculin ; la part importante de décès imputable à la plongée (secteur essentiellement masculin) ne suffit pas à expliquer ce résultat. Nous le constatons sans pouvoir avancer de raison.

Leur moyenne d'âge est légèrement supérieure à celle des victimes en général.

Rappelons que nous connaissons le niveau spéléologique de 8 de ces victimes 75 % d'entre elles sont expérimentées. Faust compte 7 spéléologues de bon niveau (54 %) parmi les 13 disparus de son étude.

En spéléologie la population à risque ne correspond pas à celle qui est retrouvée pour certaines catégories d'accidents (par exemple : jeune homme, de sexe masculin, peu expérimenté, pour les accidents de la voie publique).

3 3 6 Etiologies

L'analyse des étiologies reflète avec quelques nuances celle des facteurs de risque.

Rappelons la prédominance des noyades, probablement surestimée, car certains décès survenus au cours des plongées trouvent peut être ailleurs leur origine (accidents cardiaques, respiratoires...?). Cette étiologie est retrouvée plus fréquemment que pendant la dernière période (26 % de 1933 à 1978 ; 30 % de 1978 à 1981), et ce malgré l'absence de noyades en dehors de la plongée. La forte progression des accidents de plongée en est la cause.

La traumatologie en cause dans 29,16 % des décès voit sa fréquence relative diminuer (36 % pour Ritter, 40 % pour Faust). Le nombre absolu de victimes décédant des lésions traumatiques reste stable (environ 1 cas annuel). Les lésions responsables de la mort (toujours immédiate) seront développées dans la partie : "traumatologie").

L'épuisement devient une des causes de décès les moins souvent rencontrées

3 3 7 Divers

Notons que dans la quasimajorité des cas (95,8 %) le décès a été immédiat, bien que les secouristes ne le sachent pas toujours (ce qui est important pour étudier les délais d'intervention). Ces décès ne sont plus comme le disait Faust <31> "immérités".

Le fait que pratiquement aucun spéléologue n'ait succombé à ses lésions de façon retardée revient pour une grande partie à l'efficacité des secours.

3 4 TRAUMATOLOGIE

"Cette pathologie est riche et peut aller des contusions simples aux grands polytraumatismes, elle nécessite un diagnostic médical et tout caractère de banalité doit lui être enlevé, quelque soit la lésion apparente, par le seul fait du milieu ou elle survient (obscurité, froid, manoeuvres de remonté du blessé...)." Pinta <51>

Les fractures sont les lésions traumatiques les plus souvent rencontrées. La répartition topographique de ces lésions a été étudiée par Faust (chiffres en italique), ce qui permet une comparaison grossière, en fait les résultats sont très proches.

19,31 % des lésions traumatiques se localisent à l'extrémité céphalique (19,7 %) ce chiffre paraît important par rapport aux autres localisations, mais la forte proportion de fractures de dents (dans les deux études) relativise cette apparente gravité.

18,15 % au niveau du tronc (20,2 %).

28,57 % au niveau des membres supérieurs (23%).

33,98 % au niveau des membres inférieurs (34 %).

Les membres apparaissent donc, comme particulièrement vulnérables.

La comparaison est plus hasardeuse si nous essayons de rentrer dans le détail de ces lésions, les critères de classement n'étant pas les mêmes. Notons cependant que les luxations prédominent au niveau de l'épaule dans les deux études. Les entorses étaient surtout notées au niveau de la cheville, elles sont actuellement prédominantes au genou, cette articulation devenant la plus exposée du corps.

La proportion de polytraumatisés paraît importante. Ceci est majoré au moment de l'accident par la crainte de fractures qui ne seront pas confirmées (surtout au niveau rachidien), rendant la manipulation et l'évacuation des blessés encore plus précautionneuse, et le secours plus délicat. Notons également que certains polytraumatisés présentaient des fractures graves (crâne, rachis...), le fait qu'elles n'aient pas entraîné la mort est à porter au crédit des équipes de secours, de leur médicalisation en particulier.

3 5 INTOXICATIONS RESPIRATOIRES

Les intoxications respiratoires sont rares, mais graves, et souvent mortelles. Féliès notait déjà l'importante fréquence d'accidents en rapport avec un gaz artificiel (75 %). Ceci est toujours d'actualité et amène à penser, répétons le, que les règles de sécurité, pourtant simples, ne sont pas respectées.

3 6 FATIGUE-EPUISEMENT

Le nombre de cas d'épuisement - fatigue reste stable mais les victimes ne succombent plus.

En ce qui concerne les épuisements nous notons que :

Le principal facteur de risque retenu est, comme on pouvait s'y attendre, la présence d'eau.

Les victimes sont en général plus jeunes que pour l'ensemble des accidents ; nous comptons également un nombre plus important de femmes. Une résistance physique moindre, au départ semble un facteur de risque certain, mais la liaison entre ces deux affirmations est loin d'être démontrée...

En ce qui concerne les fatigues "simples" :

Il est évident que les 10 % de spéléologues présentant un tel état, sont autant de victimes, qui il y a quelques années se seraient aggravées vers un état d'épuisement. C'est en partie la mise en pratique des méthodes de prévention qui permet cette différenciation, fatigue-épuisement.

Le facteur de risque le plus fréquemment rencontré est également l'eau.

La moyenne d'âge des victimes, proche de celle des victimes d'épuisement, est inférieure à celle trouvée pour les victimes en général. Par contre la proportion de femmes est en rapport (voire légèrement inférieure) à celle que l'on connaît pour l'ensemble des victimes, sans que cela puisse être commenté.

3 7 "VICTIMES" SANS LESION

De nombreux spéléologues secourus ne présentent pas de lésions. Ils font confiance aux équipes de secours et préfèrent attendre, plutôt qu'aggraver leur situation. Rappelons qu'il ne faut en aucun cas les considérer comme des victimes "abusives". En effet actuellement, les spéléologues surpris par une crue n'essaient plus, comme ils le faisaient parfois dans le passé, de sortir à tout prix de la cavité ou ils sont coincés (ceci explique en partie l'absence de noyade en dehors de la plongée). Ils attendent la décrue, ou les secours. Ce changement d'attitude est la conséquence des conseils de la F.F.S. mais aussi du fait que tous les spéléologues sont informés de l'existence des structures de secours et qu'ils ne se sentent pas "abandonnés" dans leur attente.

IV LES SECOURS

4 1 MOYENS ENGAGES

Le nombre d'opérations de secours reste proportionnel au nombre d'accidents, tout au long de cette période. Près de 36 % des accidents ont entraîné un secours (34,3 % pour Faust).

Près d'un secours sur deux est médicalisé.

Le nombre de secouristes, engagés dans une opération est extrêmement variable. Ces secouristes doivent répondre à certains impératifs :

Etre parfaitement autonomes pour une expédition longue et difficile (il est inutile de faire descendre des spéléologues mal entraînés qui se changeraient en autant de "poids morts", si ce n'est de victimes).

Etre disponibles et mobilisables rapidement.

4 2 MOTIFS D'INTERVENTION DES SECOURS

Nous pouvons rapprocher nos résultats de ceux avancés par Frachon <34> dans un travail recensant 1150 victimes (de 1940 à 1985). La notion de crue était alors notée pour 19 % des causes d'intervention des secours, celle d'accident de plongée pour 5,3 % seulement. Ceci illustre bien l'évolution des causes d'accidents que nous avons mise en évidence dans un chapitre antérieur.

Rappelons que la principale cause d'intervention reste cependant la chute (40 %) sa fréquence semblerait même augmenter, Frachon rapportant ce facteur pour 30 % des cas.

4 3 LESIONS RENCONTREES LORS DES SECOURS

Deux éléments retiennent l'attention :

Une fois sur cinq, les sauveteurs se portent au secours d'une victime qui est déjà décédée.

Enfin nous ne retrouvons que 5,5 % de fausses alertes, ce chiffre semble stable puisque Frachon retrouve une fréquence similaire (5,3 %) dans son étude. Les causes sont alors toujours des retards sur l'horaire prévu.

4 4 FACTEURS CHRONOLOGIQUES

4 4 1 Délai d'alerte

Nous avançons un délai moyen de 2h 51. Pour Ritter <56>, entre 1966 et 1972, ce délai était de 6h 20. Ce dernier chiffre pouvant être ramené à 4h si l'on élimine un cas où l'alerte a été donnée par les parents d'une des victimes 51h après l'accident (les spéléologues n'ayant laissé, ni heure limite de sortie, ni localisation précise de la cavité... Ce cas ne figure pas sur le graphique suivant).

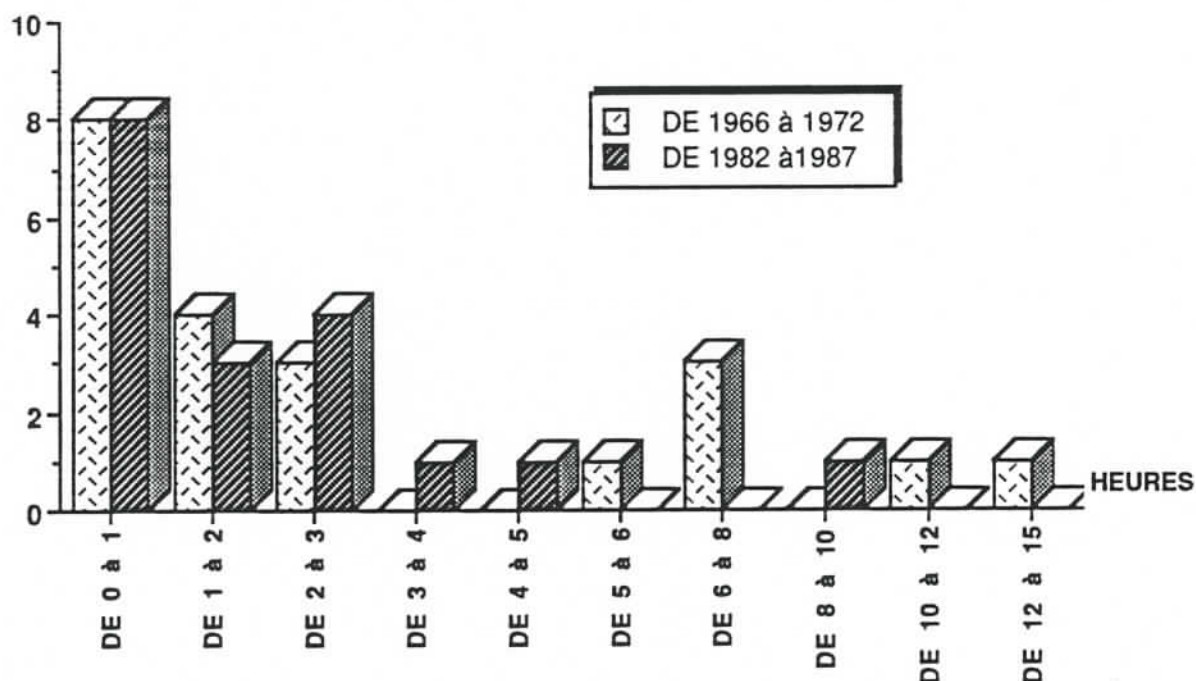


Fig 25 : Fréquence des différents délais d'alerte (en heures)

Cette amélioration est bien réelle, deux autres chiffres viennent la confirmer. Pour Ritter <56> dans 36 % des cas ce délai était inférieur à 1 heure, (42 % dans notre étude) ; il était inférieur à 3 heures dans 68 % des cas (80 % actuellement).

Cette évolution peut être expliquée par, l'amélioration des moyens de communication dans les zones reculées, mais aussi par la diffusion parmi les spéléologues des numéros de téléphone des responsables des secours (autocollants fixés sur les voitures).

4 6 2 Délai de préparation

Le délai moyen a peu évolué par rapport à l'étude de Ritter. Nous notons même une augmentation : 2h 52 actuellement, alors qu'il était de 2h dans les années 70. Cette variation n'est pas retrouvée, si l'on se reporte au nombre de cas où ce délai est inférieur à 3 heures : 78,5 % pour Ritter, 82 % pour notre étude.

4 6 3 Délai de jonction

Nous l'avons vu, la valeur moyenne proche de 11h ne présente que peu d'intérêt, compte tenu de la dispersion des valeurs. Par contre nous mettons en évidence une certaine amélioration, en étudiant la proportion de délais inférieurs à 8 heures : 75 % actuellement, alors que l'on en compte que 58,8 % avant 1972. Cette amélioration (bien que l'écart soit faible), est elle en relation avec un

meilleur entraînement des équipes de secours ? avec la généralisation des techniques de spéléologie alpine ? avec une meilleure connaissance des cavités ?

4 6 4 Délai de prémédicalisation, délai d'évacuation

Ces délais ne peuvent être comparé avec l'étude de Ritter, les modes de calculs étant différents. De plus nous avons constaté une variation de l'échantillon de référence ce qui empêche toute interprétation sérieuse.

4 6 5 Durée totale du secours

La durée des secours a baissé, passant de 35 heures à 17 heures. Précisons toutefois que nous ne sommes pas certains que Ritter n'ait pas sélectionné ses observations, volontairement ou non (dans notre étude nous notons un nombre important d'incidents qui ne semblent pas trouver leur équivalent dans celle de Ritter).

Nous constatons donc une amélioration certaine en ce qui concerne les temps de mise en route des secours. Il est difficile d'apprécier l'évolution d'autres facteurs (délai de prémédicalisation, d'évacuation, durée du secours). Retenons cependant que si certains blessés sont évacués rapidement (blessés légers, à proximité de la sortie...), d'autres nécessiteront une médicalisation longue (plusieurs heures à plusieurs jours...).

En fait, en ce qui concerne l'étude de ces différents délais, la prudence s'impose. L'alerte semble être mieux transmise. Pour les autres valeurs nous nous garderons de toute comparaison. Nous devons retenir qu'un secours peut parfois durer plusieurs jours, avec les conséquences que cela implique, tant pour la victime, que pour les secouristes.

CONCLUSION

CONCLUSION

La plupart des facteurs entourant les accidents de spéléologie ont été étudiés (milieu, profil type de la victime).

Leur nombre, surtout celui des accidents mortels, est plus élevé que pendant les décennies précédentes, et ceci de façon plus importante que la progression du nombre de participants ne l'expliquerait.

Les causes d'accidents changent. L'action entreprise en matière de prévention par la F. F. S. (étude épidémiologique, établissement et diffusion de règles sportives et médicales) aboutit à des résultats concluants : certains types d'accidents comme les épuisements voient leur fréquence diminuer.

Les accidents au cours de plongées souterraines deviennent les principaux responsables de cette augmentation du nombre de décès.

Les secours semblent être déclenchés à bon escient, le fait que l'on ne note aucun décès en cours de médicalisation, peut être considéré comme un signe de qualité des équipes de secours en général, de leur médicalisation en particulier (malgré les problèmes posés par l'hostilité de l'environnement et la longueur de l'étape pré-hospitalière). Il paraît difficile d'améliorer significativement leur efficacité.

Pour diminuer les accidents mortels de spéléologie, il convient de développer la formation dans ses aspects préventifs et notamment d'appliquer à l'activité de plongée, les méthodes utilisées pour la prévention des épuisements.

Toulouse le 5 Février 1992.

Vu permis d'imprimer
Le Doyen de la Faculté
de Médecine Rangueil


J.-P. SEGUELA



Professeur ~~Ch.~~ **Ch. VIRENOIS**
Chef de Service
Service de Réanimation Respiratoire
C.H.U. RANGUEIL
31054 TOULOUSE Cédex (France)

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANDRE Daniel
L'escarpolette d'Edouard-Alfred Martel
Spélunca, 1983, 11, 20 - 21
- 2 - ANDRES (D.)
Les secours spécialisés ; la plongée
Spélunca, 1980, 2, 35
- 3 - ATHANASE (J.), CHAOUKI (A.), CHAPUT (J. F.), MALLARD (M.), PINTA (P.)
Intérêt de la traction dans le transport médicalisé des fractures de la diaphyse fémorale du lieu de l'accident spéléologique au bloc opératoire
Bulletin de la 6^e réunion nationale Comed F.F.S. Vercors, 1983, 7 - 14
- 4 - BALLEREAU André
Boire en spéléo
Spélunca, 1985, 19, 19 - 21
- 5 - BARIOD Jean
A propos du beaudrier spéléo
Spélunca, 1983, 11, 5
- 6 - BARIOD Jean
L'examen médical en spéléo
Spélunca, 1984, 13, 7
- 7 - BITARD (B.)
La crue
Spélunca, 1988, 14, 2
- 8 - BATUT (M.), HEIB (J. L.), PINTA (P.)
Un accident sous la terre
Revue des SAMU, 1980, 3, 4, 203
- 9 - BLANCHARD (J. M.)
Epuisement et hypothermie
Spélunca, 1983, 9, 40-41
- 10 - BOURGEATE (E.), GUILLAUME (F.), BOURLON (C.), FAUDEMAY (C.), MENTHONEX (P.)
Contraintes et conditionnement du matériel médical en montagne
Revue des SAMU, 1981, 43, 129 - 140
- 11 - BOUVARD Gérôme
Pertes hydriques et dépenses énergétiques au cours d'une exploration spéléologique
Thèse de Médecine, Saint Etienne, 1983, n°8310
- 12 - BRUEL (J.)
Rapport médical sur les expéditions au gouffre Berger
Spélunca, 1966, 1, 44 - 50

- 13 - CAMELI Michel
Considérations médicales sur la spéléologie
Thèse de Médecine, Bordeaux, 1966, 37, 64 pages
- 14 - CASTERET Norbert
Ténèbres
Librairie académique Perrin, Paris, 1973, 322 pages
- 15 - CASTIN Pierre
La commission des secours
Spélunca, 1975, 3, 26 - 28
- 16 - CASTIN Pierre,
L'accident en spéléologie, consignes préventives
Spélunca, 1970, 2, 83 - 86
- 17 - CASTIN Pierre
Colloque des secours, 9^e congrès national de spéléologie
Spélunca, 1970, 4, 239 - 242
- 18 - CASTIN Pierre,
Spéléo-secours
Spélunca, 1968, 2, 27 - 32
- 19 - CHAUVIN Jacques
Spéléoclimatologie dans la Montagne de REIMS
Spélunca, 1981, 4, 31 - 32
- 20 - CHIROUZE (M.)
Les accidents de plongée
Tempo Médical, 1982, supplément au n°105, 19 - 62
- 21 - CHOPPY Jacques
La température des cavités en fonction de la latitude et de l'altitude
Spélunca, 1980, 3, 117 - 118
- 22 - COLIN (J.), HOUDAS (Y.)
Au sujet de la tolérance de l'homme immergé en eau froide et de sa protection
Revue du Médecin, 1985, 4, 63 - 67
- 23 - DEFERRE (G.)
Diplôme de premier secours en milieu sportif
Revue des SAMU, 1983, 6, 92
- 24 - DELLUC Gilles
Médecine et spéléologie
Spélunca, 1973, 3, 83 - 84
- 25 - DELMAS (B.)
L'aptitude à l'effort en spéléologie
Spélunca, 1985, 9, 33 - 34
- 26 - DE MONDENARD (J.P.), JOLY (J.M.)
L'apport hydrique au cours de l'effort de longue durée ; sport et médecine
Supplément au n°350 de la Tribune Médicale, 3 - 6

- 27 - DUCHENE Maurice
Les secours souterrains en France
Spélunca, 1980, 2, 55 - 56
- 28 - DU ROCHER (A.), FOURRIERE (F.), SAULNIER (F.), DUBUIS (D.), CHOPIN (C.), WATTEL (F.)
Les noyades, données actuelles du traitement
Revue du Praticien, 1983, 33, 215 - 224
- 29 - ESCUDIER Jean-François
Prévention des accidents en spéléologie
Thèse de Médecine, Toulouse, 1987, 3, 1353
- 30 - FAURE (G.)
Possibilités chirurgicales en spéléologie
Compte rendu du colloque des médecins spéléologues, Biviers 1979, 83 - 86
- 31 - FAUST Pascale
Médicalisation des secours. Pourquoi ?
Spélunca, 1981, 4, 3
- 32 - FAUST Pascale
Les accidents et incidents en spéléologie. Leurs causes, les lésions provoquées et leur prévention
Thèse de Médecine, Nancy, 1, 1983, 83 pages
- 33 - FENIES (J.)
Spéléologie et médecine
Thèse de Médecine, Lyon, 1966, 168 pages
- 34 - FRACHON Jean Claude
Etude statistique des causes d'intervention en spéléologie
Spélunca, 1987, 27, 40 - 46
- 35 - FRACHON Jean Claude
La plongée spéléologique en France
Spélunca, 1977, 2, 67 - 71
- 36 - FRACHON Jean Claude
Sauvetage au Maroc
Spélunca, 1988, 3, 10
- 37 - GAJEK Casimir,
Observation d'une hypothermie accidentelle de l'adulte
Thèse de Médecine, Lille, 1982, 92 pages
- 38 - GIANELLI Bernard
Spéléologie, aspects médico techniques, évacuation des blessés en urgence
Thèse de Médecine, Marseille, 1981, 265 pages
- 39 - GUILLAUME France, KERGOMAR Olivier
Modifications biologiques au cours de l'effort en spéléologie
Thèse de Médecine, Grenoble, 1977, 128 pages

- 40 - GUILLAUME France
A propos de la toxicité des fumées de tir d'explosifs en spéléologie
Spélunca, 1989, 33, 16 - 21
- 41 - HADJ Nordine
L'épuisement et les moyens de secours en spéléologie
Thèse de Médecine, Montpellier, 1980, 86 pages
- 42 - HEIB (J. L.)
Matériel médical spéléo-secours du Samu de Saint - Gaudens
Novembre 1983, non publié
- 43 - HOHL Jean Luc
Secours en spéléologie, aspects médico légaux
Thèse de Médecine, Strasbourg, 1983, 133, 143 pages
- 44 - KOCH (M.)
Les hypothermies chez les rescapés en montagne, à propos de 18 observations
Thèse de Médecine, Grenoble, 1976, 146, 151 pages
- 45 - LARENG (L.), BATUT (M.), HEIB (J.L.), PINTA (P.)
Conduite à tenir en cas d'accident en milieu souterrain
S.S.F., Rencontre Médicale des Secours, Octobre 1979, 23 - 28
- 46 - LARENG (L.), HEIB (J.L.)
Secours en spéléologie
Revue des SAMU, 1981, 38, 473 - 476
- 47 - LUQUET (M.)
Les germes de l'air des cavernes
Thèse de Médecine, Rouen, 1969, 78 pages
- 48 - MALLARD Michel
Secours et prévention en Spéléologie
Thèse de Médecine, Lille, 1985, 601 pages
- 49 - MARBACH Georges, ROCHOURT Jean Louis
Techniques de la spéléologie alpine
Edition Chorange, 1980, 351 pages
- 50 - MARCHAND Géo
Comment naît une fédération
Spélunca, 1983, 10, 23 - 27
- 51 - PINTA Patrick
Spéléologie et médecine, étude des opérations de secours effectuées par l'antenne
Saint-Gaudinoise du SAMU 31
Thèse de Médecine, Toulouse, 1980, 304, 83 pages
- 52 - RENARD Philippe
L'organisation des secours médicaux en spéléologie. Expérience du SAMU de Reims
dans la réalisation d'un spéléo-secours
Thèse de Médecine, Reims, 1978, 118 pages

53 - RENAULT (Ph.)
Le CO2 est-il dangereux ?
Spélunca, 1983,11, 37 - 39

54 - RENAULT Philippe
Un renouveau de l'histoire de la spéléologie
Spélunca, 1968, 2, 33 - 37

55 - RENAULT Philippe
Passé et avenir de la spéléologie Française
Spélunca, 1974, 2, 35

56 - RITTER Luc
La médicalisation des secours en spéléologie. L'expérience de l'ASS 31 SAMU
Thèse de Médecine, Toulouse, 1973, 39, 97 pages

58 - SAUMANDE Pierre
Contribution à l'étude du comportement de l'homme en milieu souterrain
Spélunca, 1964, 1, 24 - 26

59 - VERGIER Fred
Accidents et maladies de décompression
Spélunca, 1984, 15, 42 - 43

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	p 1
CHAPITRE I GENERALITES	
1 HISTORIQUE	
1 1 Historique de la spéléologie	p 2
1 1 1 Les temps "pré spéléologiques"	p 2
1 1 2 Les temps héroïques	p 3
1 1 3 La spéléologie himalayenne	p 4
1 1 4 La spéléologie alpine	p 5
1 2 Historique de la plongée en syphon	p 7
1 3 Historique des secours	p 9
2 LE MILIEU SOUTERRAIN	
2 1 L'obscurité	p 12
2 2 La température	p 12
2 3 L'humidité	p 14
2 4 L'eau	p 14
2 5 L'air	p 15
2 6 Particularités diverses	p 16
2 7 Conséquences des caractéristiques du milieu souterrain sur l'homme	p 17
CHAPITRE II ETUDE ANALYTIQUE	
1 MATERIEL ET METHODE	
1 1 Généralités	p 19
1 2 Matériel	p 19
1 3 Méthode	p 20
1 3 1 La victime	p 20
1 3 2 L'expédition	p 20
1 3 3 L'accident	p 22
1 3 4 Les lésions	p 24
1 3 5 Les secours	p 25

2	LES RESULTATS	
2 1	Les victimes	p 27
2 1 1	Dénombrement	p 27
2 1 2	Facteurs humains	p 27
2 2	Les accidents.	p 28
2 2 1	Facteurs chronologiques	p 28
2 2 2	Facteurs topographiques	p 30
2 2 3	Facteurs de risque	p 33
2 2 4	Divers	p 33
2 3	Principaux types d'accidents	p 35
2 3 1	Les chutes	p 35
2 3 1 a	<i>Dénombrement</i>	p 35
2 3 1 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 36
2 3 2	Les accidents de plongée	p 36
2 3 2 a	<i>Facteurs chronologiques</i>	p 36
2 3 2 b	<i>Facteurs topographiques</i>	p 37
2 3 2 c	<i>Facteurs humains</i>	p 38
2 3 2 d	<i>Facteurs de risque</i>	p 38
2 3 3	Les éboulements	p 40
2 3 3 a	<i>Dénombrement</i>	p 40
2 3 3 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 41
2 4	Les lésions	p 41
2 4 1	Généralités	p 41
2 4 1 a	<i>Dénombrement</i>	p 41
2 4 1 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 42
2 4 2	Décès	p 42
2 4 2 a	<i>Répartition chronologique</i>	p 42
2 4 2 b	<i>Répartition topographique</i>	p 43
2 4 2 c	<i>Facteurs de risque</i>	p 44
2 4 2 d	<i>Facteurs humains</i>	p 44
2 4 2 e	<i>Etiologies</i>	p 45
2 4 3	Lésions traumatiques	p 46
2 4 3 a	<i>Généralités</i>	p 46
2 4 3 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 46
2 4 3 c	<i>Répartition topographique</i>	p 46

2 4 4	Intoxications gazeuses	p 49
2 4 4 a	<i>Dénombrement</i>	p 49
2 4 4 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 49
2 4 5	Epuisements	p 50
2 4 5 a	<i>Dénombrement</i>	p 50
2 4 5 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 51
2 4 5 c	<i>Facteurs humains</i>	p 51
2 4 6	Fatigue simple	p 51
2 4 6 a	<i>Dénombrement</i>	p 51
2 4 6 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 51
2 4 6 c	<i>Facteurs humains</i>	p 52
2 4 7	Absence de lésion	p 52
2 4 7 a	<i>Dénombrement</i>	p 52
2 4 7 b	<i>Facteurs de risque</i>	p 52
2 5	Les secours	p 53
2 5 1	Dénombrement	p 53
2 5 2	Moyens mis en oeuvre	p 54
2 5 3	Répartition topographique	p 54
2 5 4	Facteurs chronologiques	p 54
2 5 4 a	<i>Heure d'alerte</i>	p 54
2 5 4 b	<i>Délai d'alerte</i>	p 54
2 5 4 c	<i>Délai de préparation</i>	p 55
2 5 4 d	<i>Délai de jonction</i>	p 56
2 5 4 e	<i>Délai de "prémédicalisation"</i>	p 56
2 5 4 f	<i>Délai d'évacuation</i>	p 57
2 5 4 g	<i>Durée totale du secours</i>	p 57
2 5 5	Facteurs de risque	p 58
2 5 6	Divers	p 58
2 5 6 a	<i>Déclenchement de l'alerte</i>	p 58
2 5 6 b	<i>Fausse alerte</i>	p 59
2 5 6 c	<i>Sur-accident</i>	p 59
2 5 6 d	<i>Soins dispensés</i>	p 59
2 5 6 e	<i>Lésions rencontrées lors des secours</i>	p 59

CHAPITRE III DISCUSSION

I LA VICTIME, L'ACCIDENT

p 63

1 1	Facteurs chronologiques	p 63
1 2	Facteurs géographiques	p 65
1 3	Facteurs de risque	p 66
1 4	Facteurs humains	p 67
II	PRINCIPAUX TYPES D'ACCIDENTS	p 68
2 1	Les chutes	p 68
2 1 1	Généralités	p 68
2 1 2	Facteurs de risque	p 69
2 2	Les éboulements	p 69
2 3	Les accidents de plongée	p 70
2 3 1	Evolution du nombre d'accidents de plongée en fonction des années	p 70
2 3 2	Facteurs de risque	p 70
2 3 3	Facteurs humains	p 71
III	LES LESIONS	p 71
3 1	Répartition des différentes lésions	p 71
3 2	Facteurs de risque	p 72
3 3	Les décès	p 72
3 3 1	Facteurs chronologiques	p 72
3 3 2	Facteurs géographiques	p 74
3 3 3	Facteurs de risque	p 74
3 3 4	Différents types d'accidents mortels	p 74
3 3 5	Facteurs humains	p 76
3 3 6	Etiologies	p 76
3 3 7	Divers	p 77
3 4	Traumatologie	p 77
3 5	Intoxications respiratoires	p 78
3 6	Fatigue - épuisement	p 78
3 7	Victimes sans lésions	p 79
IV	LES SECOURS	p 79
4 1	Moyens engagés	p 79
4 2	Motif d'intervention des secours	p 80
4 3	Lésions rencontrées lors des secours	p 80
4 4	Facteurs chronologiques	p 80
4 4 1	Délai d'alerte	p 80
4 4 2	Délai de préparation	p 81
4 4 3	Délai de jonction	p 81

4 4 4 Délai de "prémédicalisation", délai d'évacuation	p 82
4 4 5 Durée totale du secours	p 82
CONCLUSION	p 83
TABLE DES MATIERES	p 84