

À propos de la cordelette Dyneema

Denis LANGLOIS

La cordelette Dyneema™ (diamètre 5 mm) est utilisée depuis plus d'une dizaine d'années en spéléologie. Elle a été créée au départ par la société Béal pour répondre au cahier des charges des pédales proposées au catalogue de la société Petzl. De par son utilisation, elle n'est soumise à aucun contrôle qualité. Néanmoins, c'est un outil extraordinaire pour notre activité. En raison de ses qualités nouvelles, elle participe grandement à l'essor des techniques légères et à la sécurité de l'équipement des cavités verticales.

Les caractéristiques connues de cette cordelette peuvent s'énumérer ainsi :

- résistance nominale de 1200 daN (sans nœud),
- très statique, ne supporte pas les facteurs de chute,
- résiste bien au frottement,
- fabriquée sans certification officielle analogue aux cordes de différents types, mais par un grand cordiste et une société renommée.

À partir de ces quelques paramètres, des spéléologues ont défini les règles d'utilisation de cette cordelette à des fins d'équipement des cavités.

En 1999, mon mémoire d'instructeur sur les techniques légères présentait les différentes façons d'utiliser la cordelette Dyneema. Depuis, chaque année, plusieurs stages de l'Ecole française de spéléologie enseignent ces techniques.

Un article est paru dans le *Spelunca* n° 97 p. 36-40 « La cordelette



Maud à l'équipement du puits d'entrée de Viazac (Lot) doublement de l'amarrage par une cordelette dyneema tendue (nœud coulant dans la plaquette supérieure et nœud de cabestan sur le mousqueton où est amarrée la corde).

Dyneema et son utilisation en spéléologie ».

Je ne me permettrai en aucun cas de remettre en cause les mesures effectuées par les auteurs, selon une procédure en principe scientifique et donc reproductible. Par contre, après une lecture attentive, je suis en désaccord avec les dogmes techniques qui en sont issus et les principes pédagogiques selon lesquels ils sont présentés. La critique qui suit comporte deux volets : concernant l'aspect technique, j'exposerai mon analyse et mes commentaires en suivant le plan de l'article original, partie par partie, afin de s'y retrouver. La synthèse de l'ensemble permettra ensuite de développer des commentaires de nature pédagogique.

1. Pour chaque test, cinq essais sont effectués. Si... on prend pour résultat la valeur moyenne des cinq essais.

Que veut-on prouver et que peut-on prouver ? Pour évaluer correctement une probabilité en $1/N$ il faut $\gg N$ tests. Pourquoi écarter les cas où l'écart type dépasse 10 % ?

2. La cordelette Dyneema supporte-t-elle les chocs ?

L'article fait référence à un amarrage doublé par une cordelette Dyneema non tendue et à un spéléologue utilisant son descendeur, avec clef, juste contre le nœud d'amarrage.

- Le fait qu'il y ait un blocage sur le descendeur et que la cordelette Dyneema ne soit pas tendue, constitue déjà deux situations anormales, l'une du point de vue de la progression, l'autre du point de vue de l'équipement.
- En effet, les règles techniques définies par l'EFS déconseillent de réaliser une clef sur son descendeur pour passer un fractionnement ou lors de l'approche de la tête de puits (Manuel technique de l'EFS §2.3.3.5 : *Cette technique* (la clef

La dyneema évite le frottement de la corde et double ce fractionnement (nœud coulant sur la plaquette de gauche, nœud de chaise sur celle de droite, cabestan au centre).

La dyneema est utilisée ici pour éviter que l'une des 2 boucles du nœud d'amarrage double frotte contre la paroi.



d'arrêt – NDLR –) ne doit pas être utilisée pour s'assurer lors du passage d'un fractionnement ou de l'équipement d'une main courante, car en cas de chute il y a risque de déformation ou de rupture du descendeur). Elles déconseillent également avec des sangles, de la corde, ou autre chose, de réaliser des mous générateurs de choc en cas de rupture (*Spelunca* n°62 de juin 1996, « Le double amarrage en question ») Qui connaît les règles de base de l'équipement édictées notamment par l'EFS devrait avoir le niveau de réflexion pour réaliser qu'une cordelette Dyneema (ou autre chose) détendue est dangereuse, donc ne pas lui confier sa vie.

- Admettons que ces règles soient enfreintes : s'il s'agit d'un fractionnement, il a été mis en place pour se positionner dans une section confortable de la galerie ou se protéger de quelque chose à venir : si cela frotte plus haut, était dangereux plus haut, ce fractionnement aurait été positionné avant. Donc, si le ou les amarrages qui le constituent cassent quand on est juste en dessous, on se retrouvera simplement suspendu à la corde sans avoir d'autre problème. Plus bas sur la corde, comme indiqué dans l'article, il n'y a aucun problème car il y aura

absence de force choc susceptible de casser la cordelette Dyneema.

Effectivement la cordelette Dyneema ne supporte pas les chocs, cette donnée est connue depuis plus de dix ans ! Cette contrainte a toujours été respectée en préconisant l'emploi de la cordelette Dyneema pour réaliser ou doubler un amarrage en brin simple tendu (Cahier de l'EFS « Les techniques légères »).

3. Comment tendre l'anneau de cordelette pour doubler un amarrage ?

- L'article suppose toujours, implicitement, qu'une cordelette Dyneema double un amarrage d'une autre nature. Or il existe plein d'autres façons de réaliser un amarrage qui soit doublé. Parmi ces façons, il en existe différentes qui font que la cordelette utilisée est automatiquement tendue, par exemple si la cordelette est utilisée pour « rallonger » une des ganses d'un nœud d'amarrage double correctement réglé ou si la cordelette est tendue de part et d'autre du puits et que la corde soit reliée à cette cordelette par un mousqueton positionné sur la cordelette via un cabestan. Dans les situations de ce type, c'est de surcroît un moyen d'exploiter la bonne résistance au frottement de la cordelette Dyneema si l'un des côtés venait à lâcher.
- Si malgré tout la seule solution est de doubler un amarrage classique

(spit, plaquette, mousqueton) par une cordelette Dyneema, pourquoi ne pas utiliser de nœuds plus facilement réglables, à savoir prendre au lasso la plaquette du haut et réaliser un nœud de cabestan sur le mousqueton du bas (voir figure n° 1 de l'article) ? La cordelette Dyneema serait dans ce cas en brin simple, on peut alors envisager d'en mettre une seconde ou de rattacher le brin libre de la cordelette via un nœud de chaise autour de la plaquette supérieure. Bref, il existe moult moyens de doubler une cordelette en utilisant des nœuds plus faciles à faire et à défaire et surtout en doublant complètement la Dyneema, c'est-à-dire en ayant deux brins indépendants et non un anneau. Ces méthodes sont-elles à proscrire et si oui pour quelle raison ? La lecture de l'article n'éclaire malheureusement pas sur ce sujet, c'est d'autant plus dommageable que différents groupes de spéléologues utilisent fréquemment les méthodes citées.

4. Peut-on utiliser la Dyneema en brin simple ?

- Le fait que la résistance d'un brin simple de cordelette Dyneema ne dépasse pas 500 daN ne pose problème que si c'est ce qui limite la résistance de l'équipement. Certains spits ont une résistance faible (0 à 400 daN) et non vérifiable lors de leur utilisation, c'est entre autres pour cela qu'il faut doubler les amarrages, conformément aux règles de l'EFS.
- C'est la rupture d'un fractionnement non doublé qui peut entraîner une importante force choc, voisine de 470 daN. Lorsque les fractionnements sont correctement doublés, il ne peut y avoir de force choc générée.
- Admettons, toujours en enfreignant les règles techniques édictées par l'EFS, que l'on tolère un fractionnement non doublé, suffisamment près d'un autre fractionnement ou tête de puits et que ce fractionnement lâche. Pour tomber, il faut que la cordelette Dyneema et l'autre amarrage (voire les autres amarrages) situés plus haut lâchent. Soit au moins trois amarrages qui lâchent en même temps. Cela est très peu probable, si ça l'était cela signifierait qu'il faut quadrupler et non seulement doubler

les amarrages qui doivent être redondants. Or ce n'est pas ce que montre l'analyse statistique de tous les différents retours d'expérience connus. On ne le fait pas non plus en spéléo-secours où un répartiteur sur trois points est jugé suffisant pour un contrepois qui doit supporter parfois une charge triple du poids d'un homme.

- Il peut y avoir aussi rupture d'amarrage à la remontée, le facteur limitant devient la déchirure de la gaine de la corde par le Croll (400 daN).

5. Peut-on utiliser la cordelette Dyneema en anneau fermé ?

- Le problème n'est pas qu'un nœud de fermeture glisse, c'est qu'il glisse suffisamment pour que les brins s'échappent s'il y a une rupture de ce qu'il double. Un nœud de tisserand simple, un nœud de chaise simple, non contre assurés, mais avec suffisamment de longueur de corde sortant du nœud, sont donc sûrs. Leur avantage est d'être plus aisé à faire et à défaire.
- Normalement, des amarrages tendus ne sont générateurs d'aucune force choc s'il y a une défaillance quelque part, cela diminue beaucoup les possibilités de glissement de nœud.
- Les problèmes liés à l'utilisation d'un anneau fermé sont liés à cette topologie (utilisation de deux fois plus de matière, difficulté de précision dans le réglage, la rupture en un point de l'anneau est fatale à l'anneau) et nous rappellent les difficultés d'emploi des sangles. C'est justement pourquoi l'avènement de la Dyneema et son utilisation en brin simple ont métamorphosé la facilité et la simpli-

cité de l'équipement et par conséquent le gain en terme de sécurité.

6. Peut-on confectionner les anneaux de corde au préalable et les laisser fermés à demeure ?

- La réalisation d'opération sous terre est consommatrice de temps et d'énergie. Alors qu'aujourd'hui on essaie de préparer un maximum de choses « à l'extérieur » pour gagner du temps sous terre au profit d'exploration plus longue, le fait de faire ou défaire des nœuds, des contre nœuds, des nœuds de butée me semble aller à l'encontre de toute l'évolution actuelle en matière de spéléologie sportive et/ou d'exploration.
- De même, il est inutilement consommateur de ressource que d'enfiler une cordelette dans un trou puis de refermer l'anneau. En effet, il faudra réaliser à l'équipement un nœud pour fermer l'anneau et au déséquipement la fonction inverse devra être aussi réalisée avec plus de labeur car le nœud se sera alors serré !
- La perte de rapidité et de confort est elle-même génératrice de danger, songer par exemple au déséquipement d'un puits arrosé. Si deux choses sont dangereuses, il convient parfois de choisir la moindre.

7. Peut-on réaliser une déviation en brin simple ?

Si c'est l'endroit où l'on attache la déviation et non son matériau, qui est le facteur limitant (amarrage naturel par exemple) il peut être dangereux de ne pas doubler une déviation.

S'il s'agit d'une déviation largable, le problème peut devenir la fusion de la cordelette Dyneema.



La dyneema comme déviation, la concrétion est prise au lasso, un nœud de cabestan permet de régler précisément la longueur de la déviation.



L'amarrage est doublé grâce à un long bout de dyneema qui va permettre d'utiliser une concrétion bien au-dessus. Cette technique permet d'éviter les frottements de la corde, d'économiser celle-ci tout en doublant l'amarrage.

Conclusion

- Il me semble que l'on oublie de traiter le cas d'un amarrage initial (début de main courante) où il y a du Dyneema. En l'absence de données statistiques suffisantes (moins de 1 000 000 minimum) rien ne garantit un taux de rupture de Dyneema sous charge courante au moins aussi faible que celui d'une corde spéléo, la Dyneema en amarrage initial devrait donc, soit être prohibée, soit être intégralement doublée (= utilisée seulement comme maté-

riau à frotter) par autre chose. Ce que n'indique pas l'article.

- Il devrait être tenu compte de l'habileté des spéléologues à progresser sur les agrès, une résistance de 400 daN en brin simple est alors largement suffisante surtout avec un équipement habilement posé par des gens qui savent qu'il faut éviter au maximum tout choc. Répétons-nous : si ces spéléologues sont malhabiles, ils auront bien d'autres soucis que le seul Dyneema.

- La vraie problématique intéressante en spéléologie comme pour toute pratique effectuée par un être vivant doué de conscience est l'analyse du risque : jusqu'à quelle probabilité de mourir acceptons-nous d'être soumis lors de la pratique de notre activité ? L'article n'aborde en aucune façon cet aspect des choses. Le pourrait-il de toutes les façons avec un nombre réduit d'essais ?
- L'article se centre uniquement sur la résistance à la rupture. Cette résis-



Dyneema comme rallonge d'amarrage pour éviter le frottement de la corde, remarquer la façon de se longer (côté dos du micro faders).

tance, si elle n'est pas aussi élevée que celle d'une corde, dépasse largement le poids d'un homme et la résistance de certains spits et autres amarrages naturels couramment utilisés. Je suis très étonné de ne voir aucune approche statistique étant donné que l'un des auteurs de l'article (Judicaël Arnaud) a lancé, notamment par le biais de la « Liste spéléo » il y a déjà très longtemps, un questionnaire sur la Dyneema et a dû sûrement recevoir des réponses (la mienne au moins). Il serait intéressant de se pencher sur des statistiques en utilisation réelle sous terre (c'est-à-dire en spéléologie) avant de se pencher sur des essais artificiels (élasticité des amarrages, vitesse de traction, etc.) en atelier. En effet, les techniques évoluent car le spéléologue est curieux. Tous nouveaux objets éveillent ses sens, il aime à détourner l'utilisation première d'un matériel (Dyneema, anneau Kong, LED, etc.) au profit de sa pratique, et à partir de la fiche technique de ce produit qui possède des caractéristiques que l'on pense acceptable, le spéléologue définit une méthodologie d'emploi, puis il le testera progressivement sur le terrain pour affiner l'utilisation.

- Pour information tout à fait anecdotique, en matière de tables de plongée subaquatique, on n'effectue plus d'essais réels depuis les années 60, l'analyse statistique des retours d'expérience étant plus performante en dessous d'un certain niveau de risque à certifier. En effet, il n'est pas possible d'utiliser des « cobayes » humains, et des essais

sur d'autres animaux (truie par exemple) ne correspondent pas tout à fait aux spécificités du corps humain. De la même façon, un choc réalisé avec une gueuse sur un portique ne correspond pas tout à fait au comportement du corps humain subissant un choc sur spit souterrain ; cela ne permet pas de cerner plus que des grandes limites. Aucun progrès en spéléologie n'est possible si on ne se pose aucune question quant aux limites des techniques et à la possibilité de les dépasser (comme remplacer des échelles par des cordes). Enfin, nous avons rarement observé une gueuse pratiquer la spéléologie !

- En minorant volontairement les données : les spéléologues du Vercors, de l'Ariège (le plus beau pays spéléo) totalisent plus d'un million d'engagements de Dyneema en brin simple et avec nœud en fixe (dix ans d'utilisation, 16 groupes de 4 spéléologues par course qui font 20 courses par an, 40 amarrages par course). Au sein de notre club, nous totalisons plus de 40000 engagements de Dyneema. Et il n'est jamais rien arrivé de grave. Toutes les cordelettes employées en simple pour doubler des spits ont résisté à la rupture des spits. La seule rupture de la gaine d'une Dyneema constatée a eu lieu lors d'une manifestation où la Dyneema servait d'amarrage principal d'une tyrolienne qui a vu passer un public important tout au long du week-end. La Dyneema était en simple autour d'un pilier en béton brut de section rectangulaire. Le frottement sur l'angle a eu raison de la gaine au bout des deux jours d'activité ; et seulement de la gaine, il restait encore l'âme.
- Cela devrait permettre de certifier un taux de fiabilité de 1/1000, ce qui reste faible même si encore supérieur au 1/100000 que nous avons plus ou moins consciemment choisi et qui correspond aussi au taux de risque lors des voyages routiers. Ce taux de 1/1000 est plus faible que la fiabilité d'un spit (1/100 environ) et devrait parfaitement rassurer lorsqu'un amarrage sur spit est doublé par une Dyneema : c'est ce sur quoi est attachée la cordelette qui peut inquiéter, pas la cordelette Dyneema elle-même.

- Pour en terminer avec les statistiques : s'il y a un optimum en matière de prévention et si cet article se veut traiter de prévention. On peut croire que s'adresser au plus grand nombre de pratiquants, donc en simplifiant à outrance les raisonnements et en les rendant dogmatiques, permette la meilleure prévention possible. Or cela présuppose que chaque personne a un taux de pratique égal à celui des autres. Mais ça n'est pas vrai, les gens les plus avancés pratiquent d'avantage que les autres même s'ils sont moins nombreux, ils peuvent donc contribuer autant au taux de risque global, celui qui est vu par les pouvoirs et l'opinion publics, ainsi que par l'assureur fédéral.
- Donc pas plus que l'optimum de prévention ne se situe dans un enseignement élitiste à outrance s'adressant aux meilleurs et laissant les autres de côté, il ne se situe pas non plus dans un enseignement populiste laissant dans les limbes tous ceux qui sortent du rang par une expérience personnelle et/ou des qualités de réflexion plus approfondie (et dans le cas présent utilisant intensivement la Dyneema et plus du tout les sangles).
- Il est également étonnant de constater que des techniques statistiques de tests efficaces, publiées et utilisées par le Spéléo secours français, ne soient pas ici appliquées. Elles permettent de limiter le nombre de tests tout en augmentant les capacités d'analyses par une définition des facteurs, de leur organisation et de la recherche préalable. Même si ces techniques ne permettent pas de quantifier certaines valeurs comme la probabilité de survenance d'un événement, elles permettent de



Amarrage double classique.

définir aisément l'influence de chacun des facteurs et leur significativité.

□ L'usage de la Dyneema tel qu'il est préconisé dans cet article est fastidieux (demi-clef puis nœud de tisserand bloqué par un nœud de butée double en lieu et place d'un cabestan!), dispendieux (doublement des longueurs) et non polyvalent. C'est regrettable. En effet, l'usage de la Dyneema était un gage de sécurité. Pourquoi ? Car sa facilité d'utilisation (par rapport à nos sangles obsolètes) ouvrait un espace de liberté gage d'un réel apport de sécurité et notamment :

- La Dyneema a démocratisé la réalisation d'un nouveau type d'amarrage en spéléologie : la lunule, amarrage à la fois respectueux de l'environnement, durable et fiable. Néanmoins, seule une cordelette de faible diamètre permet son utilisation.
- Quand il est exigé, le doublement des fractionnements est d'une facilité déconcertante depuis l'arrivée de cette cordelette : une plaquette, un amarrage naturel, une lunule ou un coin sert d'ancrage à la Dyneema qui est alors tendue jusqu'au mousqueton du fractionnement.
- Elle sert de « rallonge » pour éviter un frottement possible ou même, lors de l'emploi de cordes de très faibles diamètres, un frottement à venir en cas de rupture de l'un des amarrages.
- Elle participe au gain de longueur de corde lorsqu'elle est amarrée de part en part d'un puits avec un mousqueton au centre tenu par un cabestan et que la corde est juste reliée par une petite ganse au mousqueton. Cette technique permet également de positionner très précisément la corde au sein d'un puits.
- Contrairement aux sangles nouées qui ne permettaient un réglage sur des diviseurs par deux de leur longueur, la Dyneema permet grâce à son utilisation en simple et au nœud de cabestan, un réglage ultra-précis. Dès lors, elle travaille toujours en tension. Grâce à l'absence de facteur de chute, la rupture d'un amarrage n'est plus qu'un simple pendule.

- De même, son utilisation en déviation permet de régler idéalement le déport de la corde en réalisant, par exemple, un nœud italien avec clef dans le mousqueton de la déviation.
- Sa finesse permet son utilisation dans les moindres trous dans les parois des cavités.
- Elle ne se gorge pas d'eau, garde sa tenue dans le temps.
- Elle est composée d'une gaine et d'une âme qui se partagent à 50 % sa résistance. Si la gaine vient à se rompre, c'est un avertissement, il reste encore plus de 50 % de résistance. Une sangle, de par sa fabrication, ne possède pas cet indicateur.
- L'utilisation de la Dyneema a permis de supprimer les facteurs de chute de l'équipement spéléologique.
- Son aspect différent de celui de la corde améliore la lisibilité de l'équipement. Par exemple, sur une tête de puits, il est aisé de voir où il est possible ou non de se longer.

Et là on souhaiterait reléguer l'usage de la Dyneema en brin simple à la confection exclusive des déviations, de porte-matériel et de pédales ?

J'attends donc toujours des explications réellement convaincantes avant de me fatiguer (c'est une grande source de risque en fond de gouffre, voir statistiques du SSF) à effectuer des nœuds de blocage et à ne plus utiliser la cordelette Dyneema en brin simple en l'absence de choc.

- Cet article a été rédigé en supposant qu'on équipe comme on équipait il y a des lustres. En face de nouveautés (la Dyneema mais ce n'est pas la seule, il y a aussi la corde de type L, les mousquetons légers, l'éclairage de secours par LED,... et le tout doit être cohérent) on doit s'adapter, équiper et progresser autrement. Notamment, il n'y a plus de risque de choc de facteur 1 dans l'équipement actuel.
- Comme tout outil, la cordelette Dyneema est dangereuse si elle est utilisée de façon incorrecte. S'il y a un travail à effectuer, ce serait plutôt de faire changer les mentalités, réformer les « référentiels » initiateur et moniteur, plutôt que de dire « La Dyneema, c'est dangereux ».

- Pourquoi ne pas aborder certains aspects très importants tels que résistance (traction lente, choc, descente et remontée spéléo) si frottement et comparaison dans ce cas avec d'autres cordelettes ? Pourquoi négliger systématiquement la moitié des concepts et solutions techniques développés lors des grandes explorations avec de la corde type L ? Pourquoi ne pas avoir réalisé une enquête préalable sur les pratiques liées à l'usage de la Dyneema ? Les auteurs se seraient alors certainement rendus compte qu'il existe bien différents types de pratiquants avec des habitudes et des démarches différentes. Pourquoi promulguer le nœud de tisserand, que peu de monde utilise ?

□ L'article teste en partie et de manière artificielle la cordelette Dyneema en l'extrayant de son contexte d'utilisation et en s'affranchissant des règles édictées pour son utilisation. Il reste que le principal danger de cette cordelette est son point de fusion très bas qui provoque sa rupture sous tension après un très bref passage de notre flamme acétylène. Cette caractéristique essentielle est absente de l'article !

- Même en tant que spéléologue expérimenté, j'ai du mal à percevoir le contexte de cet article. S'il s'agit d'un article « grand public » destiné à des gens qui n'ont pas forcément une compréhension approfondie, on devrait pouvoir en trouver des approfondissements ailleurs. Mais où donc ? Ou bien s'il s'agit d'un article de référence qui doit être appliqué à la lettre y compris et surtout par de futurs cadres, référents et autres « prescripteurs d'opinion », on vient de sacrifier l'esprit d'adaptabilité et d'analyse de la situation qui rend performante et sûre la spéléologie. À quel(s) intérêt(s) ?

Merci à Pierre Boudinet, Florence Guillot, Philippe Bence, Frédéric Bonacossa, Jean Bottazzi et Michel Béal pour leurs remarques et leurs conseils avisés et pertinents.

Bibliographie

- AMALBERTI, René : Les effets pervers de l'ultrasécurité.- *La Recherche*, avril 1999.
- BÉLIAEV Y. ; GNÉDENKO B. et SOLOVIEV A. : Méthodes mathématiques en théorie de la fiabilité.- Éditions de Moscou. Genichi Taguchi ; Subir Chowdhury ; Yui Wu : *Taguchi's Quality Engineering Handbook*.- Wiley, novembre 2004.
- Manuel technique de l'École française de spéléologie*.
- LIMAGNE, Rémy : « Le double amarrage en question », *Spelunca* n° 62 de juin 1996, p.47-51.
- Cahier EFS n°9 : « Technique spéléologique légère », 1999.