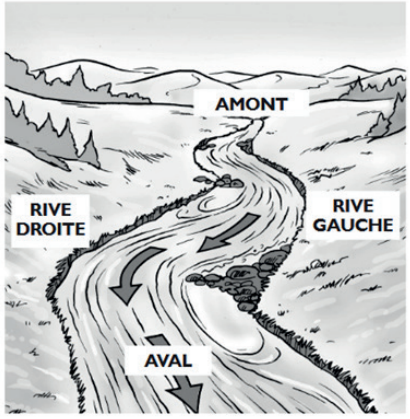
SAFC-CT-03 Hydrologie des eaux en mouvements

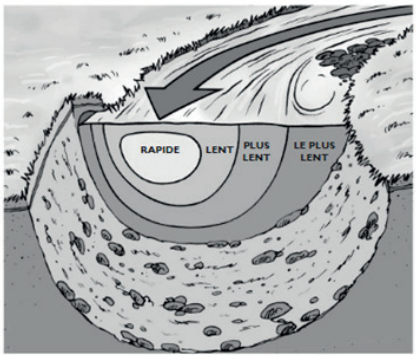
Caractéristiques des cours d'eau



Amont : direction d'où vient l'eau (montagne)
Aval : direction où s'écoule l'eau (vallée)
Rive droite : berge se trouvant à droite en direction de l'aval
Rive gauche : berge se trouvant à gauche en direction de l'aval

Les types d'écoulement de l'eau

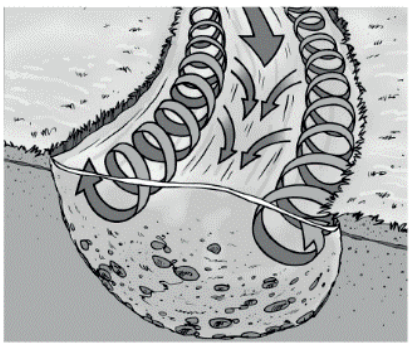
Écoulement laminaire



Dans un cours d'eau, l'eau en contact avec le lit et le bord subit une friction, ce qui a pour effet de la ralentir. Par effet ricochet, elle ralentit également les couches à proximité.

Ainsi la vitesse de l'eau n'est pas uniforme sur une section, la partie la plus rapide est située au centre du cours d'eau juste sous la surface.

Écoulement hélicoïdal



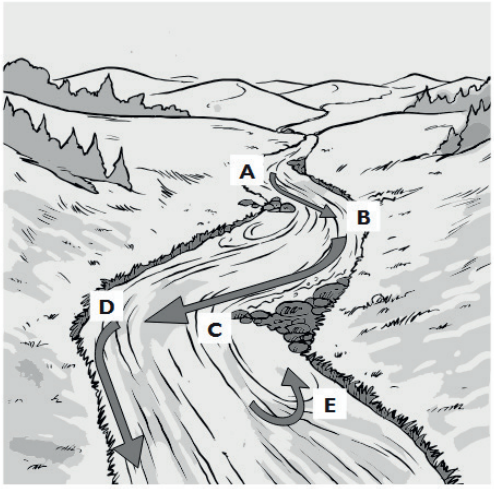
Phénomène en spiral créé par les rives qui ralentissent l'eau se trouvant sur les bords et le courant plus rapide du centre du cours d'eau.
Ce phénomène se retrouve dans les cours d'eau naturel quand ils sont entièrement remplis et circulent à leur vitesse maximale.

Cet écoulement peut repousser une victime et des débris vers le centre du cours d'eau.

Vecteur courant

Le vecteur courant est le terme technique pour désigner la direction dans laquelle l'eau s'écoule.
La masse d'eau en mouvement s'écoule toujours sur le chemin lui offrant le moins de résistance, en ligne droite sauf si un objet ou une force agit sur son écoulement.
Attention le vecteur courant n'est pas systématiquement au centre de la rivière ou parallèle à la berge

L'eau au point A s'écoule en ligne droite, jusqu'à ce qu'elle bute sur la rive au point B. L'eau suit ensuite la rive jusqu'à ce qu'elle atteigne le sommet au point C, d'où elle poursuit son déplacement en ligne droite pour buter de nouveau contre la rive au point D puis longer la rive. L'eau suit le chemin offrant le moins de résistance, elle va donc toujours essayer de remplir un vide, par exemple le contre-courant au point E.
Par conséquent, le courant créer des zones de haute pression à l'extérieur des virages. Ce qui peut causer une érosion et donner des rives affouillées. A l'inverse, à l'intérieur des virages, on aura des zones de basse pression, ce qui entraîne des dépôts d'alluvions et des zones d'eaux peu profondes à l'intérieur des virages.



La connaissance et la compréhension des vecteurs de courant est essentielle pour que chaque sauveteur puisse assurer sa propre sécurité et réussir des opérations de sauvetage. Une bonne lecture des vecteurs de courant permettra aux sauveteurs de travailler en utilisant la force de la rivière (là où c'est possible) plutôt que d'agir contre elle.

Caractéristiques des eaux en mouvement ou eaux vives

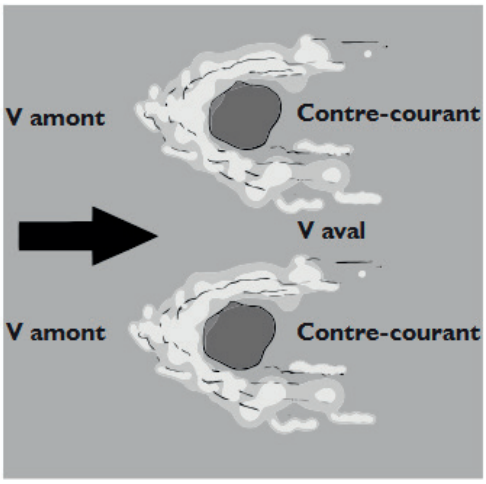
La configuration d'un cours d'eau (pentues, sinueux,...) crée de nombreux mouvements d'eau avec des caractéristiques différentes. Chaque obstacle ou chaque objet créé également des mouvements d'eau qui seront déterminés par la hauteur et la vitesse.

Le contre-courant

Le contre courant se forme derrière un obstacle qui n'est pas complètement immergé (rocher, avancer de berge,...), en arrière de la zone de cisaillement.
Devant un obstacle se crée une zone de haute pression, provenant de la force du courant (vague bourrelet), ce qui entraîne la création d'une zone de basse en aval de l'obstacle.
Cette zone sera comblée par l'eau qui créera un contre-courant dirigé de l'aval vers l'amont. Cette zone dite de sécurité pour le nageur car le courant est souvent plus faible que le courant principal, peut dans certains cas être dangereux et difficile d'entrer et de sortir.

Zone de cisaillement

Zone ou deux masses d'eau glissent l'une contre l'autre à des vitesses et des directions différentes. Cette zone formant une ligne de turbulence instable qui s'élargit vers l'aval est caractérisée par des mouvements d'eau anarchique ascendants ou descendants pouvant être profonds et puissants.
Le nageur devra dans la mesure du possible toujours couper cette zone le plus haut possible pour ne pas la subir.

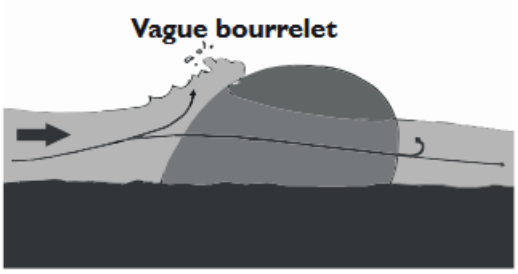


"V" amont

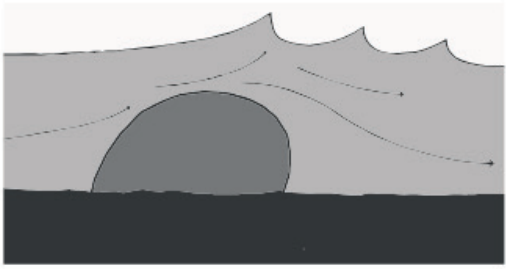
Lorsque l'eau bute contre un obstacle, une vague bourrelet se forme, et l'eau est déviée de part et d'autre. Vue du dessus, cela forme un V avec la pointe orientée vers l'amont. Il peut également être présent sans que l'obstacle soit visible en surface ce qui traduit la présence d'un obstacle.

“V” aval
Lorsque plusieurs obstacles sont présents dans l’eau, l’eau est contrainte de passer entre eux. Vue de dessus, cela forme un V avec la pointe vers l’aval.
Ce mouvement d’eau caractéristique est provoqué par la convergence de courants empruntant le chemin de moindre résistance.

Vague bourrelet
Vague créée par la compression du courant contre un objet qu’il ne peut traverser avant de s’évacuer de part et d’autre.
Si il n’y a pas de vague bourrelet, l’eau passe à travers l’objet (obstacle passoire) ou sous l’objet (siphon).

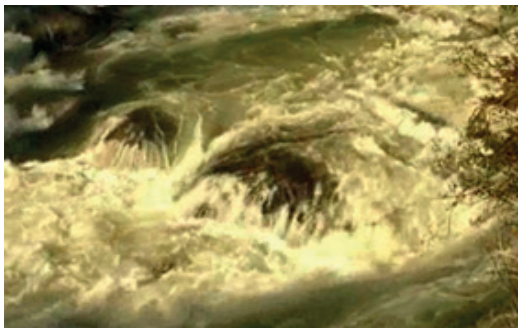


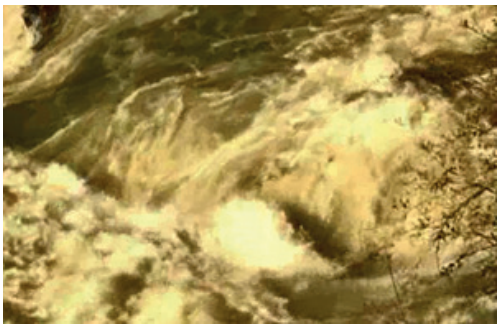
Vagues stationnaires
Lorsque l’objet est complètement immergé en profondeur, l’eau passe au-dessus et de chaque côté de celui-ci, créant la formation de vagues de surface. En fonction de la hauteur d’eau, de la vitesse du courant ou de la taille de l’objet nous pouvons avoir la formation de vagues de surface allant de la vaguelette à des vagues très hautes qui peuvent déferler.
Une série de vagues stationnaires est aussi appelée train de vague.



Pleureur et rappel (ressauts hydrauliques)

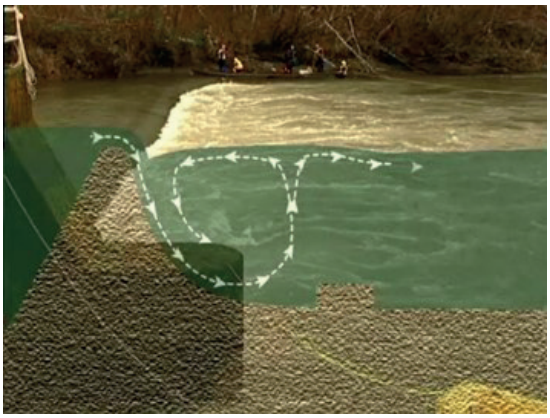
Pleureur
Il se crée lorsque l’eau s’écoule par-dessus un obstacle, puis s’accélère. Une dépression se forme derrière l’obstacle, que l’eau vient combler en créant un mouvement, appelé recirculation. Ces recirculations peuvent s’avérer dangereuses, car elles peuvent être suffisamment puissantes pour retenir des objets tels que des débris, des bateaux et/ou des nageurs.





Le rappel

Un rappel est un mouvement d'eau que l'on trouve à la réception d'une brusque rupture de pente, si minime soit-elle, provoquée soit naturellement (seuils, chutes, obstacles...) soit artificiellement (digue, barrage, déversoir...).



La création du rappel est due à la chute de la masse d'eau, appelée lame d'eau, qui, accélérée par la rupture de pente, va percer un passage sous la surface du bassin de réception et, selon sa puissance, s'enfoncer dans les profondeurs du bassin pour ressurgir plus loin en aval.

A ce point de résurgence, marqué par la présence d'une ligne de bouillonnement va se produire par effet de dépression un mouvement d'eau très aérée (la densité de l'eau est divisée par 2) dont une partie retourne en amont et une autre partie en aval; c'est le rappel.

Ce système en circuit fermé va retenir prisonnier tous les objets flottants qui arrivent avec la lame d'eau.

Le mouvement d'eau alors observé est un courant d'eau très émulsionné par de fines bulles d'air qui revient contre la chute, sans reliefs excessifs, le rendant peu impressionnant pour le néophyte.

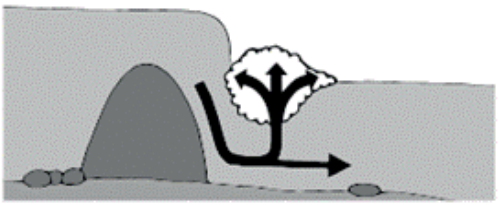
Plus la longueur entre la cassure et la ligne de bouillonnement est importante, plus grand est le danger.

Au niveau de la ligne de bouillonnement, si le volume d'eau revenant au niveau de la cassure est plus élevé que le volume s'écoulant vers l'aval, cela indique un mouvement de rappel très puissant.

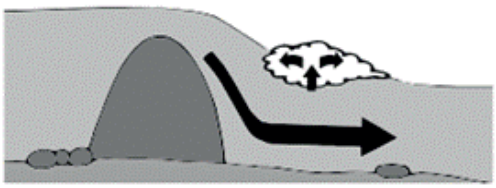
L'importance de la hauteur de chute et de l'inclinaison

Plus la chute est haute, plus l'eau prend de la vitesse en la franchissant, générant plus d'énergie. Cette puissance se manifeste à travers la recirculation, mais également par le courant qui évacue l'eau vers aval, après la recirculation (écoulement). L'importance de la recirculation et de l'écoulement sont déterminées par l'inclinaison de la chute.

Une forte inclinaison de la chute imprime une force descendante à l'eau vers le lit de la rivière, créant une re circulation profonde (trou) et un écoulement en aval faible. Une faible inclinaison de la chute crée plutôt une recirculation de surface avec un écoulement en aval plus important. Les recirculations profondes ont tendance à être très puissantes avec un potentiel de retenue plus élevé, d'où un plus grand danger.



Recirculation profonde

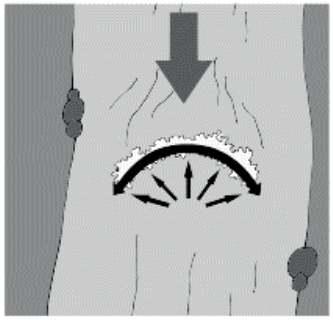


Recirculation de surface

La configuration

Dans les milieux naturels, les rappels ou les pleureurs ont tendance à avoir des formes irrégulières qui vont générer des recirculations irrégulières. Ces recirculations comportent des points faibles que l'on pourra détecter grâce à un écoulement aval plus important (points de

déversement). Ces points de déversement représentent une sortie possible pour un nageur.
Il est important de bien les localiser car s'ils se situent sur un côté, ils deviendront un point de sortie possible afin d'évacuer la zone de recirculation, on les appellera côté ouvert.
Il est possible d'avoir deux côtés orientés vers laval et par conséquent avoir deux côtés ouverts.



Ces facteurs déterminent la nature du rappel ou du pleureur et doivent être pris en compte lors d'une évaluation. Un autre facteur important est la nature de ce qui va être exposé, un bateau et un nageur possèdent des niveaux de flottabilité très différents et n'auront pas la même réaction. Souvent même si un des aspects est favorable, tel qu'une chute courte ou un petit rappel, d'autres facteurs comme les côtés fermés, peuvent maintenir la dangerosité à un niveau élevé.

Dangers physiques
En plus des dangers intrinsèques à l'eau en mouvement, il existe plusieurs autres dangers physiques répandus.

Affouillements
Des roches affouillées par l'eau apparaissent souvent à l'extérieur des virages, là où le vecteur du courant occasionne une érosion. La vague bourrelet que l'on observe généralement au niveau des roches est difficilement perceptible car l'eau passe sous la roche au lieu de rebondir. Par conséquent, le risque de coincement est très élevé.

Siphons, amas de rochers, grilles
Un siphon se forme lorsqu'il existe un espace sous un obstacle situé en plein courant (par exemple, un bloc de roche posé sur plusieurs petits rochers). Cet espace permet à l'eau de circuler sous l'obstacle, comme à travers un siphon. Cela est très dangereux car des personnes ou des objets peuvent être aspirés sous l'obstacle et y rester coincés.
L'eau circule librement entre les blocs entassés. Un objet solide, comme un bateau ou un nageur, risque de s'y coincer (sous ou entre les rochers).
Les siphons et grilles sont des points caractéristiques extrêmement dangereux qui doivent être évités à tout prix.

L'eau circulant sous un obstacle surélevé créé un siphon

Ponts
Les culées et piles de pont sont généralement conçues pour offrir le moins de résistance possible à l'eau et peuvent créer aucune vague bourrelet.
Des bateaux ou les baigneurs imprudents peuvent facilement s'y bloquer ou s'y coincer.

Débris

Toutes sortes de débris naturels ou industriels peuvent se trouver dans l'eau. Ils deviennent un réel danger lorsqu'ils circulent sur un site de sauvetage. Ils peuvent représenter des risques importants de coincement mais aussi créer des embâcles sur les piles de pont qui deviendront des obstacles passoires.

Les obstacles passoires

Ces obstacles ont la caractéristique de laisser passer l'eau mais pas les éléments solides comme les débris,embarcations ou baigneurs. Ils sont généralement constitués d'arbres tombés, de barrières, de balustrades et de grilles. La force du courant plaque indéfiniment tout objet contre l'obstacle (effet passoire). Le danger que représentent ces obstacles pour les sauveteurs ne doit en aucun cas être sous-estimé. Il est essentiel que tout obstacle passoire présent sur un site de sauvetage soit très bien protégé afin de minimiser les risques pour les sauveteurs.