



ORIENTATION SOUS-MARINE

UNDERWATER NAVIGATION

JEAN-CLAUDE TAYMANS





AVERTISSEMENTS

La plongée est une activité à risque. Elle ne peut être pratiquée que par des personnes correctement formées, bien entraînées et en bonnes conditions physiques et mentales. Le non-respect des règles peut conduire à des blessures graves, des invalidités permanentes ou à la mort. Il vous incombe personnellement d'en évaluer les risques. Ne comptez pas sur les données de cet ouvrage pour garantir votre sécurité. Avant d'entrer dans l'eau, vous devez exercer votre propre jugement quant aux dangers et difficultés que vous allez rencontrer. A vous de faire une évaluation réaliste des conditions de plongée, de la difficulté du site et de votre condition physique !

Ce livre ne remplace pas la formation et n'est pas un substitut à un encadrement professionnel.

L'auteur n'assume dès lors aucune responsabilité quant aux données et informations publiées dans cet ouvrage. L'auteur ainsi que l'éditeur ne peuvent encourir aucune responsabilité, légale ou contractuelle, pour les dommages éventuels encourus en raison de l'utilisation de cet ouvrage.

Photo de couverture

Photographe : Peter Southwood

Licence : CC-BY-SA

Source : Wikipédia

Toute reproduction d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, notamment par photocopie, imprimerie, microfilm est interdite sans l'autorisation de l'auteur.

Copyright © Jean-Claude Taymans, tous droits réservés

2 Rue Mouzin – 7390 Wasmuël – Belgique

jctdive@gmail.com

D\Mai 2014\Jean-Claude Taymans : Editeur

ISBN 978-2-930747-07-1



SOMMAIRE

TABLEAU DES MISES À JOUR ET MODIFICATIONS	4
1. INTRODUCTION	5
1.1. DÉFINITION	5
2. POURQUOI SUIVRE UNE FORMATION EN ORIENTATION ?	5
3. QUELS SONT LES DIFFICULTÉS DE L'ORIENTATION ?	5
4. QUELQUES NOTIONS ÉLÉMENTAIRES	6
4.1. ROSE DES VENTS	6
4.2. NORD MAGNÉTIQUE, NORD GÉOGRAPHIQUE ET DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE	6
4.3. LA BOUSSOLE	7
4.4. LE COMPAS MAGNÉTIQUE	7
5. LE TRAVAIL SUR CARTE	7
5.1. LA RÈGLE DE CRAS	8
5.2.1 <i>Utilisation de la règle de Cras</i>	9
5.2. DÉTERMINATION DU CAP MAGNÉTIQUE	9
5.3 DÉTERMINATION DE LA DISTANCE ET DU TEMPS DE PARCOURS	9
6. EVALUATION DES DISTANCES	10
6.1. COMPTER LES CYCLES DE PALMAGE	10
6.1.1. <i>Avantages de la méthode</i>	10
6.1.2. <i>Inconvénients de la méthode</i>	10
6.2. MESURE DU TEMPS ÉCOULÉ	10
6.2.1. <i>Avantages de la méthode</i>	10
6.2.2. <i>Inconvénients de la méthode</i>	10
6.3. MESURE DE LA PRESSION DANS LA BOUTEILLE	10
6.3.1. <i>Avantages de la méthode</i>	10
6.3.2. <i>Inconvénients de la méthode</i>	10
6.4. MESURE DE L'ÉCARTEMENT DES BRAS	11
6.4.1. <i>Avantages de la méthode</i>	11
6.4.2. <i>Inconvénients de la méthode</i>	11
6.5. MESURE À L'AIDE D'UN DÉCAMÈTRE	11
6.5.1. <i>Avantages de la méthode</i>	11
6.5.2. <i>Inconvénients de la méthode</i>	11
7. ORIENTATION NATURELLE	11
8. ORIENTATION AUX INSTRUMENTS	12
8.1. COMMENT TENIR LE COMPAS	12
8.2. UTILISATION SIMPLE DU COMPAS	13
8.3. COMPAS À LECTURE DIRECTE OU INDIRECTE	13
8.3.1 <i>Compas à lecture directe</i>	13
8.3.2. <i>Compas à lecture indirecte</i>	13
8.4. QUALITÉS D'UN BON COMPAS	13
8.5. LES ERREURS INSTRUMENTALES	14
8.6 ENTRETIEN DU COMPAS	14
9. LES SCHÉMAS DE NAVIGATION	14
9.1. LIGNE DROITE	14
9.1.1 <i>Remontée en « zigzags »</i>	15
9.2. POLYGONE RÉGULIER	15
9.2.1. <i>Rectangle et le carré</i>	16



9.2.2. Triangle équilatéral16
9.3. CERCLE16
9.4. CONTOURNEMENT D’OBSTACLES16
9.5. SCHÉMA D’ORIENTATION COMPLEXE.....17
9.6. TECHNIQUE DE L’ERREUR INTENTIONNELLE.....17
10. LES MOYENS ÉLECTRONIQUES D’ORIENTATION 18
10.1. LES COMPAS ÉLECTRONIQUES18
10.2. LES SYSTÈMES TYPE « SONAR »18

TABLEAU DES MISES A JOUR ET MODIFICATIONS.

Version	Date	Remarques
Vers.1.00	Mai 2014	original
Vers.1.01	Février 2024	E-mail, suppression ref ADIP

Non libre de droit



1. INTRODUCTION

1.1. Définition

L'orientation sous-marine est l'ensemble des techniques qui permettent de se diriger sous l'eau. On distingue deux types d'orientation qui sont complémentaires : l'orientation naturelle et l'orientation aux instruments. L'orientation naturelle se sert de la nature du terrain, tandis que l'orientation aux instruments se sert d'instruments tel que compas, boussole...

Savoir s'orienter c'est :

1. Connaitre sa position précise en chaque instant.
2. Pouvoir rejoindre un point précis en estimant :
 - a. Sa direction.
 - b. La distance à parcourir.
 - c. Le temps nécessaire pour parcourir cette distance.

2. POURQUOI SUIVRE UNE FORMATION EN ORIENTATION ?

Savoir s'orienter sous l'eau est important à de nombreux points de vue, notamment pour :

- Eviter de nager sur de grandes distances en surface ;
- Faciliter le retour au bateau ou au bord ;
- Retrouver facilement le point de sortie, si on plonge du bord ;
- Réduire le stress ;
- Réduire la consommation d'air ;
- Augmenter l'efficacité du planning de la plongée, en éliminant les pertes de temps
- Réduire le risque de perdre le binôme, car les binômes suivent le même chemin défini dans le planning de la plongée ;
- Suivre un trajet prédéfini ;
- Pouvoir éviter une zone à risque ;
- Pouvoir retrouver un site ;
- Donner confiance en soi ;
- Pouvoir trouver une épave ou un point remarquable en se servant des cartes marines.

3. QUELS SONT LES DIFFICULTES DE L'ORIENTATION ?

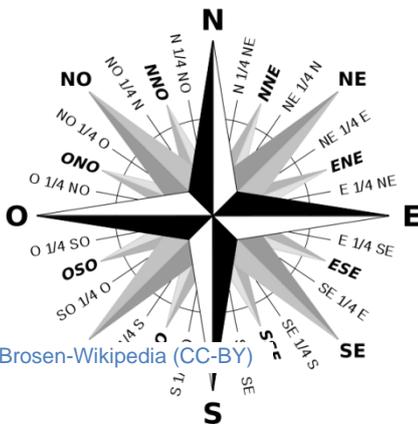
Les difficultés sont multiples, mais la formation et l'expérience permettent de les réduire. On peut citer :

- L'évaluation des distances, c'est la plus grande des difficultés ;
- Le manque de visibilité ;
- Peu ou pas de repères visuels utilisables ;
- Facteurs perturbant le jugement comme :
 - L'anxiété et le stress ;
 - Le froid ;
 - Le courant...



4. QUELQUES NOTIONS ELEMENTAIRES

4.1. Rose des vents



Source: Brosen-Wikipedia (CC-BY)

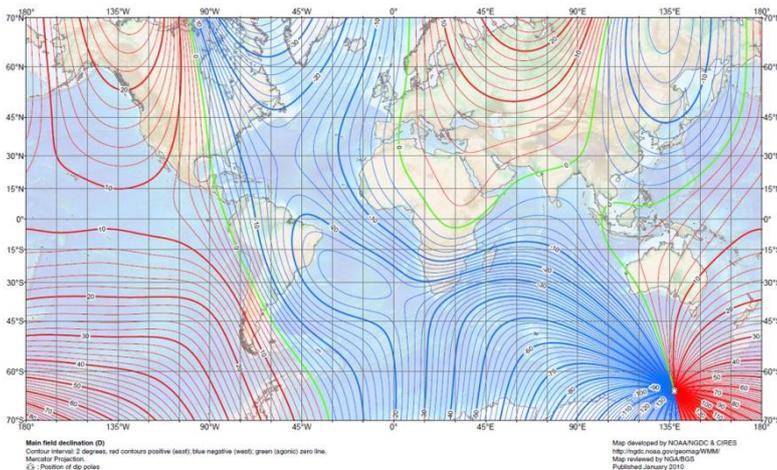
La rose des vents est un dessin qui indique les 4 points cardinaux (Nord, Sud, Est, ouest) et jusqu'à 32 positions intermédiaires. Il est divisé en 360 degrés.

Degrés	Français	Anglais
360	Nord (N)	North (N)
090	Est (E)	East (E)
180	Sud (S)	South (S)
270	Ouest (O)	West (W)

4.2. Nord magnétique, Nord géographique et déclinaison magnétique

Le pôle Nord magnétique est donné par la direction de l'axe de symétrie du champ magnétique terrestre, tandis que le pôle Nord géographique, ou « Nord vrai » est donné par l'axe de rotation de la terre.

US/UK World Magnetic Model -- Epoch 2010.0
Main Field Declination (D)



Source: NOAA-Wikipedia

Les méridiens qui sont portés sur les cartes maritimes pointent vers le Nord géographique. Les « deux Nord » ne se situent pas à la même position. Le pôle Nord magnétique est instable, sa position fluctue dans le temps à une vitesse de l'ordre de 55 km/an¹. L'aiguille aimantée de la boussole indique toujours le Nord magnétique. L'angle que forme le pôle magnétique et le pôle géographique, à partir du centre de la terre, ce nomme la « déclinaison magnétique ». Celle-ci est négative si elle est « Ouest » et

inversement elle est positive si elle est « Est ». Dans notre région la diminution de la déclinaison magnétique est de l'ordre de 7 minutes de degré d'arc par an. En 2007, sa valeur était nulle pour la Belgique, la déclinaison magnétique peut dépasser les 100° !

¹ Mesurée en 2001



4.3. La boussole

La boussole est composée d'une aiguille aimantée sur un pivot, qui s'aligne dans le champ magnétique terrestre. Le pivot se trouve au centre d'une rose des vents, il est donc possible d'estimer les directions. L'ensemble est monté dans un boîtier antimagnétique afin de ne pas influencer l'aiguille aimantée.



4.4. Le compas magnétique



Le principe du compas magnétique est identique à celui de la boussole, mais l'aiguille magnétique est associée à une couronne graduée de 0 à 360° munie d'un flotteur. Cet ensemble, tournant sur un pivot, est appelé « équipage magnétique » et baigne dans un liquide composé d'eau et de glycol. Le boîtier antimagnétique est muni d'une fenêtre avec un trait de référence, ce qui permet une visée plus précise qu'avec une boussole ordinaire.

Compas Cressi-sub
www.sous-la-mer.com/

5. LE TRAVAIL SUR CARTE

Le travail sur carte permet de trouver tous les paramètres pour plonger sur des points remarquables tels que : épaves, secs, rochers... La technique est particulièrement intéressante lorsqu'on plonge du bord car on ne dispose pas d'un échosondeur. Les questions ci-après doivent trouver une réponse pour commencer la plongée :

1. Où se situe mon point de départ par rapport à l'objectif à atteindre ?
2. Dans quelle direction se trouve l'objectif ?
3. A quelle distance se trouve cet objectif ?
4. Combien de temps vais-je mettre pour atteindre l'objectif ?

Ces questions trouvent une réponse grâce au travail sur carte. Les cartes marines (projection Mercator) sont dessinées de manière telle :

- Quelles sont orientées suivant le Nord géographique (c'est le seul qui est constant) ;
- Que les angles sont vus en vraies grandeurs ;
- Que les distances et les surfaces ne sont pas vues en vraies grandeurs ;
- Quelles portent des indications sur la déclinaison magnétique et sa variation dans le temps ;
- Que l'échelle des ordonnées soit graduée en minutes d'arc terrestre, ce qui permet de calculer une distance puisque par définition une minute d'arc terrestre vaut un mile marin soit 1852m. Ces graduations n'étant pas des constantes, il faut les mesurer au niveau de la latitude à laquelle la plongée est effectuée.

Il existe plus d'une méthode pour mesurer d'une manière précise un angle (azimut) sur une carte. La plus facile consiste à utiliser une règle de Cras² étant donné que nos compas de plongée, contrairement aux boussoles de randonnée ne sont pas étudiés pour cet exercice.

² Elle doit son nom au contre-amiral Jean Cras (1879-1932).



5.1. La règle de Cras

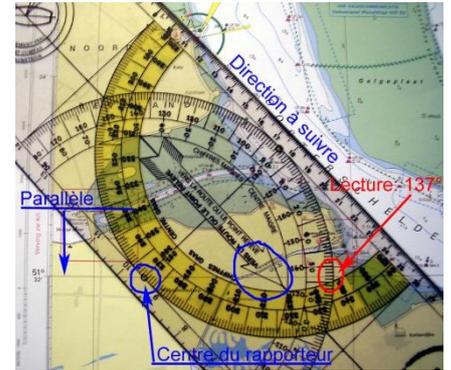
La règle Cras comporte deux rapporteurs d'angles inversés présentant une double graduation. Dans la partie inférieure un point indique le centre de chaque rapporteur d'angles. Une flèche indique le sens de déplacement pour rejoindre l'objectif.

Non libre de droit



5.2.1 Utilisation de la règle de Cras.

1. Tracer sur la carte la route à suivre du point de départ à l'objectif.
2. Déterminer dans quel cadran se trouve la route à suivre. (0-90° ; 90-180° ; 180-270° ; 270-360°).
3. Positionner la règle de Cras
 - a. La flèche vers l'objectif à atteindre.
 - b. L'arête supérieure de la règle sur la route à suivre.
 - c. Faire glisser la règle jusqu'au moment où le centre inférieur d'un rapporteur se trouve sur un méridien ou un parallèle.
4. Lire, sur le méridien ou le parallèle correspondant au centre, le « cap carte ». Il faut que « Les chiffres aillent droit dans l'œil » sans se contorsionner !



Pour illustrer la méthode, j'ai utilisé l'exemple didactique suivant : trouvez la route pour rejoindre le feu rouge du port de « Katshaven » à l'épave marquée « WK ». Dans l'exemple :

1. Le cadran est 90-180°
2. La flèche pointe sur « WK » qui est l'épave que nous avons comme objectif
3. Le centre du rapporteur est positionné sur un parallèle
4. La lecture sur le parallèle donne 137°



5.2. Détermination du cap magnétique.

Dès que nous avons déterminé avec la règle de Cras le « cap carte » il nous reste à trouver le cap magnétique. Pour cela il faudra ajouter ou retirer la déclinaison au « cap carte ».

- Si la déclinaison est OUEST : il faut l'ajouter pour obtenir le cap magnétique
- Si la déclinaison est EST : il faut la retirer pour obtenir le cap magnétique

5.3 Détermination de la distance et du temps de parcours

Les distances que nous avons à parcourir sont peu importantes, elles peuvent être directement mesurées à l'échelle sur la carte de marine, malgré qu'elles ne soient pas tout à fait vues en vraies grandeurs. A ce niveau de distance, l'erreur est négligeable.

Par la suite, il est facile d'extrapoler le temps de parcours. On peut se baser sur une vitesse de 0,8 à 1,2 nœuds pour un « bon palmage ».



6. EVALUATION DES DISTANCES

C'est la partie la plus délicate et souvent la moins précise de l'orientation. Il y a plusieurs méthodes plus ou moins applicables suivant les circonstances. Que l'on utilise la navigation naturelle ou la navigation instrumentale, il faudra toujours estimer les distances parcourues !

6.1. Compter les cycles de palmage

La méthode est simple, elle consiste simplement à compter ses coups de palmes.

6.1.1. Avantages de la méthode :

- Elle est précise en l'absence de courant ;
- Elle convient bien aux distances courtes et moyennes ;
- Elle est indépendante des arrêts.

6.1.2. Inconvénients de la méthode :

- Elle nécessite un test de chronométrage, sur une distance connue, pour chaque configuration de matériel ;
- Elle est peu précise en cas de courant ;
- Elle est fastidieuse.

6.2. Mesure du temps écoulé

C'est la méthode la plus simple, mais pour pouvoir estimer au mieux la distance parcourue, il faut effectuer des tests pour chacune de ses configurations. On palme moins vite avec un costume étanche qu'avec un shorty! Par exemple, on peut chronométrer son temps pour parcourir 50m.

6.2.1. Avantages de la méthode

- Elle n'est pas fastidieuse ;
- Elle est facile à utiliser.

6.2.2. Inconvénients de la méthode

- Il faut tenir compte des arrêts, ce qui réduit la précision ;
- Il faut toujours palmer au même rythme ;
- Elle est imprécise lorsqu'il y a du courant.

6.3. Mesure de la pression dans la bouteille

Il est possible d'estimer très grossièrement la distance parcourue avec les variations de pression dans la bouteille. Cette méthode n'est valable que si toute la plongée se déroule à la même profondeur.

6.3.1. Avantages de la méthode

- Elle est plus facile que d'estimer le temps écoulé ;
- Elle n'est pas fastidieuse ;
- Elle tient compte des arrêts ;
- Convient pour une profondeur fixe assez importante.

6.3.2. Inconvénients de la méthode

- Elle est peu précise, surtout en cas de variation importante de la profondeur ;



- Elle oblige à avoir une consommation d'air régulière. Consommation qui peut augmenter en cas de courant.

6.4. Mesure de l'écartement des bras

On se sert de ses bras comme si on marchait et on compte le nombre de « pas ». Il convient de faire quelques tests, pour définir la longueur du pas.

6.4.1. Avantages de la méthode

- Elle est précise.

6.4.2. Inconvénients de la méthode

- Elle n'est valable que sur de courtes distances ;
- Elle est fastidieuse ;
- Il y a un risque d'une légère dégradation du milieu par appui des mains.

6.5. Mesure à l'aide d'un décamètre

La mesure de distance d'un point à un autre se fait à l'aide d'un décamètre, c'est la méthode la plus précise mais elle ne convient que sur des distances relativement courtes. Cette méthode est très prisée en archéologie pour faire le relevé des épaves.

6.5.1. Avantages de la méthode

- Elle est très précise, surtout sur terrain plat.

6.5.2. Inconvénients de la méthode

- La mesure peut être influencée par la nature accidentée du terrain ;
- Ne convient que pour des distances relativement faible ;
- Très fastidieux.

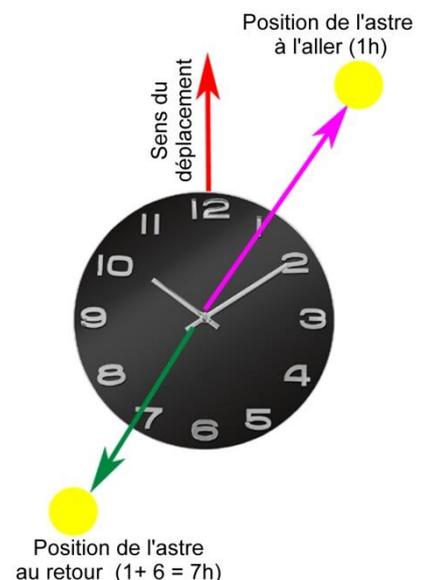
7. ORIENTATION NATURELLE.

L'orientation se fait à l'aide de divers repères que l'on trouve dans la nature. Ils doivent être fiables, permanents et pertinents de manière à pouvoir se positionner par rapport à eux avec certitude et sans ambiguïtés. Ces repères peuvent être aussi multiples que variés.

- Repères astronomiques :

- La position du soleil ainsi que la direction des ombres sont facilement utilisable dans les eaux claires sauf : en début de matinée, en fin de journée ou lorsque le soleil est au zénith.

Pour s'orienter on peut utiliser une montre à aiguille comme le montre le schéma ci-contre. D'une manière conventionnelle le sens du déplacement se fait vers 12h. Le déplacement « aller » se fait en maintenant un angle constant avec l'astre. L'angle est estimé avec le cadran de la montre. Le « retour » se fait à 180° ce qui signifie qu'il faut ajouter 6h, à l'axe de progression.



- La position de la pleine lune. Pour s'orienter avec la montre, on procède de la même manière qu'avec le soleil.

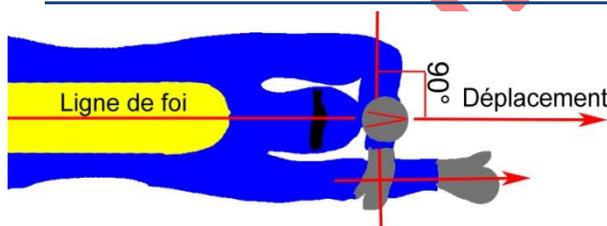


- Repères singuliers naturels ou artificiels comme:
 - Rochers, épaves, ancrages... Pour une utilisation efficace de ce type de repère, il faut obligatoirement repérer leur profondeur.
 - Profondeur de l'ancre ;
 - Design de la coque du bateau :
 - Nombre et position des échelles ;
 - Forme et couleur de la coque ;
 - Motorisation, forme du gouvernail ...
- Repères liés à la nature du fond comme :
 - Le relief ;
 - Zones sableuses, posidonies, etc. ;
 - Sens des ondulations sur le sable (ridules).
- Repères liés aux mouvements de l'eau comme :
 - La direction des vagues ;
 - La direction du courant. Ce qui implique une bonne connaissance des courants et le moment de la renverse éventuelle (marée) ;
 - Le ressac.
- Repères liés à la faune et flore :
 - Les gorgones sont toujours orientées perpendiculairement au courant dominant ;
 - Les poissons des récifs s'orientent souvent face au courant ;
 - Certaines espèces vivent dans des endroits spécifiques et bien localisés, comme par exemple les « stations de nettoyage ».

8. ORIENTATION AUX INSTRUMENTS.

C'est la manière la plus précise de s'orienter. Traditionnellement l'instrument le plus utilisé était le compas ou la boussole, mais depuis une décennie, l'électronique a pris une place de plus en plus importante dans l'orientation sous-marine. Les compas sont devenus électroniques avec calculateur de cap et pour éviter de se perdre des systèmes de guidage tel que le « Neverlost » ont été mis au point.

8.1. Comment tenir le compas



Il existe différentes manières de fixer le compas : au poignet, sur le dos de la main, monté dans une combo ou tout simplement attaché au gilet avec un rétracteur. La manière de fixer un compas n'est pas très importante, ce qui importe c'est :

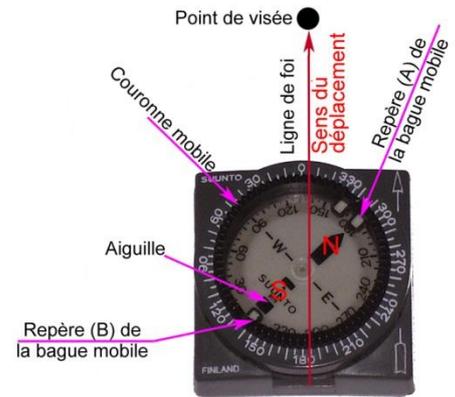
- Que la ligne de foi soit bien dans le prolongement du corps du plongeur ;
- Que le compas soit bien horizontal ;
- Qu'il ne soit pas influencé par des parties métalliques ou pires par l'interrupteur magnétique de la lampe. Il ne faut pas tenir la lampe près du compas !



8.2. Utilisation simple du compas

L'utilisation la plus simple consiste à prendre un cap, naviguer en suivant ce cap et revenir à son point de départ.

1. Prendre le cap :
 - a. Mettre le compas bien à l'horizontale.
 - b. Pointez la ligne de foi en direction du point de visée.
 - c. Tournez la bague mobile jusqu'à faire coïncider la pointe de l'aiguille avec le repère(A) de la couronne mobile.
2. Suivre le cap : nagez en maintenant l'aiguille sur le point de repère (A).
3. Faire demi-tour et revenir à son point de départ :
 - a. Faire demi-tour, c'est pivoter de 180°. Il faut amener la pointe de l'aiguille en face du repère (B) de la bague mobile.
 - b. Nagez jusqu'au point de départ en maintenant la pointe de l'aiguille en face du repère(B).



8.3. Compas à lecture directe ou indirecte

L'utilisation des compas à lecture directe ou indirecte est identique. La différence se situe au niveau de la bague mobile et de la lecture du cap.

8.3.1 Compas à lecture directe

- Les indications des degrés sont solidaires de la bague mobile.
- Les indications des degrés sont gravées sur la bague mobile
- Indication des degrés dans le sens horlogique.
- La lecture du cap se fait à l'extrémité de la ligne de foi.



8.3.2. Compas à lecture indirecte

- Les indications des degrés ne sont PAS solidaires de la bague mobile.
- Les indications des degrés sont gravées sur le boîtier.
- Indication des degrés dans le sens anti-horlogique.
- La lecture du cap se fait à l'extrémité de l'aiguille aimantée côté Nord (flèche).



8.4. Qualités d'un bon compas

Les qualités principales d'un bon compas sont :

- D'être peu sensible aux écarts d'horizontalité ;
- D'être bien visible la nuit, sans être obligé de l'éclairer ;
- D'avoir une bonne sensibilité, au minimum avoir une graduation tous les 5° ;
- D'avoir une bonne réactivité, c'est-à-dire réagir rapidement lors d'un changement de direction ;
- D'avoir des chiffres bien lisibles, même la nuit ;
- D'avoir les repères de la couronne mobile de formes différentes.



8.5. Les erreurs instrumentales

Les instruments de plongée ont une précision toute relative. Les meilleurs compas ont une graduation tous les 5°. Au mieux, il est possible d'apprécier une demi-graduation, on donc espérer une précision de l'ordre de 3°. Le tableau ci-dessous donne l'écart entre la position du plongeur et l'objectif pour une distance parcourue de 100m, en fonction de l'erreur de cap.

Erreur instrumentale	1°	3°	5°	10°	15°
Ecart par rapport à l'objectif pour une distance de 100m	1,7m	5,2m	8,7m	17,6m	26,8m

8.6 Entretien du compas

- Eviter les expositions au soleil.
- Eviter les chocs, il y est très sensible.
- Le rincer après la plongée, en faisant tourner la bague mobile.
- mettre un peu « spray silicone » sur la bague mobile.

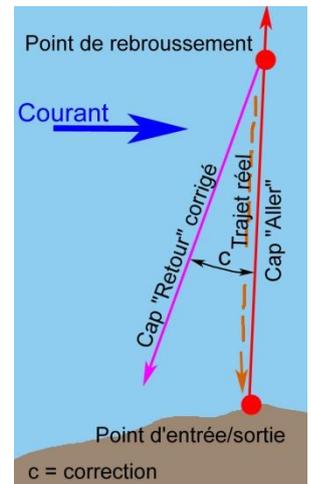
9. LES SCHEMAS DE NAVIGATION

Il est plus facile de savoir où on est et où on va en utilisant un schéma de navigation préétabli. Ceux-ci permettent d'explorer d'une manière plus efficace le site de plongée. Les schémas les plus courants sont :

- La ligne droite c'est-à-dire un « aller-retour » ;
- Les polygones réguliers³ principalement le carré et le triangle équilatéral⁴ ;
- Le rectangle, qui n'est une variante du schéma en carré ;
- Le cercle ;
- Points d'intérêts, disposés d'une manière aléatoire.

9.1. Ligne droite

C'est le schéma le plus simple : on se dirige en ligne droite, puis on fait demi-tour et on se dirige en sens inverse. Ce schéma convient bien pour explorer les tombants. Néanmoins le point de sortie peut être imprécis si on ne dispose pas d'un repère naturel précis. Il faut aussi corriger le cap de retour inversement par rapport au sens du courant. Ne connaissant pas d'une manière précise ni la force du courant, ni sa vitesse de palmage, la valeur de la correction est empirique. Elle dépend surtout de l'expérience ! Un palmage énergique confère, au plongeur, une vitesse de l'ordre de 0,8 nœuds et un palmage moyen une vitesse de 0,5 nœuds. Ces valeurs vont permettre d'établir un tableau de correction empirique pour un courant perpendiculaire à la direction de retour⁵.



Courant nœuds	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5
Correction – palmage énergique	7	20	32	45	51	62
Correction – palmage moyen	11	31	45	58	63	71

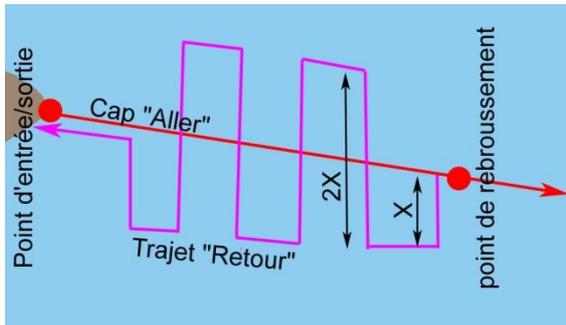
³ Figure géométrique régulière à n côtés de longueurs égales : triangle équilatéral (n=3) ; carré (n=4) ; pentagone (n=5) ; hexagone (n=6)...

⁴ Triangle dont les 3 côtés sont égaux.

⁵ Ce tableau démontre bien l'obligation de plonger aux étales en Zélande, si on ne veut pas rentrer en se tirant sur fond à l'aide du couteau ! Dans l'Oosterschelde les courants varient entre 0 et 2,5 nœuds et 3,5 nœuds pour la Westerschelde.

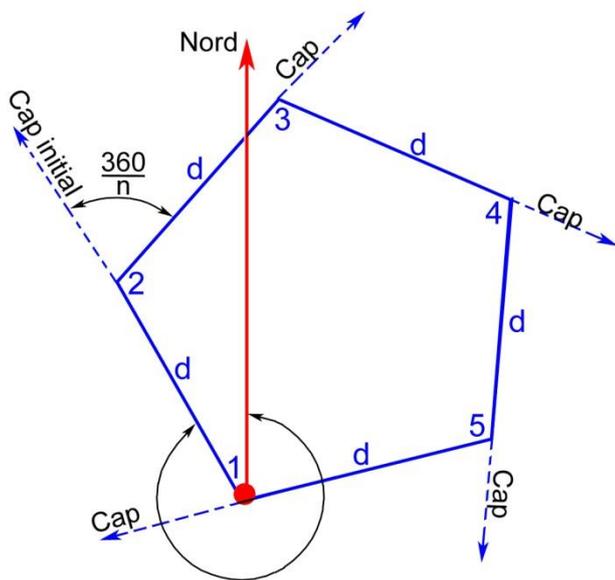


9.1.1 Remontée en « zigzags »



Une variante consiste à faire des « zigzags » autour du cap de retour, comme le montre le schéma. Cette technique est souvent utilisée en Zélande, pour explorer la pointe des brise-lames. X est de l'ordre de 10 à 15m. Cette technique permet de remonter très lentement le long d'une pente.

9.2. Polygone régulier



Dans la plupart des cours de navigation on se contente de donner les cas particuliers du triangle équilatéral et du carré. Je pense qu'il est plus intéressant de partir d'un cas général, pour ensuite expliciter les cas particuliers.

POUR FORMER UN POLYgone RÉGULIER, IL FAUT : AJOUTER À CHAQUE VIRAGE LA VALEUR DE L'ANGLE EXTERNE DU POLYgone AU CAP INITIAL.

Le cas général se base sur le fait que dans un polygone régulier, la somme des angles extérieurs est de 360° et comme ces angles sont égaux la valeur de l'angle externe est de :

$$\alpha = 360^\circ / n$$

Le cap à suivre pour chaque côté est donc :

$$\text{Cap} = \text{Cap}_{\text{initial}} + (360 / n)$$

Si on dépasse 360° : il faut retrancher 360 au résultat.

Avec :

n : qui est le nombre de côté du polygone régulier.

α : qui est l'angle externe, c'est-à-dire l'angle formé par la prolongation d'un côté du polygone et le côté suivant.

Il est donc très facile de déterminer les caps à suivre pour n'importe quel polygone régulier, et pas seulement des triangles équilatéraux ou des carrés !

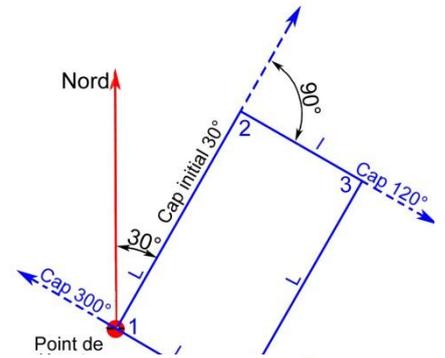
Exemple : faire un pentagone régulier de côté (d), à partir du point (1) avec un cap initial de 330°
 $\alpha = 360/5 = 72^\circ$

Point	Cap à suivre à partir du point
1	Cap initial = 330°
2	$330+72=402$ $402-360=42^\circ$
3	$42+72=114^\circ$
4	$114+72=186^\circ$
5	$186+72=258^\circ$



9.2.1. Rectangle et le carré

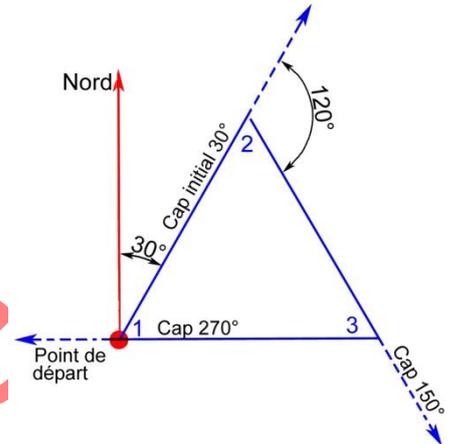
C'est un cas particulier : le rectangle n'est pas un polygone régulier et le carré n'est jamais qu'un rectangle à 4 côtés égaux. La particularité de ces polygones est que leurs angles externes sont des angles droits (90°). Trouver les caps à suivre se fait exactement de la même manière que pour un polygone régulier.



9.2.2. Triangle équilatéral

Ce n'est qu'un polygone régulier à trois côtés : les caps à suivre se déterminent comme tel. L'angle externe vaut $360/3=120^\circ$.

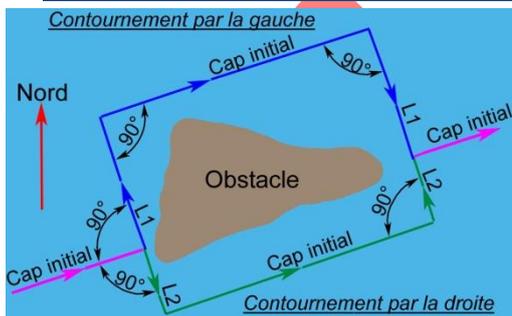
Le cas à néanmoins traité séparément car c'est un schéma d'orientation assez courant.



9.3. Cercle

Il n'est pratiquement pas possible de faire un cercle parfait aux instruments ! Le cercle étant un polygone régulier ayant un nombre infini de côtés, il est possible d'utiliser la technique du polygone régulier en choisissant un grand nombre de côtés : par exemple 36, ce qui fait un changement de cap de 10 en 10 degrés. Cette technique est extrêmement fastidieuse... Une autre technique dite de la « chèvre » consiste à fixer un dévidoir, tirer une certaine longueur de corde puis tourner jusqu'à former un cercle. Cette technique est surtout utilisée à des fins de recherche.

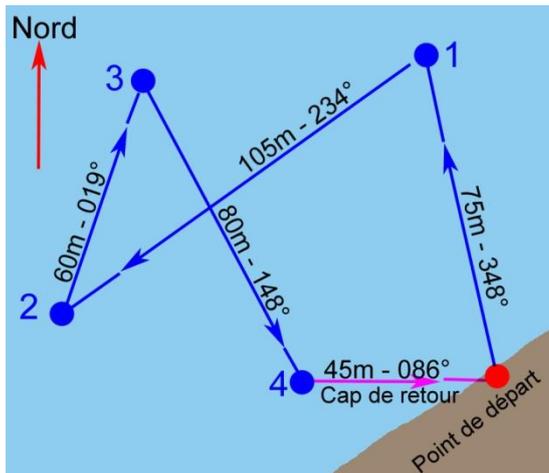
9.4. Contournement d'obstacles



Il est aisé de contourner un obstacle avec 4 virages à 90° , de manière à former un « U ». Le premier et le dernier segment doivent avoir la même longueur. Le contournement peut se faire par la gauche ou la droite suivant la topographie, un sens pouvant s'avérer être plus efficace que l'autre. Sur le dessin on voit que le contournement par la droite est plus efficace, la distance L1 étant plus longue que la distance L2.

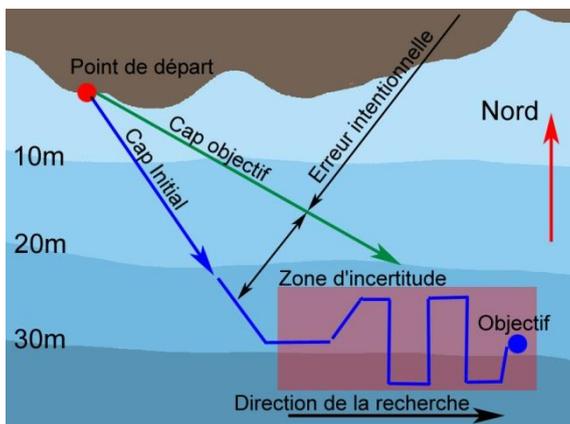


9.5. Schéma d'orientation complexe



Si on désire visiter un site de plongée présentant plusieurs points d'intérêt répartis aléatoirement, tout en optimisant le temps de parcours entre les divers points, il faut se créer une carte avec les distances et les caps à suivre. L'écho sondeur peut fournir des renseignements très utiles pour élaborer la carte. La mesure des distances et des caps se fait à l'aide de la règle de Cras (voir chapitre 5.1). Comme il est impossible de retenir toutes les informations de mémoire, il est conseillé de dessiner la carte sur une plaquette immergeable.

9.6. Technique de l'erreur intentionnelle



Si l'objectif à atteindre est de petite taille (ancres...) et/ou la distance à parcourir importante ; il y a toutes les chances, étant donné la précision de nos instruments, de passer à côté de l'objectif. La technique consiste à réduire autant que possible la zone de recherche ! On vise intentionnellement trop à gauche ou trop à droite de manière à savoir dans quelle direction chercher. Il faut bien entendu pouvoir estimer de la manière la plus précise possible, la distance parcourue. La taille de la zone d'incertitude dépend du cap suivi et de l'estimation de la distance. Des lignes bathymétriques parallèles peuvent aider la recherche de l'objectif si on connaît

avec exactitude sa profondeur.



10. LES MOYENS ELECTRONIQUES D'ORIENTATION

Ils existent depuis une dizaine d'années, mais malgré leurs avantages, ils n'ont pas vraiment eu un succès commercial dans nos régions. On distingue deux grandes catégories de moyens d'orientation électronique :

1. Les compas électroniques
2. Les systèmes d'orientations type « sonar ».

10.1. Les compas électroniques



Ils utilisent des capteurs magnétiques extrêmement précis (type Fluxgate). On peut obtenir, dans notre contexte d'utilisation, une précision de l'ordre du degré et ils sont moins sensibles aux variations d'horizontalité. De nos jours ils sont de plus en plus intégrés dans les ordinateurs de plongée « haut de gamme ». Certains modèles permettent :

- D'intégrer la déclinaison magnétique ;
- De planifier un schéma de navigation ;
- De mettre en mémoire les caps suivis.



10.2. Les systèmes type « sonar »



Systeme NAIAD (www.subtec.eu/)

Ils sont composés d'un émetteur, qui trempe dans l'eau, à un point fixe et de récepteurs qui se trouvent au poignet des plongeurs. L'émetteur émet des ultrasons dans toutes les directions, quant au récepteur : il capte ces ultrasons et en affiche l'intensité sur un écran. Si le récepteur est directement orienté vers l'émetteur le signal reçu sera maximal. Il suffit que le plongeur tourne sur lui-même, pour voir sur l'écran de quelle direction provient le signal le plus fort. Il lui suffit dès lors de nager dans cette direction pour rejoindre le bateau. Des obstacles peuvent masquer le signal de l'émetteur.