

Les appareils de mesures

Les manomètres,
Les profondimètres,
Les ordinateurs.

Les appareils de mesures pourquoi ?

- Nous allons étudier ce cours dans le but de vous présenter les systèmes qui vous permettent de contrôler de vos paramètres.
- Ce cours n'a aucune vocation publicitaire et chaque modèle qui est présenté est là pour imager les principes de fonctionnement théoriques présentés.

Les appareils de mesures profondimètres

- Leurs fonctionnement est basé soit sur des principes physiques, mécaniques ou électroniques, ils servent à indiquer notre profondeur (immédiate ou maximale atteinte). Nous distinguerons 4 modes de fonctionnement différents :
 - Profondimètre à capillaire,
 - Profondimètre à membrane,
 - Profondimètre à tube de Bourdon,
 - Calculateurs électroniques,
 - Ordinateurs.

Profondimètre à capillaire

- Principe: une bulle d'air est comprimée dans un tube transparent par la pression absolue. On mesure donc un volume que l'on traduit en pression en vertu de la loi de Mariotte.
- Avantages :
 - sans mécanisme, pas cher et pas de dérèglement,
 - précis entre 0 et 10 m,
 - en altitude, indique la profondeur équivalente et les paliers lus sur les tables,
- Inconvénients :
 - imprécis après 20 m,
 - demande une mise à la température de l'eau avant de descendre (*PV dépend de T*).



Profondimètre à membrane

- Principe: une membrane transmet la pression absolue à un mécanisme associant une aiguille, un ressort et un cadran. La pression absolue est traduite en profondeur en utilisant la relation:
$$\text{Prof(m)} = (P_{\text{Abs}} - P_{\text{atm}}) \times 10$$
- Avantages :
 - plus précis que le système à capillaire après 10m
- Inconvénients :
 - imprécis après 30 - 40 m
 - l'usure par déformation de la membrane entraîne une majoration de la profondeur indiquée
 - en altitude, il indiquera le zéro lorsque la pression absolue sera de 1bar



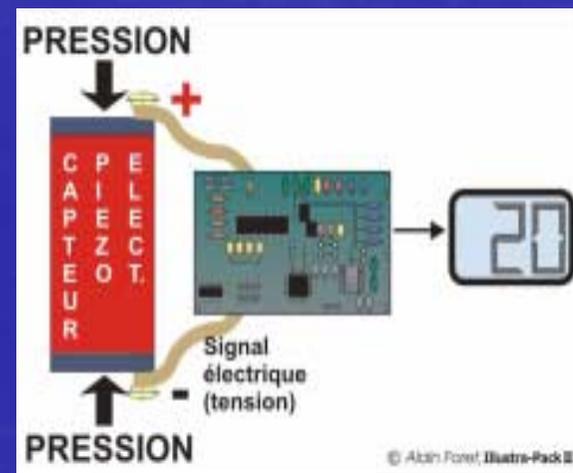
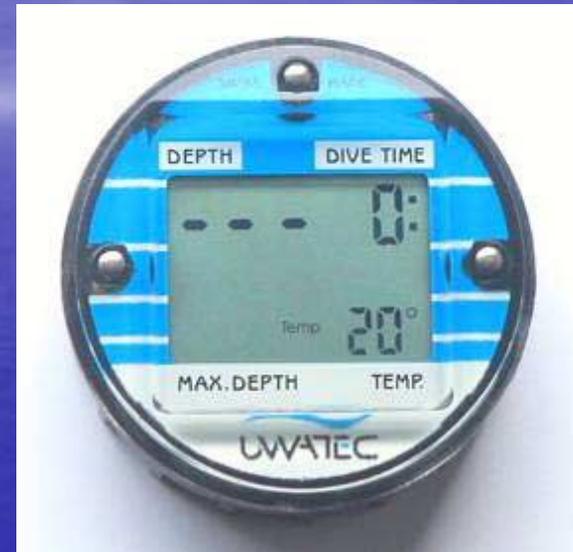
Profondimètre à tube de Bourdon

- Principe: la pression entre dans un tube plat enroulé en spirale. Celle-ci se comporte comme une *'langue de belle mère'* en se déroulant avec la pression qui augmente. Une aiguille fixée à son extrémité
- Ils ont été étalonnés au niveau de la mer et comportent une cavité étanche. Quand on monte en altitude la pression diminue autour de la cavité et l'aiguille indique une profondeur négative. Il indiquera le zéro des lors que la pression aura atteint 1 bar. Il affiche donc un retard par rapport a la profondeur vraie.



Profondimètre électronique

- Plus précis
- Permet la mémorisation du temps de plongée et de la plus grande profondeur atteinte
- En altitude, les profondeurs lues correspondent aux profondeurs réelles, mais pas aux équivalentes.
- *Attention aux pannes, de batterie par ex.*



Les ordinateurs



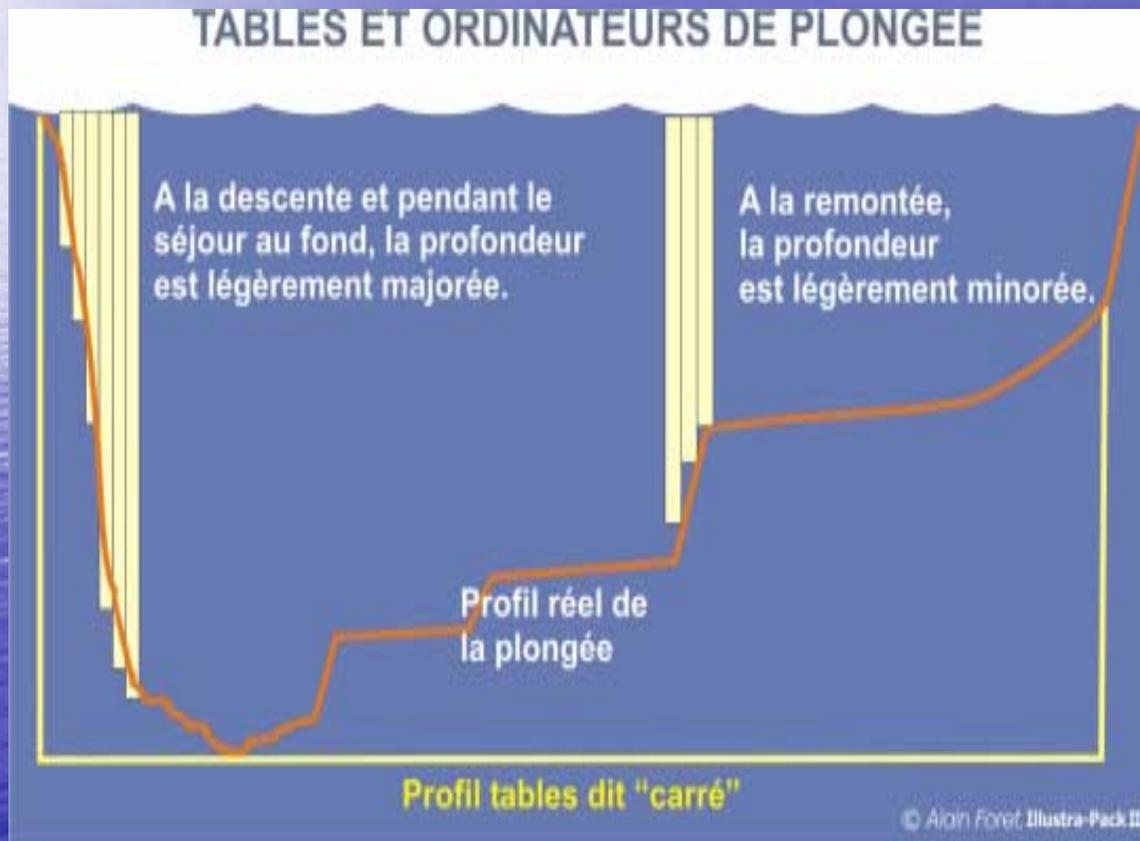
- Ce sont des profondimètres électroniques auxquels on a rajouter un protocole de décompression. On peut trouver aussi une prise en compte de la température, de la consommation, de l'altitude, de la pression partielle d'oxygène, de la planification de la plongée, alarmes ...
- Les ordinateurs sont des accessoires de plongée qui évoluent sans cesse au profit des découvertes en matière de décompression.

Les ordinateurs différents appareils

- 3 familles d'appareils coexistent :
 - Ceux à exposition moyenne qui ne sont pas prévus pour les plongées avec décompression, mais permettent un palier en cas de nécessité. Ils ne donnent qu'un minimum d'informations sur la décompression (sans indication du temps). Exemples : l'ALADIN SPORT+ de UWATEC - le TUTOR de MARES - l'OCTOPUS 2 de SUUNTO - le CX2 de BEUCHAT
 - Ceux qui permettent la décompression dans les limites admises en plongée sportive. Ils correspondent mieux à la façon de plonger en Europe. Leurs limites sont très larges ; ils ne devraient donc être utilisés que par des plongeurs confirmés. Exemples : l'ALADIN AIR Z de UWATEC - Le SURVEYOR de MARES - le VYPER de SUUNTO - le CX 2000 de BEUCHAT -
 - Ceux qui permettent les plongées aux mélanges. Ce sont des appareils spécialisés qui nécessitent une formation particulière. Exemples : l'ALADIN PRO de UWATEC - Le SURVEYOR NITROX de MARES - le VYPER et VYTEC de SUUNTO -

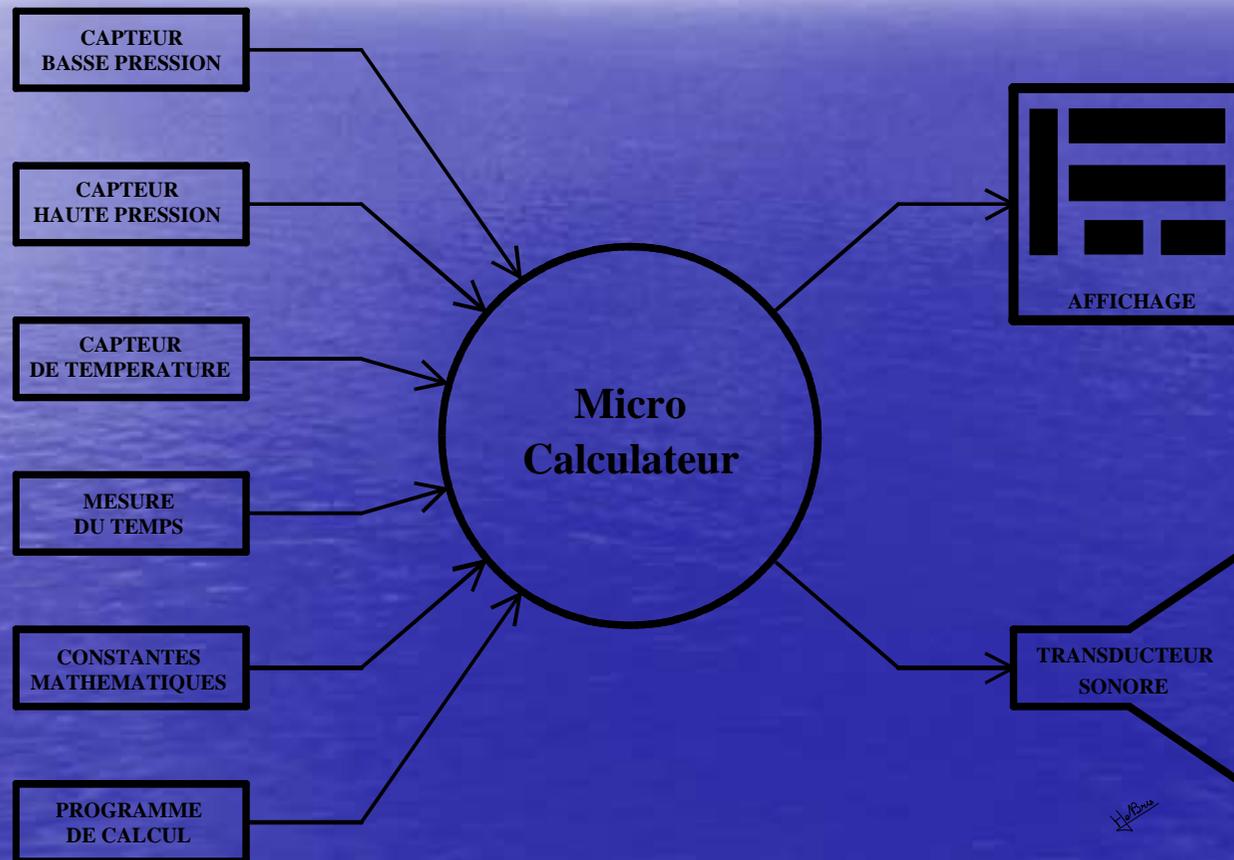
Les ordinateurs principe de fonctionnement

- L'enregistrement des paramètres :

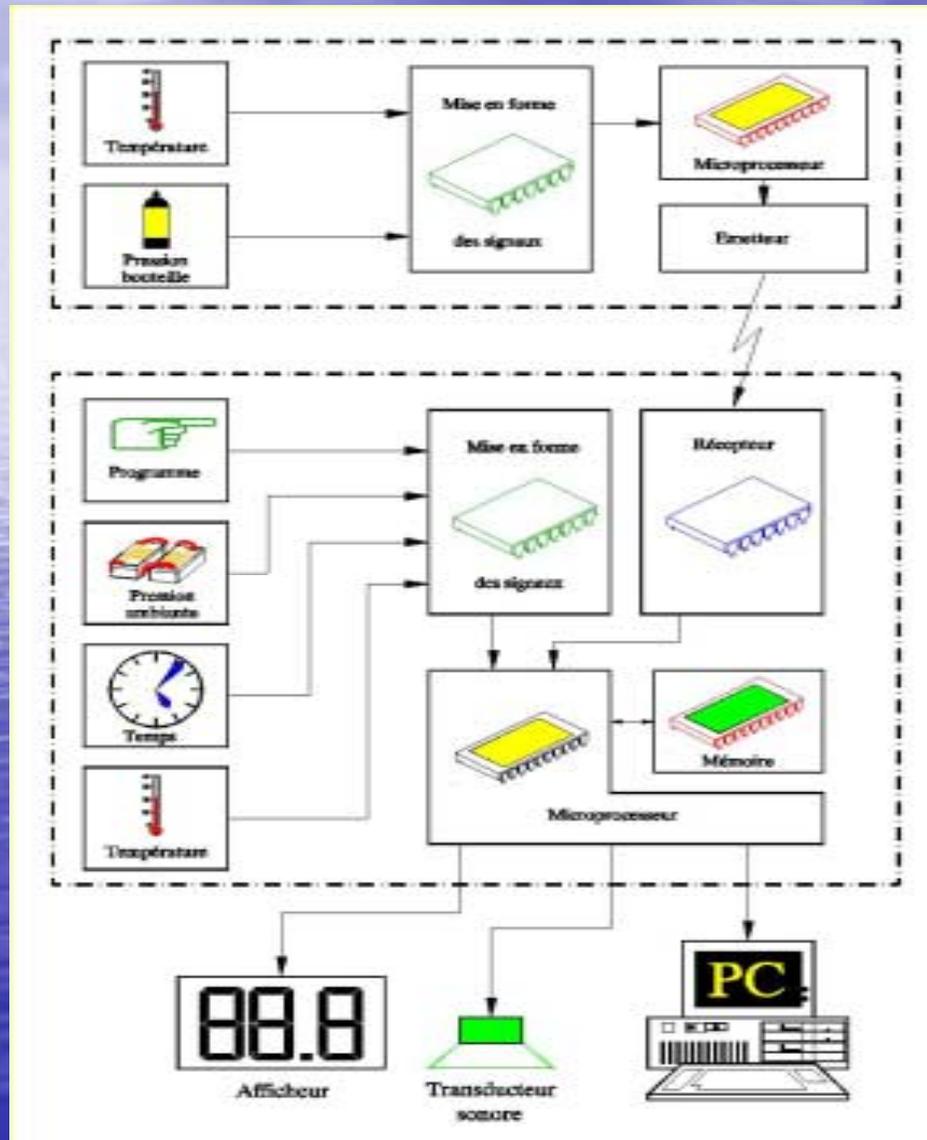


- La plongée est découpée en tranches enregistrées toutes les x secondes. Le profil ordinateur est différent du profil réel de la plongée.

Les ordinateurs principe de fonctionnement



Les ordinateurs principe de fonctionnement



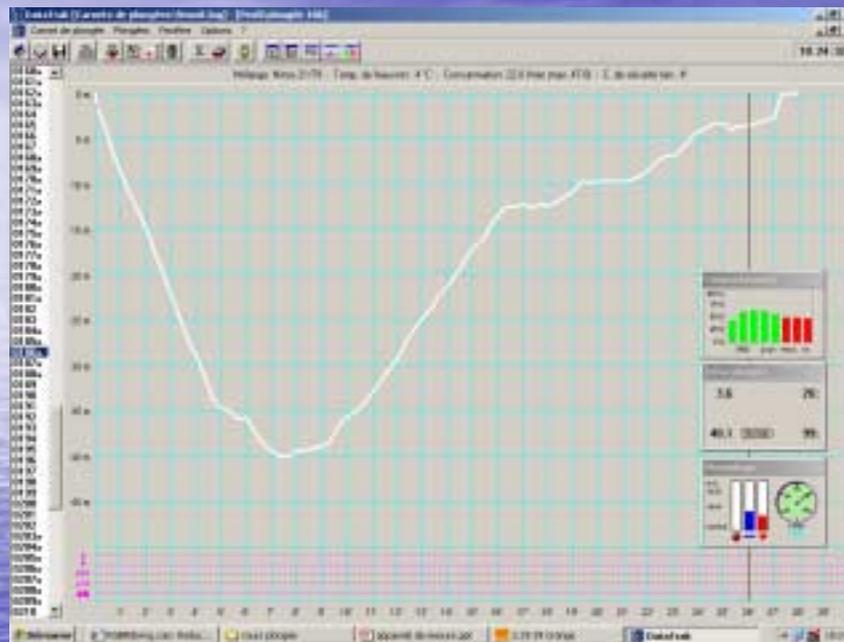
Principe de fonctionnement d'un ordinateur type Monitor 3, Aladin Air X ou Aladin Air Z avec capteur de pression.



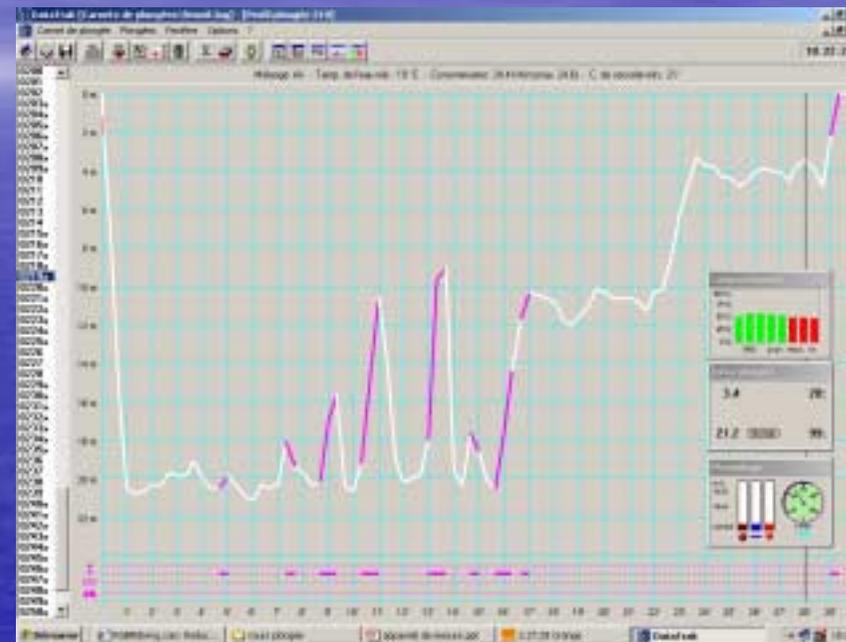
Les ordinateurs les différents protocoles

- Haldanien : Basé sur une série d' hypothèses :
 - la concentration de gaz dissout est uniforme dans l'organisme,
 - les échanges sang/tissus se font par perfusion,
 - même tension d'N₂ dans le sang veineux et les tissus,
 - saturation et déssaturation sont symétriques,
 - les MN 90 utilisent 12 compartiments ayant chacun un seul coefficient Sc.
- R.G.B.M : reduced gradient bubble models, processus de déssaturation basé sur l'étude des micro bulles circulantes. (travaux de Spencer).
- Bühlmann (ZH-L8 ADT MB) : conçues à Zurich, elles intègrent 8 compartiments, sont adaptatives (prend en compte le comportement du plongeur , la température de l'eau, les erreurs de décompression et de vitesse de remontée, il recalcule la décompression si nécessaire) et réduisent le micro bulles qui apparaissent en dessous du Sc.
- M-Values : pour chaque compartiment on détermine une série de Sc (Seuil de Sursaturation critique) dépendant de la profondeur

Les ordinateurs les limites d'utilisations



Profil idéal pour une gestion par l'ordinateur.



Dans ce cas la décompression ne doit être gérée par l'ordinateur. On sort de ses limites de fonctionnement

Les ordinateurs critères de choix

- Lisibilité de l'écran, ergonomie, facilité d'utilisation,
- Paramétrages des marges de sécurité,
- Remplacement des piles,
- Nombre de compartiments pris en compte (de 4 à 20),
- Mémoire profil,
- Expérience des autres,
- Documentation,
- Alarmes sonores puissantes,
- Gestion de l'air,
- Échantillonnage rapide,
- Indication d'autonomie électrique.

Les ordinateurs l'avenir ...



- Dans un proche avenir, nous trouverons sur le marché des ordinateurs intégrés aux masque.
- Pourquoi ne pas imaginer des capteurs implantés qui communiqueront nos paramètres personnels à notre ordinateur ?

Les ordinateurs bibliographie

- Plongée plaisir (Foret, Torres),
- Matos de plongée (H.Lebris),
- IllustraPack II (Foret),
- Datatrak,
- Océanic,