

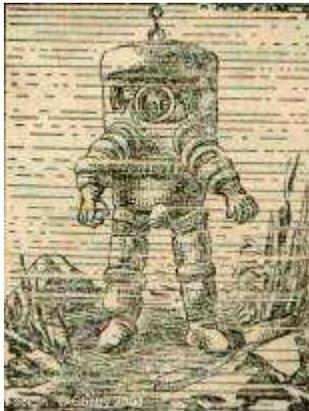
ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

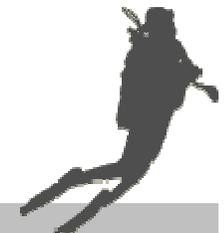
Une histoire de la décompression des origines à 1908

1908-2008

Centenaire de la publication des premières tables de plongée
(tables dites « de Haldane »)



Alain Foret



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

Les origines ...



« La nature n'offre point de conditions où l'homme et les êtres vivants aériens soient soumis à l'influence d'une pression plus forte que celle qu'exerce l'atmosphère au niveau des mers ».

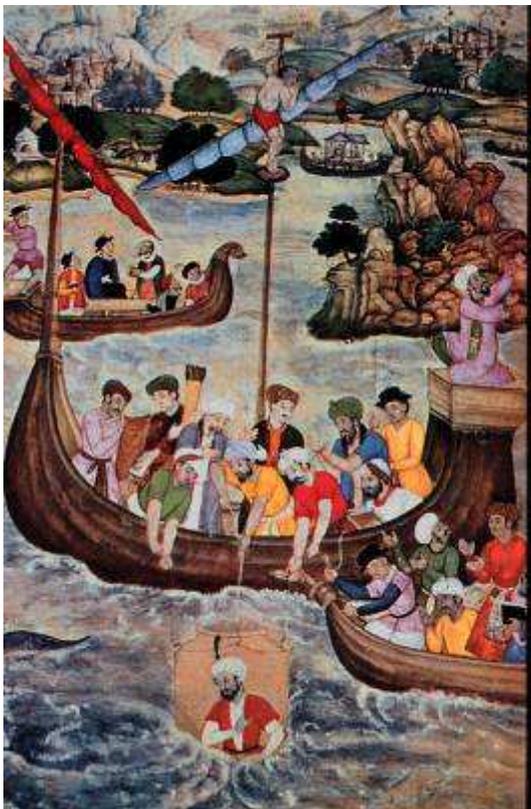
Paul BERT, 1878



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

Les origines ...



*Alexandre Le Grand
350 av. JC*



*Cyana
500 av. JC*



*Ama
(Japon)*

ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

Les origines ...

Vallée de la mer Morte
Altitudes négatives
- 400 m



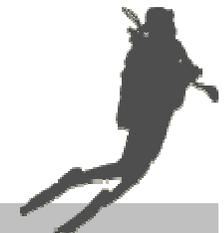
La décompression ...



3 conditions préalables ... réunies simultanément



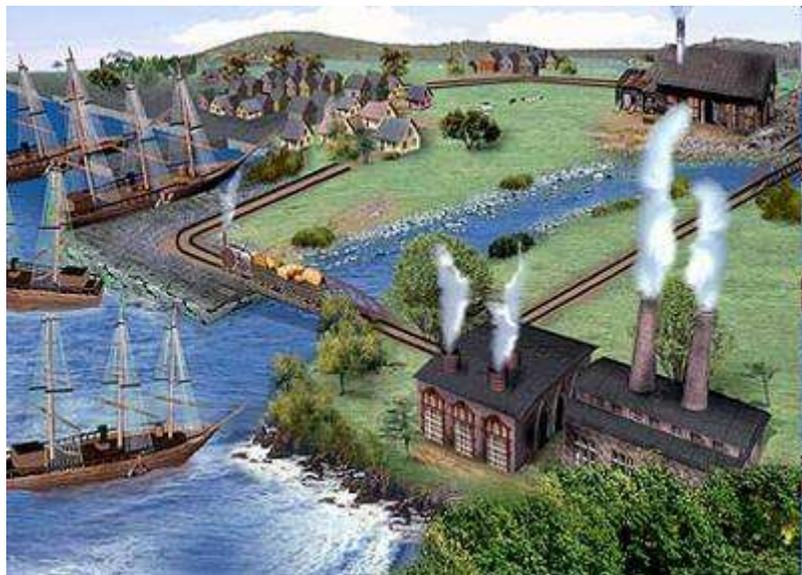
- ✓ Fortes pressions
- ✓ Longue durée
- ✓ Enjeu industriel et commercial (grand nombre de symptômes du « mal des caissons »)



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

Contexte historique ...



Révolution industrielle
XIXe siècle – Adolphe Blanqui



Recherche scientifique



Révolution industrielle



Machine à vapeur (18^e)



Mines



Ponts



Transports

Recherche scientifique



1642
Torricelli
(P. Atm.)



1660
Boyle



1676
Mariotte



1755
Blake
CO₂



1772
Rutherford
Azote
N = Chaptal
(1790)



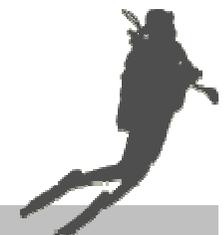
1772 - Scheele
1775 - Priestley
isolent oxygène
(nom = Lavoisier)



1801
Dalton



1803
Henry



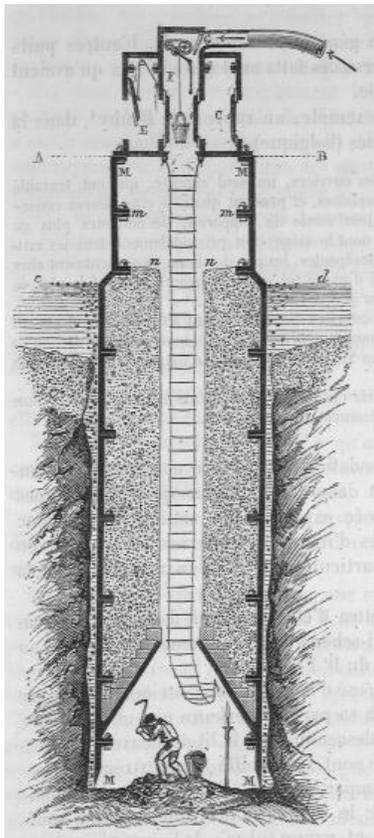
ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

La conditions sont réunies ...



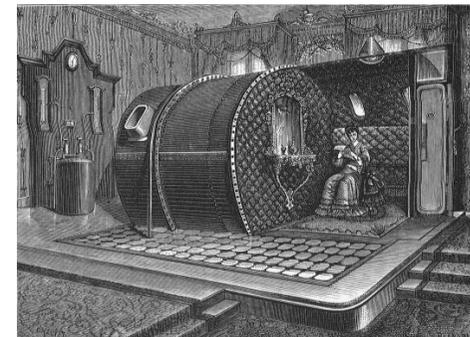
Cloches



Appareil Triger



Scaphandre

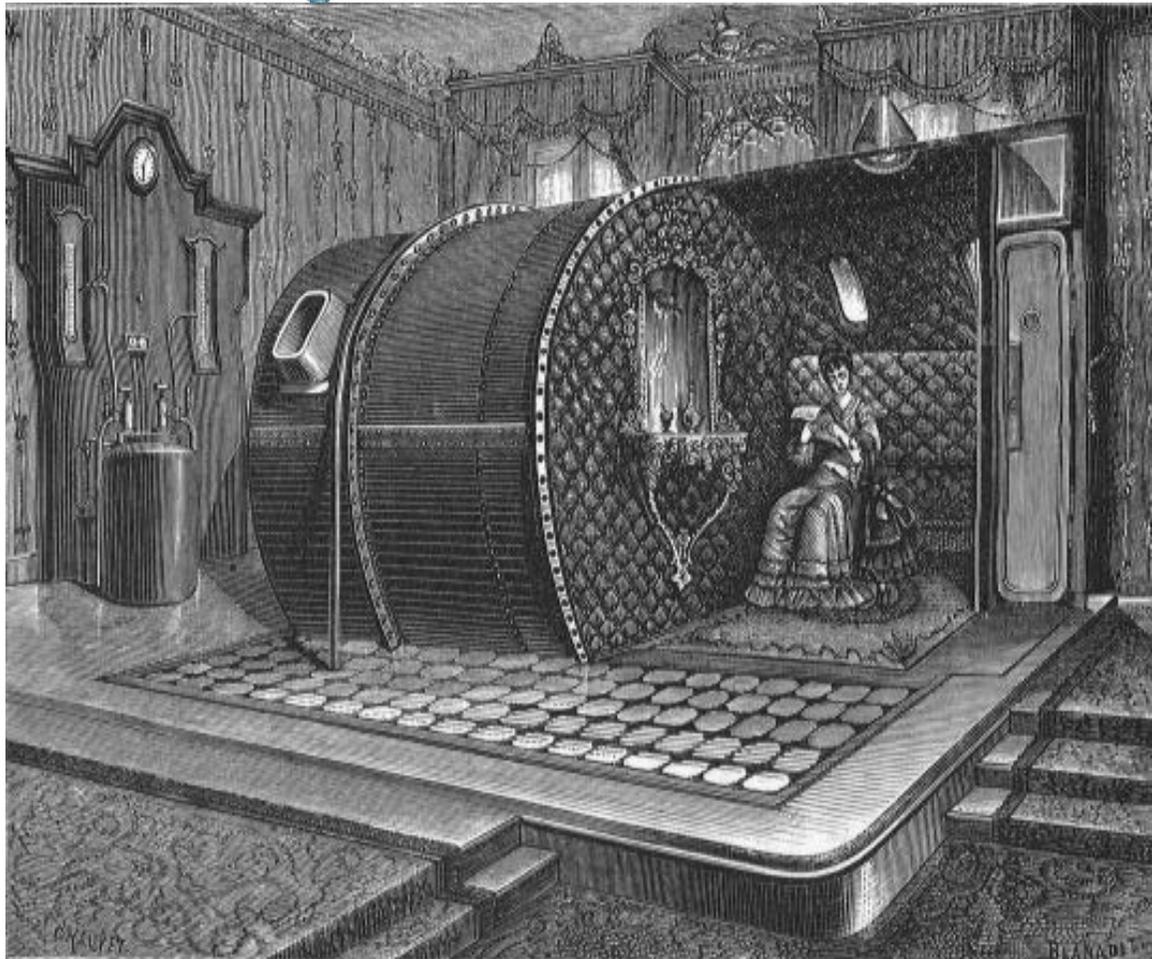


Chambres de pression



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)



Chambres de pression

1662 : Henshaw (Londres)

Domicilium – troubles de la
déglutition, de l'expectoration

1813 : Courtois

Usage thérapeutique

1832 : Tabarié, Montpellier

1835 : Junod, Paris

1840 : Pravaz, Lyon

Développement des chambres

ETABLISSEMENTS
AEROTHERAPEUTIQUES

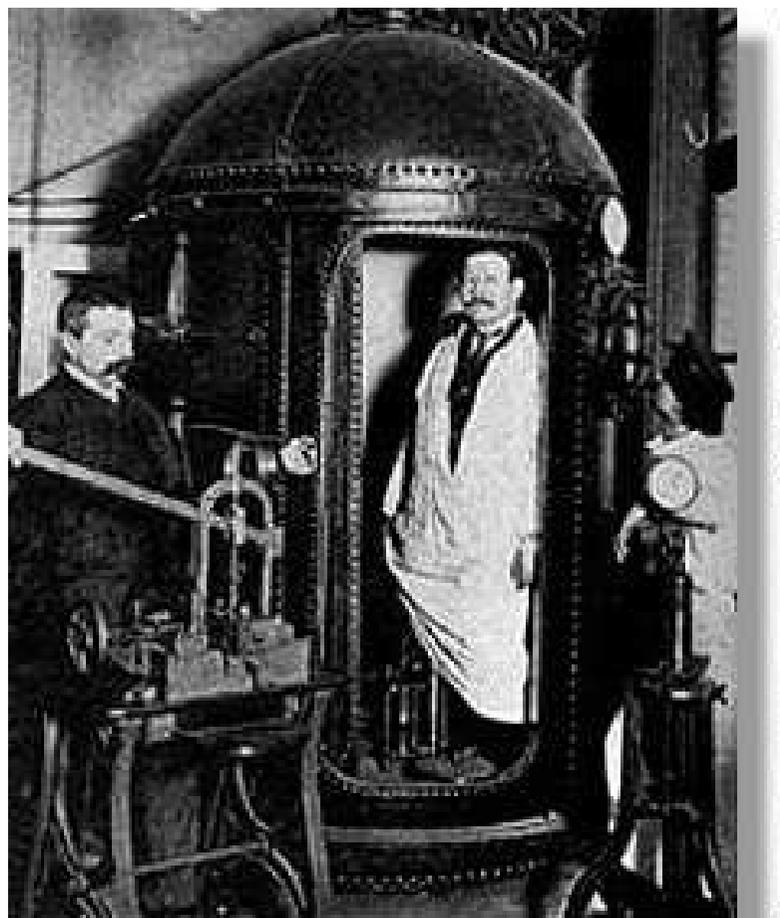
BAINS D'AIR COMPRI ME

1860 : GENERALISATION



ffessm

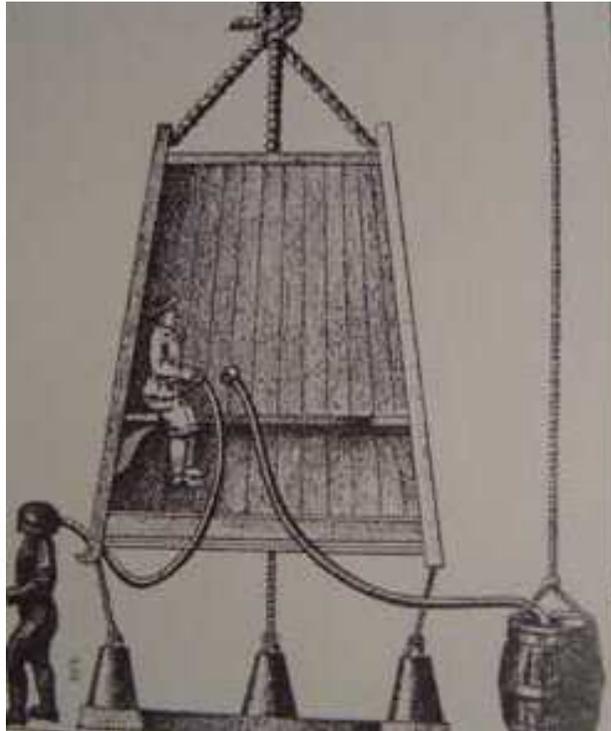
Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)



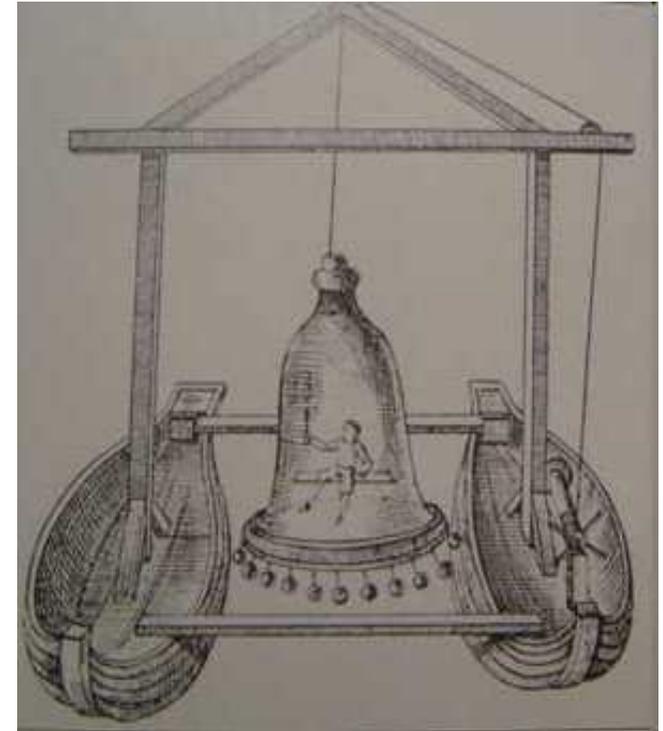
Cloches à plonger



Sturmius (1676)
Collegium Curiosum



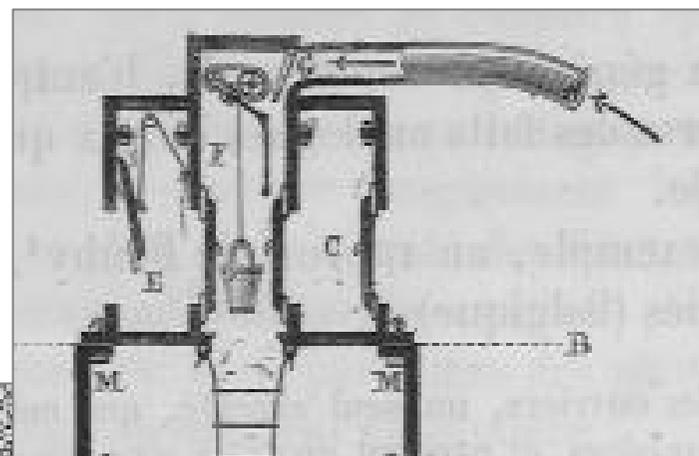
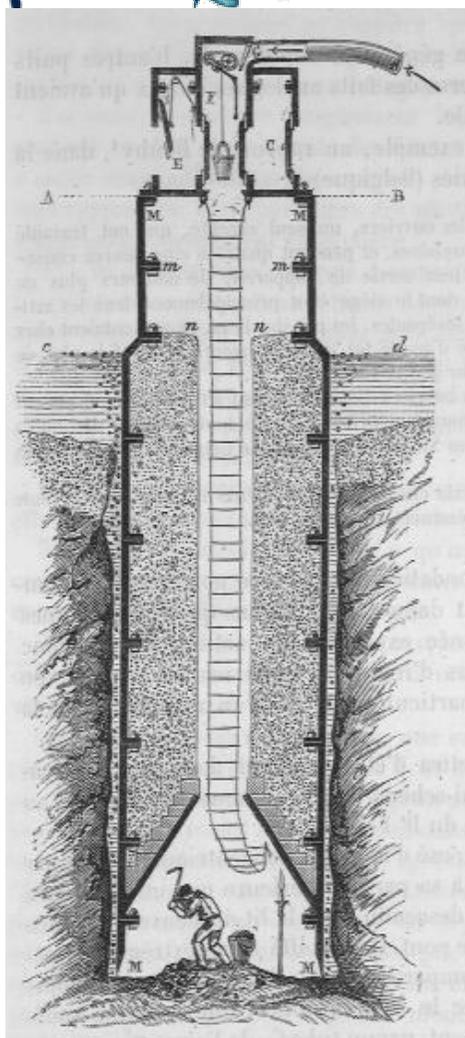
Papin (1689)
Halley (1690)
Spadling (1775)



Cloche dite « de Cadaques »



Appareil Triger, 1841



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

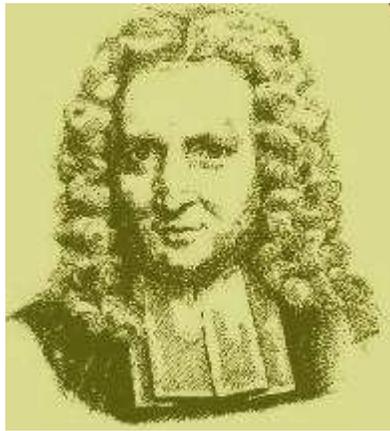


Aveyronnais Rouquayrol et Denayrouze (1865)



Scaphandre
Klingert (1797)
Siebe (1839)
Cabirol (1860)
Aveyronnais Rouquayrol et Denayrouze (1865)

La recherche s'organise ...

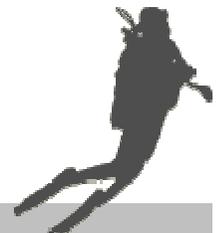


Peter Van Musschenbroeck

1755, il est le premier à soumettre des animaux à l'action de l'air comprimé.

➤ Cause des accidents : la transpiration

« Il nous reste à conclure que les particules que nous transpirons nous sont nuisibles et agissent comme un poison : et de là, nous comprenons pourquoi les plongeurs enfermés dans un cloche doivent être rafraîchis d'un nouvel air »



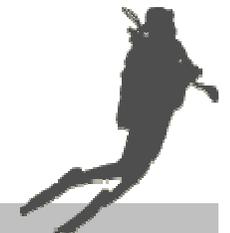
La recherche s'organise ...



Haller

1761, Elementa Physiologiae corporis humani

« Un air dense est utile et augmente les forces du corps. Il y a pourtant des limites au-delà desquelles l'air comprimé nuit. C'est ce qui arrive dans la cloche à plongeurs. Alors, la respiration est empêchée, le ventre est comprimé, le cœur éprouve de telles résistances, que le cours du sang en est presque supprimé, et on en a vu qui ont aussi péri ».



La recherche s'organise ...



Brizé-Fradin

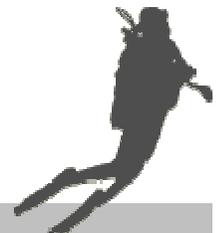
1808, Chimie pneumatique appliquée aux travaux sous l'eau

Il en appelle à la métaphysique, au rôle d'une « *force vitale* », une « *force inconnue quant à son principe, mais qui change les lois générales* ».



Jean Léonard Marie Poiseuille

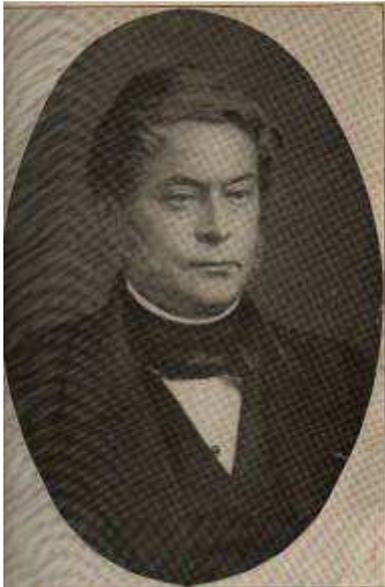
1839, prouve que les variations de pression n'ont pas d'incidence sur la vitesse de circulation du sang.



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

La recherche s'organise ...



Pravaz

Explique les bienfaits de l'air comprimé pour des raisons chimiques (suroxygénation) et mécaniques, certaines tumeurs étant comprimées, ce qui les rend « plus uniformes » et « plus inoffensives ».



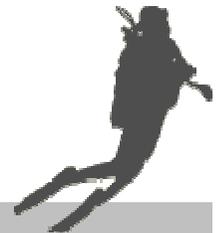
La recherche s'organise ...



Pol & Watelle
1847

Première étude scientifique sérieuse sur les accidents de décompression.

- Les risques surviennent à la remontée, lors de la décompression.
- Les accidents peuvent être très graves, parfois mortels.
- Les risques sont d'autant plus importants que la vitesse de décompression est rapide.
- Certains facteurs tels que l'âge peuvent favoriser l'apparition des symptômes.
- La recompression thérapeutique devrait être étudiée.



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

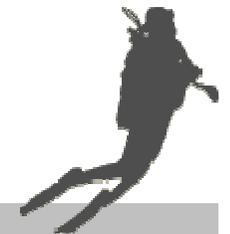
La recherche s'organise ...



Hoppe
1857

Analogie entre ses observations sur des animaux tués par de l'air soudainement raréfié.

Avance l'idée que les accidents sont dus à un dagazage.



La recherche s'organise ...



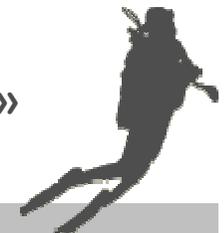
**Dr François
1860**

Fondation des piles du pont de Strasbourg à Kehl (1859), 133 cas de douleurs musculaires et articulaires. Palpitations, suffocations, pertes de connaissance, paralysies, décès, ...

Description de lésions fonctionnelles de la moelle épinière (rétention d'urine, violentes douleurs dans les jambes, paraplégie...).

Pour qualifier les cas de « démangeaisons à la peau », le terme « puces » apparaît.

A la même époque, apparaît le terme « moutons » pour désigner des tuméfactions musculaires.



La recherche s'organise ...



Eugène Bucquoy
1861

Reprend les idées de Hoppe et propose la théorie des « bulles gazeuses ».

Il indique que lors de la décompression, les gaz tendent à redevenir libres, comme « l'acide carbonique s'échappe d'une eau gazeuse, quand on enlève le bouchon de la bouteille qui la contient ».

> On sait aujourd'hui que cette image est fautive, mieux vaudrait donner l'image de la vapeur qui se forme au-dessus de l'eau qui chauffe dans une casserole (brouillard) = plus réaliste pour la taille des bulles.





ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

La recherche s'organise ...



Dr Hermel
1863

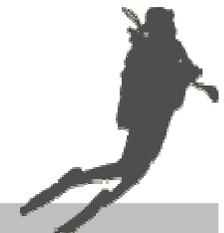
Attribue la cause des accidents à l'acide carbonique.



Foley
1863

Dans un texte contenant, selon Paul Bert, des « obscurités de pensée et de style », Foley explique les accidents par des tuméfactions.

Alphonse Gal, Panum, Leroy de Méricourt, ...



La recherche s'organise ...

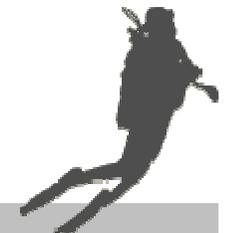


Paul Bert

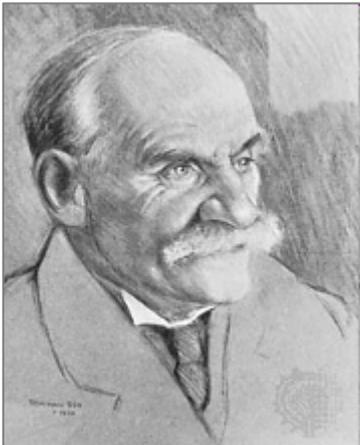
1878, *La pression barométrique*

Mise en évidence du rôle de l'azote.
Confirme la théorie des bulles gazeuses.
Préconise une vitesse « suffisamment ralentie ».

Découvre la neurotoxicité de l'oxygène : « effet Paul Bert ».



Les premières tables de plongée ...



*CO2 constant
dans les
poumons*

*CO2 déclencheur
du réflexe
Respiratoire*

Etc.

Haldane John Scott, Boycott et Damant

1906 *Comité de l'Amirauté sur la plongée profonde*

1908 *The Prevention of Compressed-air Illness
Prévention des accidents de décompression*

Combat la thèse de Heller, Mager et von Schrotter
d'une remontée lente et uniforme
(20 min par atmosphère).

Propose une remontée par paliers.
Vitesse de remontée : 9 à 10 m/min.
Premières tables de plongée : 0 à 60 m.
2 tables : durées « normales » et « longues ».



Les premières tables de plongée ...

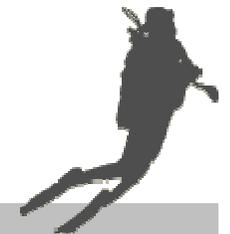


Haldane John Scott, Boycott et Damant, 1908

Âge = facteur favorisant (> 45 ans)

Embonpoint = facteur favorisant

Faire des mouvements au palier (pour que la désaturation soit bien le miroir de la saturation)



Les premières tables de plongée ...

Haldane John Scott, Boycott et Damant, 1908

APPENDIX IV.

Table I – Durée normale

TABLE I.
Stoppage during the ascent of a diver after ordinary limits of time from surface.

Depth	Pressure	Time from surface to beginning of ascent	Approximate time to start stop	Stoppage in minutes at different depths*	Total time for ascent in minutes
Feet	Fathoms			60 ft. 50 ft. 40 ft. 30 ft. 20 ft. 10 ft.	
0-6	0-1	0-10	No limit	—	0-1
6-12	0-7	10-15	Over 3 hours	1	0
			Up to 1 hour	—	14
12-18	7-8	15-21	3-8 hours	11	64
			Over 5 hours	11	114
			Up to 4 hours	—	2
18-24	8-9	21-27	2-11 hours	9	7
			14-8 hours	9	12
			Over 8 hours	9	39
			Up to 50 min.	—	2
			20-45 min.	3	7
24-30	9-10	27-33	2-14 hours	9	19
			14-8 hours	9	28
			Over 8 hours	9	39
			Up to 1 hour	2	2
			2-1 hour	3	7
30-36	10-11	33-39	1-1 hour	3	15
			1-2 hours	2	22
			3-8 hours	4	39
			Up to 1 hour	2	4
			2-1 hour	2	10
			1-1 hour	2	19
			1-2 hours	2	28
36-42	11-12	39-45	Up to 90 min.	2	17
			90-45 min.	2	24
			2-14 hours	2	32
			Up to 90 min.	2	7
			20-45 min.	2	19
			2-14 hours	2	28
			Up to 10 min.	2	6
			10-50 min.	2	10
			20-45 min.	2	19
			35-45 min.	2	28
			Up to 15 min.	2	11
42-48	12-13	45-51	15-30 min.	8	23
			30-40 min.	8	33
			Up to 15 min.	8	15
			15-25 min.	8	24
			35-45 min.	8	33
48-54	13-14	51-57	Up to 10 min.	8	16
			10-50 min.	8	25
			20-45 min.	8	34
			35-45 min.	8	43
			Up to 15 min.	8	17
			15-25 min.	8	26
			35-45 min.	8	35
54-60	14-15	57-63	Up to 10 min.	8	17
			10-50 min.	8	26
			20-45 min.	8	35
			35-45 min.	8	44
			Up to 15 min.	8	18
			15-25 min.	8	27
			35-45 min.	8	36
60-66	15-16	63-69	Up to 10 min.	8	18
			10-50 min.	8	27
			20-45 min.	8	36
			35-45 min.	8	45
			Up to 15 min.	8	19
			15-25 min.	8	28
			35-45 min.	8	37
66-72	16-18	69-75	Up to 10 min.	8	19
			10-50 min.	8	28
			20-45 min.	8	37
			35-45 min.	8	46
			Up to 15 min.	8	20
			15-25 min.	8	29
			35-45 min.	8	38
72-78	18-20	75-81	Up to 10 min.	8	20
			10-50 min.	8	29
			20-45 min.	8	38
			35-45 min.	8	47
			Up to 15 min.	8	21
			15-25 min.	8	30
			35-45 min.	8	39
78-84	20-22	81-87	Up to 10 min.	8	21
			10-50 min.	8	30
			20-45 min.	8	39
			35-45 min.	8	48
			Up to 15 min.	8	22
			15-25 min.	8	31
			35-45 min.	8	40
84-90	22-24	87-93	Up to 10 min.	8	22
			10-50 min.	8	31
			20-45 min.	8	40
			35-45 min.	8	49
			Up to 15 min.	8	23
			15-25 min.	8	32
			35-45 min.	8	41
90-96	24-26	93-99	Up to 10 min.	8	23
			10-50 min.	8	32
			20-45 min.	8	41
			35-45 min.	8	50
			Up to 15 min.	8	24
			15-25 min.	8	33
			35-45 min.	8	42
96-102	26-28	99-105	Up to 10 min.	8	24
			10-50 min.	8	33
			20-45 min.	8	42
			35-45 min.	8	51
			Up to 15 min.	8	25
			15-25 min.	8	34
			35-45 min.	8	43
102-108	28-30	105-111	Up to 10 min.	8	25
			10-50 min.	8	34
			20-45 min.	8	43
			35-45 min.	8	52
			Up to 15 min.	8	26
			15-25 min.	8	35
			35-45 min.	8	44
108-114	30-32	111-117	Up to 10 min.	8	26
			10-50 min.	8	35
			20-45 min.	8	44
			35-45 min.	8	53
			Up to 15 min.	8	27
			15-25 min.	8	36
			35-45 min.	8	45
114-120	32-34	117-123	Up to 10 min.	8	27
			10-50 min.	8	36
			20-45 min.	8	45
			35-45 min.	8	54
			Up to 15 min.	8	28
			15-25 min.	8	37
			35-45 min.	8	46
120-126	34-36	123-129	Up to 10 min.	8	28
			10-50 min.	8	37
			20-45 min.	8	46
			35-45 min.	8	55
			Up to 15 min.	8	29
			15-25 min.	8	38
			35-45 min.	8	47
126-132	36-38	129-135	Up to 10 min.	8	29
			10-50 min.	8	38
			20-45 min.	8	47
			35-45 min.	8	56
			Up to 15 min.	8	30
			15-25 min.	8	39
			35-45 min.	8	48
132-138	38-40	135-141	Up to 10 min.	8	30
			10-50 min.	8	39
			20-45 min.	8	48
			35-45 min.	8	57
			Up to 15 min.	8	31
			15-25 min.	8	40
			35-45 min.	8	49
138-144	40-42	141-147	Up to 10 min.	8	31
			10-50 min.	8	40
			20-45 min.	8	49
			35-45 min.	8	58
			Up to 15 min.	8	32
			15-25 min.	8	41
			35-45 min.	8	50
144-150	42-44	147-153	Up to 10 min.	8	32
			10-50 min.	8	41
			20-45 min.	8	50
			35-45 min.	8	59
			Up to 15 min.	8	33
			15-25 min.	8	42
			35-45 min.	8	51
150-156	44-46	153-159	Up to 10 min.	8	33
			10-50 min.	8	42
			20-45 min.	8	51
			35-45 min.	8	60
			Up to 15 min.	8	34
			15-25 min.	8	43
			35-45 min.	8	52
156-162	46-48	159-165	Up to 10 min.	8	34
			10-50 min.	8	43
			20-45 min.	8	52
			35-45 min.	8	61
			Up to 15 min.	8	35
			15-25 min.	8	44
			35-45 min.	8	53
162-168	48-50	165-171	Up to 10 min.	8	35
			10-50 min.	8	44
			20-45 min.	8	53
			35-45 min.	8	62
			Up to 15 min.	8	36
			15-25 min.	8	45
			35-45 min.	8	54
168-174	50-52	171-177	Up to 10 min.	8	36
			10-50 min.	8	45
			20-45 min.	8	54
			35-45 min.	8	63
			Up to 15 min.	8	37
			15-25 min.	8	46
			35-45 min.	8	55
174-180	52-54	177-183	Up to 10 min.	8	37
			10-50 min.	8	46
			20-45 min.	8	55
			35-45 min.	8	64
			Up to 15 min.	8	38
			15-25 min.	8	47
			35-45 min.	8	56
180-186	54-56	183-189	Up to 10 min.	8	38
			10-50 min.	8	47
			20-45 min.	8	56
			35-45 min.	8	65
			Up to 15 min.	8	39
			15-25 min.	8	48
			35-45 min.	8	57
186-192	56-58	189-195	Up to 10 min.	8	39
			10-50 min.	8	48
			20-45 min.	8	57
			35-45 min.	8	66
			Up to 15 min.	8	40
			15-25 min.	8	49
			35-45 min.	8	58
192-198	58-60	195-201	Up to 10 min.	8	40
			10-50 min.	8	49
			20-45 min.	8	58
			35-45 min.	8	67
			Up to 15 min.	8	41
			15-25 min.	8	50
			35-45 min.	8	59
198-204	60-62	201-207	Up to 10 min.	8	41
			10-50 min.	8	50
			20-45 min.	8	59
			35-45 min.	8	68
			Up to 15 min.	8	42
			15-25 min.	8	51
			35-45 min.	8	60

* During each descent the diver should continue to move his arms and legs.

Prof. (m)	Durée (min)	Temps de remontée au premier palier	9 m	6 m	3 m	Temps total
29-33	0 à 15	3		3	5	11
	15 à 30	3	3	7	10	23
	30 à 40	3	5	10	15	33

Table II – Au-delà d'une durée normale

Prof. (m)	Durée (min)	Temps de remontée au premier palier	12 m	9 m	6 m	3 m	Temps total
29-33	40 à 60	2		10	15	20	47
	1 à 2 h	2	5	15	25	35	82
	> 2h	2	15	30	35	40	122



ffessm

Fédération Française d'études et de sports sous marins
Comité Pyrénées-Méditerranée (régions Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées)

Merci :

Au comité pour avoir cru en moi

-A la commission technique qui nous réunit

-Au CODEP 81 qui nous reçoit

**-Aux chèvres pour avoir permis l'élaboration des
tables de plongée**

-Au club de danse pour la musique

-A AREVA pour l'électricité

-...

