



**HAL**  
open science

## 20 ans de plongée profonde

Sa Comex

► **To cite this version:**

| Sa Comex. 20 ans de plongée profonde. COMEX. 1977. hal-04464934

**HAL Id: hal-04464934**

**<https://hal.univ-brest.fr/hal-04464934v1>**

Submitted on 19 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



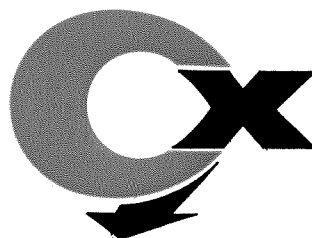
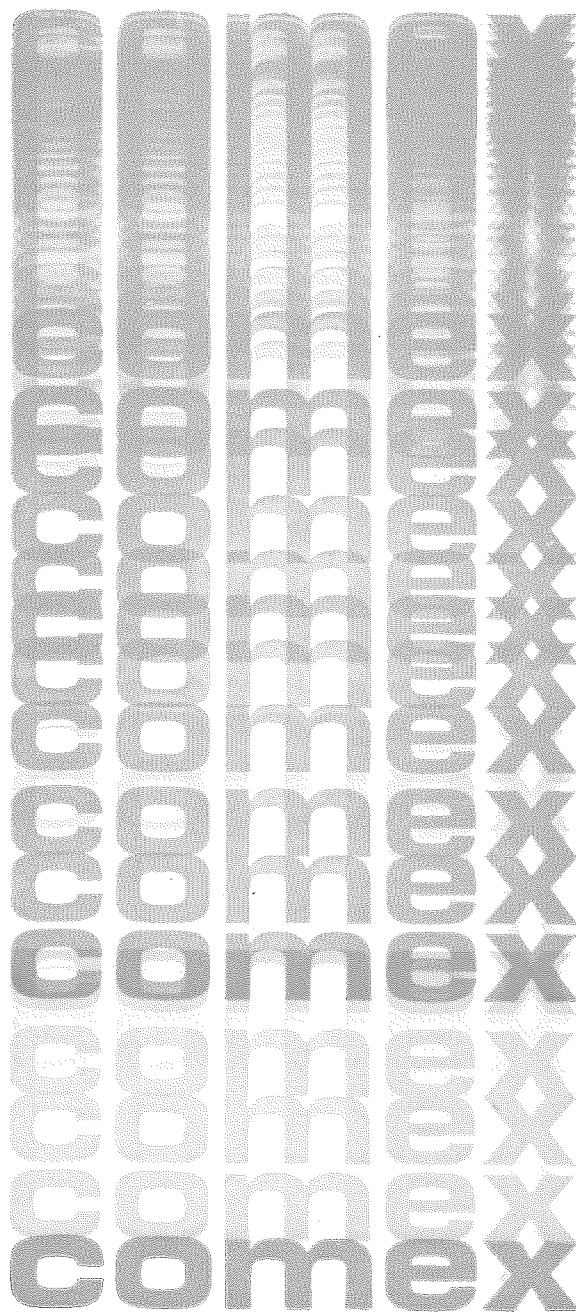
The present document is the property of COMEX SAS. It has been entrusted to the ORPHY laboratory, which scanned and uploaded it.

COMEX (Compagnie Maritime d'Expertises), established in 1962, has positioned itself in the offshore activities sector, where it held a leading international position, becoming the world's foremost company in engineering, technology, and human or robotic underwater interventions. Comex designed a Hyperbaric Testing Center in 1969 and developed its own research programs on various breathing mixtures used in deep-sea diving (helium and later hydrogen). These research efforts led to spectacular advancements in this field, including several world records, both in real conditions and simulations. Comex still holds the world record at -701 meters, achieved in its chambers during Operation HYDRA 10.

The ORPHY laboratory focuses on major physiological functions, their regulation, interactions, and their contribution to the development and prevention of certain pathologies. The primary mechanisms studied involve metabolic aspects (oxygen transport and utilization, energetics, etc.) and electrophysiological aspects (contractility and excitability), mainly related to respiratory, vascular, and/or muscular functions. These mechanisms are studied under various physiological and physiopathological conditions, ranging from the cellular and subcellular levels to the entire organism. In Europe, the ORPHY laboratory is one of the leaders in hyperbaric physiology and diving research.

Being a major player in innovation and expertise in the field of pressure, COMEX maintains a scientific archive from its experimental diving campaigns. The value of this archive is both scientific and historical, as it documents a remarkable chapter in the history of marine exploration and contains results obtained during dives that are very unlikely to be replicated in the future.

**20 ANS  
DE  
PLONGEE  
PROFONDE**



## COMEX ET 20 ANS DE PLONGEE PROFONDE

Dès 1962, Henri DELAUZE conçoit un centre d'expérimentation hyperbare ayant une capacité de simulation de 360 mètres. Il s'endette lourdement, à titre personnel, pour en assurer la construction en 1963 et les essais, en 1964, dans les premiers locaux de COMEX, à Marseille. C'est, à l'époque, le premier centre - industriel et non militaire - de plongée simulée - et le plus important du monde.

De 1965 à 1967, l'équipe scientifique de COMEX conçoit et met au point, au prix de 400 plongées expérimentales, ses propres tables de plongée profonde à l'hélium/oxygène (héliox) jusqu'à 180 mètres. Elle se dote ainsi des moyens indispensables à une expansion industrielle rapide, au service de l'offshore pétrolier.

Fin 1967 nous abordons la plongée à saturation, procédure permettant d'accéder et de séjourner aux grandes profondeurs. Encore faudrait-il savoir si la zone des 300 mètres est accessible en toute sécurité. C'est pourquoi, en 1968, au cours de six plongées expérimentales, entre 300 et 365 m, ("plongées au long cours" et première série des PHYSALIES), nous nous attachons à préciser les nouveaux problèmes physiologiques posés par des pressions dépassant 25 bars. L'apparition d'un nouveau facteur limitant neuro-psychique sous héliox est observée et décrite sous

le nom de Syndrome Nerveux des Hautes Pressions (S.N.H.P.). Cette dénomination-définition que nous avons choisie avec nos amis R.W. BRAUER et R. NAQUET s'est retrouvée depuis des centaines de fois dans la littérature scientifique mondiale.

L'époque des premières PHYSALIES (Henri DELAUZE ayant lui-même participé avec R. BRAUER à la numéro un, 335 mètres) marque le démarrage de notre programme de recherche dans le domaine de la plongée très profonde, programme co-financé par le CNEXO depuis 1969.

La méthode générale de travail fut fondée sur deux principes :

- Le principe du "tremplin" pour les plongées expérimentales en caisson; chaque profondeur explorée représentant un tremplin et une position de repli pour la profondeur suivante. Les niveaux des "SAGITTAIRES" de longue durée (plusieurs jours) constituent, par exemple, les "camps de base" pour les incursions ultérieures plus brèves, les "PHYSALIES".

- Le principe de la "marge de sécurité" pour les plongées en mer ; celles-ci se limitent à des pressions toujours inférieures d'une dizaine de bars à celles qui avaient été précédemment supportées par plusieurs plongeurs en caisson.

C'est bien ce "parcours de la méthode" qui fut accompli en 9 ans, de JANUS I en 1968 à JANUS IV en 1977. Avec un seul intermède étranger important, celui de la ROYAL NAVY réalisant, au printemps 1970, une "1500 feet", soit 457 mètres, en caisson. Ce qui permit à P.B. BENNETT de confirmer, chez ses deux plongeurs, le syndrome nerveux des hautes pressions au complet, tel que nous l'avions décrit deux ans auparavant.

Nous ne reviendrons pas sur la première série des PHYSALIES. Physiologiquement, elles nous permirent d'envisager sans crainte une opération sous-marine en vraie grandeur.

En effet, en octobre 1968, alors que les Américains se résignaient à abandonner le projet SEALAB III, maison-sous-la mer qui devait être implantée par 180 mètres de fond, il nous appartenait de démontrer que la logistique de l'ensemble caissons de pont - tourelle ascenseur était, pour un chantier profond, davantage à la mesure des moyens existants. C'est ainsi qu'avec d'autres participants et pour le compte d'ELF-ERAP nous mettions en oeuvre l'opération JANUS. Celle-ci se déroulait sur un fond de 150 m, dans la fosse de Cassidaigne, à partir du navire pétrolier l'ASTRAGALE. Une première équipe de deux hommes vécut 5 jours à la pression de 10 ATA et exécuta 10 plongées sur la tête de puits, placée à 150 mètres. L'équipe suivante vécut six jours à la pression du fond et effectua son travail en 12 plongées.

Cette première confrontation avec les réalités sous-marines à grande profondeur fut difficile, pleine d'embûches et, de ce fait, très instructive. En 22 plongées, les quatre hommes n'avaient pu fournir, au total, que 14 heures de travail dans l'eau, non à cause des effets directs de la pression, mais parce qu'ils avaient souffert du froid, des déficiences de leur équipement, du gaz carbonique polluant l'atmosphère non régénérée de la tourelle. Ce fut malgré tout un succès prometteur, étant donné le travail réalisé dans ces conditions.

Les difficultés ne suffirent pas à nous dissuader d'entreprendre aussitôt - mettant à profit le support nautique de l'ASTRAGALE - l'opération HYDRA. Il s'agissait de faire respirer aux plongeurs, au-delà de 200 mètres, un mélange hydrogéné. Sortis de la tourelle, de 200 à 260 mètres, les deux plongeurs, saisis par le froid et l'essoufflement, durent y revenir, au bout d'une vingtaine de minutes passées à 260 mètres, sans avoir eu le temps de respirer l'hydrox.

Pourtant les résultats de cette expérience ne furent pas entièrement négatifs. Pour la première fois, depuis le record dramatique de KELLER à 300 mètres (1960), des hommes reprenaient contact avec les eaux profondes à 260 mètres.

Mais surtout, la vitesse de refroidissement imprévue des plongeurs venait de mettre en évidence la part considérable des pertes caloriques pulmonaires dans cette "hémorragie thermique" ; pertes d'autant plus élevées que la densité du mélange respiratoire augmentait avec la profondeur. Mettant à profit cette révélation nous avons été les premiers à concevoir, réaliser et utiliser, en 1970, un réchauffeur des gaz inhalés. Dispositif sans lequel la plongée n'aurait pu progresser au-delà de 120 mètres.

Cette même année les progrès technologiques se rapprochèrent de l'avance physiologique. L'opération JANUS II, cofinancée par ELF et le CNEXO, fut précédée d'une sérieuse préparation.

Six océanographes furent entraînés dans une hydrosphère de 5 mètres de diamètre permettant la simulation de plongées en tourelles jusqu'à la pression de 30 bars. Le niveau-vie était fixé à 200 mètres. L'observation médicale - ergonomique et psychométrique - montra que l'adaptation de l'homme à ces profondeurs, sous hélium/oxygène, ne posait aucun problème majeur.

L'opération en mer dans la baie d'AJACCIO, en octobre 1970, confirma nos prévisions : 34 heures de travail bien conduit, sur un véritable chantier (tête de puits, tubes, manchettes, plaques à découper et à souder) par 253 mètres de fond, furent accomplies

par deux hommes seulement, en cinq jours. Et pourtant l'équipement individuel laissait encore à désirer. Les plongeurs n'ont tenu dans l'eau - jusqu'à trois heures - que grâce au réchauffeur du mélange respiratoire.

Parallèlement la recherche se poursuivait au Centre expérimental hyperbare. En novembre 1970, PHYSALIE V plaça deux plongeurs à 518 - 520 mètres en caisson, pour 77 minutes. Leur S.N.H.P. était atténué grâce à la compression lente, programmée comme une décompression. La composante vitesse de compression joue en effet un rôle important dans le développement du S.N.H.P.. Chaque progrès réalisé dans la maîtrise de ce paramètre a permis de reculer le seuil critique du facteur limitant nerveux.

Le jeu du tremplin d'une plongée expérimentale à l'autre continua ainsi quatre ans. Nous ne retiendrons que les dates les plus importantes :

**Novembre 71 : "SAGITTAIRE I"**

3 plongeurs et un médecin biologiste ; 24 jours en caisson dont 10 à 300 mètres ; étude des échanges thermiques en atmosphère d'hélium hyperbare, des modifications biologiques sanguines et de l'évolution, dans le temps, du S.N.H.P. "à minima".

**Février 72 : "SAGITTAIRE II"**

2 plongeurs ; 100 heures à 500 mètres.

**Mai 72 : "PHYSALIE VI"**

2 plongeurs "en pointe" à 610 mètres, aboutissant à ...



## SAGITTAIRE IV (Juin 74)

2 plongeurs ; 50 heures à 610 mètres ; étude de l'évolution et du contrôle permanent d'un S.N.H.P. relativement modéré. Ce fut un succès sensationnel, autorisant tous les espoirs ...

Sous la mer, c'est en juin 1975 que la profondeur de 300 mètres fut vraiment banalisée. Six plongeurs de la COMEX devaient récupérer une tête de puits abandonnée sur le fond, au large du Labrador. L'opération dura 10 jours, descente et remontée comprises, pour 4 heures de travail effectif dans de l'eau à - 2° C. Il n'en fallait pas plus pour déconnecter, élinguer et renvoyer de 326 mètres vers la surface une pièce d'un million de dollars. Résultat facile en apparence ; en réalité, payé d'avance par cinq années d'efforts pluridisciplinaires inlassablement repris.

Depuis 1975 s'est poursuivie, en caisson, l'étude de l'adjonction d'azote au mélange hélium-oxygène, pour atténuer la composante motrice du S.N.H.P.. Ce "trimix", prôné par P.B. BENNETT, et testé au cours de notre série de plongées CORAZ expérimentales, nous a permis de raccourcir la courbe de compression tout en réduisant notablement le syndrome neurologique. Il participa au succès de JANUS IV, performance mondiale qui, à ce jour, n'est encore ni dépassée ni même égalée.

Il faut voir le film de cet exploit pour réaliser ce que fut JANUS IV ...

L'opération, à laquelle la DRET, du Ministère de la Défense, et le CNEOX avaient apporté leur soutien financier, était organisée par COMEX, sous la direction opérationnelle d'Henri DELAUZE. Elle se déroula en Méditerranée, au large de CAVALAIRE, au mois d'octobre 1977, à partir du navire de forage le PETREL, gracieusement mis à disposition par ELF-AQUITAINE. Les équipes d'intervention comprenaient quatre plongeurs COMEX et deux de la Marine Nationale (GISMER).

Par 460 mètres de fond, sur un chantier sous-marin en vraie grandeur, les six plongeurs réussirent parfaitement la connexion simulée d'un oléoduc, par un coupleur mécanique complexe de 500 kg - et cela en 10 heures de travail effectif.

Cette tâche accomplie, deux d'entre eux, pour ouvrir la porte à des profondeurs encore plus grandes, sortirent de leur tourelle à 501 mètres. Leur séjour dans l'eau constitue le record absolu de plongée très profonde en mer.

Mais nous ne considérons pas cet exploit comme une conclusion et, loint d'être achevée, notre tâche se poursuit dans l'étude de la physiologie du travail humain aux très grandes profondeurs et dans l'amélioration des moyens et des méthodes de plongée au long cours.

Avec les saturations expérimentales ENTEX V et VIII (1981-1982) réalisées dans le Centre Hyperbare du GISMER à TOULON où sont associées à nouveau, sous la houlette de la DRET, COMEX et la MARINE NATIONALE, nous nous orientons vers les longs séjours (12 jours à 450 mètres) afin de savoir dans quelle mesure le travailleur sous-marin sera capable de répondre - en toute sécurité - aux exigences opérationnelles de demain.

**PLONGEES PROFONDES EXPERIMENTALES A SATURATION EN CAISSONS ET EN MER**

<b>DATE</b>	<b>NOM</b>	<b>PROFON- DEUR (m)</b>	<b>TEMPS AU FOND</b>	<b>DUREE TOTALE</b>	<b>NOMBRE DE PLONGEURS ET CONDITIONS</b>
Mars 68	PLC 1 -	335	17 min.	97 h.	Deux - Tests d'équipements dans l'eau
Mai 68	PLC 2 -	266	30 min.	99 h.	Deux - Tests d'équipements dans l'eau
Mai 68	PLC 3 -	300	20 min.	92 h.	Deux - Explorations physio. E.E.G.
Mai 68	PHYSALIE I -	335	10 min.	99 h.	Deux - Exercices dans l'eau
Juin 68	PHYSALIE II -	360	5 min.	116 h.	Deux - Etudes neurophysio. Psychométrie
Juin 68	PHYSALIE III	365	4 min.	141 h.	Deux - Etude du S.N.H.P.
Sept. 68	PHYSALIE IV	300	10 min.	117 h.	Deux - Etude du S.N.H.P.
Oct. 68	HYDRA -	260	20 min.	120 h.	Trois- EN MER - Tests d'équipements
Nov. 70	PHYSALIE V -	520	97 min.	284 h.	Deux - Explorations respiratoires- Psychométrie
Mai 72	PHYSALIE VI -	610	80 min.	411 h.	Deux - Explorations respiratoires- Psychométrie

PLONGEES PROFONDES EXPERIMENTALES A SATURATION EN CAISSONS EN MER

DATE	NOM	PROFON- DEUR (m)	TEMPS AU FOND	DUREE TOTALE	NOMBRE DE PLONGEURS ET CONDITIONS
Nov. 71	SAGITTAIRE I	300	144 h.	436 h.	Quatre - Etude thermique - Biologique sanguine
Fev. 72	SAGITTAIRE II	500	100 h.	338 h.	Deux - Etude du S.N.H.P. - Psychométrie
Mars 73	SAGITTAIRE III	300	360 h.	637 h.	Quatre - Explor. neurophysio et respiratoires
Mai 74	SAGITTAIRE IV	610	50 h.	541 h.	Deux - Explor. neurophysio et respiratoires
Janv. 75	CORAZ I	300	72 h.	227 h.	Trois - Essai de compression rapide sous trimix
Mars 75	CORAZ II	300	81 h.	221 h.	Deux - Essai de compress. rapide sous trimix
Juin 75	CORAZ III	300	35 h.	176 h.	Deux - Essai compress. rapide sous trimix
Déc. 75	CORAZ IV	300	81 h.	222 h.	Deux - Essai compress. rapide sous héliox
Avr. 79	DRET 450	450	48 h.	331 h.	Six - Explorations physio. SOUDURE HYPERBARE GISMER
Janv. 81	ENTEX V	450	12 jours	27 jours	Quatre - Explor. neuro-physio et respiratoires COMEX
Fév. 82	ENTEX VIII	450	12 jours	27 jours	Quatre - Explor. neuro-physio et respiratoires en immersion. COMEX

**PLONGEES PROFONDES EXPERIMENTALES A SATURATION EN CAISSONS ET EN MER**

DATE	NOM	PROFON- DEUR (m)	TEMPS AU FOND	DUREE TOTALE	NOMBRE DE PLONGEURS ET CONDITIONS
Avril 70	JANUS II - Phase 1 - COMEX	200/250	8 jours	13 jours	Trois - Epreuve des hommes et du matériel
Août 70	JANUS II - Phase 2A - COMEX	200/250	6 jours	10 jours	Trois - Epreuve des hommes et du matériel
Août 70	JANUS II - Phase 2B - COMEX	200/250	6 jours	11 jours	Trois - Epreuve des hommes et du matériel
Oct. 70	JANUS II - Phase 3 - COMEX	200/253	8 jours	12 jours	Trois - EN MER - 35 h. de travail effectif
Avril 74	JANUS III - A - COMEX	390/460	6 jours	15 jours	Trois - Entraînement - Essais de matériel
Déc. 74	JANUS III - B - COMEX	395/415	6 jours	16 jours	Trois - Entraînement - Essais de matériel
Déc. 76	JANUS IV - 2 - COMEX-GISMER	400/480	8 jours	18 jours	Huit - Epreuve des hommes et du matériel
Oct. 77	JANUS IV - 3 - COMEX-GISMER	430/460 /501	6 jours	15 jours	Six - EN MER - 10 h. de travail effectif Incursion à 501 m.