



HAL
open science

CORAZ III

Sa Comex

► **To cite this version:**

| Sa Comex. CORAZ III: Rapport préliminaire. COMEX. 1975. hal-04464903

HAL Id: hal-04464903

<https://hal.univ-brest.fr/hal-04464903>

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.

65 pages (approx)

C O R A Z I I I

- I. - BUT DU PROGRAMME - PROTOCOLE-TABLES -
- II. - ETUDE NEUROPHYSIOLOGIQUE -
- III. - ETUDE PSYCHOPHYSIOLOGIQUE -
- IV. - ETUDE CLINIQUE -
- V. - ETUDE PSYCHOMOTRICE ET INTELLECTUELLE -
- VI. - ETUDE CARDIO-RESPIRATOIRE -
- VII. - DETECTION DES BULLES PAR ULTRA-SONS -
- VIII - ESSAIS DE MATERIEL INDIVIDUEL -
- IX. - ETUDE THERMIQUE, RECHAUFFEUR DE GAZ -
- X. - CRITIQUE DES ESSAIS -
- XI. - CONCLUSIONS DE L'EXPERIENCE -

Ce rapport est préliminaire. Des études scientifiques complètes sont en préparation. Elles ne sont pas de nature à changer les conclusions de ce document.

I. - BUT DU PROGRAMME

I. - BUT DU PROGRAMME

Etude du comportement de deux plongeurs pendant et après une compression en 4 heures à 300 m.

Rappelons que l'objectif essentiel est d'obtenir, à la fin de la compression, une opérationnalité immédiate des plongeurs.

Cette expérience est la troisième utilisant des mélanges trimix. CORAZ I et II, respectivement 9 et 4,5 % d'azote, avaient montré l'apparition de manifestations paroxystiques inconnues, sans que l'on puisse établir avec certitude si leur origine impliquait la vitesse de compression, ou la présence de l'azote.

CORAZ III utilisant le même mélange que CORAZ II (4,5 % N₂) sur des plongeurs différents, devait permettre d'éliminer le facteur individuel.

En fait, l'expérience est importante. Elle peut se résumer de la façon suivante :

- Le comportement clinique d'un plongeur venant de subir une compression de 30 bars en 4 heures, sous trimix est un peu modifié.

Par contre :

- Son état neurophysiologique est altéré avec des manifestations de S.N.H.P. importante.
- Son opérationnalité n'est pas évidente.

Si la récupération globale après la compression est de quelques heures, ne doit-on pas s'orienter plutôt vers des compressions plus lentes, et dans ces conditions, est-il nécessaire de conserver les mélanges trimix ?

Par ailleurs, peut-on affirmer le bien fondé du profil de compression utilisé ? Il semble avoir une importance.

.../...

Protocole expérimental

Le mélange trimix utilisé est donc le même que celui de CORAZ II (4,5 % de N_2). Les pressions partielles d'azote et d'oxygène pendant la compression et le séjour au fond, sont de 1,4 bar et 420 mb respectivement.

La compression débute le mercredi 11 juin après les tests de référence effectués en confinement et se poursuit suivant le schéma utilisé pour CORAZ II (Fig. 1).

La pression partielle d'azote est obtenue par compression à l'air jusqu'à 7,5 mètres.

La remontée débute le jeudi 12 juin à 20 h 00 ; la sortie a lieu le mercredi 18 juin à 15 h 05 après une décompression suivant la table de chantier à 600 mb de PpO_2 entrecoupée de deux paliers utilisés pour les essais de matériel.

TABLES de COMPRESSION
et de DECOMPRESSION
pour L'EXPERIENCE

C O R A Z I I I

-0000000000-

C O M P R E S S I O N C O R A Z I I I

DEBUT DE LA COMPRESSION : MERCREDI 11 JUIN 1975 à 7 h 00

PRESSION PARTIELLE O_2 : 420 mb

D (m)	A (m)	Δ h (m)	v (m/min)	Δ t (min)	Horaire
7,5	100	92,5	4	23	07.23
100	100	0	0	30	07.53
100	180	80	2	40	08.33
180	180	0	0	30	09.03
180	240	60	2	30	09.33
240	240	0	0	30	10.03
240	300	60	1	60	11.03

D E C O M P R E S S I O N C O R A Z I I I

DEBUT DE LA DECOMPRESSION :

JEUDI 12 JUIN 1975 à 20 h 00

PpO_2 : 600 mb de 300 à 15 mètres

A partir de 15 mètres : % O_2 constant : 24 %

D (m)	A (m)	Δ h (m)	v^{-I} (min/m)	Δ t (min)	Σ t (min)	j	h	min
300	280	20	1	20	20			20
280	240	40	20	800	820		13	40
240	160	80	25	2000	2820	01	23	00
160	80	80	30	2400	5220	03	15	00
80	20	60	35	2100	7320	05	02	00
20	15	5	40	200	7520	05	05	20
15	10	5	40	200	7720	05	08	40
10	5	5	45	225	7945	05	12	25
5	0	5	50	250	8195	05	16	35

Profondeur (m)

COMPRESSION CORAZ III

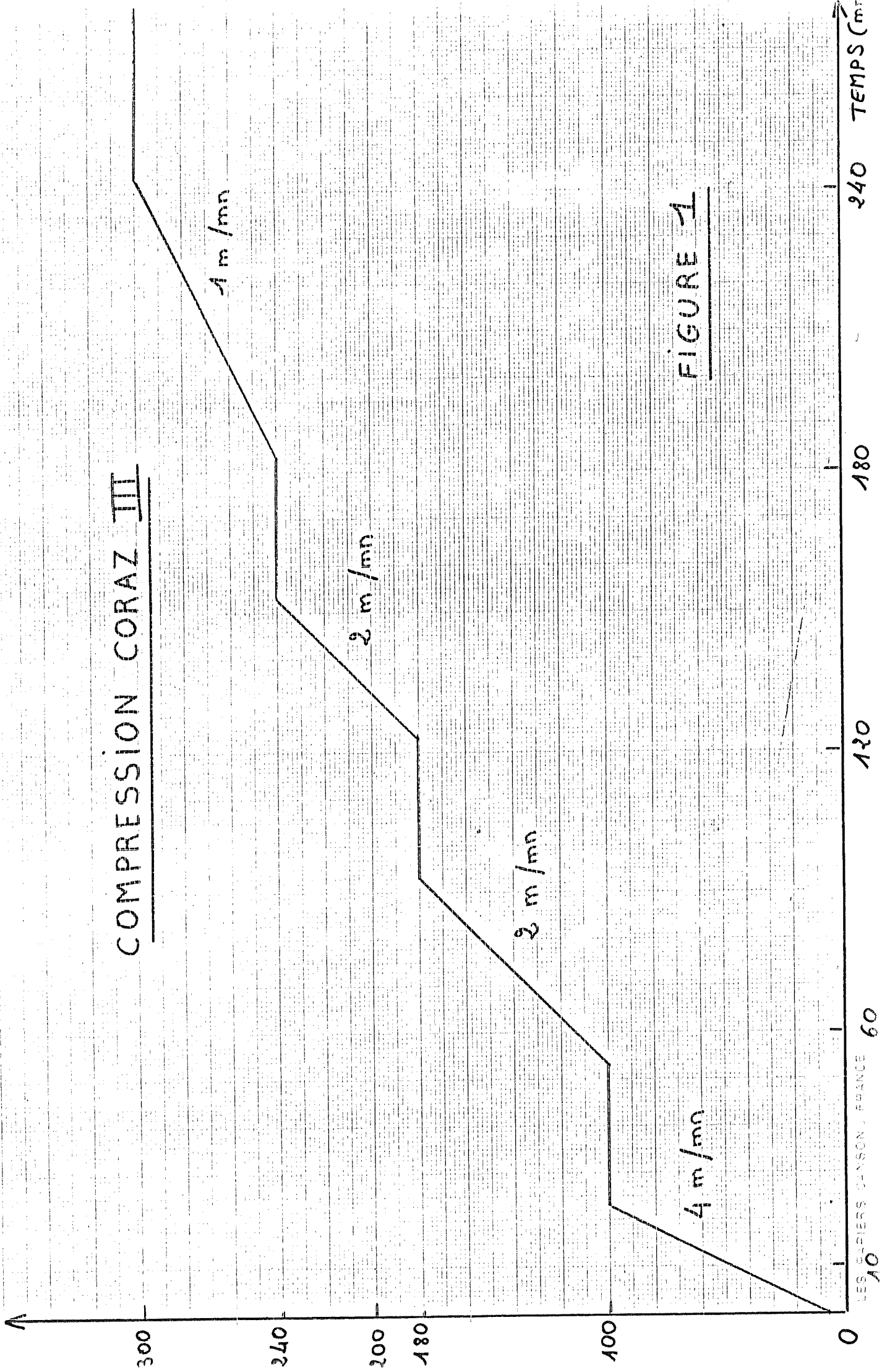


FIGURE 1

II. - ETUDE NEUROPHYSIOLOGIQUE

II. - ETUDE NEUROPHYSIOLOGIQUE

Le rapport préliminaire de JC. ROSTAIN est reproduit sans modification. Nous nous réservons, au chapitre des conclusions, de discuter et de commenter ces résultats.

Résultats préliminaires

Introduction

Au cours de cette troisième plongée CORAZ, l'étude neurophysiologique a comporté :

- L'évolution du tremblement avec traitement en temps sur ordinateur ;
- L'analyse des tracés électrographiques de veille par visualisation directe et traitement ultérieur sur ordinateur ;
- L'analyse des tracés électrographiques de sommeil ;
- Les cycles d'excitabilité visuelle.

Dans ce premier rapport de "fin de plongée", ne seront présentées que les premières impressions retirées de l'examen des tracés du tremblement et des EEG de veille. Les résultats définitifs seront donnés après traitement sur ordinateur.

1 - Le tremblement

Le tremblement est enregistré par un géophone placé sur le majeur de la main droite. Il est analysé lors de "l'épreuve du serment".

Les sujets (A : G. M. et B : G. R.) présentent en surface un tremblement physiologique à peine perceptible.

.../...

Pendant la plongée, le tremblement s'accroît à partir de 180 m chez les deux sujets. A l'arrivée à 300 m, le tremblement est nettement plus intense qu'en surface. Ce tremblement commence à s'atténuer pendant le séjour à 300 m, 7 heures environ après le début du séjour. Il disparaît pendant la décompression, entre 200 et 150 mètres.

2 - Les activités EEG de veille

a) En surface :

Les deux sujets présentent à la fermeture des yeux, une activité relativement ample dans les régions postérieures ($\approx 50 \mu V$).

b) Pendant la compression :

A partir de 100 mètres, on observe une diminution d'amplitude de l'alpha postérieur chez les deux sujets.

Chez le sujet A (G.M.), on observe à partir de 180 m, la survenue de bouffées d'activité thêta de faible amplitude, dans la région antérieure et moyenne du scalp.

Parallèlement, on note une tendance à la transformation du tracé de veille en un tracé évoquant un stade I de sommeil.

Ces deux types de modifications s'accroissent pendant la compression et à partir de 240 mètres, les activités thêta apparaissent sous forme de nombreuses bouffées de longue durée et de grande amplitude ($\approx 40 \mu V$).

A l'arrivée à 300 m, on note :

- une activité thêta antérieure et moyenne importante,
- des tracés évoquant un stade I de sommeil,
- un alpha postérieur peu ample et très instable.

Chez le sujet B (G.R.), les premières bouffées d'activité thêta surviennent dans les régions antérieure et moyenne, pendant la compression de 240 m à 300 m (vers 270 m). Elles sont peu amples.

c) Pendant le séjour à 300 m :

- . Chez le sujet A (G.M.), dans un premier temps, les modifications continuent à augmenter. Il faut attendre le matin du second jour de plongée pour observer une régression des activités thêta et des tracés évoquant un stade I de sommeil ; l'alpha reste toujours moins ample.
- . Chez le sujet B (G.R.), dans les premières heures du séjour, les activités thêta s'accroissent et des tracés évoquant un stade I de sommeil apparaissent. Ce n'est qu'au matin du deuxième jour de plongée, qu'on observe une amélioration : les tracés évoquant un stade I de sommeil ont disparu ; les activités thêta antérieures et moyennes, bien qu'encore visibles, sont moins nombreuses et moins amples. L'alpha postérieur reste moins ample qu'en surface.

d) Pendant la décompression :

Chez les deux sujets, les activités thêta antérieures et moyennes persistent jusqu'aux environs de 180 m. Une régression progressive apparaît alors, et un retour à la normale est constaté vers 90 mètres. L'alpha postérieur récupère son amplitude et sa stabilité à partir de 90 mètres.

3 - Commentaires

Cette troisième plongée CORAZ nous amène à faire un certain nombre de constatations :

- 1°) - Le tremblement augmente entre 200 et 300 m ; il est probablement plus important chez ces deux sujets que chez les sujets de CORAZ I et II (CORAZ I : 50 à 100 % d'augmentation ; CORAZ II : 100 % d'augmentation ; à titre de comparaison SAGITTAIRE IV : < 50 % d'augmentation vers 300 m).

.../...

2°) - Les modifications EEG classiques du SNHP sont importantes chez un sujet et rejoignent celles rencontrées dans CORAZ I et II. Elles sont moins intenses chez le sujet B (R.G.). Ces modifications apparaissent vers 180 m ; c'est vers 180 m qu'elles sont apparues pour CORAZ I, entre 180 et 200 m pour CORAZ II.

(Il faut remarquer que, dans les compressions rapides effectuées en 10 mn. à 150 et à 180 m, les premières modifications surviennent à 180 m, alors qu'elles sont rarement visibles à 150 m).

Il faut attendre entre 12 et 24 heures pour avoir une amélioration.

3°) - Il n'y a pas eu d'éléments électrographiques paroxystiques contrairement à ce qu'on avait pu observer lors de CORAZ I et II.

Que peut-on dire à l'issue de cette troisième plongée ? :

a) La susceptibilité individuelle au SNHP différente selon les sujets, est encore démontrée. Des sujets plus sensibles peuvent, à la limite, présenter des éléments électrographiques paroxystiques favorisés par une compression rapide et/ou une certaine quantité d'azote.

Afin de démontrer le bien fondé de l'utilisation du Trimix, une nouvelle plongée fictive, avec le même mode de compression, mais avec seulement de l'héliox devrait être réalisée, ainsi qu'une autre CORAZ, avec :

- . soit, une quantité d' N_2 supérieure, le même schéma de compression et les mêmes sujets ;
- . soit, une compression plus lente (8 heures par exemple) et une quantité d'azote à déterminer (4,5. ou 9 %).

.../...

Des expériences CORAZ chez le singe devraient nous démontrer le rôle que joue l'Azote dans l'apparition d'éléments paroxystiques électrographiques.

- b) La présence de 4,5 ou 9 % d'azote n'empêche pas la survenue des modifications électrographiques classiques du SNHP.
- c) L'action de l'azote paraît plus efficace sur le tremblement, encore faut-il démontrer qu'une compression en héliox effectuée avec le schéma utilisé pour les CORAZ entraîne ou n'entraîne pas de tremblement plus important. (On connaît l'effet bénéfique des paliers qui tendent à stabiliser le tremblement - Cf. SAGITTAIRE IV, PHYSALIE VI).

III. - ETUDE PSYCHOPHYSIOLOGIQUE

Rapport de Monsieur SEKI.

III. - ETUDE PSYCHOPHYSIOLOGIQUE

Rapport de Monsieur SEKI.

Pendant CORAZ III, l'étude a porté sur la résolution temporelle visuelle, dont nous rappelons ici le principe :

L'épreuve a pour but d'estimer les modifications de la "période de sommation".

On sait que les systèmes sensoriels, le système visuel en particulier, répondent aux stimulus brefs (≈ 100 ms) par des processus de durée plus longue ; tout se passe comme si, l'ébranlement du système étant déclenché, la durée des processus ne pouvait être inférieure à une certaine "constante de temps". Ceci se manifeste par une "persistance visuelle" et permet de rendre compte de faits divers, la fréquence critique de fusion, entre autres.

On s'accorde, généralement, pour admettre que ce phénomène est dû aux exigences du traitement central (expériences en vision dichoptique, enregistrement le long des voies visuelles, du nerf optique au cortex).

Dans les expériences mises au point pour CORAZ (Somesthésie pour CORAZ II, Vision pour CORAZ III), on mesure cette période par l'intervalle nécessaire (en ms) entre deux stimulus brefs, pour que la perception d'une succession ait lieu ; il y a absence de résolution temporelle lorsque les deux stimulus sont perçus comme survenant simultanément.

Résultats

Un premier dépouillement sommaire fait apparaître une certaine variabilité des résultats et les données ne peuvent être interprétées de façon univoque ; l'absence d'entraînement à l'expérience, avant la plongée, nous a contraints à utiliser des paramètres de stimulation avant que les plongeurs aient atteint un plateau de performance. Ces valeurs de stimulations ont ainsi été peu discriminatives ; de plus, nous enregistrons à la fois, les effets de l'entraînement (amélioration) et les effets de la plongée (détérioration probable).

GANGLOFF

Performance assez bonne pendant la compression, restant de bon niveau à la première mesure à 300 mètres (le 11.06 à 19 h) nettement plus dégradée ensuite et persistant pendant la décompression.

GAURET

Performance assez stable pendant la compression (mais inférieure à celle de GANGLOFF) et la saturation ; nettement détériorée à 245 m (le 13.06 à 8 h) , la performance s'améliore en se stabilisant ensuite.

Au cours de la compression, on peut dire qu'à partir de 240 m, les deux sujets montrent une accentuation de la CFA.

Fatigue subjective au cours de la compression :

Les deux sujets manifestent des symptômes subjectifs de fatigue, quand ils sont arrivés à 300 mètres :

SUJET (A) GANGLOFF

- (2) se sentir fatigué
- (3) sentir ses jambes lourdes
- (5) sentir que ses idées s'embrouillent
- (8) s'engourdir et devenir maladroit
- (9) se sentir vacillant
- (11) avoir de la difficulté à penser
- (13) se sentir énervé
- (14) incapable de concentrer son attention
- (16) être susceptible d'oublier des choses
- (17) être susceptible de faire des erreurs
- (19) incapable de se tenir debout
- (22) se sentir les épaules lourdes
- (23) avoir mal aux reins
- (26) avoir des difficultés pour respirer
- (27) avoir la tête qui tourne
- (28) avoir les yeux qui papillotent
- (29) avoir les bras ou les jambes qui tremblent
- (30) ne pas se sentir bien.

- Les douleurs articulations et zone de fatigue :

- (29) poignet droit
- (34) poignet gauche
- (41) aux reins

- Global de la sensation de fatigue :

- (5) en moyenne condition

SUJET (B) GAURET

- ⑤ en moyenne condition
- ⑨ se sentir vacillant
- ⑪ avoir de la difficulté à penser
- ⑭ incapable de concentrer son attention
- ⑯ être susceptible d'oublier les choses
- ⑳ avoir mal aux reins
- ㉓ ne pas se sentir bien.

Les deux plongeurs ayant atteint 300 mètres à 11 h 00, les mesures ont été reprises après 8 h 00 soit à 19 h 00. A ce moment, ils n'ont manifesté aucune fatigue subjective ; j'ai donc l'impression qu'ils se sont adaptés à cette profondeur (He / N₂ / O₂).

Au cours de la décompression, selon le processus habituel, il n'y a eu aucun signe de fatigue subjective.

IV. - ETUDE CLINIQUE

Rapport du Docteur FRUCTUS.

MOMENTS	MANIFESTATION DE S.N.H.P.	CORAZ I - Trimix . PiN ₂ = 2,8 bar				CORAZ II - Trimix PiN ₂ =1,4			CORAZ III-Trimix-PiN ₂ = 1,4		
		P. R.	A. J.	C. B.	A. J.	C. B.	A. J.	R. G.	M. G.		
AVANT	. Tremblement	0	±	0	0	0	0	0	0	0	
	. Dymétrie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	. Troubles de l'équilibre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	. Troubles du comportement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A 240 M.	. Tremblement	±	±	0	0	0	±	0	0	0	
	. Dymétrie	±	0	0	0	0	0	+	+	++	
	. Troubles de l'équilibre	0	0	0	0	0	0	0	0	+	
	. Troubles du comportement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ARRIVEE A 300 M.	. Tremblement	+	+	0	0	0	±	0	0	0	
	. Dymétrie	±	0	±	0	0	0	0	0	+	
	. Troubles de l'équilibre	0	0	0	0	0	0	0	0	++	
	. Troubles du comportement	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6 et 24e heure à 300 M.	. Tremblement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	. Dymétrie	±	0	0	0	0	0	0	0	0	
	. Troubles de l'équilibre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	. Troubles du comportement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

INTERPRETATION DES TERMES ET SYMBOLES UTILISES :

- Tremblement : d'attitude - disparaissant dans l'acte.
- Troubles du comportement : désordres psycho-affectifs à forte composante corticale.
- ± : signe discret, douteux ou inconstant ; + : peu important ; ++ : net ; +++ : important.

Nous avons symbolisé, en un tableau d'ensemble, les résultats cliniques des CORAZ I, II et II.

Ce tableau demande quelques explications :

1° - Le tremblement fin des doigts, dans l'épreuve du serment, n'est appréciable à l'oeil, que lorsqu'il est déjà bien mesurable à l'enregistrement.

Nous avons donc tendance à le minimiser.

Quoiqu'il en soit, il fut pratiquement insignifiant chez les 5 sujets.

2° - La dysmétrie, ou incoordination motrice (minime) bien révélée par les épreuves du fleuret et du doigt-au-nez, fut inconstante mais quelquefois notable (chez 2 sujets sur 5).

3° - Les troubles de l'équilibre étaient révélés par l'épreuve de ROMBERG (subjective ou objective) et (s'ils s'accroissaient) par les vertiges. On ne les observera que chez un sujet sur 5.

4° - Les troubles du comportement étaient toujours sous-tendus par une sorte de somnolence intermittente avec babillements, réactions moindres aux sollicitations et se traduisaient (exclusivement pendant les premières heures à 300 mètres), par une certaine incohérence dans les actes et les réponses aux consignes allant même jusqu'à l'indiscipline (CORAZ I et II).

Et cela, chez tous les sujets. Les plus expérimentés se sentant si "mal dans leur peau", pendant les premières heures, qu'ils avouaient ne pas être capables d'exécuter une plongée en tourelle durant ce laps de temps.

Période relativement courte, répétons-le, car à la 6ème heure et à la 24 ème heure, tout paraîtrait être rentré dans l'ordre.

.../...

Si l'on se réfère aux signes observés chez les plongeurs affectés par le SNHP, à partir de 400 mètres et plus significativement à 500 et 600 m, il est permis de penser qu'il existe une différence d'aspect clinique entre le SNHP des très grandes profondeurs et le SNHP provoqué par la compression rapide entre 240 et 300 mètres.

En effet, le SNHP CORAZ est caractérisé par une absence presque totale de troubles moteurs contrastant avec une véritable crise de comportement (possédant les deux caractères de la crise : son intensité et sa relative brièveté). Il semblerait donc, que la composante corticale du SNHP soit plus marquée après une compression rapide à des profondeurs moindres, qu'après une compression lente.

Cette forme clinique, bien particulière, du syndrome est-elle due à l'azote du mélange respiré ? Cela est possible mais non certain et des compressions rapides à l'héliox seront indispensables si nous voulons nous faire une opinion sur ce point.

V. - ETUDE PSYCHOMOTRICE ET INTELLECTUELLE

Rapport de C. LEMAIRE.

V. - ETUDE PSYCHOMOTRICE ET INTELLECTUELLE

Rapport de C. LEMAIRE.

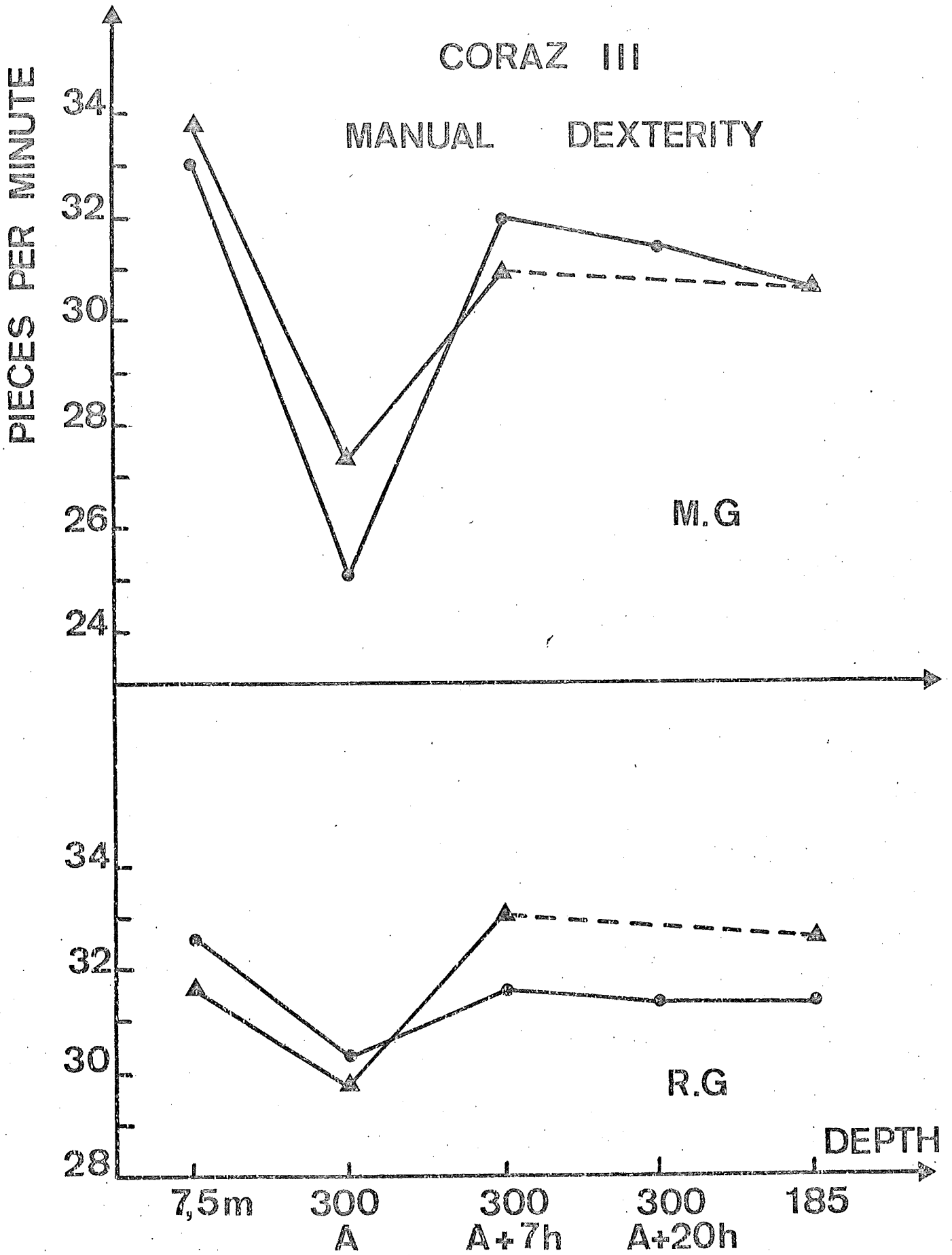
Sur les plans psychomoteur et intellectuel, les résultats obtenus sont comparables à ceux des plongées précédentes. C'est-à-dire, que l'on retrouve, pour les deux plongeurs, une diminution globale des performances avec des amplitudes différentes, traduisant la sensibilité individuelle.

Ainsi, M.G., qui a souffert des articulations (surtout des poignets) au cours de la compression, réalise une très mauvaise performance (-22 %) à l'enfichage des chevilles (dextérité manuelle) (-5 % chez R.G.). Qu'aurait pu faire M.G. en plongée s'il avait eu à serrer quelques boulons à l'aide d'une clé, cette activité impliquant en plus une participation musculaire importante.

La vigilance est altérée chez les deux plongeurs (temps de réaction moyen identique chez M.G., mais avec une dispersion importante, et 24 % d'augmentation du temps de réponse chez R.G.).

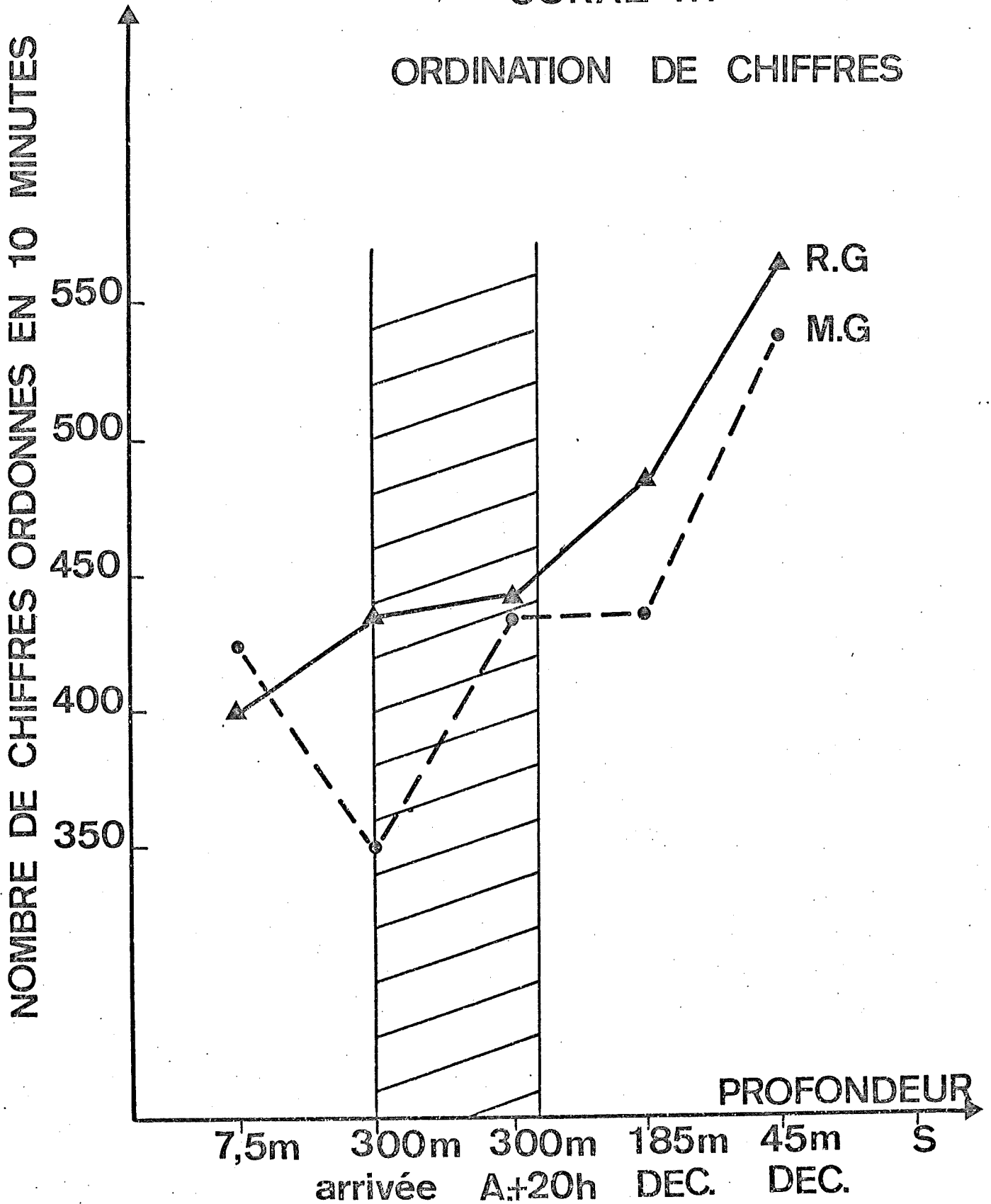
L'efficacité intellectuelle (ordination de chiffres) est améliorée chez R.G. (+9 %) (c'est la première fois que nous notons une amélioration sur ce test), mais nettement diminuée chez M.G. (-17 %). La performance réalisée par R.G. repose le problème de la sensibilité individuelle, ainsi que celui de l'entraînement. Ce plongeur a participé à de nombreuses compressions expérimentales, est habitué à la surveillance de leur déroulement et on peut attendre de lui un comportement moins riche en subjectivité. De fait, à la question posée à l'arrivée au fond : "Est ce que vous seriez prêts à plonger ?" la réponse a été négative. Ne pas faire d'erreurs de jugement par excès de confiance est un point essentiel, et nous insistons sur l'importance de la sélection si des interventions rapides doivent être effectuées.

Il faut noter, enfin, comme pour les deux précédentes CORAZ, la récupération très rapide et presque complète dès la septième heure de séjour au fond.

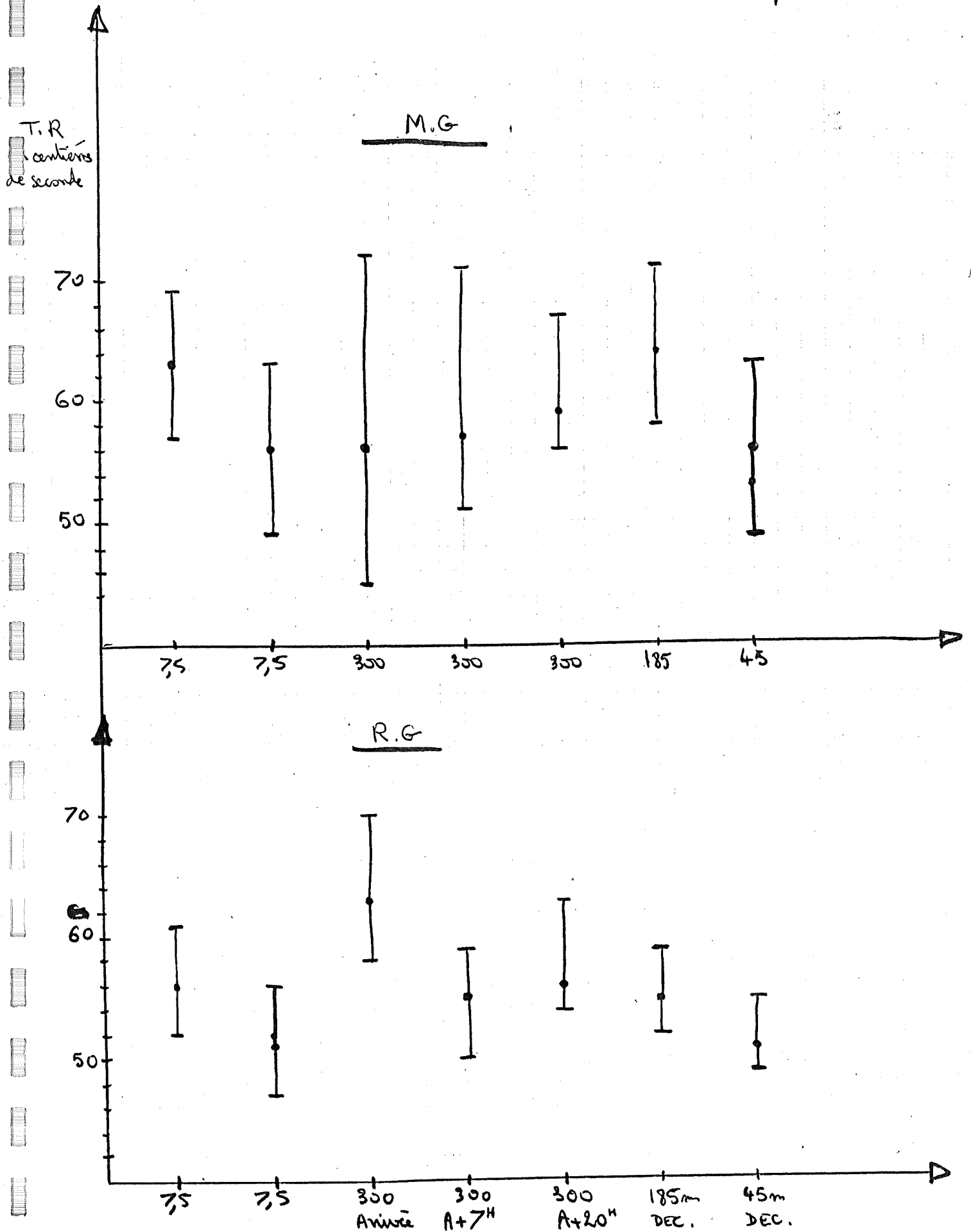


CORAZ III

ORDINATION DE CHIFFRES



CORAZ III. Temps de réaction



VI. - ETUDE CARDIO-RESPIRATOIRE

Rapport de C. LEMAIRE.

VI. - ETUDE CARDIO-RESPIRATOIRE

Rapport de C. LEMAIRE.

Sur le plan respiratoire, nous avons mesuré, deux fois par jour, la capacité vitale des deux plongeurs. Contrairement à CORAZ II, il n'y a pas eu de diminution de la capacité vitale au cours de la décompression, et donc pas d'atteinte toxique pulmonaire décelable, malgré les 600 mb (2200 UPTD).

En mécanique ventilatoire nous n'avons mesuré que le $\frac{VEMS}{CV}$ au cours de la compression (volume expiratoire maximal seconde, rapporté à la capacité vitale). Ce rapport est à 7,5 m (à l'air) de l'ordre de 72 %. A 180 m, il est de 58 % chez R.G. et de 52 % chez M.G. Ensuite, il y a une récupération en fin de compression (63 % pour R.G. et 56 % pour M.G.) malgré une augmentation de la densité de mélange. La diminution enregistrée à 180 mètres est peut-être à relier, comme l'avaient suggéré DOUGHERTY et SCHAEFFER (1969) à la compression rapide (4 m/minute, puis 2 m/minute).

La fréquence cardiaque des plongeurs a été enregistrée en continu pendant toutes les plongées (habillage, préparation, immersion, travail au fond, déséquipement). Les valeurs maximales sont relevées au moment de l'entrée dans l'eau (dues à la difficulté d'atteindre et de descendre par l'échelle avec tout le matériel), et, au moment de la sortie.

Des fréquences très élevées sont notées chez R.G., surtout pendant l'équipement (le 13.06 en particulier). L'augmentation est régulière (122 bts/minutes à 10 h 05, et 165 à 10 h 20), due essentiellement à une surcharge thermique et à l'apparition de fatigue (posture). La fréquence ne redescend que lentement pendant le séjour dans l'eau (125 après 15 minutes de plongée).

Il est certain que de tels rythmes cardiaques sont tout à fait exceptionnels, et qu'ils constituent un risque important, associés à d'autres facteurs tels qu'on les rendontre en plongée.

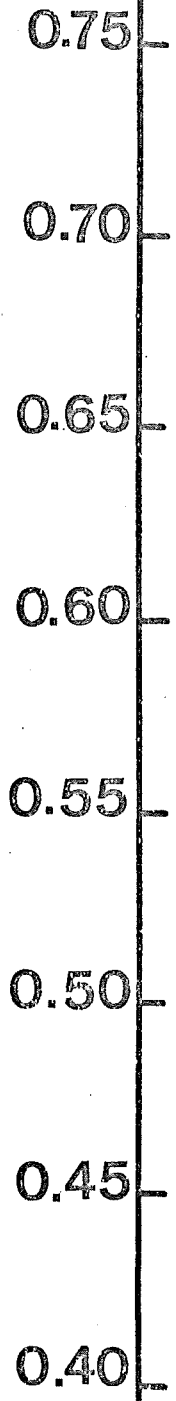
.../...

CORAZ III

MECANIQUE VENTILATOIRE

$\frac{VEMS}{CV}$

▲ R.G
● M.G



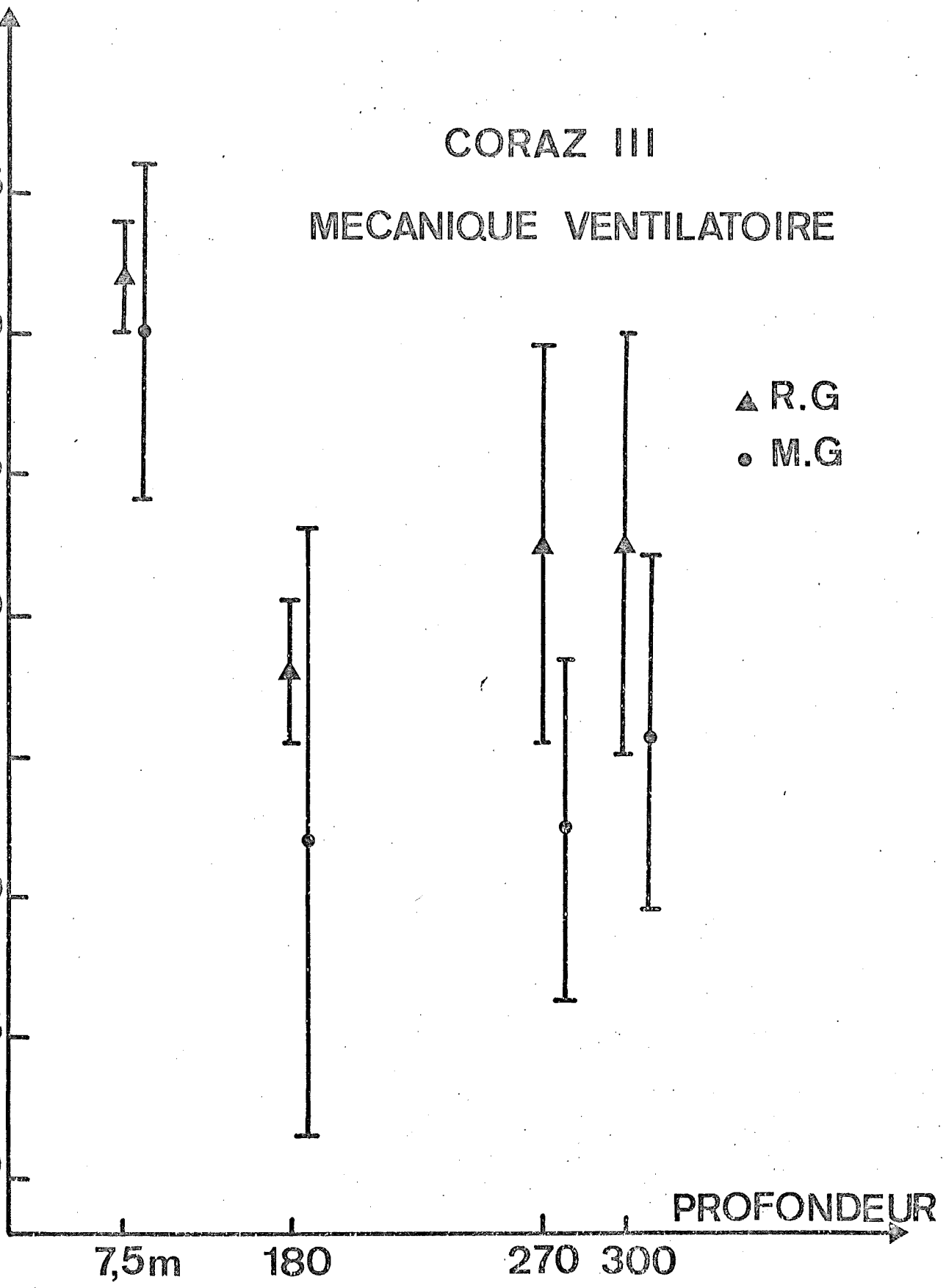
7,5m

180

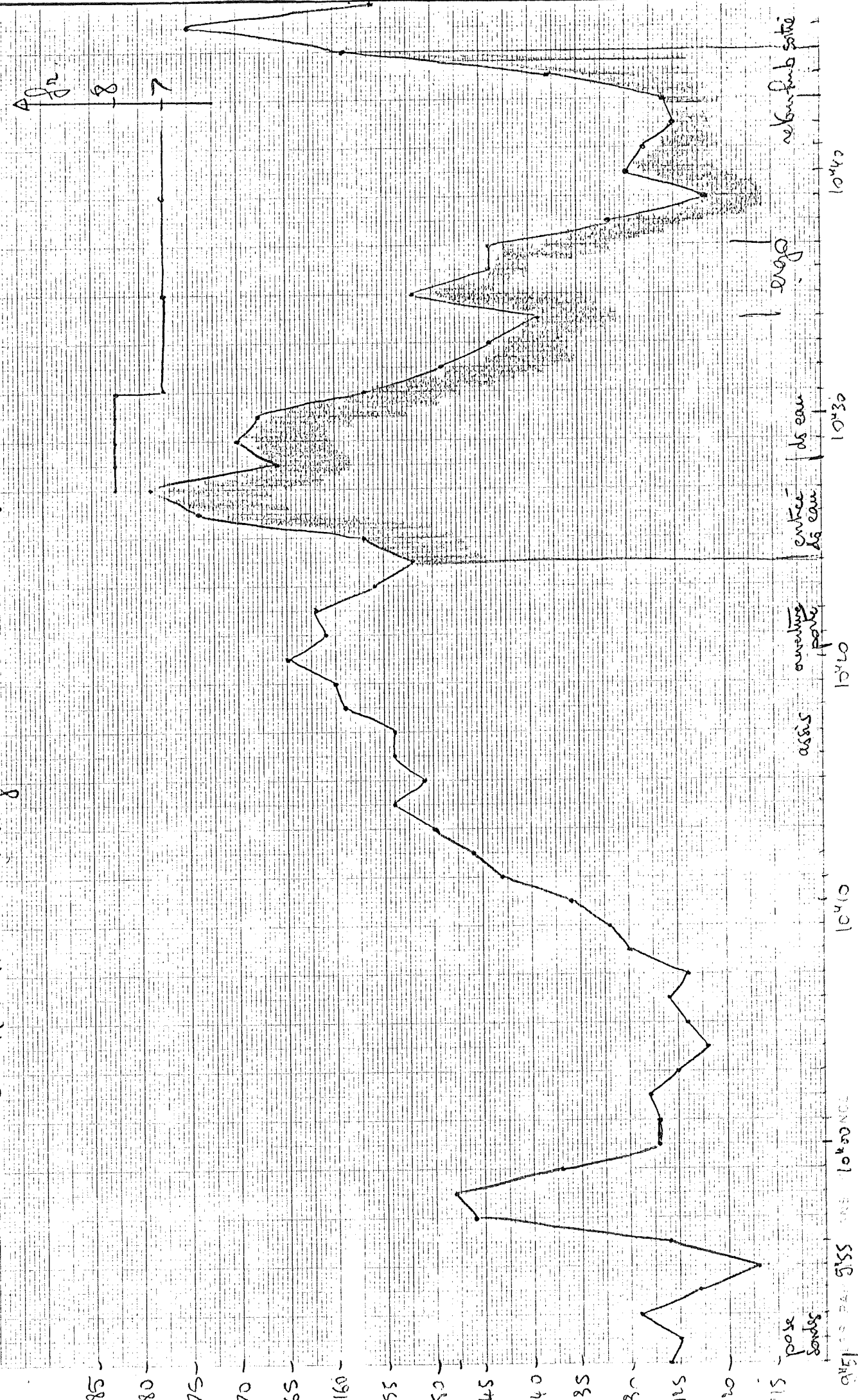
270

300

PROFONDEUR

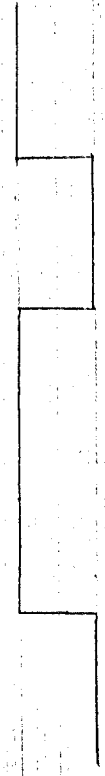


CORAZ III Plage GAURET du 130675 : 239 mètres → 236

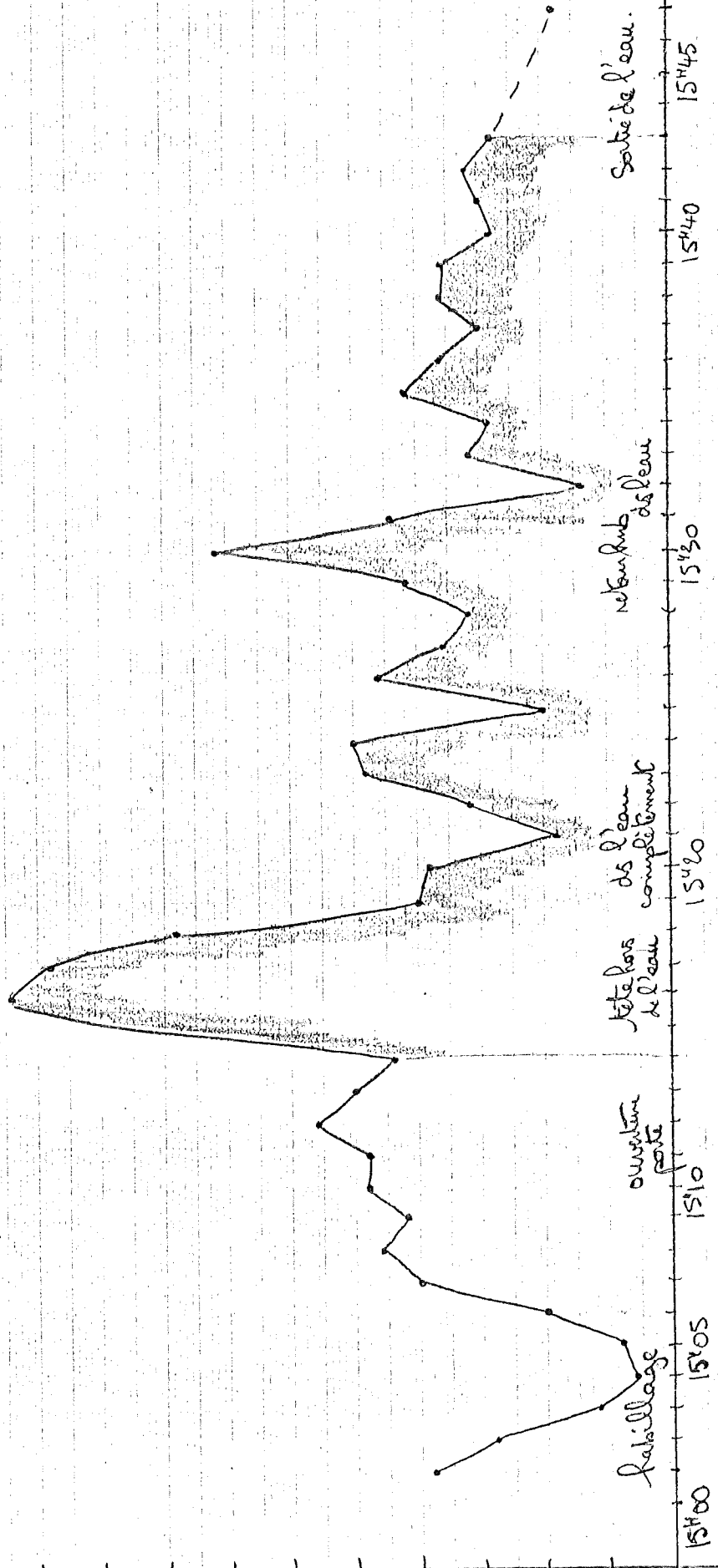


GANGLOFF plongée 140675 170 mètres
après-midi

↑
12
7



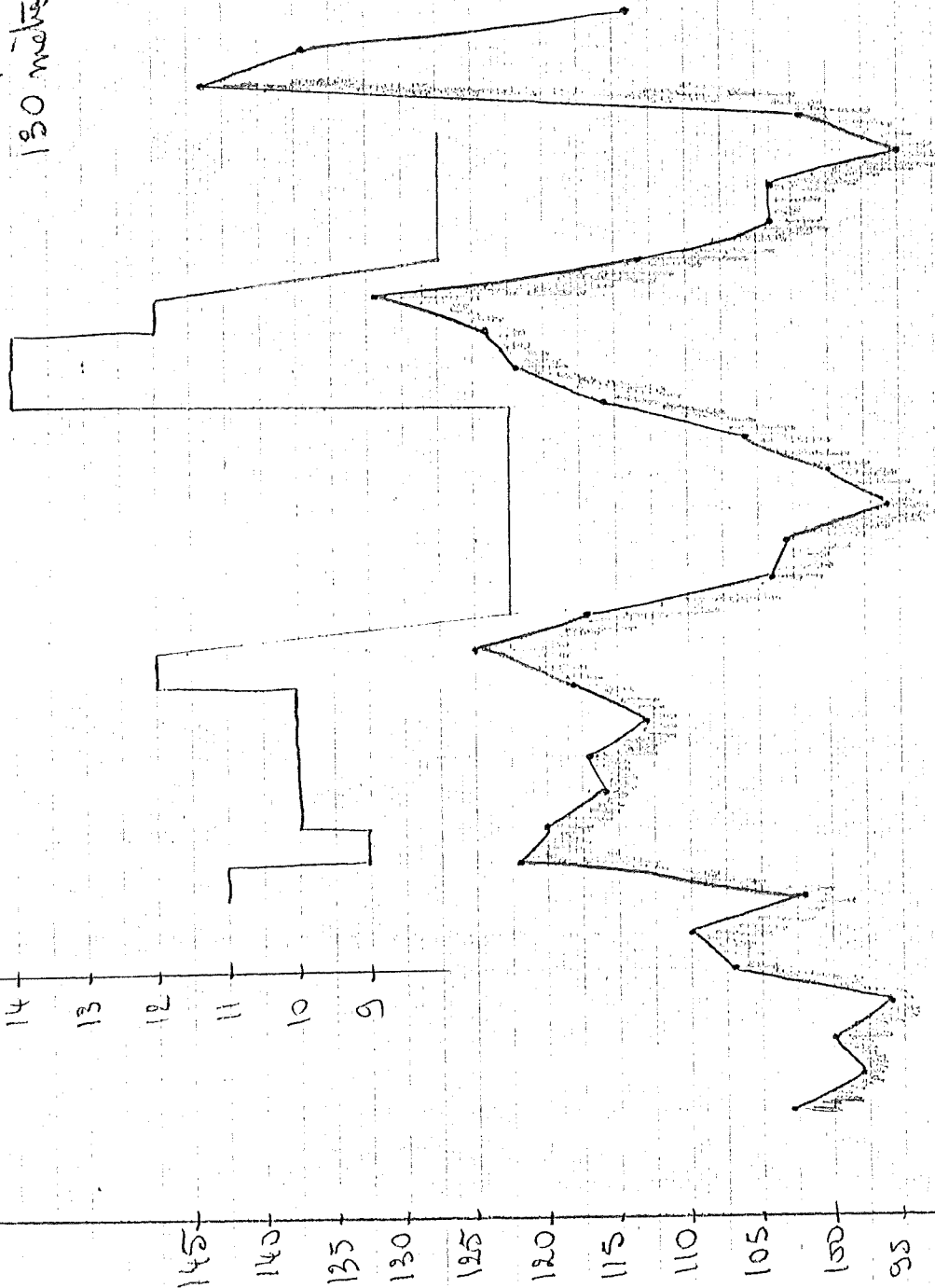
135
130
125
120
115
110
105
100
95
90
85



GANGLOFF plongé du 150675 mètres

130 mètres.

ln. 14 13 12 11 10 9



dans l'eau

Travail

Travail

remontée
surface

11:40

11:40

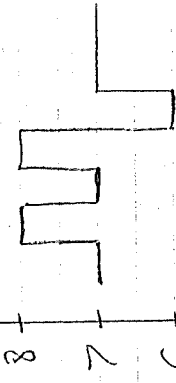
11:41

11:44

11:50

GAURET plongée 150675
sup. 122 mks

gr A



160
155
150
145
140
135
130
125
120
115
110
105
100

Raisi-Oage

14^h55

massive

15^h00

ouverture

porte

15^h10

assis

15^h20

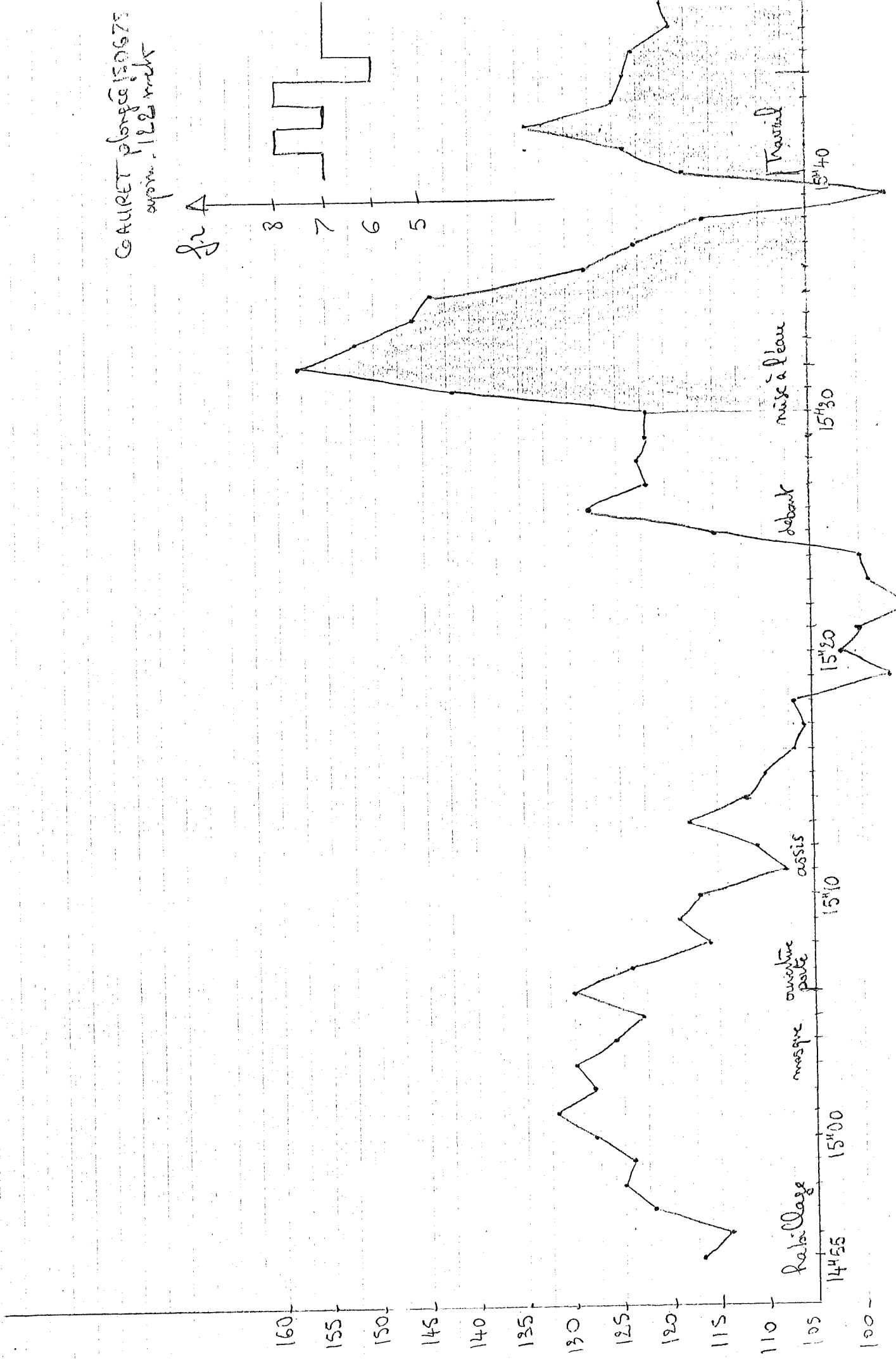
départ

mise à l'eau

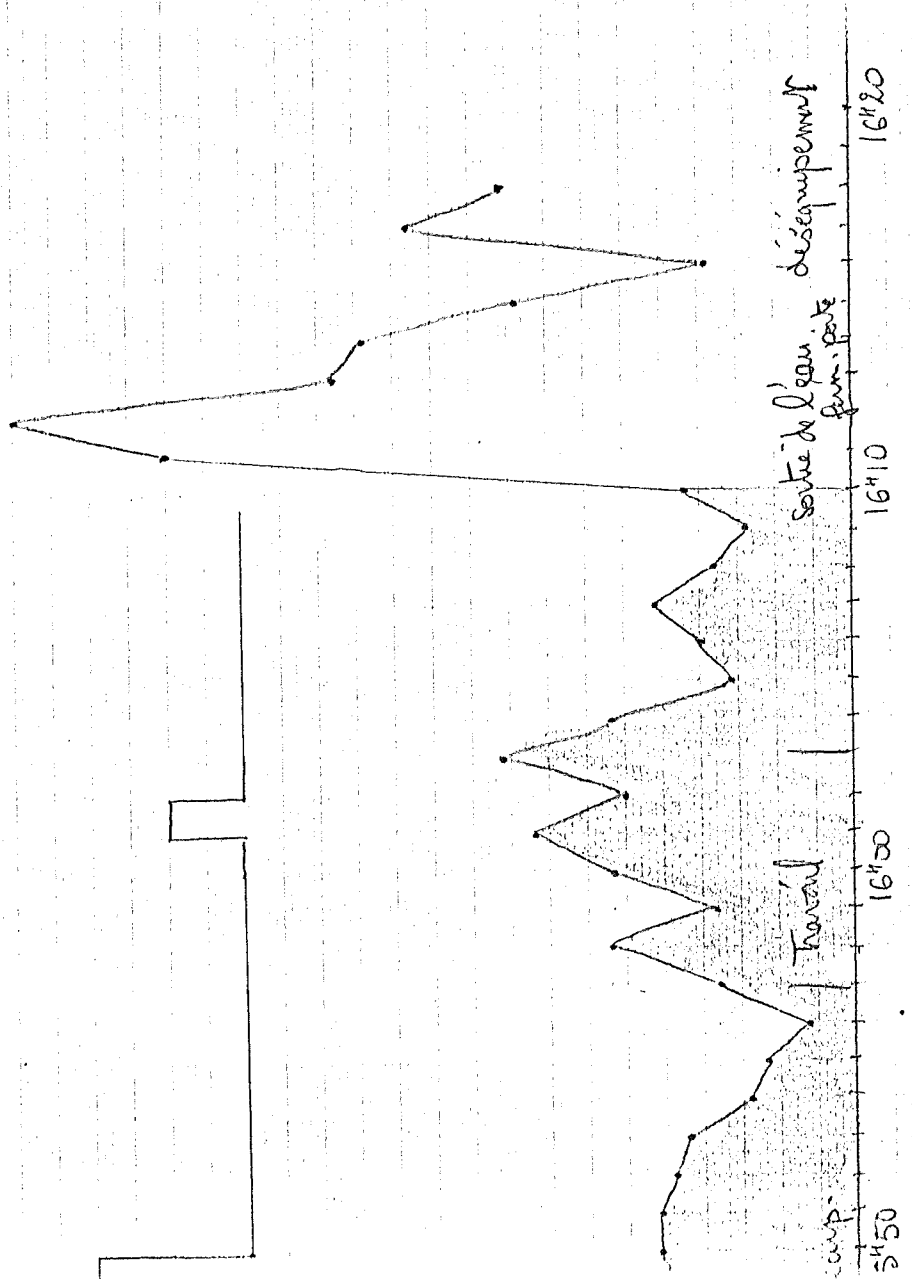
15^h30

Travail

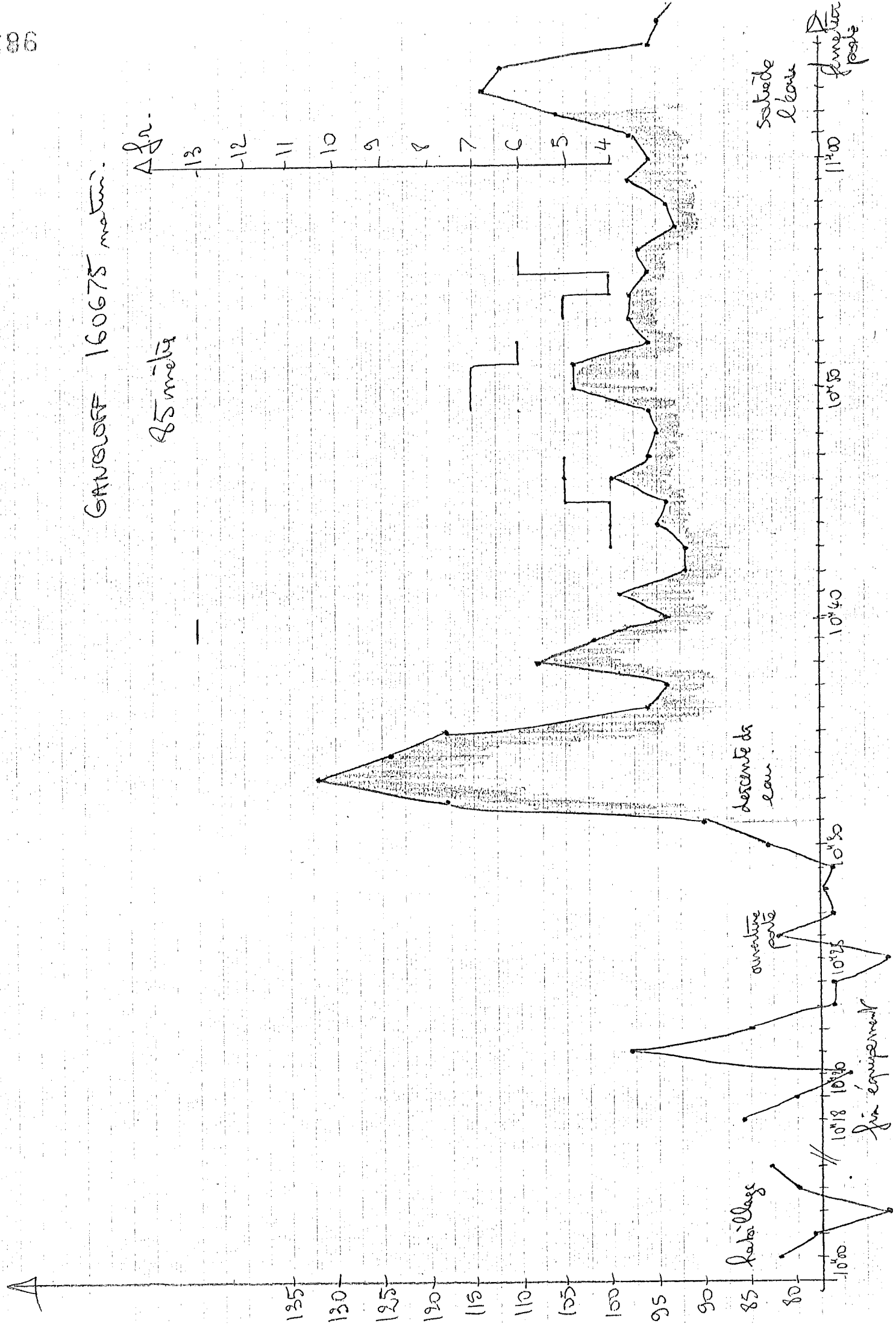
15^h40



CAURET plongée 130675apm
122 mètres



GANGLOFF 160675 mètre.
85 mètres



VII. - DETECTION DES BULLES PAR ULTRA SONS

VII. - DETECTION DES BULLES PAR ULTRA SONS

Nous avons disposé de deux détecteurs de bulles pendant la décompression.

Un détecteur à effet DOPPLER utilisé par le CERTSEM et un appareil à échographie construit par la COMEX. En ce qui concerne ce dernier, nous profitons du positionnement du capteur DOPPLER, pour effectuer les premiers étalonnages du système.

Effet DOPPLER

L'appareil a permis de constater l'absence de bulles, au repos, pendant toute la durée de la décompression, sauf 3 heures avant la sortie, sans que les valeurs obtenues soient très significatives. Aucune bulle n'a été détectée pendant les 24 heures qui ont suivi la sortie.

Ce résultat est particulièrement intéressant, car il prouve :

- 1 - qu'une décompression peut s'effectuer sans bulle ;
- 2 - que l'oxygène joue un rôle prépondérant, puisque la table DORIS, 300 mètres, qui pour 400 mb donne une durée de décompression de 1,5 jour plus longue que la nôtre, provoque l'apparition de bulles à partir de 240 m.

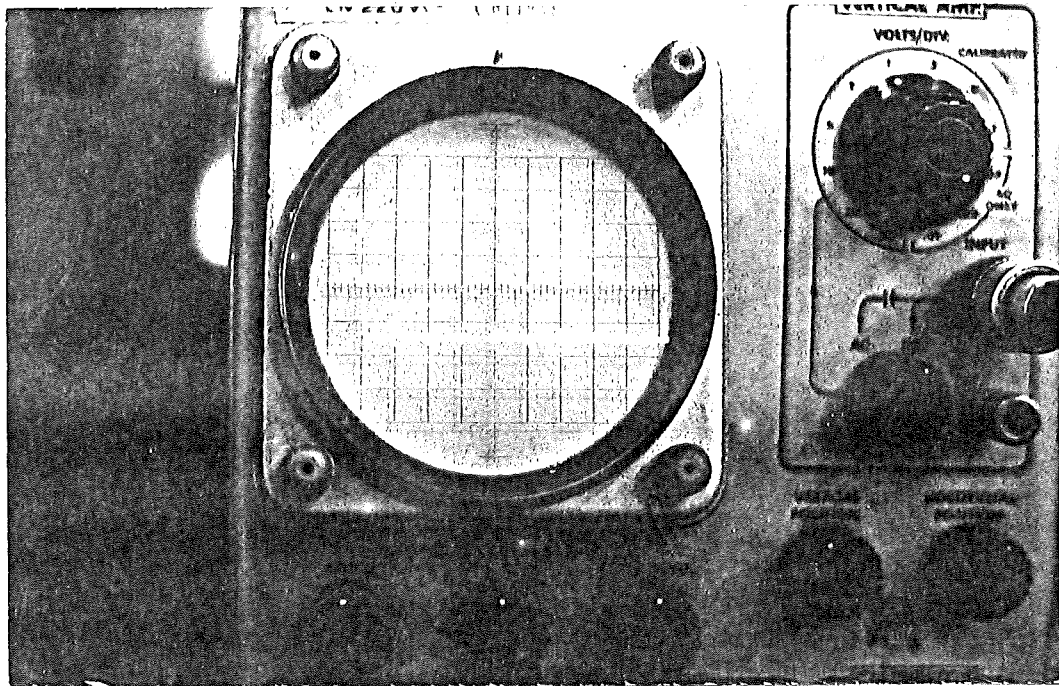
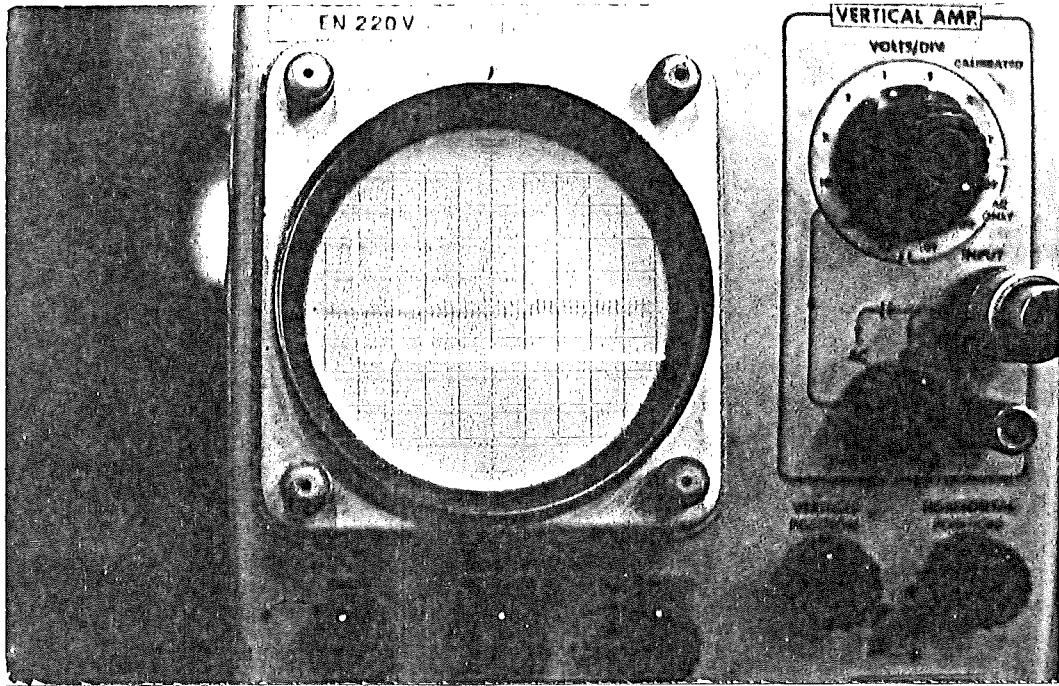
Cette même table utilisée en chantier (Labrador) a donné quelques passages de bulles nettement ressentis par les plongeurs.

Il est certain que les plongées effectuées pendant les décompressions de CORAZ II et III, en améliorant le processus de perfusion, rendent la table beaucoup plus sécurisante.

Echographie

Les photos, ci-jointes, montrent les premiers résultats obtenus par échographie à haute définition.

Les signaux observés sont situés entre 5 et 5,5 cm de profondeur dans le thorax et correspondent bien à la position de l'artère pulmonaire.



VIII. - ESSAIS DE MATERIEL INDIVIDUEL

Rapport de J. GRISELIN.

VIII. - ESSAIS DE MATERIEL INDIVIDUEL

Rapport de J. GRISELIN.

Dispositif expérimental

Les plongées ont lieu dans la sphère III de l'EMS 600 où la température de l'eau varie entre 2 et 6°C.

L'ombilical utilisé a une longueur de 20 mètres dont une partie seulement est immergée : la présence de l'ergomètre ainsi que les nombreux câbles de sonde empêchent son immersion totale. On peut, cependant, remarquer que cela suffit à faire chuter la température des gaz avant l'entrée dans les réchauffeurs.

La liste du matériel essayé est la suivante :

- Chaudière COMEX (Proto)
- Habits à eau chaude CX PRO et DIVING UNLIMITED
- Facial CX PRO avec nouveau joint de visage
- Réchauffeur CX PRO 1 kw
- Réchauffeur KINERGETICS

Le gaz est fourni aux plongeurs par l'intermédiaire d'un surpresseur de tourelle CX PRO, situé à l'extérieur du caisson. Deux incidents sur les surpresseurs nous ont obligés à utiliser des racks de mélange ou un circuit utilisant le surpresseur du Centre (0 x 4 C).

A l'intérieur de la sphère II, une soupape tarée avec échappement du surpresseur, a permis le réglage de la pression au niveau de la clarinette plongeur.

Ce montage supprime les bruits occasionnés par l'échappement, dans la sphère II (Bell-man et communications).

Le système de communications utilisé est le dispositif expérimental ayant servi à la mise au point du système COMEX. Utilisé après modifications, à la fois sur l'EMS et l'hydrosphère, le système nous a causé des ennuis qu'un dispositif à poste fixe n'aurait pas occasionnés.

.../...

Vêtements à eau chaude CX PRO et DIVING UNLIMITED

Nous avons noté que la température d'eau varie entre 31 et 34° C dans le CX PRO, alors qu'elle reste relativement constante autour de 28° C dans le DIVING UNLIMITED.

(Voir conclusion chapitre XI).

La répartition d'eau chaude entre vêtement et réchauffeur étant identique dans les deux cas (65 % et 35 % respectivement), cette différence reste inexpliquée.

D'autre part, les plongeurs notent que le confort thermique du vêtement CX PRO souffre de quelques imperfections faciles à corriger :

- la cagoule est trop petite et il manque un ancrage sur le masque facial,
- les tuyaux d'alimentation sont rigides et un peu courts à la sortie des manches et des jambes.

Des essais ont également eu lieu avec le système respiratoire de l'EIP5 adapté à un vêtement à eau chaude. Il n'a pas été possible d'effectuer une plongée avec ce système.

Cependant, on peut faire les remarques suivantes :

- Dans sa forme actuelle, l'association EIP5 -habit à eau chaude- apparaît comme très hétéroclite. L'ensemble gagnerait à être revu dans le sens d'une adaptation du vêtement eau chaude au système respiratoire plutôt que l'inverse.
- L'équipement des plongeurs est long et difficile, autant à cause du matériel lui-même, que du manque d'entraînement des plongeurs.

Même sous une forme améliorée, l'EIP5 à eau chaude serait d'un emploi difficile en tourelle de l'avis même des plongeurs. Par contre, son utilisation en remplacement du "lourd" semble être sa destination actuelle.

IX. - ETUDE THERMIQUE

Réchauffeur de gaz

Rapport de J. GRISELIN et O. MARTINSEN.

IX. - ETUDE THERMIQUE - Réchauffeur de gaz -

Rapport de J. GRISELIN et O. MARTINSEN.

Le dispositif expérimental

Les mesures prévues lors des essais thermiques de CORAZ III étaient les suivantes :

- température de l'eau dans la sphère III
- température de l'eau chaude à l'entrée de l'ombilical
- débit d'eau chaude dans l'ombilical
- températures d'eau chaude à l'entrée et à la sortie du réchauffeur KINERGETICS
- température d'eau chaude dans les habits
- températures des gaz à l'entrée et à la sortie du réchauffeur
- température des gaz à l'entrée et à la sortie du détendeur.

Les mesures de température utilisaient des sondes de platine moulées dans le verre.

L'enregistrement était effectué sur des Servotrace SEFRAM pour les températures à variation rapide, et sur un appareil MECI à compostage pour les températures variant lentement.

Le montage des sondes était réalisé en araldite afin d'assurer, suivant le cas :

- l'étanchéité
- l'isolation par rapport au milieu environnant.

Certaines sondes étaient montées sur des pièces spéciales placées dans les circuits normaux de gaz et d'eau chaude.

Afin d'éviter les dissipations thermiques et les erreurs de mesure, par conduction thermique, deux de ces pièces étaient en téflon.

.../...

Les essais préliminaires ont montré que le téflon utilisé était extrêmement poreux vis-à-vis des gaz et il fut nécessaire de rajouter une gaine en bronze sur l'une de ces pièces afin d'éviter les fuites.

D'autre part, la pièce en téflon servant à la fois de répartiteur d'eau chaude entre le réchauffeur et le vêtement, et de support à une sonde, s'est avérée extrêmement fragile par rapport aux manipulations imposées par les plongées. Elle a dû être remplacée en fin d'expérience, par une pièce en bronze ne permettant pas la prise de température.

La manipulation et le branchement des sondes par les plongeurs était délicat et a donné lieu à la rupture de plusieurs d'entre elles au cours des plongées.

Celles qui furent utilisées sont représentées schématiquement sur la figure 2.

Le débit d'eau chaude était mesuré dans la sphère II par un Rotamètre GENSOLLEN ; la fréquence respiratoire a été déterminée par comptage sur les enregistrements de température buccale.

Les résultats

Les résultats concernant les 5 plongées effectives sont présentées sur les tables 1 à 5 et sur les figures 1 à 5.

Les valeurs numériques sont des moyennes sur des périodes de 5 min. sauf dans les cas de variations rapides des conditions expérimentales où les moyennes sont faites sur 1 minute.

On notera que la température du gaz à la sortie du réchauffeur varie entre une limite haute correspondant à la période d'inspiration et une limite basse donnée par le refroidissement du gaz dans le montage de mesure pendant l'expiration. Seule, la valeur haute représente la température du gaz prise en compte à la sortie du réchauffeur.

.../...

t (h, mn)	θ1 (°C)	θ2 (°C)	θ3 (°C)	θ4 (°C)	θ5 (°C)	θ6 (°C)	θ7 (°C)	θ8 (°C)	θ9 (°C)	V _{HW} [l/mn]	FR [mn ⁻¹]	COMMENTS
10h 15				1,8				33	33			
20				1,8				32,5	32,5			
25				1,8				32,5	32,5			
30	30,4	34,7	29,5	2,2	38,8	39,5	40,8	37,5	35,5	16	8	dans l'eau 10h 27
35	30,4	35,2	30	2,5	38,5	39,5	40,8	34,5	34	17	7	
40	29,2	35,2	31,2	2,8	39	39,3	40,5	35,5	33,5	19	7	
45	29	35,2	31	3,1	38,8	39,8	40,8	33,5	33,5	19	7	sorti de l'eau 10h 46
50				3,4				34,5	31,5			
55				3,1				37,5	31,5			

DATE : 13/6/75
 PROFONDEUR : 239 m
 PLONGEUR : GAURET
 EQUIPEMENT :

- FACIAL : Cx pro
- HABIT : Cx pro
- RECHAUFFEUR : Kinergetics

○ θ1 en bouche
 □ θ2 sortie gaz réchauffeur
 ⊗ θ3 entrée gaz réchauffeur
 ■ θ4 eau sphère III
 × θ5 sortie eau réchauffeur
 ◆ θ6 entrée eau réchauffeur
 ◇ θ7 entrée eau ombilical
 △ θ8 sonde d'habit n°1
 ▽ θ9 sonde d'habit n°2
 • FR fréquence respiratoire
 ▲ V_{HW} débit eau chaude

TABLEAU 1

t (h, mn)	θ1 (°C)	θ2 (°C)	θ3 (°C)	θ4 (°C)	θ5 (°C)	θ6 (°C)	θ7 (°C)	θ8 (°C)	θ9 (°C)	VHW [ℓ/mn]	FR [mn ⁻¹]	COMMENTS
15h 15				3,8				34	35			dans l'eau 15h15
20	29,5	34,7	6,7	3,2	37		39,3	32,5	31	16	7	
25	29,5	34,7	6,7	3,6	37		39,5	32,5	32,5	16,5	8	sorti de l'eau 15h28
30	29	34,7	6,7	4,3	37,5		39,8	33	34	18	8	dans l'eau; gaz froid 15h31
35	29,5	35,2	6,1	4,5	38		39,8	33,5	33	19	7	
40	30	35,2	6,7	5,1	38,3		40,3	34	34		8	sorti de l'eau 15h40
45				5,7				28	26			

DATE : 14/6/75

PROFONDEUR : 170 m

PLONGEUR : GANGLOFF

EQUIPEMENT :

- FACIAL : Cx pro
- HABIT : Cx pro
- RECHAUFFEUR : Kinergetics

- θ1 en bouche
- θ2 sortie gaz réchauffeur
- ⊗ θ3 entrée gaz réchauffeur
- θ4 eau sphère III
- x θ5 sortie eau réchauffeur
- ◆ θ6 entrée eau réchauffeur
- ◇ θ7 entrée eau ombilical
- △ θ8 sonde d'habit n°1
- ▽ θ9 sonde d'habit n°2
- FR fréquence respiratoire
- ▲ VHW débit eau chaude

TABEAU 2

t (h, mn)	θ ₁ (°C)	θ ₂ (°C)	θ ₃ (°C)	θ ₄ (°C)	θ ₅ (°C)	θ ₆ (°C)	θ ₇ (°C)	θ ₈ (°C)	θ ₉ (°C)	V _{H₂O} [ℓ/mn]	FR [mn ⁻¹]	COMMENTIS
10h 55				2,2				27,5	27,5	12		
11h 00				2,6				28,5	27,5	8		dans l'eau 11h.01, sorti de l'eau 11h.02
05			8,8	3				28	28	16		dans l'eau 11h.03, sorti de l'eau 11h.06
10	29,5	34,2	6,7	3,5	37,8		41,5	28,5	27,5	16,5	8	dans l'eau 11h.08,
15	29	34,7	5,4	3,5	38		41,8	28	28	16,5	7	début du travail: 11h.17 - 12kg
17-24	29,5	34,7	8,5	4				28,5	27,5		10	Travail 12kg
25	29	35,2	9,4	4,3	37,5		41,3	28	28,5	16	7	
30			8,8	4,7	38		41,5	28	28	16,5		
31-34	30	35,2	12,1								13	Travail 20kg
35	30,4	34,7	11,3	4,9	37,5		41,5	28	28	16,5	8	sorti de l'eau 11h 35

DATE : 15/6/75

PROFONDEUR : 130 m

PLONGEUR : GANGLOFF

EQUIPEMENT :

- FACIAL : Cx pro

- HABIT : Diving Unlimited

- RECHAUFFEUR : Kinergetics

○ θ₁ en bouche

□ θ₂ sortie gaz réchauffeur

⊗ θ₃ entrée gaz réchauffeur

■ θ₄ eau sphère III

× θ₅ sortie eau réchauffeur

◆ θ₆ entrée eau réchauffeur

◇ θ₇ entrée eau ombilical

△ θ₈ sonde d'habit n° 1

▽ θ₉ sonde d'habit n° 2

• FR fréquence respiratoire

△ V_{H₂O} débit eau chaude

TABLEAU 3

E (h, mn)	θ1 (°C)	θ2 (°C)	θ3 (°C)	θ4 (°C)	θ5 (°C)	θ6 (°C)	θ7 (°C)	θ8 (°C)	θ9 (°C)	VHW [ℓ/mn]	FR [mn ⁻¹]	COMMENTS
15 h 25				3,1				28,5	28			
30				3,2				28,5	28,5	16		dans l'eau 15h 33
35			10,3	3,6				28,5	28	15	7	
40	28,8	31,7	8,1	3,8	36,3		39,3	28	28,5	15,5	7	Début du travail 15h 40; 20Kg
45	30	32,5	8,8	4,3	37		39,8	28,5	28,5	15,5	7	Fin du travail 15h 45
50	30	32,5	8,5		37,3		40			15,5	5	
55	30	33	7,6	4,9	37,3		39,8	28,5	28,5	16	5	
16 h 00	30,4	33	7,4	5,4	37,3		40	28,5	28,5	16	5	Début du travail 16h00 - 12 Kg
05	30,2	34	7,6	5	38,3		40,8	28,5	28,5	16,5	5	Fin du travail 16h03 - sorti de l'eau 16h10

DATE : 15/6/75

PROFONDEUR : 122 m

PLONGEUR : GAURET

EQUIPEMENT :

- FACIAL : Cx pro

- HABIT : Diving Unlimited

- RECHAUFFEUR : Kinergetics

○ θ1 en bouche

□ θ2 sortie gaz réchauffeur

⊗ θ3 entrée gaz réchauffeur

■ θ4 eau sphère III

× θ5 sortie eau réchauffeur

◆ θ6 entrée eau réchauffeur

◇ θ7 entrée eau ombilical

△ θ8 sonde d'habit n° 1

▽ θ9 sonde d'habit n° 2

• FR fréquence respiratoire

▲ VHW débit eau chaude

TABLEAU 4

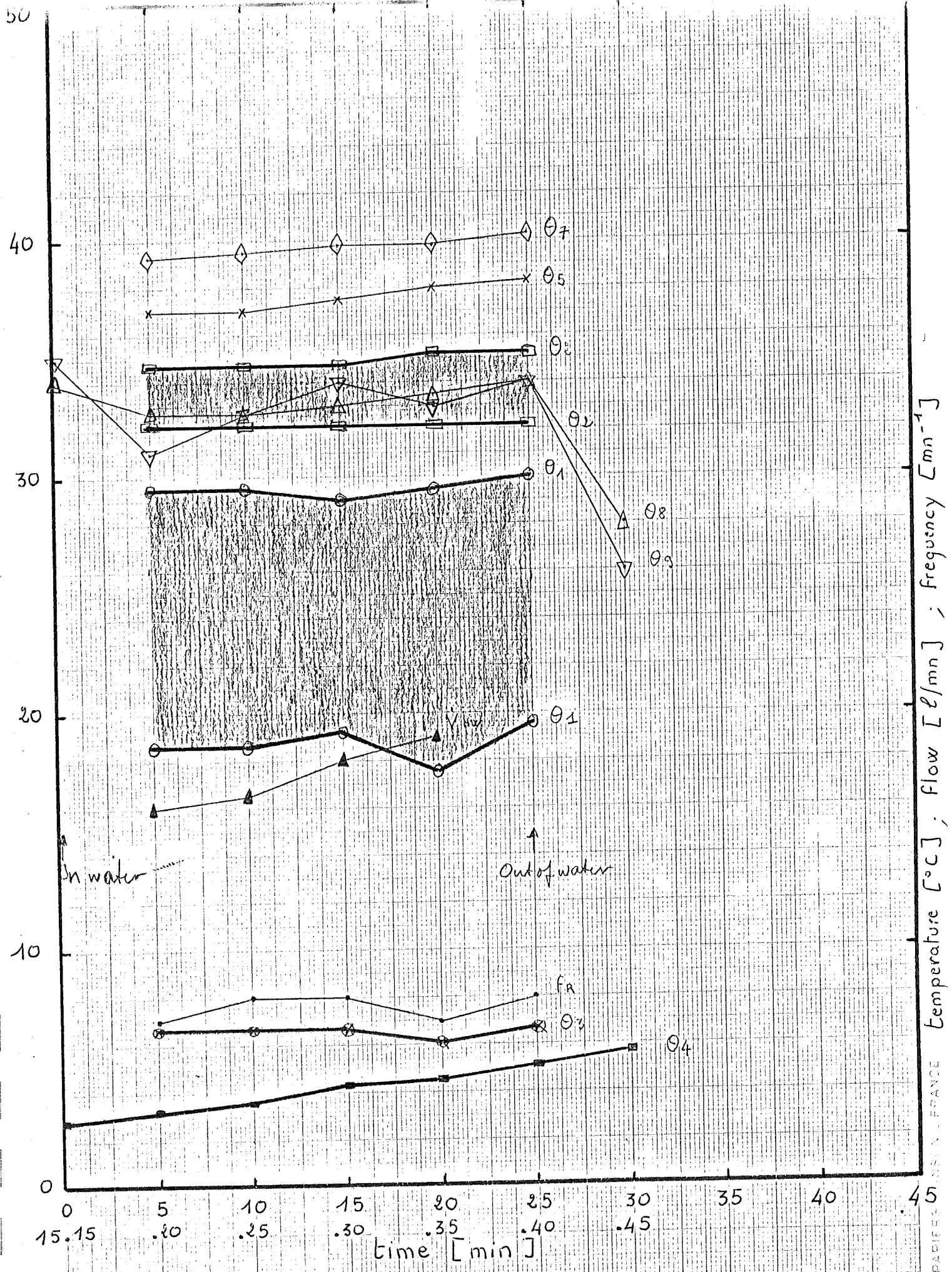


FIGURE 2

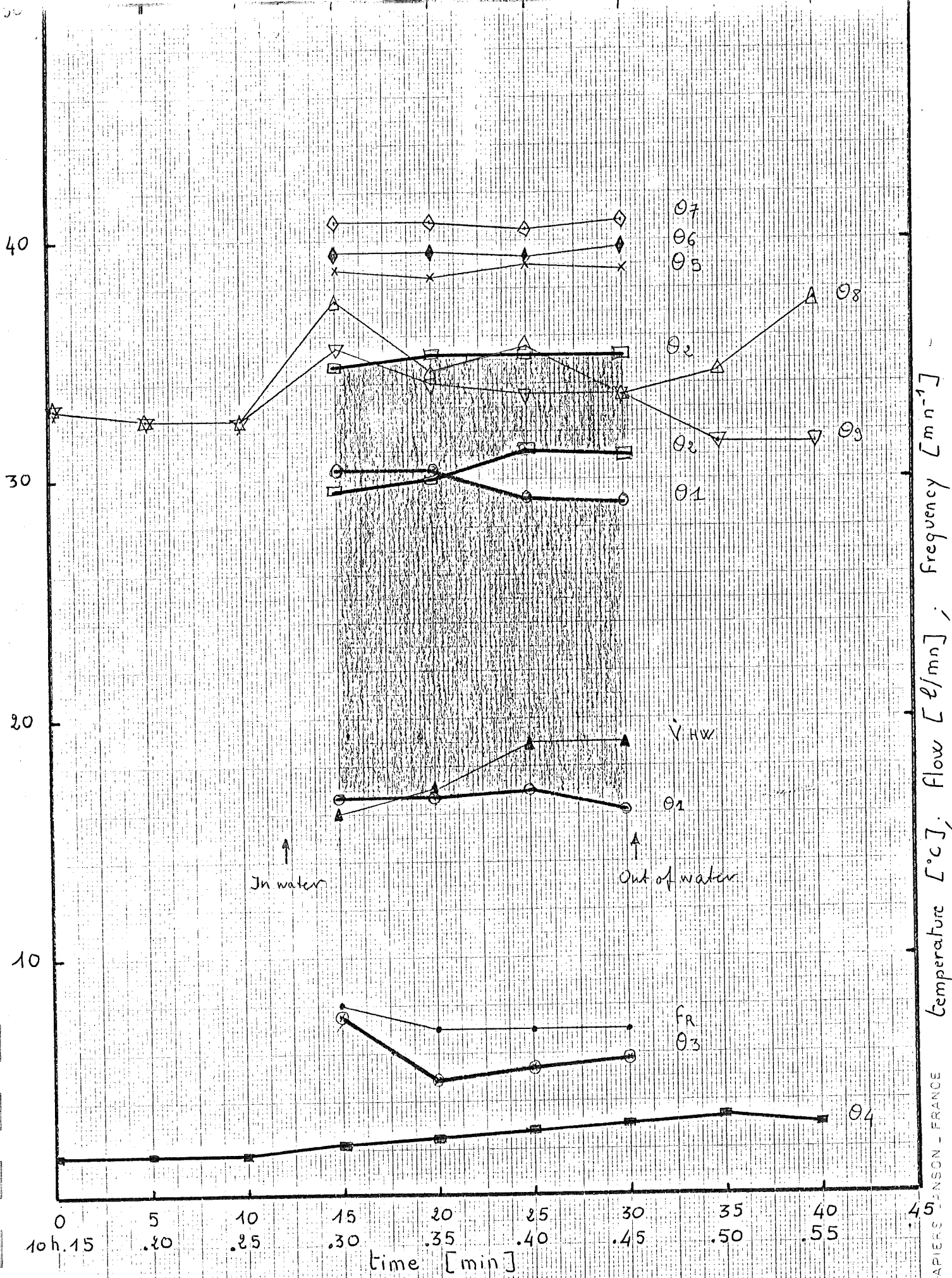


FIGURE 1

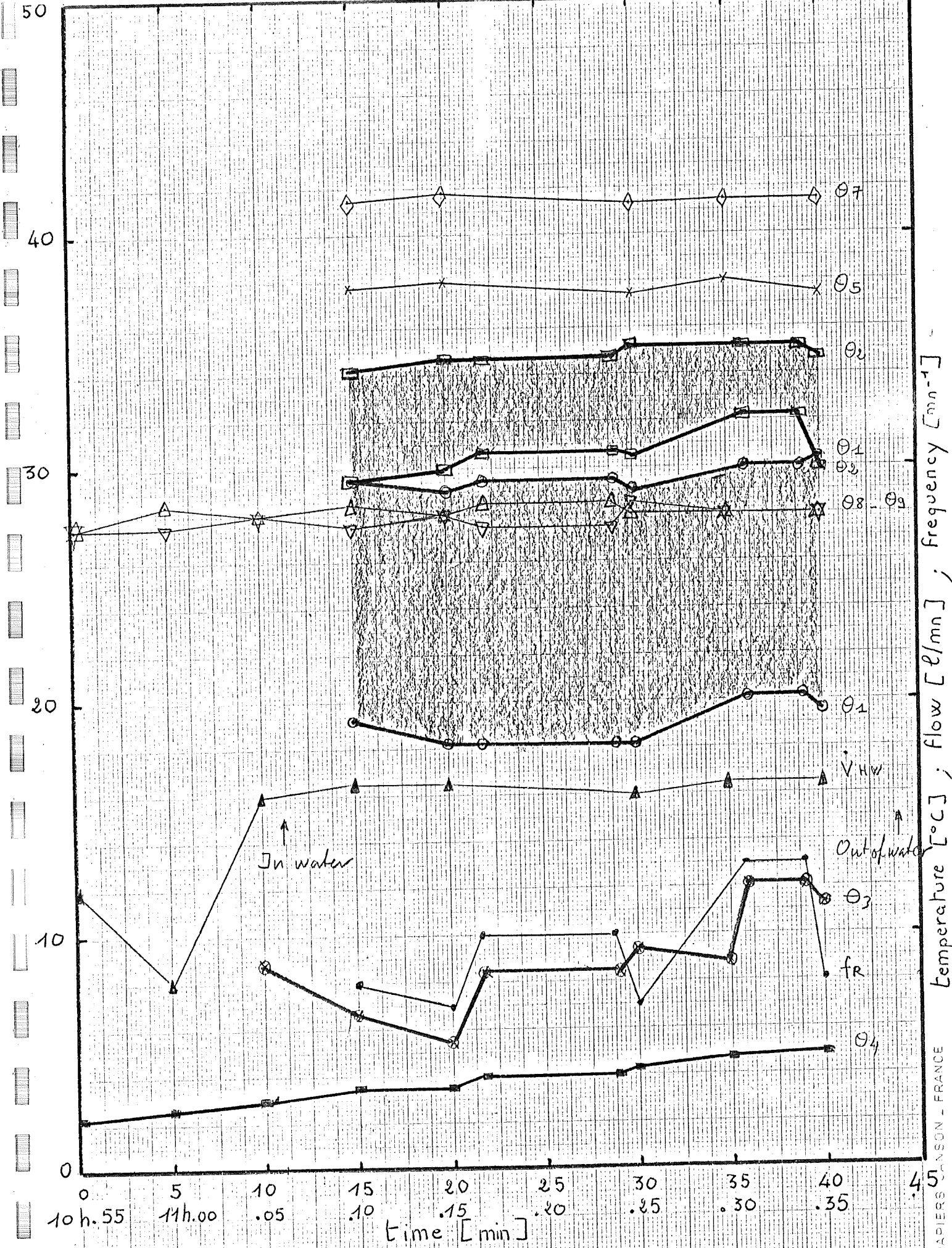


FIGURE 3

Temperature [$^{\circ}\text{C}$]; flow [ℓ/mn]; frequency [mn^{-1}]
 LES PAPIERS JOHNSON - FRANCE

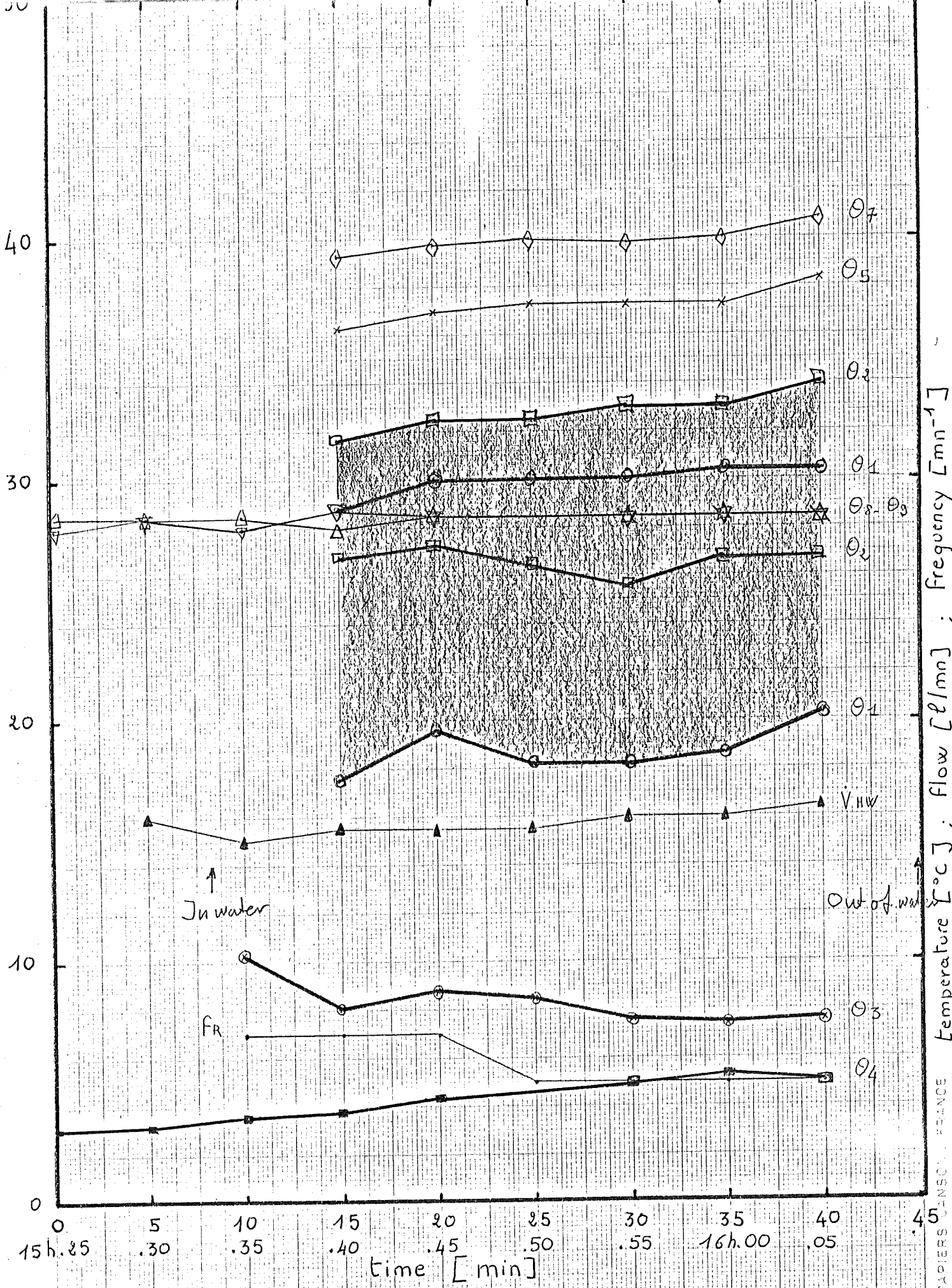


FIGURE 4

LES PAPIERS GINSON - FRANCE Temperature [°C]; Flow [l/min]; frequency [mn⁻¹]

De même, en ce qui concerne la variation de la température dans le facial, la valeur haute représente la température des gaz expirés et la valeur basse représente la température des gaz inspirés.

Les mesures obtenues permettent de faire les observations suivantes :

- La faible différence entre la température de l'eau circulant dans le réchauffeur et celle des gaz à la sortie du réchauffeur, prouvent que ce dernier est très efficace compte tenu de ses dimensions.
- La température d'eau chaude dans le réchauffeur chute de 1 à 2° C entre l'entrée et la sortie, ce qui nous donne une puissance absorbée de 300 à 500 watts environ.
- Il y a une chute de température énorme ($\approx 17^{\circ}\text{C}$) entre la sortie du réchauffeur et la bouche du plongeur.
Cette chute de température est due à deux phénomènes : d'une part, une dissipation thermique par l'intermédiaire des masses métalliques en contact avec le gaz et l'eau environnante, d'autre part, une chute de température due à la détente au niveau du masque.

L'importance relative des deux phénomènes n'a pu être déterminée avec précision, du fait des ruptures successives de la sonde placée à l'entrée du détendeur.

Cependant, une mesure partielle, au début de la première plongée, permet de penser que la chute de température à la détente est de l'ordre de 5° C dans les conditions de l'expérience.

Ceci indique que la majeure partie des pertes intervient avant le détendeur par dissipation dans les divers passages métalliques.

Un modèle mathématique a été utilisé pour essayer de rendre compte du fonctionnement d'un réchauffeur de gaz à eau chaude. Les résultats obtenus laissent penser que l'efficacité du réchauffeur à eau chaude diminue lentement avec la profondeur.

t (h, mn)	θ1 (°C)	θ2 (°C)	θ3 (°C)	θ4 (°C)	θ5 (°C)	θ6 (°C)	θ7 (°C)	θ8 (°C)	θ9 (°C)	V _{HW} [ℓ/mn]	FR [mn ⁻¹]	COMMENTS
15h 25				2,2				27,5	27,5	15		
30				3,6	38,5		41,3	27,5	27,5	15,5		dans l'eau 15h30
35	30,4	30,4	24,3	3,7	38,3		41	27,5	27,5	16	6	Respiration rapide 10h38 → 10h39,5
38	29,2	16,7	28,7								12	
40	30,4	17,2	24	3,2	38,5		41	28	27,5	16,5	6	
45	30,4	16,2	23,4		39,3		41,5			16,5	4	Respiration lente 10h44 → 10h48
50	28,2	19,2	28,3	4,1	39,3		41,3	27,5	27,5	17,5	6	Free Flow 10h49 → 10h52
55	30,2	17,2	23,4		39		41			15,5		Apnée (3) 10h53 → 10h56
57	30,0	19,2	32,8	4,7			41				12	
11h 00					38,5			27,5	27,5	15,5	7	Respiration rapide et profonde 10h56 → 10h59 ; sortie de l'eau 11h 00

DATE : 16/6/70

PROFONDEUR : 85 m

PLONGEUR : GANGLOFF

EQUIPEMENT :

- FACIAL : Cx pro

- HABIT : Diving Unlimited

- RECHAUFFEUR : Kinergetics

○ θ1 en bouche

□ θ2 sortie gaz réchauffeur

⊗ θ3 entrée gaz réchauffeur

■ θ4 eau sphère III

X θ5 sortie eau réchauffeur

◆ θ6 entrée eau réchauffeur

◇ θ7 entrée eau ombilical

△ θ8 sonde d'habit n° 1

▽ θ9 sonde d'habit n° 2

• FR fréquence respiratoire

▲ V_{HW} débit eau chaude

X. - CRITIQUE DES ESSAIS

X. - CRITIQUE DES ESSAIS

Les résultats obtenus pendant CORAZ III, ne sont pas aussi complets que l'on pouvait l'espérer.

Son programme était ambitieux sur le plan de la complexité de certaines mesures et le temps de préparation s'est trouvé insuffisant.

En particulier, la mise à disposition des plongeurs doit maintenant se faire au moins une semaine avant le début de l'expérience. De cette manière, Chef de plongée et plongeurs peuvent connaître parfaitement le matériel.

Il en est de même des équipements dont le "rôdage" doit permettre d'éviter les nombreuses ruptures qui bloquent les premières plongées.

Ce besoin d'une préparation intensive des expériences est un signe favorable dans le sens de programmes plus complets, plus précis et plus adaptés aux problèmes actuels.

Sur le plan des résultats et malgré nos ennuis concernant certaines mesures, il est néanmoins possible de tirer quelques conclusions sur le réchauffeur de gaz utilisé avec un habit à eau chaude.

Si l'on considère, et la sécurité l'impose, que le rôle du vêtement chauffant est d'isoler le plongeur du milieu ambiant, la température de l'eau au niveau de la peau doit se situer vers 34° (Cf. Rapport thermique de C. LEMAIRE). Dans ces conditions, la température de 28° relevée pendant les plongées, dans le DIVING UNLIMITED, n'est donc acceptable que pour des durées de l'ordre de l'heure.

Si le vêtement joue correctement son rôle d'isolant, la déperdition par les gaz respirés est très acceptable pour une température des gaz inspirés comprise entre 20 et 25° même dans une plongée de longue durée.

.../...

Les valeurs, mesurées en bouche avec le KINERGETICS, se situent entre 18 et 21°. Elles sont donc faibles pour une plongée de 2 heures à 300 m. Un travail intensif du plongeur sera favorable.

En ce qui concerne le réchauffeur KINERGETICS, il est très efficace au moins jusqu'à 300 m, si l'on ne considère que la température du gaz à la sortie. En effet, nous avons vu que les pertes thermiques se produisaient essentiellement entre la sortie réchauffeur et la bouche.

Compte tenu de la température de l'eau chaude imposée par le vêtement, il ne semble pas possible d'avoir une température de gaz à la sortie supérieure à celle mesurée.

Les améliorations ne peuvent porter que sur deux points :

- L'isolation thermique du système respiratoire entre réchauffeur et bouche.
- Amortissement des oscillations par amélioration de la capacité thermique.

Ce dernier point a son importance car le passage brutal en bouche de 15 à 20° est une cause d'inconfort qui peut entraîner des réactions subjectives de la part du plongeur.

Notons également une modification intéressante concernant l'emploi du réchauffeur à eau chaude.

La faible chute de température de l'eau entre l'entrée et la sortie autorise un fonctionnement en série avec le vêtement. Si la perte de charge n'est pas trop élevée pour la pompe de circulation, cette disposition permettrait d'augmenter le débit dans le réchauffeur, c'est-à-dire, d'améliorer sa capacité thermique apparente, et de supprimer le répartiteur métallique de l'eau, source de déperditions importantes.

Nous pensons pouvoir définir, étudier et faire réaliser un bon réchauffeur eau chaude qui serait utilisable jusqu'à 450 m.

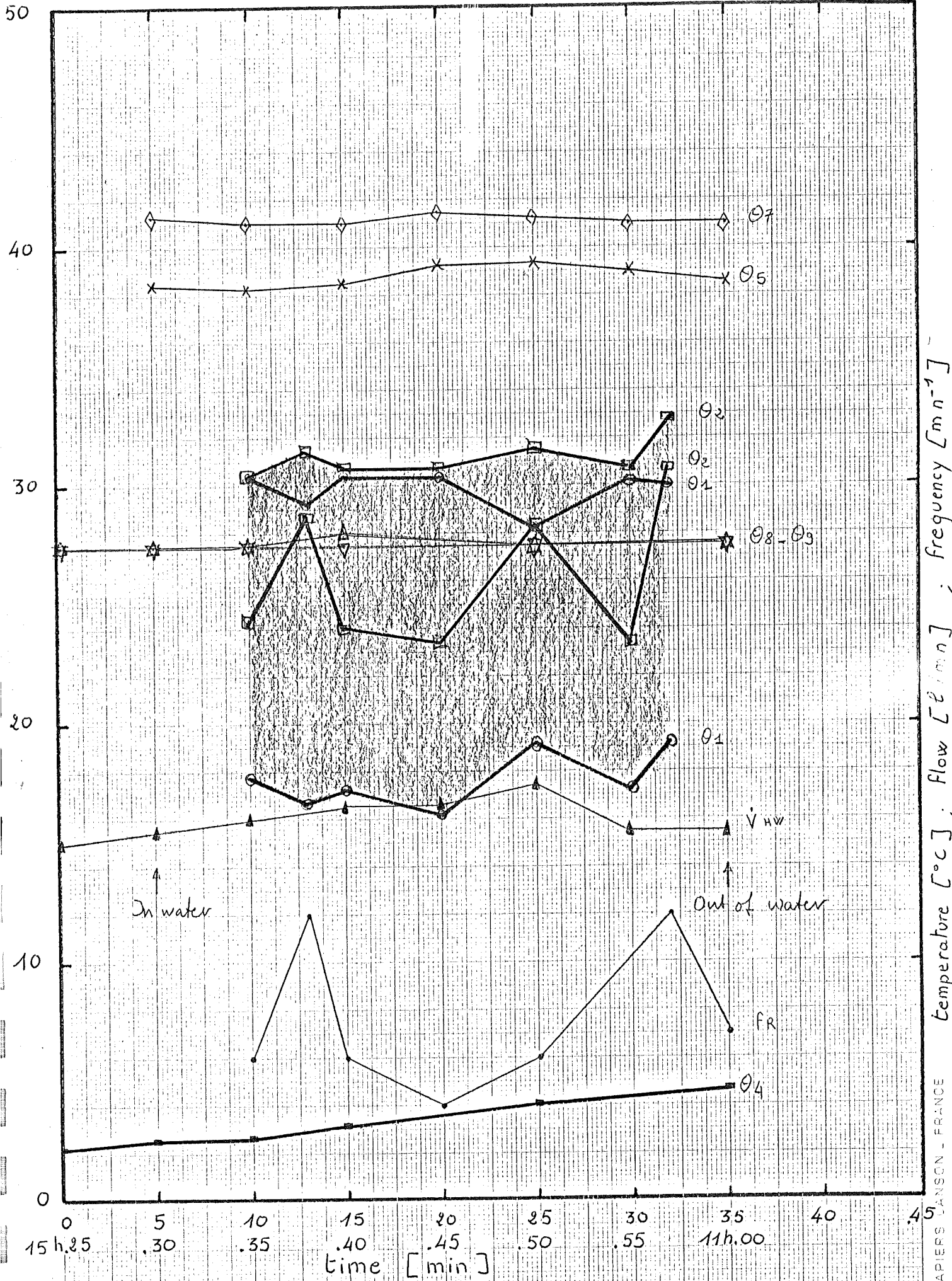


FIGURE 5

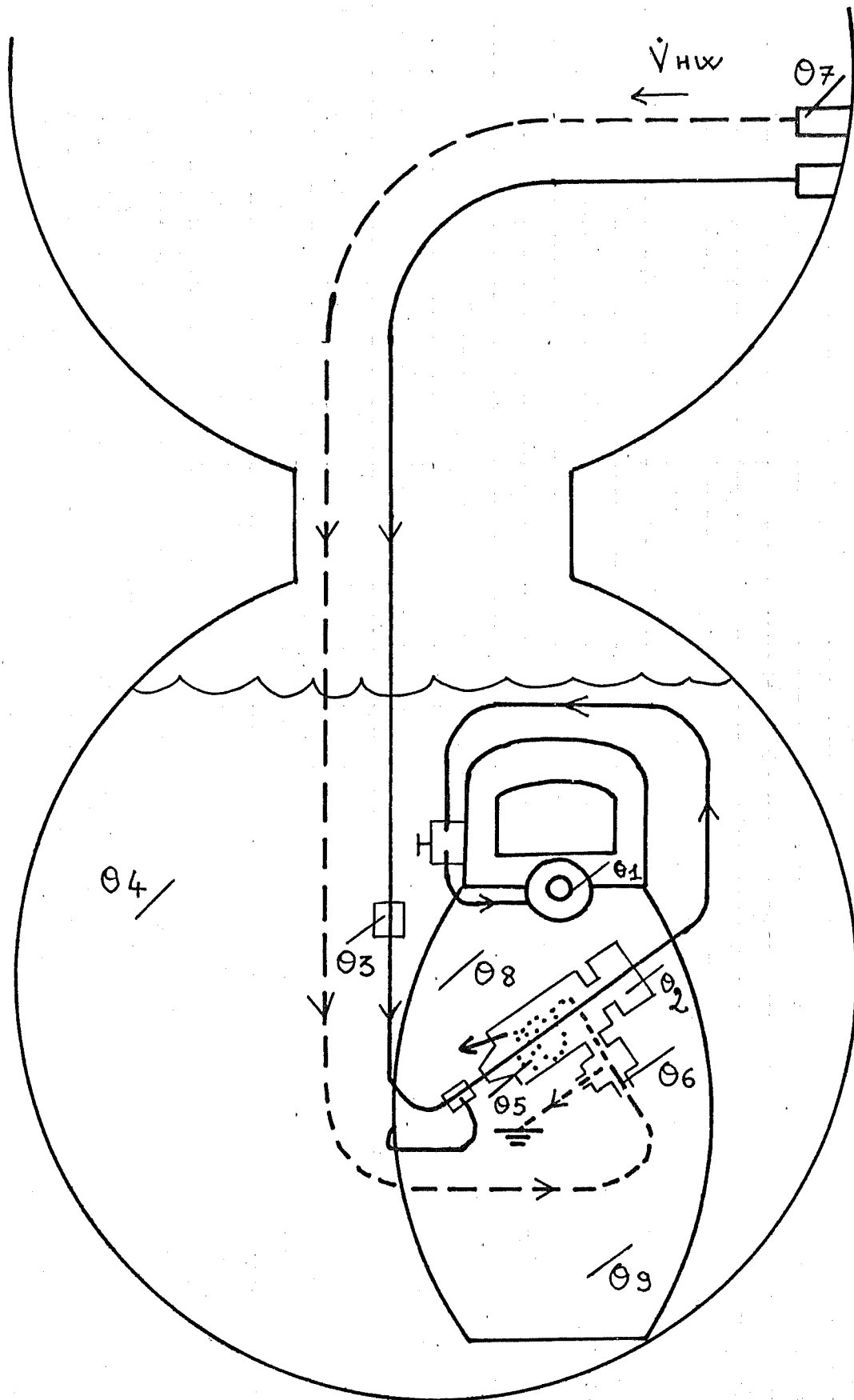


Fig 2

XI. - CONCLUSIONS DE L'EXPERIENCE

XI. - CONCLUSIONS DE L'EXPERIENCE

Ces conclusions se placent au niveau du programme CORAZ, et concernent l'ensemble des problèmes physiologiques des compressions rapides profondes utilisant des mélanges trimix.

A l'aide des résultats des CORAZ I, II et III ce chapitre fait le point sur les différentes expérimentations.

Le tableau n'est pas encourageant :

La présence de l'azote ne donne aucune amélioration importante du SNHP. De plus, et pour certains sujets, des manifestations paroxystiques apparaissent, que l'origine toujours inconnue nous interdit de négliger.

Sur le plan du tremblement, la situation est nettement plus favorable. Sa présence est certaine mais nous ne devons pas confondre le diagnostic du spécialiste employant des appareils sensibles avec la réalité opérationnelle. Les observations montrent qu'il s'agit d'un tremblement d'attitude qui cesse dès que la main se porte sur l'objet à saisir .

D'ailleurs, l'examen clinique conclut à l'absence de tremblement.

Par contre, la dextérité manuelle est sérieusement affectée à l'arrivée au fond à tel point qu'une manoeuvre demandant, à la fois, force et précision, est sûrement compromise.

Toujours à l'arrivée au fond, les impressions subjectives des plongeurs sont franchement défavorables : "Tu me donnerais une fortune que je n'irai pas à l'eau"- "J'ai la tête qui tourne, je ne tiens pas sur mes jambes, je ne voudrais pas avoir à plonger".

Paradoxalement, le comportement intellectuel est bon, mais surtout, on doit insister sur la différence fondamentale existant entre le plongeur habitué au protocole expérimental et celui qui découvre une situation inhabituelle.

.../...

* Cette habitude au matériel, aux équipements et aux méthodes est d'une importance capitale, de nature à modifier certaines conclusions d'une expérience.

Quatre heures après l'arrivée au fond, les hommes sont d'attaque. Leur dynamisme doit rendre le Chef de chantier attentif, car ils commettent encore beaucoup d'erreurs. A cet instant, le geste automatique du plongeur entraîné serait très souhaitable.

Quatre heures après, les neurophysiologistes font encore la grimace. Il leur faudra encore une dizaine d'heures pour retrouver un sourire qu'ils seront seuls à apprécier car pour tout le monde, la situation est normale.

Pour eux, des hommes arrivant en quatre heures à 300 m au trimix, ont un état équivalent à celui d'une arrivée de compression lente à 400 m.

Quatre heures après, c'est-à-dire, huit heures après le départ de la compression, la récupération est complète. Dans ces conditions :

- Doit-on conserver le trimix ?
- Doit-on comprimer en quatre heures ?
- Doit-on modifier le profil de compression ?

A ces questions, les réponses sont les suivantes :

- Aujourd'hui, aucun argument sérieux n'est en faveur du trimix. Il est indispensable d'effectuer rapidement une expérience en héliox utilisant le même profil et le même temps que les CORAZ.
Cette expérience permettra de définir sans ambiguïté le rôle de l'azote.
- Il est peut-être nécessaire de comprimer en quatre heures ; car, même dans les compressions lentes, l'amélioration sensible des plongeurs au palier, est un phénomène connu.
Etre opérationnel en huit heures, c'est peut-être se comprimer en quatre heures et se reposer pendant quatre heures.
- Changer de profil ? A notre avis, ces changements nous donneront des améliorations de détails qui ne pourront, en aucun cas, jouer un rôle important dans la réalisation de notre objectif.

.../...

Notre programme est donc clair :

- Réaliser une quatre heures en héliox pour obtenir une situation de référence ;
- Etudier un profil plus lent visant l'opérationnalité en huit heures maximum. Cette étude permettra également de normaliser l'ensemble des courbes de compression jusqu'à 300 m, répondant ainsi également au programme de standardisation des tables en cours actuellement.

La date d'une expérience héliox ne peut être fixée. Elle sera liée aux essais de matériels en développement tels que réchauffeur de gaz et systèmes de push-pull.

CARNET DES PLONGEES

Ces notes, prises sur le vif permettent
de conserver certains détails importants.

Plongeur : R. GAURET

Bellman : M. GANGLOFF

EQUIPEMENT

Habit eau chaude CX PRO

Facial CX PRO

Réchauffeur de gaz CX PRO 1 Kew

14 h 52 : Préparation de la plongée

15 h 20 : Difficultés pour le branchement du tuyau d'arrivée au détenteur du facial (filetage en mauvais état).

Les plongeurs ont beaucoup de difficultés à réaliser les tâches qui leur sont demandées et font preuve d'une mauvaise coordination manuelle ; tuyaux et câbles emmêlés, inversion des branchements entrée et sortie réchauffeur, branchements inadéquats, etc.

15 h 45 : Habillage de GAURET

16 h 10 : Réglage des soupapes de clarinette.

16 h 15 : Pas de gaz sur le plongeur : une sonde n'a pas été fixée sur l'ombilical et le gaz fuit à cet endroit.

16 h 20 : Branchement des sondes sur les câbles de mesure. Le grand nombre de câbles pose des problèmes pratiques aux plongeurs.

16 h 30 : Nombreux parasites dans les communications.

16 h 35 : Le plongeur ne reçoit plus de gaz.

16 h 50 : L'examen du circuit de gaz fait apparaître qu'un clapet anti-retour a été monté à l'envers par les plongeurs et il a néanmoins fonctionné!

16 h 58 : Arrêt des plongées pour remise en ordre du matériel et repos des plongeurs qui sont mal à l'aise.

17 h 20 : Retour dans la sphère II et réglage de détendeur que GAURET trouve dur.

18 h 00 : Surpresseur tombe en panne. Arrêt des essais.

-0000000-

Plongeur : M. GANGLOFF

Bellman : R. GAURET

EQUIPEMENT

Habit eau chaude Diving Unlimited

EIP5 spirotechnique avec collerette spéciale

Réchauffeur Kinergétic

09 h 45 : Début préparation des plongeurs ;

meilleure réaction des plongeurs aux sollicitations de la surface.

Beaucoup de problèmes posés par tous les fils de sonde (température)

Habillage très long dû à la conception de l'ensemble EIP5 + habit à eau chaude ainsi qu'au manque d'entraînement des plongeurs par rapport à cet équipement.

10 h 35 : Essais nouveau surpresseur.

11 h 10 : Ouverture de la porte sphère III.

11 h 15 : Le Bellman a des difficultés pour brancher l'eau chaude sur l'habit.

11 h 20 : Le plongeur ne reçoit pas la surface.

11 h 25 : Le plongeur reçoit de nouveau la surface.

L'ombilical d'eau chaude se fend sur une dizaine de centimètres.

Arrêt des essais.

.../...

Plongeur : R. GAURET

Bellman : M. GANGLOFF

EQUIPEMENT

Habit eau chaude diving unlimited

EIP5 spirotechnique avec collerette spéciale

Réchauffeur Kinergétics

14 h 15 : Préparation des plongées

Sonde n° 6 mise à la place de n° 4 qui a été cassée.

L'équipement des plongeurs fait apparaître le manque de préparation avant l'expérience.

14 h 58 : Les sangles standard du bi-bouteille de secours sont trop courtes.

15 h 20 : Le bonnet de l'EIP5 est trop court et ne retient pas suffisamment les écouteurs.

15 h 25 : Alimentation en gaz du plongeur ; débit continu sur détendeur EIP5.

15 h 31 : Porte ouverte. En surface, le plongeur trouve le gaz chaud. Le débit continu sur EIP5 gêne considérablement la communication.

15 h 40 : Le plongeur sort.

15 h 41 : Le répartiteur d'eau chaude en téflon se casse ; plongeur rentre.

16 h 05 : Disjonction générale - Passage sur groupe.

16 h 15 : Préparation de la plongée avec :

- Habit CX PRO
- Facial CX PRO
- Réchauffeur CX PRO 1 Kew

16 h 30 : Essai des communications ELNO-SPIRO avec le facial CX PRO ; résultats négatifs dus aux modifications de câblage apportées par la spiro.

Retour du facial en surface pour réparation communication.

17 h 35 : Retour du facial au fond avec un câble spécial à brancher directement sur barrette de connection.

17 h 45 : Rupture des connections entre passage de coque et barrette.

Fin des essais.

-0000000-

Plongeur : R. GAURET

Bellman : M. GANGLOFF

EQUIPEMENT

Facial CX PRO

Vêtement à eau chaude CX PRO

Réchauffeur Kinergétics

09 h 00 (242 m)

09 h 10 : Préparation des plongées

10 h 15 : Plongeur habillé ; fréquence cardiaque 150 cps/min.

Communications surface ↔ plongeur : très mauvaises.

10 h 25 : Arrivée eau chaude

10 h 27 : Plongeur sorti

10 h 46 : (235,5 m) plongeur rentré

Communications très mauvaises entre plongeur et surface.

Vêtement CX PRO confortable, moins souple que le diving unlimited.

Aucun problème du point de vue thermique.

.../...

Plongeur : M. GANGLOFF

Bellman : R. GAURET

EQUIPEMENT

Habit eau chaude Diving Unlimited

EIP5 avec collerette spéciale

Réchauffeur Kinergétics

14 h 20 : (229 m) Préparation à la plongée

14 h 35 : Parasites sur les communications

Collerette EIP5 non étanche : trop courte, elle est tirée vers le bas par le plastron.

15 h 20 : Branchements des sondes

Le temps passé pour ce branchement est très long.

15 h 41 : Essais de communications ; les plongeurs ont oublié de faire les branchements.

15 h 50 : Début de palier.

15 h 55 : Alimentation en gaz. Débit continu sur détendeur EIP5.

16 h 01 : Ouverture porte inférieure

16 h 04 : Envoi eau chaude

16 h 10 : Plongeur sort.

Eau froide et gaz glacé. La sonde 7 est arrachée supprimant l'alimentation d'eau chaude.

Plongeur rentre.

16 h 20 : (225 m) Reprise de la décompression.

Les plongeurs pensent que l'EIP5 sous cette forme est inutilisable en tourelle.

-0000000-

Plongeur : M: GANGLOFF

Bellman : R. GAURET

EQUIPEMENT

Facial CX PRO

Habit CX PRO

Réchauffeur Kinergétics

14 h 00 : (173 m) Communications très bonnes après réparations effectuées samedi matin.

14 h 30 : Préparation de la plongée.

15 h 10 : Arrivée d'eau chaude.

15 h 15 : (170 m) plongeur sorti.

15 h 20 : Le plongeur a froid à la tête ; la cagoule est mal fixée et les gaz expirés la font flotter.

Le détendeur fait de l'eau !

De la buée sur la vitre ; ne part pas même en free-flow.

Fuite de gaz au niveau de la sonde à la sortie réchauffeur.

15 h 42 : (169,9m) plongeur rentre.

16 h 05 : (168 m) Le deuxième surpresseur tombe en panne.

Changement de plongeur :

plongeur : R. GAURET

Bellman : M. GANGLOFF

16 h 15 : Le plongeur s'équipe avec l'habit DIVING UNLIMITED.

16 h 41 : Fréquence cardiaque du plongeur : 140/min.

Sangle standard du back-pack trop courte

16 h 50 : (166 m) cagoule du masque facial se sépare de celui-ci (manque de serrage sous pression ?)

17 h 00 : Alimentation du plongeur en gaz.

17 h 05 : Porte ouverte.

17 h 10 : Plongeur sorti.

17 h 15 : Rupture du téflon d'alimentation eau chaude.

Plongeur rentre - Pouls à 170.

-0000000-

Plongeur : R. GAURET

Bellman : M. GANGLOFF

EQUIPEMENT

Habit eau chaude Diving Unlimited

Facial CX PRO

Réchauffeur Kinergétics

09 h 30 : (132 m) Sassage du matériel équipé d'un nouveau répartiteur d'eau chaude.

Préparation de l'ombilical d'eau chaude pour adaptation.

10 h 00 : Préparation plongée

10 h 40 : Essai communication : O.K.

10 h 50 : Alimentation en gaz. Détendeur un peu dur...

10 h 58 : Plongeur sorti

Eau dans le détendeur qui est en débit continu. L'alimentation en gaz est à 12 b ! On passe à 10 b ; toujours pareil.

11 h 03 : On passe de 10 b à 8 b ; toujours pareil.

11 h 05 : (129 m) Plongeur rentre

Mauvais ajustement du masque donne une entrée d'eau ?

11 h 06 : Plongeur sort. Il trouve le détendeur un peu meilleur alors que l'on n'a rien changé.

Le plongeur trouve le gaz froid mais plus chaud qu'hier.

11 h 15 : Début du travail à l'ergomètre.

11 h 20 : Arrêt ergomètre.

11 h 30 : Reprise du travail à l'ergomètre.

11 h 33 : Communications faibles du Bellman vers le plongeur et la surface.

11 h 40 : plongeur rentre.

.../...

Plongeur : R. GAURET

Bellman : M. GANGLOFF

EQUIPEMENT

Habit eau chaude Diving Unlimited

Facial CX PRO

Réchauffeur Kinergétics

14 h 15 : (124 m) Préparation de la plongée.

14 h 40 : Le Bellman se blesse au doigt avec un Ligarex.

15 h 05 : Pouls du plongeur : 150/min.

Contrairement aux jours précédents, la chaudière monte lentement en température.

15 h 25 : Température correcte pour l'eau.

15 h 30 : (121 m) Plongeur sorti.

Le détendeur fonctionne correctement (rien n'a été changé depuis le matin).

Le plongeur trouve le gaz un peu froid.

Le réchauffeur de gaz fixé sur la poitrine gêne le plongeur pour travailler à l'ergomètre.

16 h 10 : Plongeur rentre.

Plongeur : M. GANGLOFF

Bellman : R. GAURET

EQUIPEMENT

Habit eau chaude Diving Unlimited

Facial CX PRO

Réchauffeur Kinergétics

09 h 30 : (87 m)

09 h 45 : Préparation à la plongée.

10 h 25 : Porte ouverte.

10 h 30 : (85 m) plongeur sorti.

10 h 35 : Le détendeur fait l'eau (?)

10 h 40 : Le plongeur trouve le gaz plus chaud qu'hier.

10 h 50 : Le détendeur fuse ; communications perturbées par débit détendeur.

11 h 00 : (85 m) plongeur rentre.