



HAL
open science

JANUS IV Phase II

Sa Comex

► **To cite this version:**

| Sa Comex. JANUS IV Phase II: Recherche et plongée. COMEX. 1977. hal-04464960

HAL Id: hal-04464960

<https://hal.univ-brest.fr/hal-04464960>

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.

JANUS IV . PHASE II

RECHERCHE ET PLONGÉE
LE 17/1/77

JANUS IV

TABLES DE COMPRESSION

RECHERCHE ET PLONGEE
JANVIER 1977

A - COMMENTAIRES

JANUS IV a bénéficié en matière de compression, des connaissances acquises au cours des séries CORAZ et CORASIN. A ce titre, JANUS IV constitue une expérience de synthèse dont il est important de dégager les caractéristiques :

- profil de compression

Le profil est du type très exponentiel, c'est-à-dire que la compression est rapide au début (40 mn pour aller à 180 m) et lente à la fin (10 h pour aller de 350 à 400 m). (fig. 1)

- trimix

Il est fabriqué en cours de compression. Le taux d'azote est calculé en fonction de la profondeur et l'injection se fait progressivement aux différents paliers.

- pilotage par un modèle mathématique

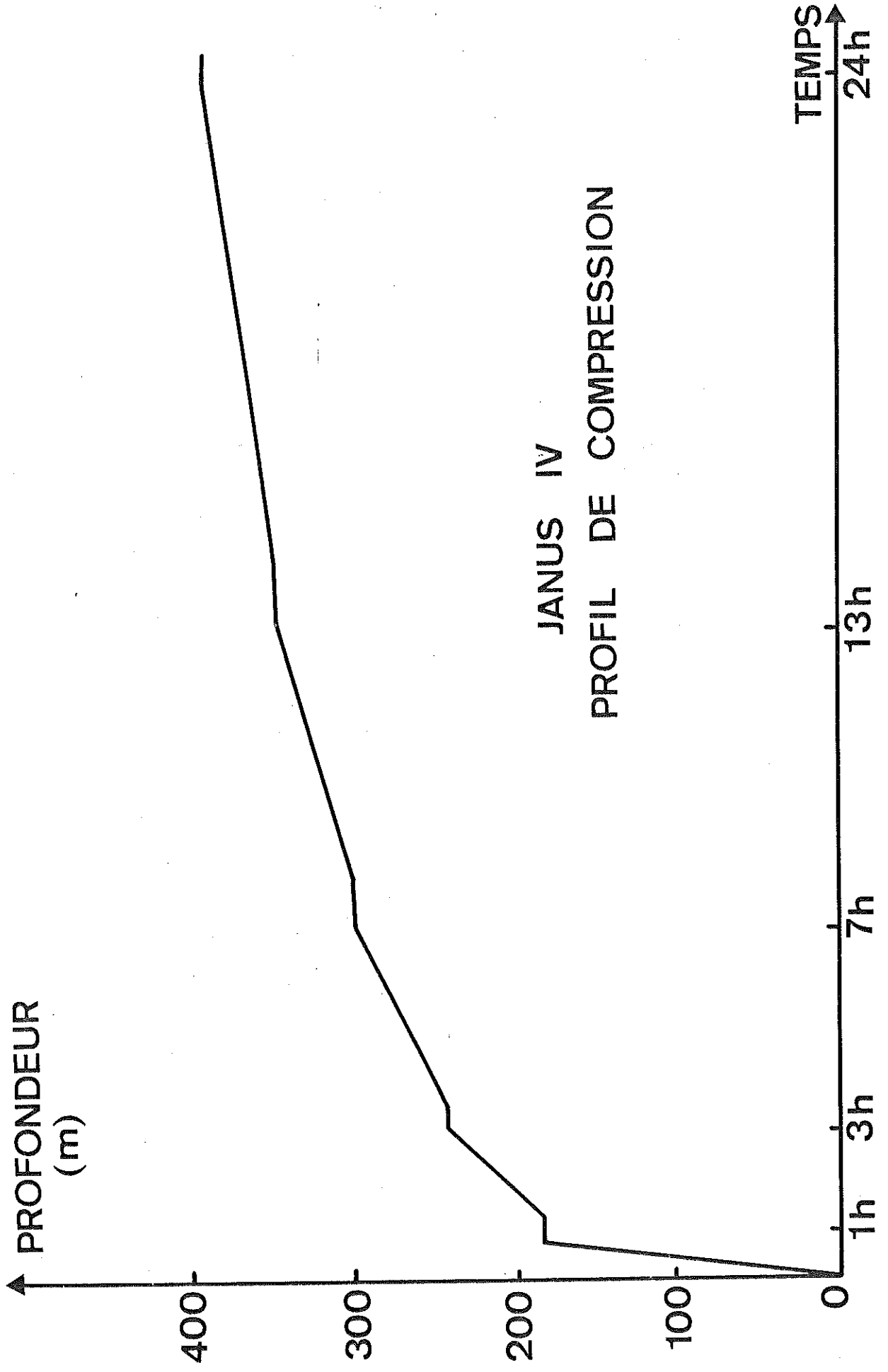
A partir des données de la compression, ce modèle calcule à chaque instant un index qui est supposé être représentatif de l'état du plongeur (fig. 2). Les différents paramètres sont ajustés de façon à minimiser cet index.

L'ensemble de ces caractéristiques constitue une méthode originale, que l'on pourrait appeler "Méthode COMEX", et qui a donné dans JANUS IV d'excellents résultats.

En effet, le gain de temps de compression est de 50 % par rapport à la dernière JANUS. De plus, l'état des plongeurs a été à tout moment satisfaisant.

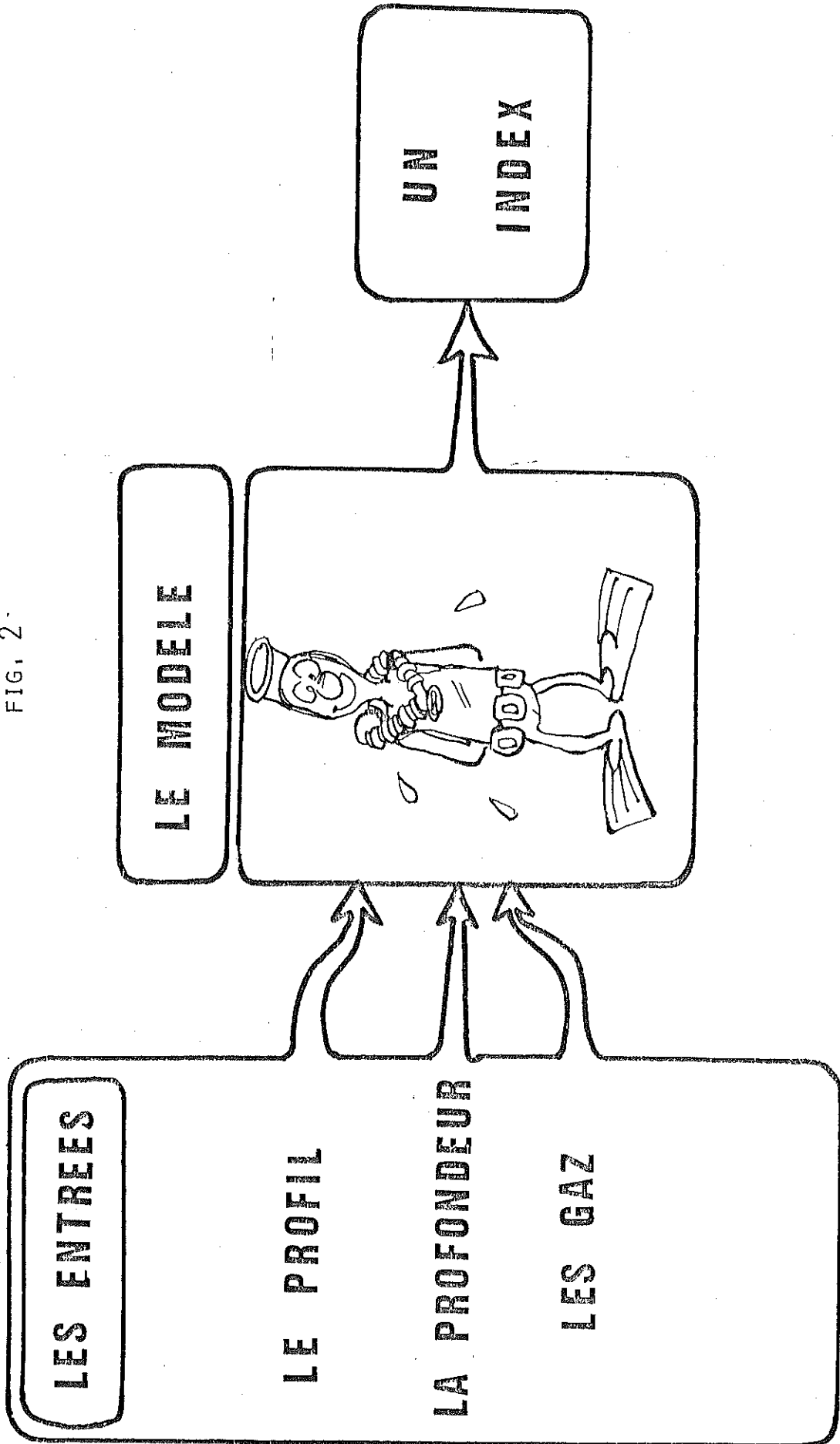
.../...

fig. 1



UTILISATION DU MODELE MATHEMATIQUE DE LA COMPRESSION

FIG. 2.



B - TABLES DE COMPRESSION UTILISÉES

Les tables de la compression à 400 mètres et des différentes plongées sont détaillées dans les pages suivantes.

C - TABLE À UTILISER DANS LA PHASE EN MER

- a - compression 0-400 mètres - même table (table # 1)
- b - plongée 400 - 430 mètres / 20 minutes (table # 3)
- c - plongée 400 - 445 mètres / 35 minutes (table # 4)
- d - plongée 400 - 460 mètres / 60 minutes (table # 6)

TABLE DE COMPRESSION N°1

JANUS IV : 0 - 400. m

TEMPS	PROFONDEUR	COMPRESSION
14.00 0	0 - 10 m	Compression HélioX 20/80 PP02 : 400 mb ; PPN2 : 800 mb
14.02	10 - 30 m	Compression Hélium v = 10 m/mn ; durée = 2 mn
14.41 40	30 - 180 m	Compression Hélium v = 4 m/mn ; durée = 37 mn
15.11	180 m	palier de 30 mn <i>M</i>
16.51 2 51 11	180 - 240 m	180 - 238 m : compression Hélium 238 - 240 m : injection de 2 m d'azote v = 0,6 m/mn ; durée = 01 h 40
17.21	240 m	palier de 30 mn <i>M</i>
21.01 1 20	240 - 300 m	240 - 298 m : Compression Hélium 298 - 300 m : injection de 2 m d'azote v = 0,3 m/mn ; durée : 03 h 40
21.31	300 m	palier de 30 mn <i>M</i>
03.01 6 00 11 00	300 - 350 m	300 - 348 m : Compression Hélium 348 - 350 : injection de 2 m d'azote v = 0,15 m/mn ; durée : 05 h 30
04.01	350 m	palier de 60 mn <i>M</i>
14.01 20	350 - 400 m	350 - 398 m : compression Hélium 398 - 400 m : injection de 2 m d'azote 1/v = 12 mn/m ; durée : 10 h
14.01 20	400 m	durée totale de la compression : 24 h taux d'azote final : 4 %

TABLE DE COMPRESSION N° 2

JANUS IV

LUDION : 400 - 430 m

DUREE : 60 minutes

UTILISATION : Lundi 6 décembre ; 15 h 15

TEMPS	PROFONDEUR	COMPRESSION
00 h 00	400 m	Départ ppO ₂ = 400 mb ; ppN ₂ = 1600 mb
00 h 10	400 - 410 m	Compression Hélium v = 1 m/mn ; durée : 10 mn
00 h 30	410 - 420 m	Compression Hélium v = 0,5 m/mn ; durée : 20 mn
01 h 10	420 - 430 m	Compression Hélium v = 0,33 m/mn ; durée : 30 mn
		Durée totale : 60 minutes

TABLE DE COMPRESSION N°3

JANUS IV

LUDION : 400 - 430 m

DUREE : 20 minutes

UTILISATION : Mardi 7 décembre ; 9 h 05 et 13 h 26
 Merchr.8 décembre ; 8 h 28 et 12 h 48

TEMPS	PROFONDEUR	COMPRESSION
00 h 00	400 m	Départ $ppO_2 = 400 \text{ mb}$; $ppN_2 = 1600 \text{ mb}$
00 h 10	400 - 420 m	Compression Hélium $v = 2 \text{ m/mn}$; durée : 10 mn
00 h 20	420 - 430 m	Compression Hélium $v = 1 \text{ m/mn}$; durée : 10 mn
		Durée totale : 20 minutes

TABLE DE COMPRESSION N°4

JANUS IV

LUDION : 400 - 445 m

DUREE : 35 minutes

UTILISATION : Jeudi 9 décembre ; 8 h 13 et 13 h 20

TEMPS	PROFONDEUR	COMPRESSION
00 h 00	400 m	Départ ppO ₂ = 400 mb ; ppN ₂ = 1600 mb
00 h 10	400 - 420 m	Compression Hélium v = 2 m/mn ; durée : 10 mn
00 h 35	420 - 445 m	Compression Hélium v = 1 m/mn ; durée : 25 mn
		Durée totale : 35 mn

TABLE DE COMPRESSION N°5

JANUS IV

LUDION : 400 - 460 m

DUREE : 60 minutes

UTILISATION : Vendredi 10 décembre ; 8 h 11 et 13 h 30

TEMPS	PROFONDEUR	COMPRESSION
00 h 00	400 m	Départ ppO ₂ = 400 mb ; ppN ₂ = 1600 mb
00 h 10	400 - 420 m	Compression Hélium v = 2 m/mn ; durée : 10 mn
00 h 30	420 - 440 m	Compression Hélium v = 1 m/mn ; durée : 20 mn
01 h 00	440 - 460 m	Compression Hélium v = 0,67 m/mn ; durée : 30 mn
		Durée totale : 60 mn

TABLE DE COMPRESSION N°6

JANUS IV

LUDION : 400 - 460 m

DUREE : 60 minutes

UTILISATION : Samedi 11 décembre ; 8 h 03 et 14 h 08
Diman. 12 décembre ; 8 h 06 et 14 h 47

TEMPS	PROFONDEUR	COMPRESSION
00 h 00	400 m	Départ ppO ₂ = 400 mb ; ppN ₂ = 1600 mb
00 h 10	400 - 420 m	Compression Hélium v = 2 m/mn ; durée : 10 mn
01 h 00	420 - 460 m	Compression Hélium v = 0,8 m/mn ; durée : 50 mn
		Durée totale : 60 mn

TABLE DE COMPRESSION N°7

JANUS IV

LUDION : 460 - 480 m

DUREE : 30 minutes

UTILISATION : Dimanche 12 décembre ; 12 h 00

TEMPS	PROFONDEUR	COMPRESSION
00 h 00	460 m	Départ ppO ₂ = 400 mb ; ppN ₂ = 1600 mb
00 h 30	460 - 480 m	Compression Hélium v = 0,67 m/mn ; durée : 30 mn
		Durée totale : 30 mn

PSYCHOMETRIE

RECHERCHE ET PLONGEE

JANVIER 1977

Pour évaluer la compression et l'état des plongeurs à l'arrivée au fond, nous avons mesuré la performance de ceux-ci à l'aide des tests psychomoteurs et intellectuels qui avaient été précédemment utilisés pour la sélection, c'est-à-dire :

- Temps de réaction visuel de choix ;
- Test de vigilance avec prise de décision ;
- Dextérité manuelle ;
- Test de motricité ;
- Ordination de chiffres ;
- Test d'efficacité intellectuelle.

Nous avons aussi ajouté quelques tests non connus des plongeurs, pour juger de leurs facultés d'adaptation à la résolution de problèmes nouveaux. Ce sont :

- Temps de réaction visuel simple ;
- Test de vigilance réflexe ;
- Barrage de signes doubles ;
- Test d'orientation et de perception ;
- Célérité perceptive ;
- Reconnaissance de forme, perception.

Les tests ont été réalisés d'une part en confinement, d'autre part à l'arrivée au fond, puis 20 heures après, enfin 100 heures après. Aucun test n'a été réalisé au cours des descentes à 460 et 480 mètres, la durée de ces excursions ne le permettant pas.

Les résultats obtenus apparaissent dans les différents tableaux suivants, en valeur absolue et en pourcentage, ainsi que sous formes de graphiques.

.../...

De ces résultats, il ressort que :

- La compression peut être qualifiée de bonne, car elle n'entraîne pas de perturbations des performances aussi marquées que celles que l'on rencontre habituellement dans cette zone de profondeur, même avec des compressions beaucoup plus lentes.

- L'amélioration du lendemain de l'arrivée au fond ne concerne que les épreuves sensori-motrices, contrairement à ce qui avait été observé lors de la série CORAZ. Deux explications sont possibles : ou la profondeur ne permet plus une récupération rapide, ou l'azote -que nous avons supposé responsable de la récupération- n'est pas en quantité suffisante pour avoir des effets bénéfiques.

- 100 heures après l'arrivée au fond, les performances sont bonnes, l'adaptation est réalisée et il ne se manifeste pas de fatigue au travers des tests utilisés.

- Au cours de la compression, les deux groupes se comportent très différemment. Ainsi pour le temps de réaction visuel de choix réalisé à 250 mètres, le groupe A continue son apprentissage alors que le groupe B présente déjà des diminutions de performance. Ces perturbations iront en augmentant à l'arrivée au fond, ce qui rend la différence entre les deux groupes très largement significative. Deux faits peuvent être incriminés : le peu d'homogénéité du groupe B (deux marins, un COMEX DIVING, un remplaçant de dernière heure) et l'habitat E.M.S. (espace, communications).

=+==+==+==+==+==

J A N U S I V		SURFACE	26 ATA	41 ATA	41 ATA	41 ATA
GROUPE A		03/12/76	03/12/76	04/12/76	05/12/76	08/12/76
(nombre de chevilles placées par minute)	DEXTERITE	P.J. M. D. : 35,3 M. G. : 33,7 TOTAL : 69,0		31,3 30,3 61,6	33,0 30,6 63,6	33,1 32,1 65,2
	MANUELLE	P.R. M. D. : 37,5 M. G. : 37,5 TOTAL : 75,0		33,1 32,0 65,1	29,4 32,7 62,1	30,3 33,9 64,2
		L.S. M. D. : 41,1 M. G. : 39,2 TOTAL : 80,3		34,7 34,7 69,4	36,3 35,4 71,7	35,1 33,9 69,0
		J.V. M. D. : 38,5 M. G. : 33,7 TOTAL : 72,2		33,8 32,0 65,8	36,3 31,6 67,9	33,5 31,6 65,1
TEMPS DE REACTION VISUEL DE CHOIX (en centièmes de secondes) (valeurs médianes et interquartiles)	P.J.	45 (41 - 49)	38 (34 - 45)	47 (40 - 51)	46 (42 - 51)	
	P.R.	37 (33 - 43)	36 (34 - 41)	41 (37 - 44)	35 (33 - 40)	
	L.S.	41 (39 - 43)	37 (36 - 39)	39 (36 - 43)	35 (33 - 38)	
	J.V.	41 (38 - 44)	42 (38 - 46)	42 (38 - 46)	40 (38 - 43)	
TEMPS DE REACTION VISUEL SIMPLE (en centièmes de secondes) (valeurs médianes et interquartiles)		SURFACE 02/12/76		39 ATA 04/12/76		
	P.J.	26 (24 - 30)		24 (23 - 29)		
	P.R.	23 (21 - 26)		26 (25 - 32)		
	L.S.	22 (21 - 25)		26 (24 - 27)		
J.V.	23 (22 - 24)		34 (32 - 38)			

J A N U S I V Groupe A		SURFACE 02/12/76	SURFACE 03/12/76	41 ATA 04/12/76	41 ATA 05/12/76	41 ATA 08/12/76
ORDINATION DE CHIFFRES (Nombre de chiffres ordonnés par minute)	P.J.	69,7	71,8	69,7	64,2	71,0
	P.R.	48,2	52,5	36,8	32,9	41,8
	L.S.	76,2	78,8	73,1	65,5	82,7
	J.V.	79,1	84,0	74,8	76,6	90,3
DOUBLE BARRAGE DE SIGNES (Temps mis pour effectuer la tâche et nombre d'erreurs)	P.J.	9 mn		8 mn 08 s		
		17 erreurs		10 erreurs		
	P.R.	8 mn 35 s		5 mn 50 s		
		3 erreurs		2 erreurs		
	L.S.	7 mn		7 mn 05 s		
		4 erreurs		4 erreurs		
	J.V.	6 mn 38 s		6 mn 45 s		
		7 erreurs		7 erreurs		
CELERITE PERCEPTIVE (Temps mis pour effectuer la tâche et nombre d'erreurs)	P.J.		6 mn 50 s		8 mn	
			1 erreur		1 erreur	
	P.R.		5 mn 34 s		5 mn 25 s	
			3 erreurs		0 erreur	
	L.S.		8 mn 23 s		6 mn 50 s	
			1 erreur		2 erreurs	
	J.V.		6 mn 05 s		4 mn 53 s	
			1 erreur		0 erreur	

J A N U S I V		SURFACE	26 ATA	41 ATA	41 ATA	41 ATA
GROUPE B		05/12/76	05/12/76	06/12/76	07/12/76	10/12/76
DEXTERITE	V.L.	M. D. : 35,0		29,4	32,0	32,3
		M. G. : 34,6		28,0	29,7	30,6
		TOTAL : 69,6		57,4	61,7	62,9
MANUELLE	JM.K	M. D. : 30,6		29,4	27,5	27,7
		M. G. : 28,5		27,2	27,7	25,6
		TOTAL : 59,1		56,6	55,2	53,3
(nombre de chevilles placées par minute)	EJ.S	M. D. : 37,2		34,2	34,6	33,8
		M. G. : 35,4		34,2	32,3	32,0
		TOTAL : 72,6		68,4	66,9	65,8
	G.V.	M. D. : 34,6		28,8	29,7	29,4
		M. G. : 36,3		32,7	31,6	31,6
		TOTAL : 70,9		61,5	61,3	61,0
TEMPS DE REACTION VISUEL DE CHOIX (en centièmes de secondes) (valeurs médianes et interquartiles)	V.L.	42 (40 - 45)	52 (48 - 58)	55 (49 - 63)	45 (42 - 49)	43 (40 - 47)
	JM.K	33 (31 - 35)	34 (31 - 39)	38 (35 - 40)	35 (32 - 37)	31 (28 - 37)
	EJ.S	36 (34 - 40)	41 (36 - 44)	45 (42 - 51)	41 (37 - 47)	44 (39 - 50)
	G.V.	38 (35 - 42)	39 (38 - 44)	43 (39 - 49)	39 (37 - 43)	43 (40 - 54)
TEMPS DE REACTION VISUEL SIMPLE (en centièmes de secondes) (valeurs médianes et interquartiles)		SURFACE		39 ATA		
		02/12/76		06/12/76		
	V.L.	-	39 (33 - 42)	38 (34 - 44)		34 (32 - 37)
	JM.K	28 (27 - 29)	25 (24 - 27)	26 (23 - 28)		28 (26 - 29)
	EJ.S	30 (29 - 32)	30 (28 - 32)	28 (27 - 32)		29 (26 - 30)
G.V.	34 (32 - 35)	28 (26 - 30)	36 (34 - 39)		31 (28 - 37)	

J A N U S I V Groupe B		SURFACE 05/12/76	41 ATA 06/12/76	41 ATA 07/12/76	41 ATA 10/12/76
ORDINATION DE CHIFFRES (nombre de chiffres ordonnés par minute)	V.L.	61,3	51,6	51,5	61,5
	JM.K	32,2	27,0	22,1	30,7
	EJ.S	62,5	51,1	49,6	52,5
	G.V.	57,7	55,7	53,4	57,7
DOUBLE BARRAGE DE SIGNES (Temps mis pour effec- tuer la tâche et nombre d'erreurs)	V.L.	6 mn 32 s	9 mn 05 s		
		1 erreur	5 erreurs		
	JM.K	7 mn 05 s	8 mn 15 s		
		3 erreurs	3 erreurs		
	EJ.S	8 mn 06 s	8 mn 05 s		
		3 erreurs	14 erreurs		
G.V.	6 mn 30 s	8 mn 02 s			
	3 erreurs	3 erreurs			
CELERITE PERCEPTIVE (Temps mis pour effec- tuer la tâche et nombre d'erreurs)	V.L.	8 mn 05 s		7 mn 55 s	
		0 erreur		0 erreur	
	JM.K	9 mn 15 s		7 mn 05 s	
		0 erreur		0 erreur	
	EJ.S	6 mn 35 s		9 mn 24 s	
		1 erreur		0 erreur	
G.V.	6 mn 37 s		7 mn 00 s		
	0 erreur		1 erreur		

VARIATIONS DE LA PERFORMANCE EN POURCENTAGE*

ANUS IV 11 ATA	D . M		T . R . V . C		T.R.V.S	O . C		BS II	C . P
	A	A + 20	A	A + 20	A - 3	A	A + 20	A	A + 20
P . J	- 11 %	- 8 %	- 4 %	- 2 %	+ 8 %	0 %	- 8 %	+ 10 %	- 17 %
P . R	- 13 %	- 17 %	- 11 %	- 5 %	- 13 %	- 24 %	- 32 %	+ 32 %	+ 3 %
L . S	- 14 %	- 11 %	+ 5 %	+ 15 %	- 18 %	- 4 %	- 14 %	- 1 %	+ 7 %
J . V	- 10 %	- 6 %	- 2 %	+ 2 %	- 48 %	- 5 %	- 3 %	- 2 %	+ 20 %
V . L	- 18 %	- 11 %	- 31 %	- 7 %	-	- 16 %	- 16 %	- 39 %	+ 2 %
JM. K	- 5 %	- 7 %	- 15 %	- 6 %	+ 7 %	- 16 %	- 31 %	- 16 %	+ 23 %
EJ. S	- 6 %	- 8 %	- 25 %	- 14 %	+ 7 %	- 18 %	- 21 %	0 %	- 43 %
G . V	- 13 %	- 14 %	- 13 %	- 3 %	- 6 %	- 3 %	- 7 %	- 24 %	- 6 %

(* La valeur de référence est la dernière valeur de surface)

A : Arrivée à 400 Mètres. (groupe A : 04/12/76) (groupe B : 06/12/76)

A + 20 h : Lendemain de l'arrivée (groupe A : 05/12/76) (groupe B : 07/12/76)

D . M : Dextérité manuelle

T.R.V.C. : Temps de réaction visuel de choix

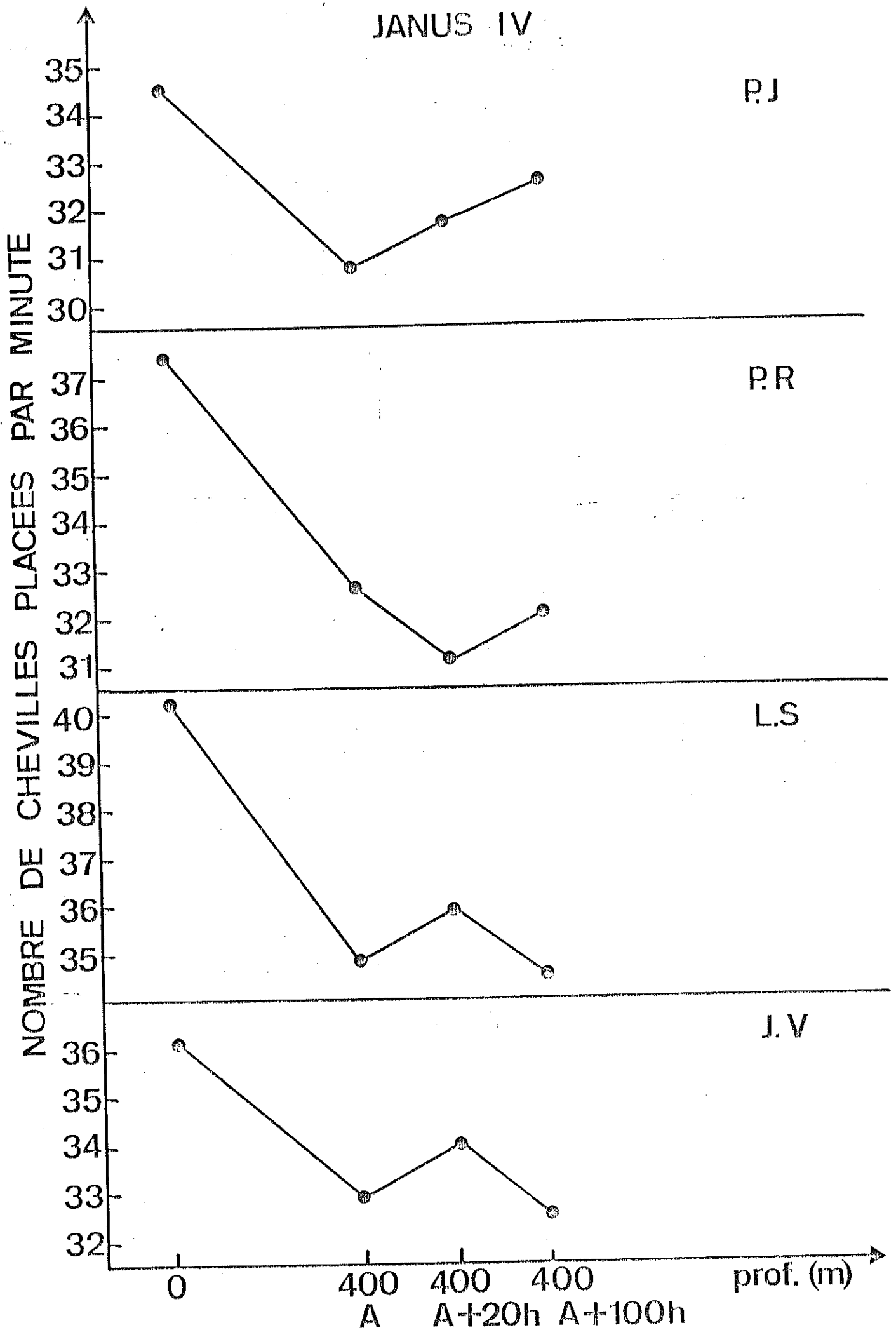
T.R.V.S. : Temps de réaction visuel simple (A-3 : réalisé à 380 m, en compression)

O . C : Ordination de chiffres (Rey)

BS II : Double barrage de signes (Zazzo)

C . P : Célérité perceptive (BG3 de Bonnardel)

JANUS IV



100 s.

JANUS IV

P.J

54
50
46
42
38
34

TEMPS DE REACTION VISUEL DE CHOIX

P.R

48
44
40
36
32

L.S

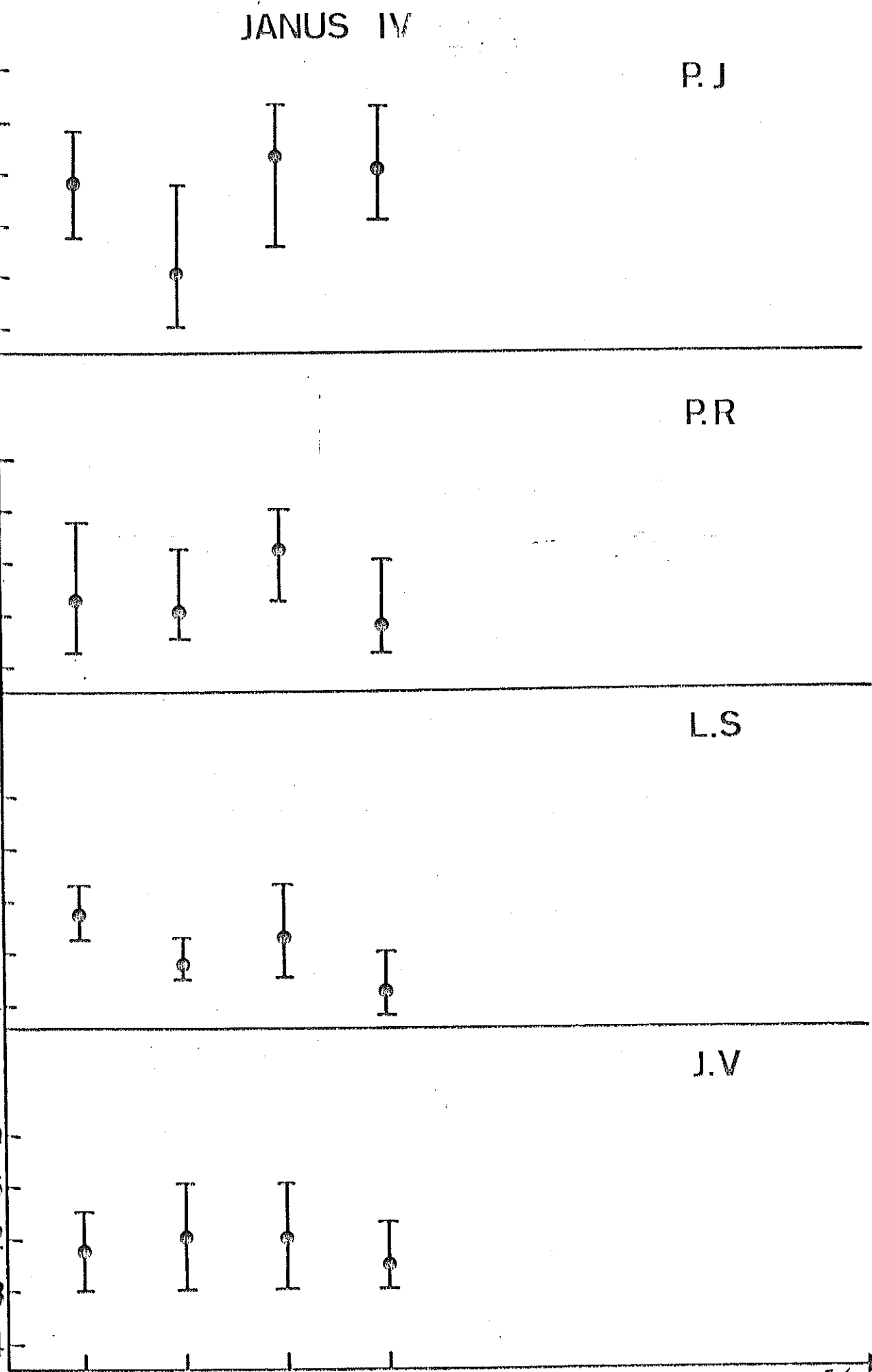
50
46
42
38
34

J.V

50
46
42
38
34

0 250 400 400
A A+20h

prof.(m)



46

38

48

40

38

34

42

38

42

34

JANUS IV

P.J

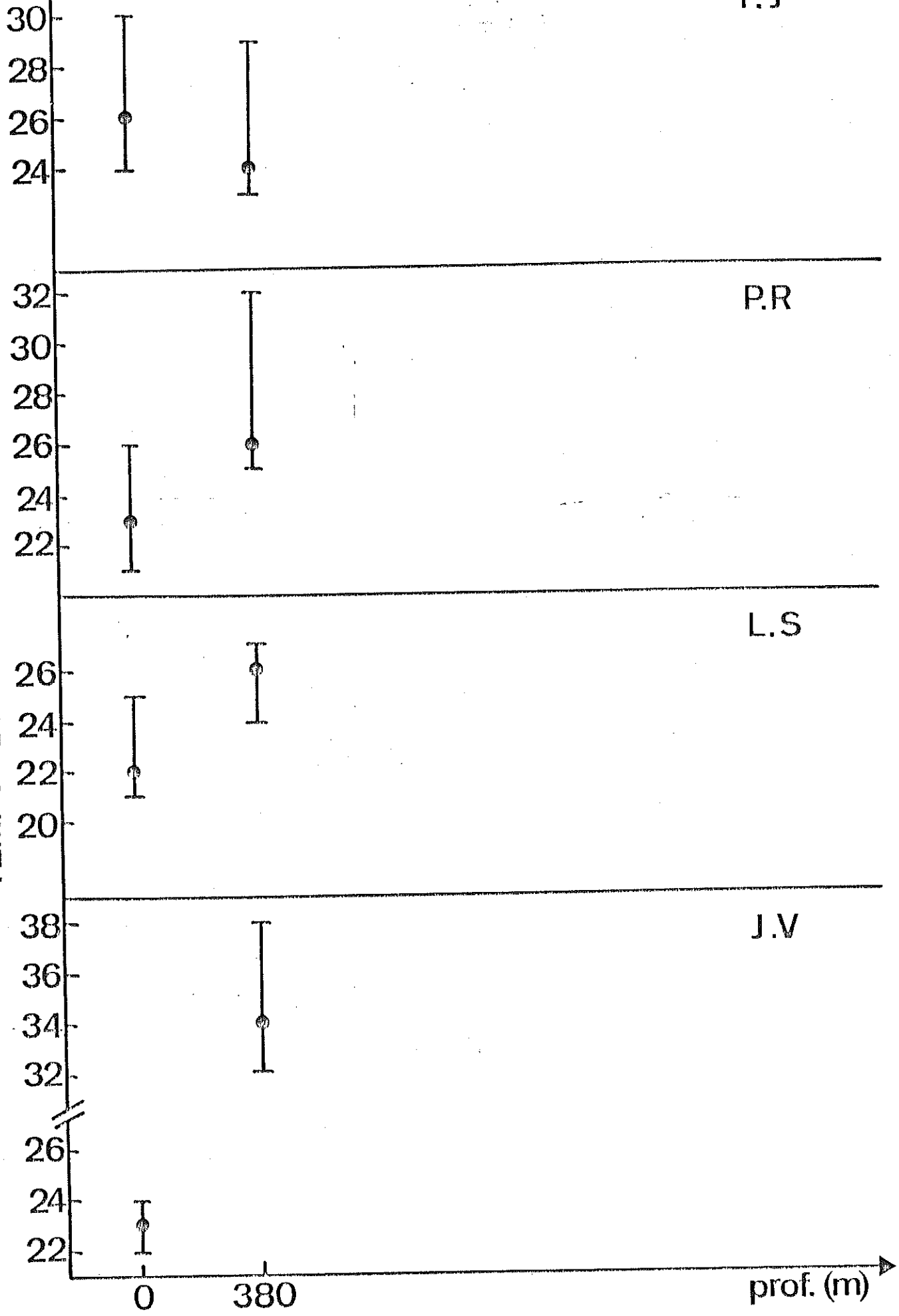
P.R

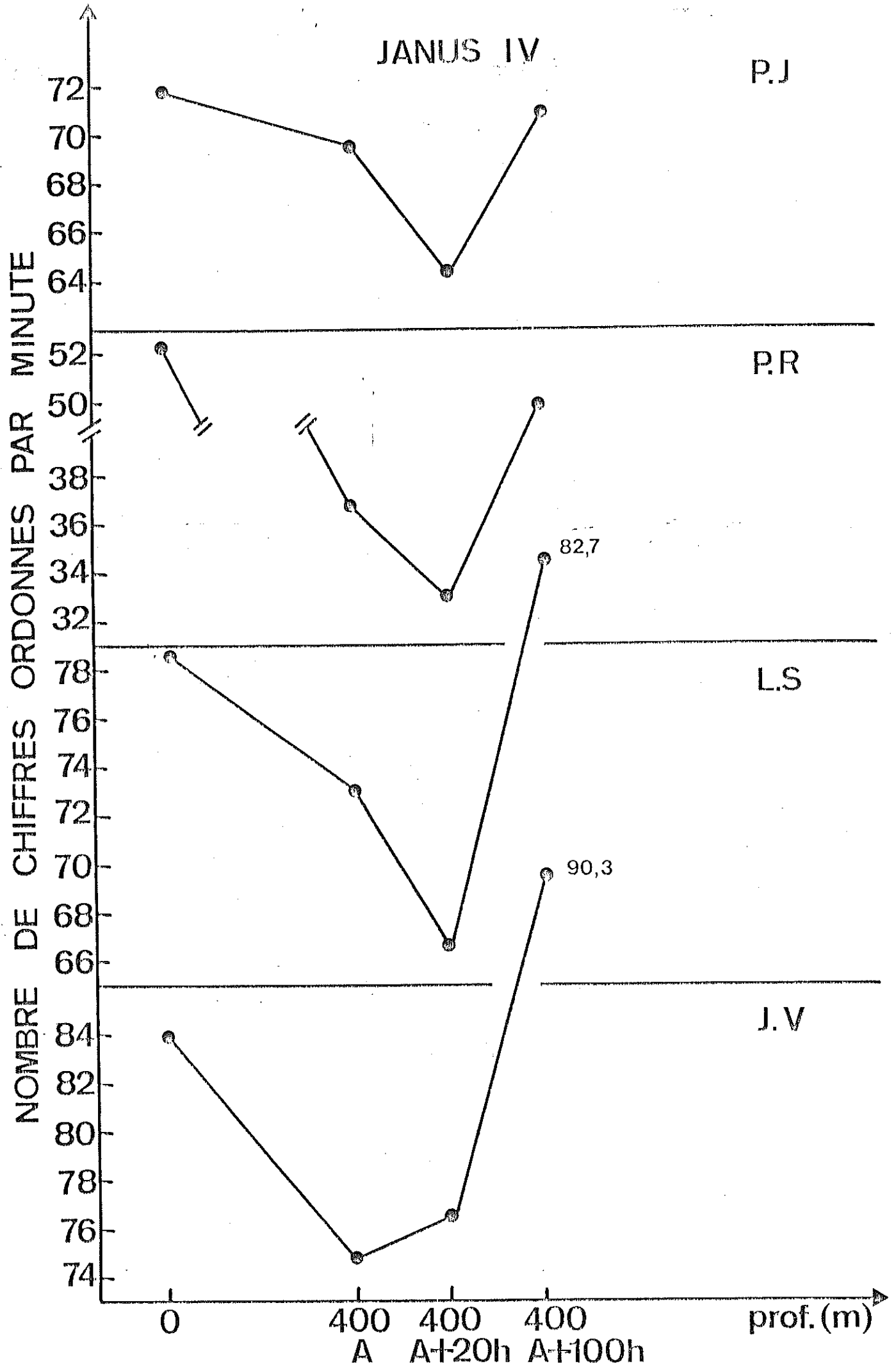
L.S

J.V

TEMPS DE REACTION VISUEL SIMPLE

1/100 s.



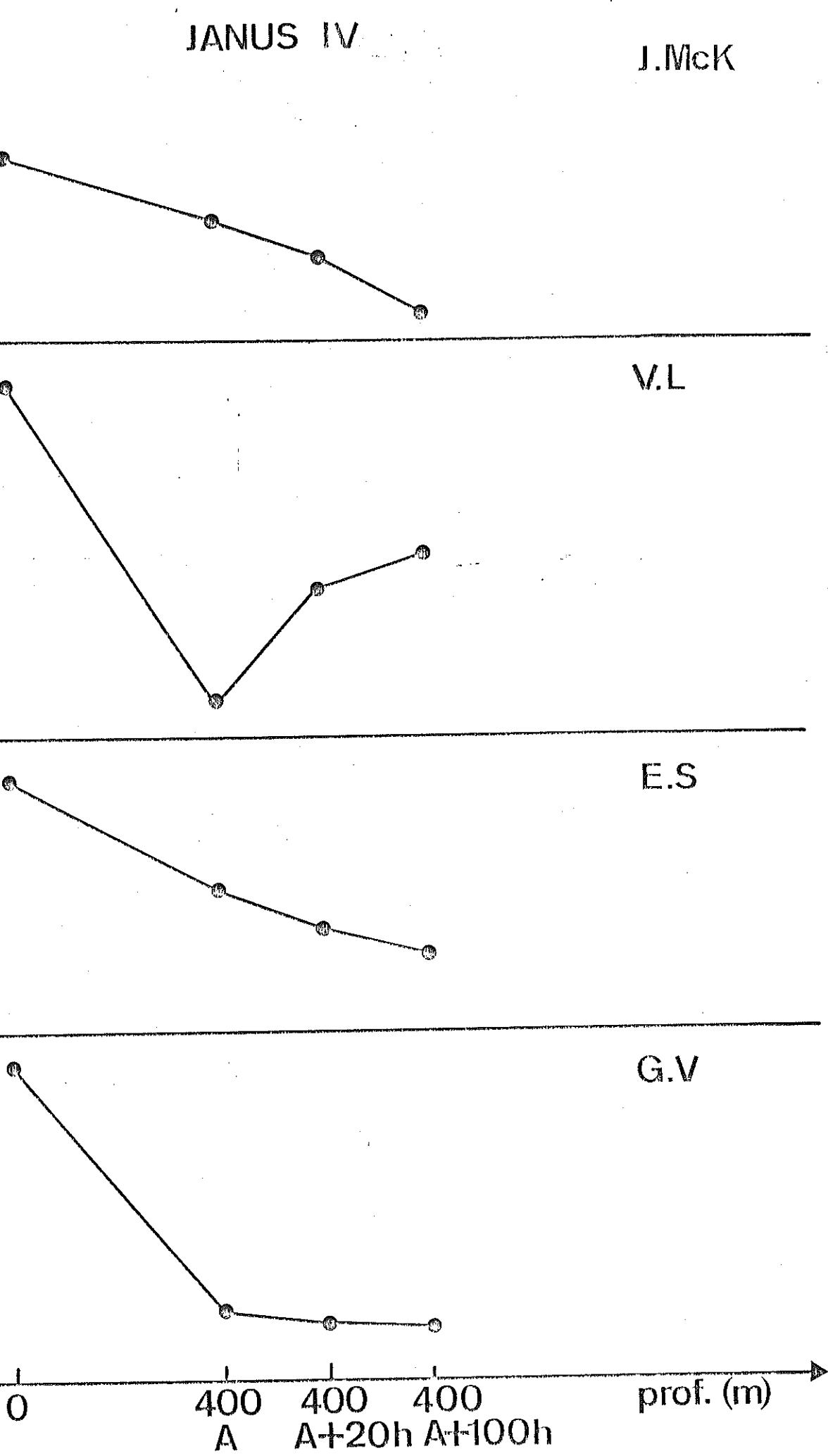


JANUS IV

J.McK

NOMBRE DE CHEVILLES PLACEES PAR MINUTE

31
30
29
27
35
34
33
32
31
30
29
36
35
34
33
35
34
33
32
31
30



V.L

E.S

G.V

0 400 400 400
A A+20h A+100h

prof. (m)

1/100s.

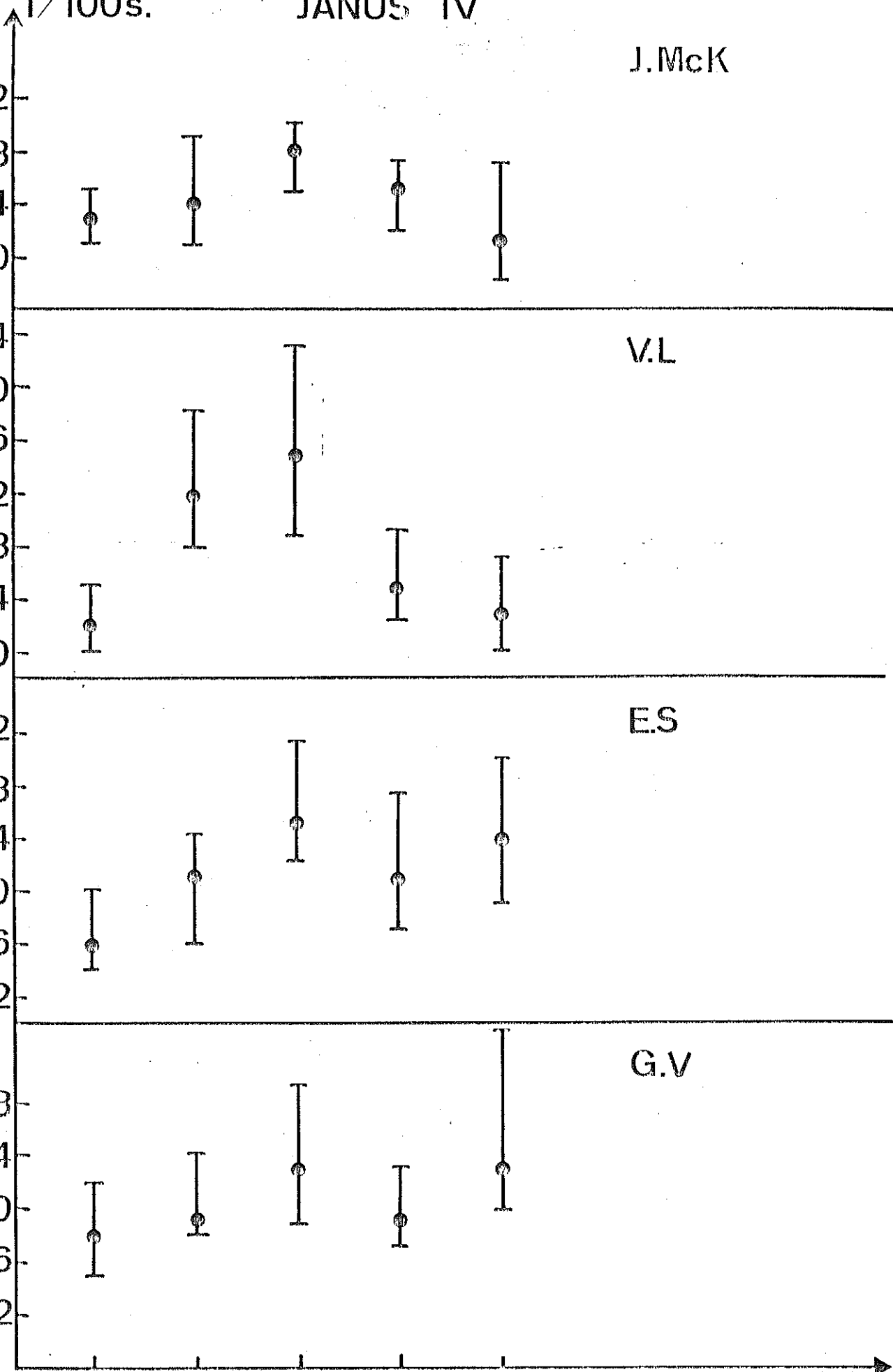
JANUS IV

J.McK

VISUEL DE CHOIX
TEMPS DE REACTION

42
38
34
30
64
60
56
52
48
44
40
52
48
44
40
36
32
48
44
40
36
32

0 250 400 400 400 prof. (m)
A A+20h A+100h



1/100 s

JANUS IV

J.McK

TEMPS DE REACTION VISUEL SIMPLE

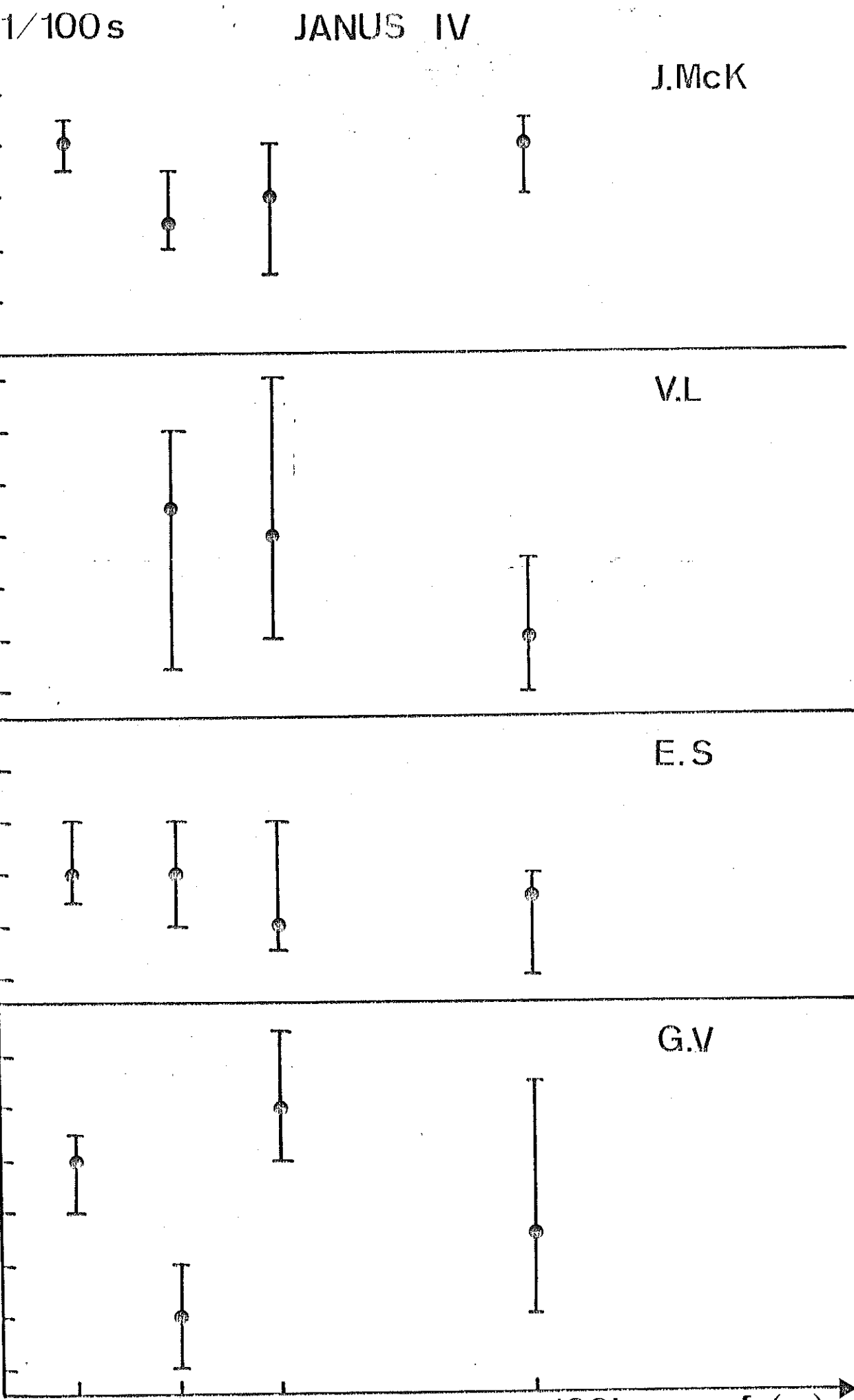
30
28
26
24
22
44
42
40
38
36
34
32
34
32
30
28
26
38
36
34
32
30
28
26

V.L

E.S

G.V

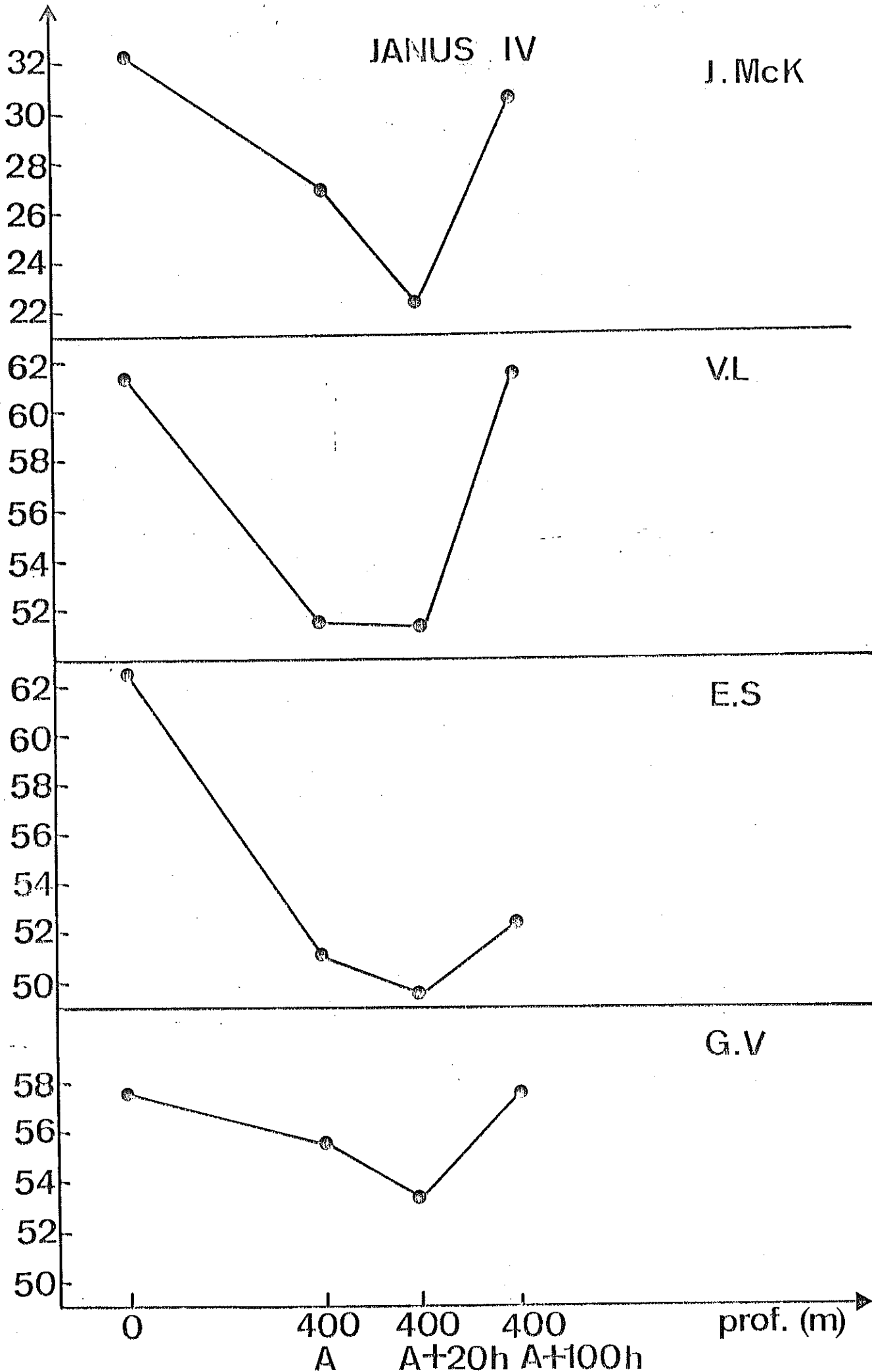
0 250 380 A+100h prof. (m)



JANUS IV

J. McK

NOMBRE DE CHIFFRES ORDONNES PAR MINUTE



V.L.

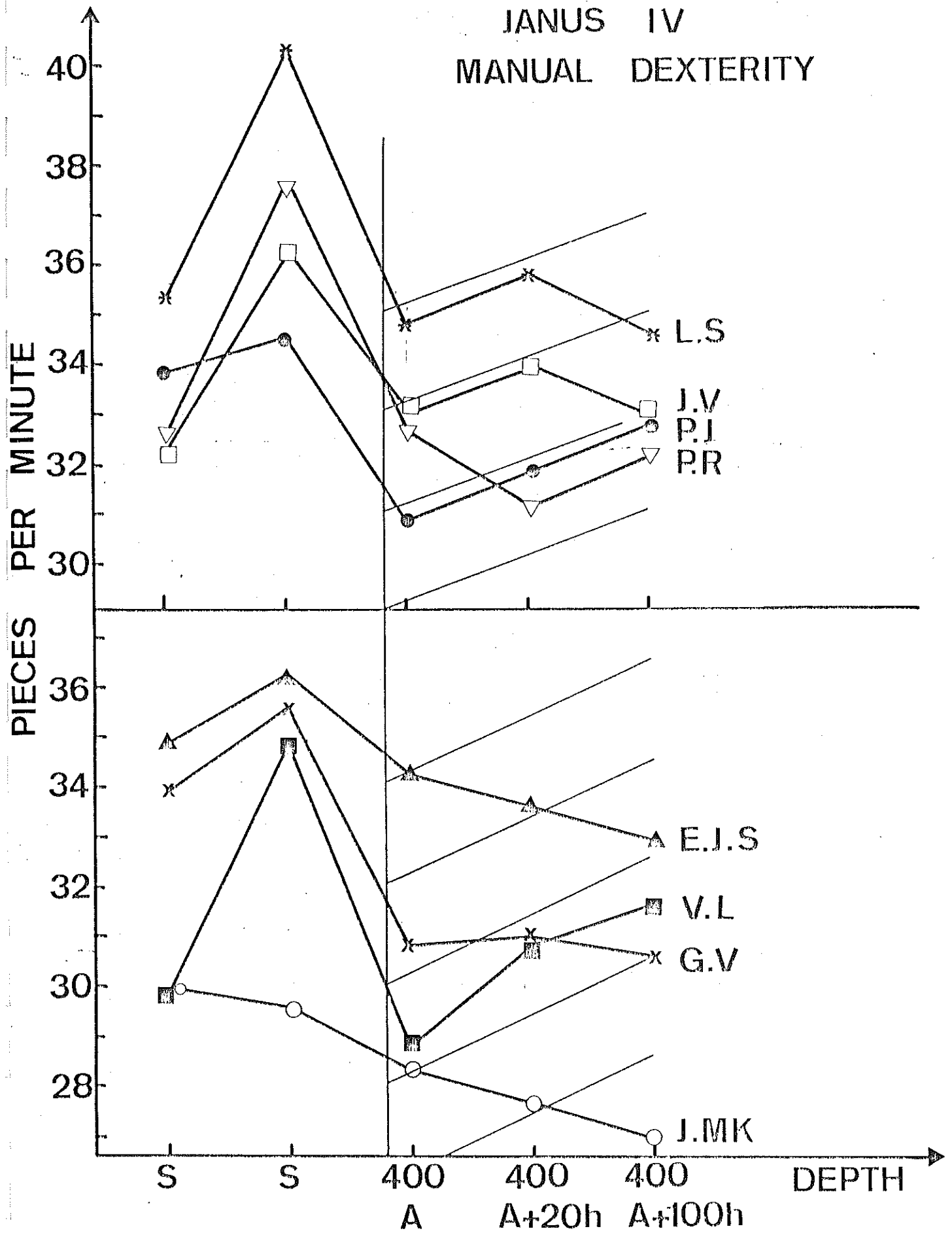
E.S.

G.V.

prof. (m)

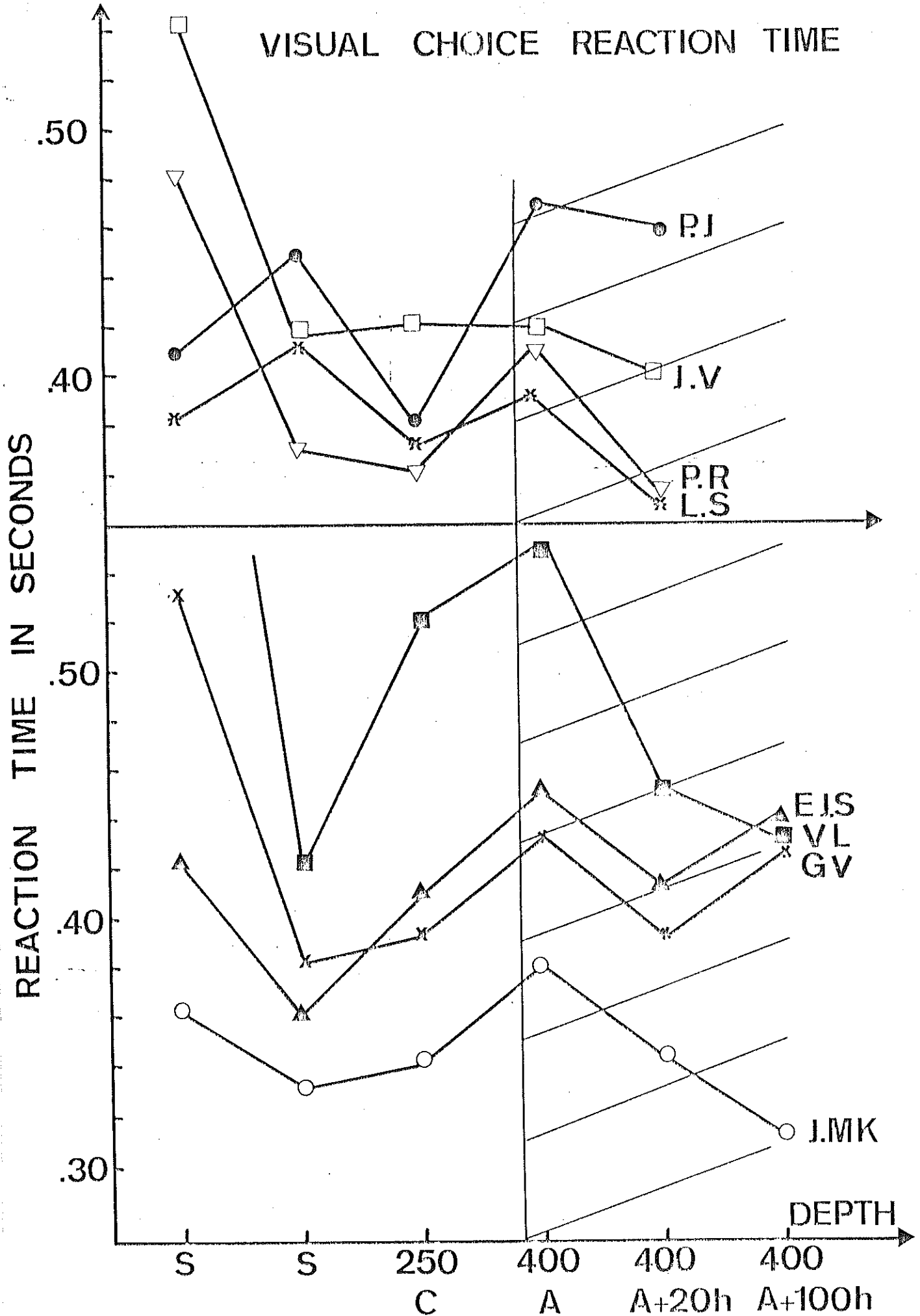
0 400 400 400
A A+20h A+100h

JANUS IV MANUAL DEXTERITY



JANUS IV

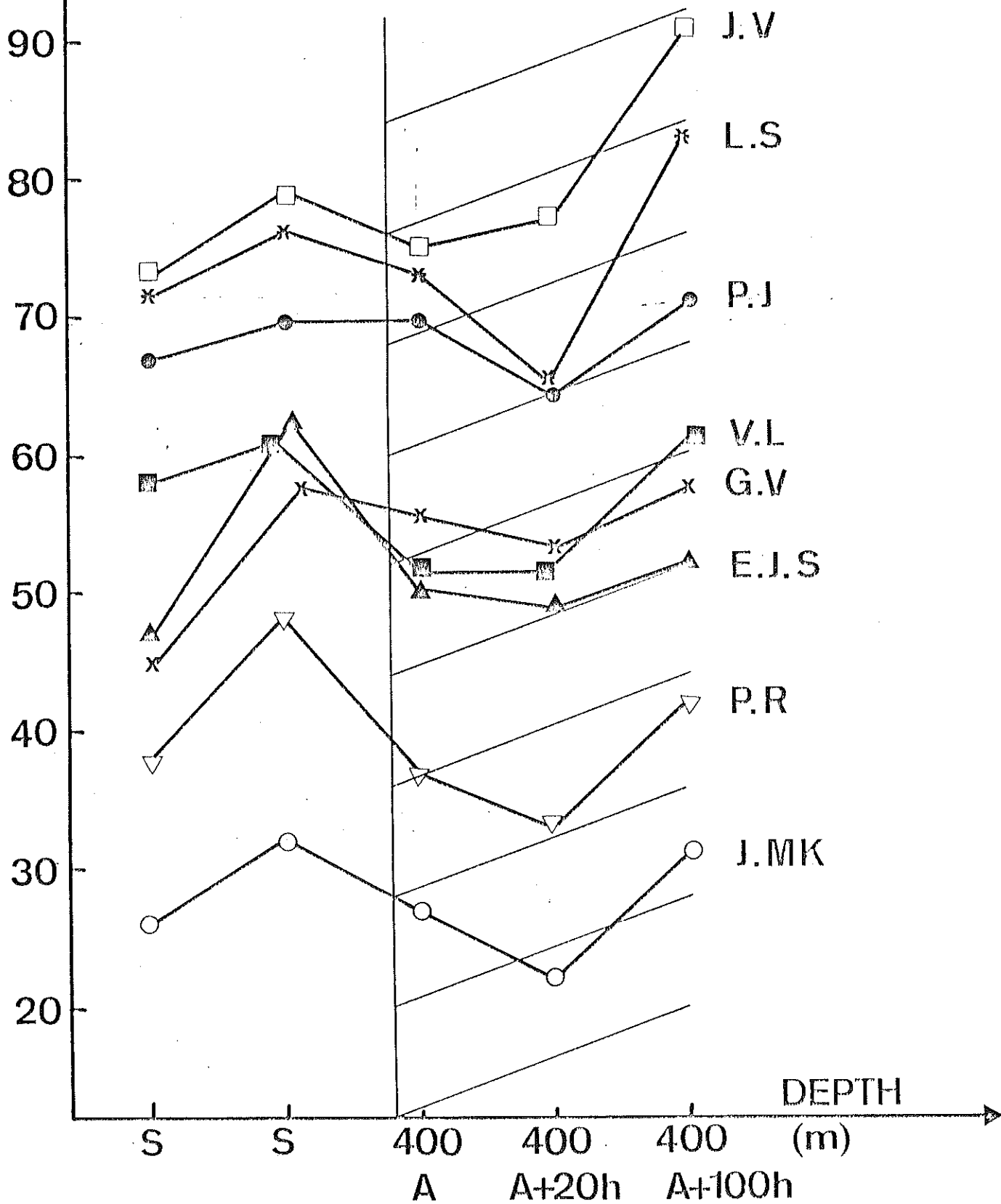
VISUAL CHOICE REACTION TIME



JANUS IV

NUMBER ORDINATION

NUMBERS ORDERED PER MINUTE



FREQUENCE CARDIAQUE ET TEMPERATURE CORPORELLE
PENDANT LES PLONGEES

RECHERCHE ET PLONGEE

JANVIER 1977

A la demande du project-manager, aucune surveillance électrocardiographique ou thermique des plongeurs n'a été effectuée, et nous ne sommes donc pas en mesure de dire si les procédures de préparation ont été meilleures qu'habituellement, et si l'ensemble vêtement-réchauffeur de gaz est physiologiquement satisfaisant à ces profondeurs.

=+==+==+==+==

CAPACITES VITALES ET TOLERANCE A L'OXYGENE

RECHERCHE ET PLONGEE

JANVIER 1977

Les capacités vitales, indices de toxicité de l'oxygène au niveau pulmonaire, ont été mesurées pour les tests de sélection puis matin et soir au cours de la décompression. (Chaque plongeur soufflait deux fois dans l'expirographe à soufflet à résistance très faible, la meilleure valeur étant retenue pour les calculs).

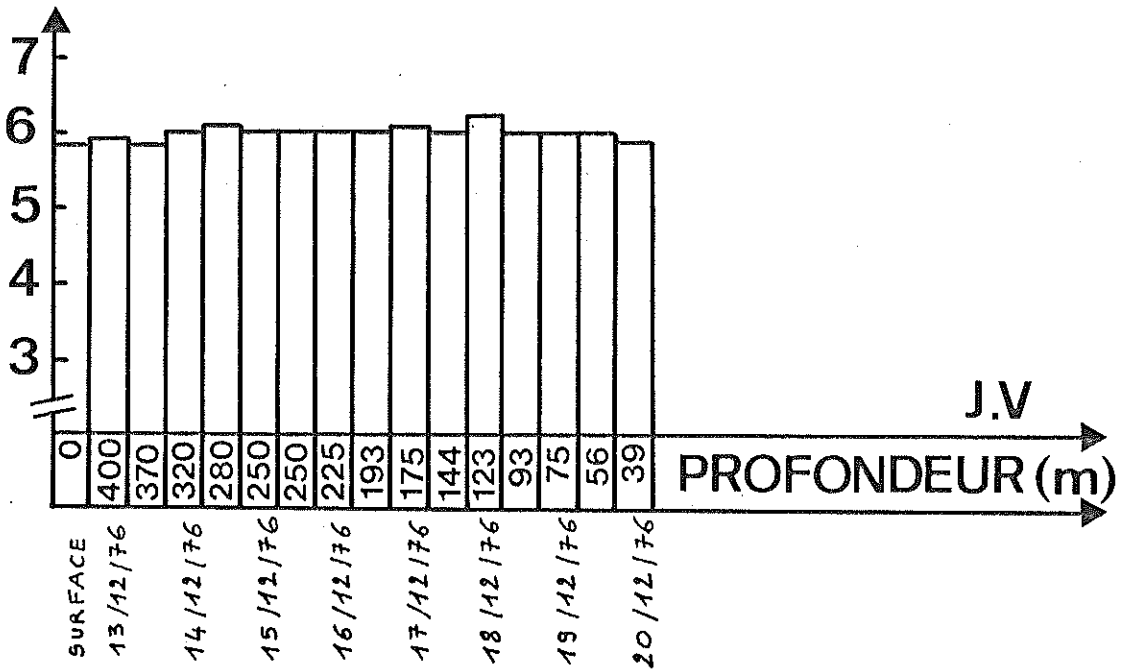
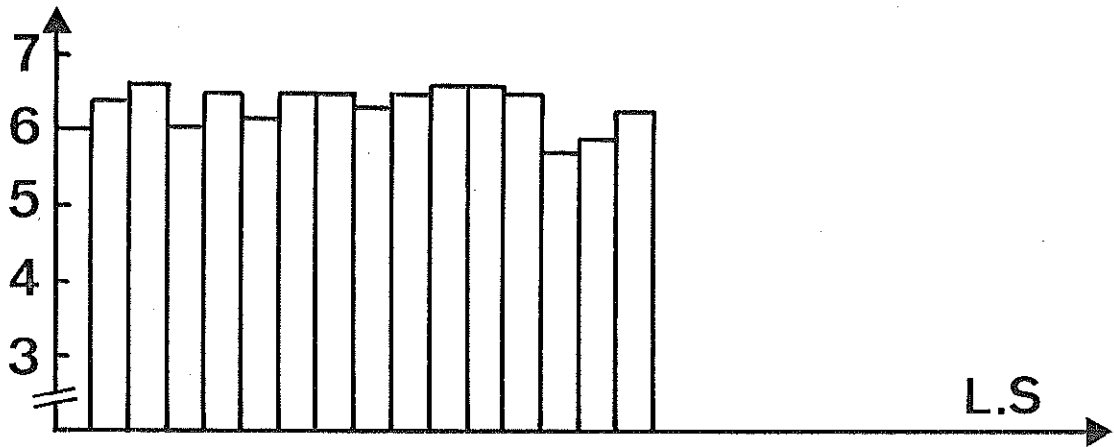
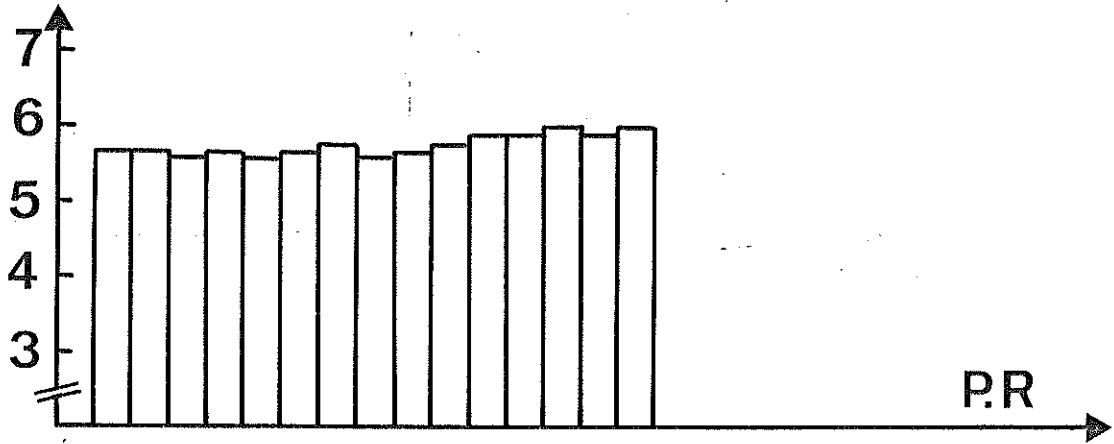
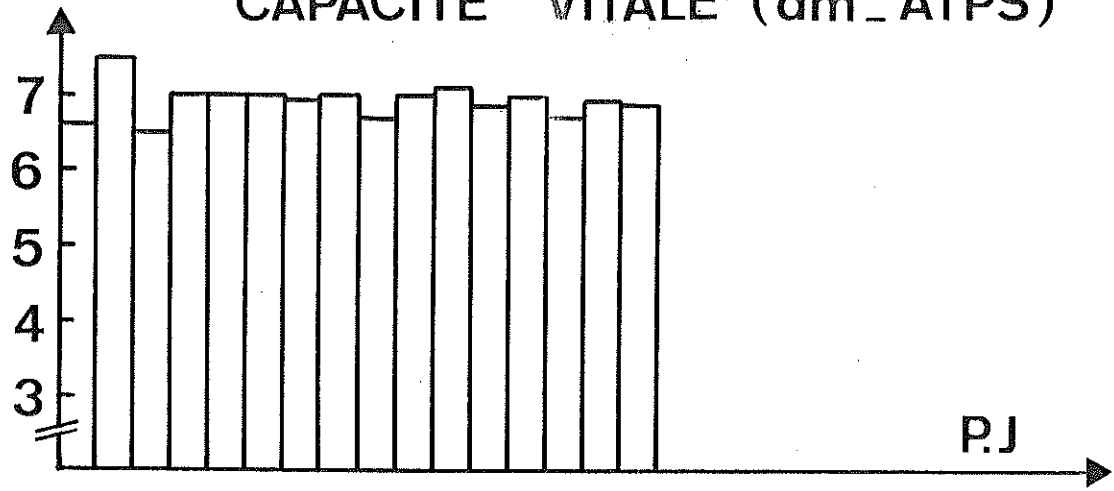
Les résultats apparaissent sur la figure suivante.

En pourcentage, les variations notées entre le début et la fin de la décompression sont de : - 5,7 % ; - 2,8 % ; - 1,7 % ; - 1,6 % ; - 0,7 % ; + 1,7 % ; + 1,7 % ; + 4,4 %. C'est-à-dire que l'on retrouve la dispersion habituelle, et que l'amplitude est faible.

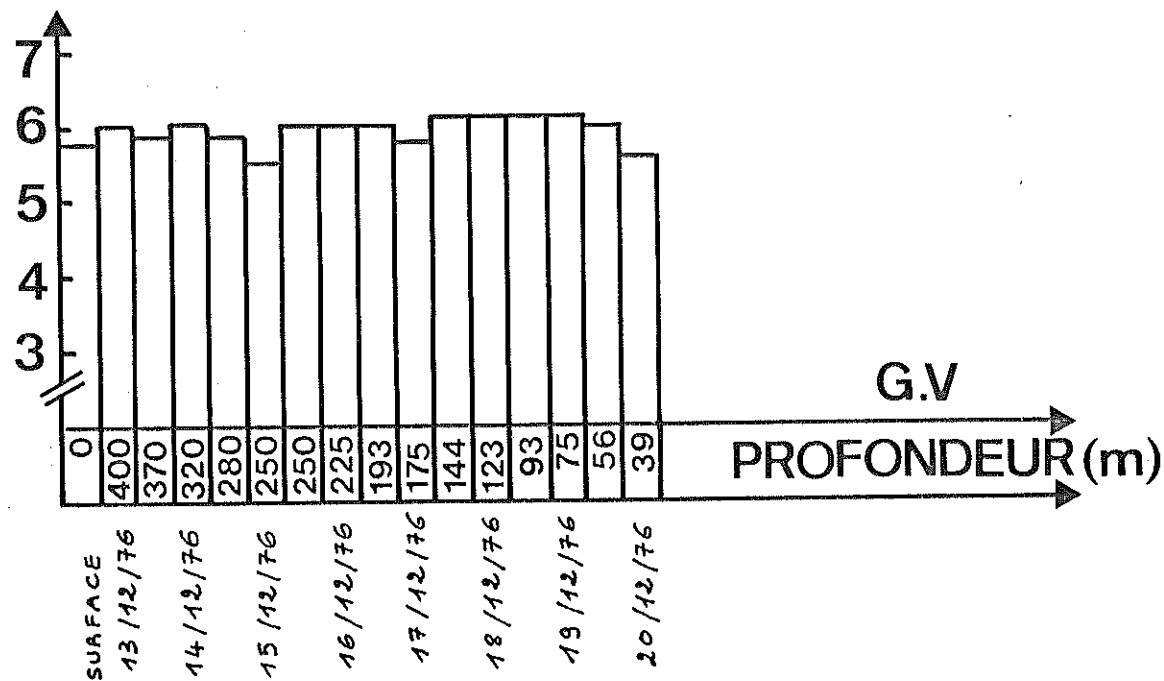
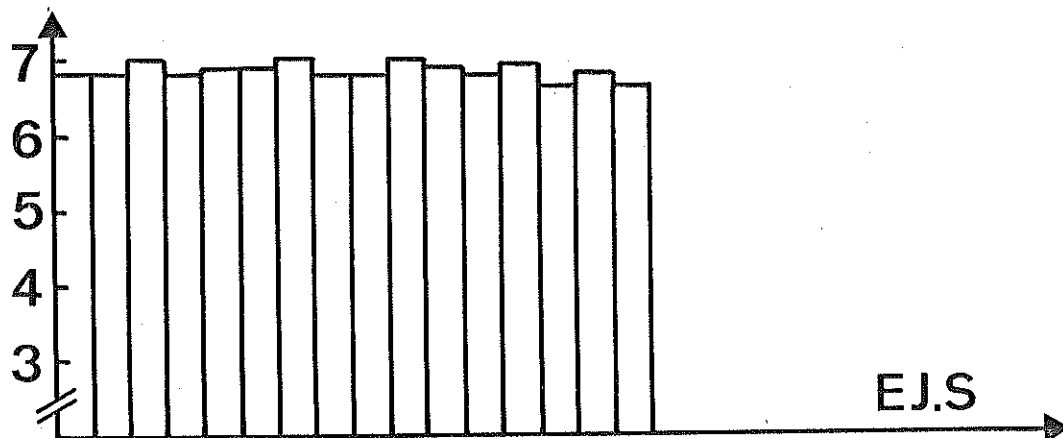
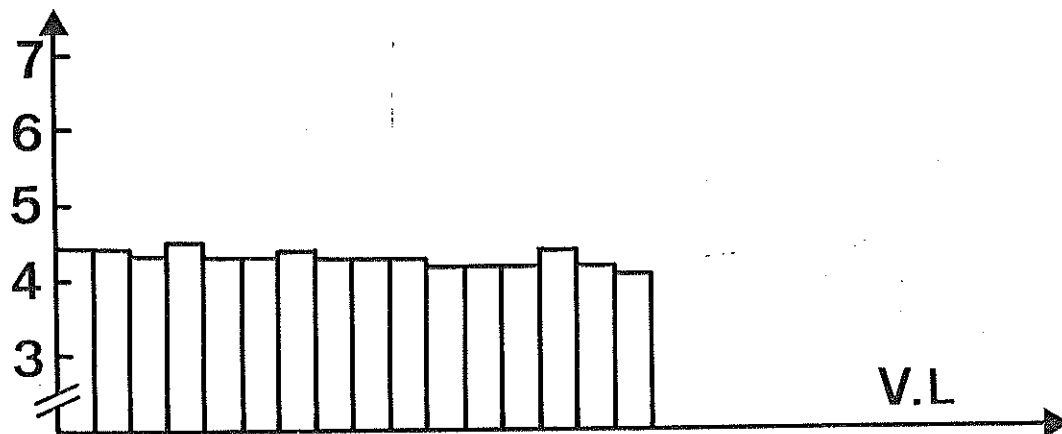
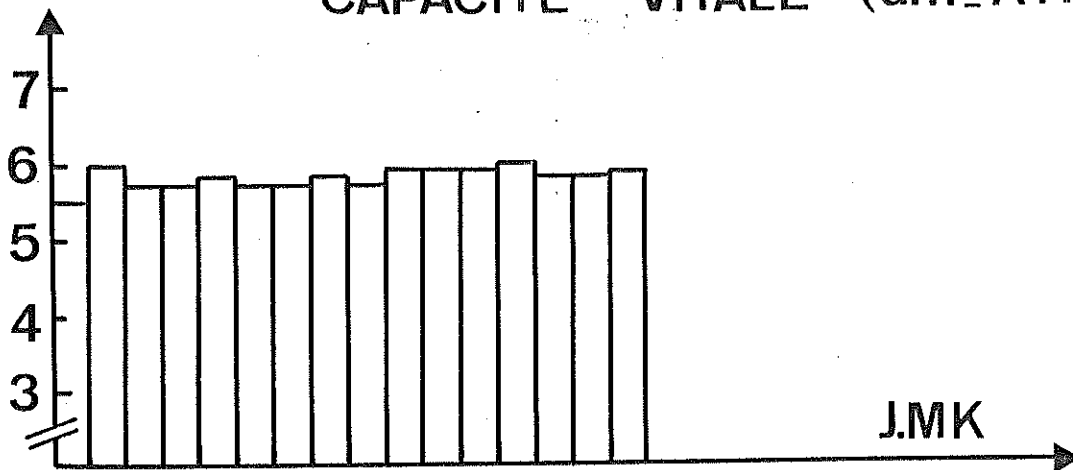
Pour l'établissement de la table de décompression et pour estimer la tolérance pulmonaire des plongeurs à l'oxygène, nous avons totalement abandonné la quantification UPTD de Clark et Lambertsen, puisque nous avons maintes fois prouvé son inefficacité et que Lambertsen lui-même a reconnu le bien-fondé de notre contestation. Nous avons donc utilisé pour quantifier l'oxygène et la tolérance, la nouvelle unité COMEX que nous avons mise au point en particulier grâce aux mesures effectuées au cours des tests de tables du premier trimestre 1976. Les résultats énoncés ci-dessus confirment la validité de notre hypothèse.

==+==+==+==+==

CAPACITE VITALE (dm³ ATPS)



CAPACITE VITALE (dm³ ATPS)



LA DÉCOMPRESSION

RECHERCHE ET PLONGÉE

JANVIER 1977

La décompression finale a débuté le lundi 13/12/76 à 12 h 00. Elle s'est terminée le 22/12/76 à 05 h 30. Sa durée prévue était de : 174 heures 04 minutes soit 7 jours 6 heures 4 minutes. Nous avons dû effectuer deux arrêts : à 370 mètres d'une durée de 16 heures, et à 255 mètres de 13 heures ; ce qui porte sa durée à 202 heures 35 minutes soit 8 jours 10 heures 35 minutes.

Les vitesses et les pourcentages d'oxygène utilisés sont les suivants :

Profondeur (m)	1/Vitesse (V^{-1} : min/m)	Oxygène (%)
400 - 371	MP: 1% 12 - 13	2
370 - 221	14 - 27	1,8
220 - 124	21 - 36	3
123 - 58	25 - 42	6
57 - 23	30 - 47	12
22 - 1	35 - 56	24

JANUS IV PHASE II

TABLES DE DECOMPRESSION

RECHERCHE ET PLONGEE
JANVIER 1977

JANUS IV - PHASE II

TABLES DE DECOMPRESSION DES PLONGEES EXCURSIONS

RECHERCHE ET PLONGEE
JANVIER 1977

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 430 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE I

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
430	1	
427	1	1
424	1	2
421	1	3
418	1	4
415	1	5
412	1	6
410	1	7
408	1	8
406	1	9
404	1	10
402	1	11
400	1	12

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 430 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE II

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
430	1	
424	1	1
419	1	2
414	1	3
410	1	4
406	1	5
402	1	6
400	1	7

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 445 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE I

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
445	1	
443	1	1
441	1	2
439	1	3
437	1	4
435	1	5
433	1	6
431	1	7
429	1	8
427	1	9
425	1	10
423	1	11
421	1	12
420	1	13
419	1	14
418	1	15
417	1	16
416	1	17
415	1	18
414	1	19
413	1	20
412	1	21
411	1	22
410	1	23
409	1	24
408	1	25
407	1	26
406	1	27
405	1	28
404	1	29
403	1	30
402	2	31
401	2	33
400		35

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 445 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE II

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
445	1	
442	1	1
439	1	2
436	1	3
433	1	4
430	1	5
427	1	6
424	1	7
422	1	8
420	1	9
418	1	10
416	1	11
414	1	12
412	1	13
410	1	14
408	1	15
406	1	16
404	1	17
402	1	18
400	1	19

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 460 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE I

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
460	1	
458	1	1
456	1	2
454	1	3
452	1	4
450	1	5
448	1	6
446	1	7
444	1	8
442	1	9
440	1	10
438	1	11
436	1	12
434	1	13
432	1	14
431	1	15
430	1	16
429	1	17
428	1	18
427	1	19
426	1	20
425	1	21
424	1	22
423	1	23
422	1	24
421	1	25
420	1	26
419	1	27

.../...

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 460 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE I (suite)

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
	1	
418	1	28
417	1	29
416	1	30
415	1	31
414	1	32
413	1	33
412	2	34
411	2	36
410	2	38
409	2	40
408	2	42
407	2	44
406	2	46
405	2	48
404	2	50
403	2	52
402	2	54
401	2	56
400		58

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 460 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE II

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
460	1	
457	1	1
455	1	2
453	1	3
451	1	4
449	1	5
447	1	6
445	1	7
443	1	8
441	1	9
439	1	10
437	1	11
435	1	12
433	1	13
431	1	14
429	1	15
427	1	16
425	1	17
423	1	18
421	1	19
420	1	20
419	1	21
418	1	22
417	1	23
416	1	24
415	1	25
414	1	26
413	1	27
412	1	28

.../...

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 460 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE II (suite)

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
411	1	29
410	1	30
409	1	31
408	1	32
407	1	33
406	1	34
405	1	35
404	1	36
403	1	37
402	1	38
401	2	39
400		41

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 480 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE I

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
480	1	
478	1	1
476	1	2
474	1	3
472	1	4
470	1	5
468	1	6
466	1	7
464	1	8
462	1	9
460	1	10
458	1	11
456	1	12
454	1	13
452	1	14
450	1	15
448	1	16
447	1	17
446	1	18
445	1	19
444	1	20
443	1	21
442	1	22
441	1	23
440	1	24
439	1	25
438	1	26
437	1	27
436	1	28
435	1	29
434	1	30
433	1	31
432	1	32
431	1	33

TABLE DECOMPRESSION

Niveau Travail : 480 m

Niveau Vie : 400 m

TABLE I (suite)

PROFONDEUR (m)	TEMPS (min)	TEMPS CUMULE (min)
	1	
430	1	34
429	1	35
428	1	36
427	2	39
426	2	41
425	2	43
424	2	45
423	2	47
422	2	49
421	2	51
420	2	53
419	2	55
418	2	57
417	2	59
416	2	61
415	2	63
414	2	65
413	2	67
412	2	69
411	2	71
410	2	73
409	2	75
408	2	77
407	2	79
406	2	81
405	2	83
404	2	85
403	2	87
401	2	89
400		91

JANUS IV PHASE II

TABLE DE DECOMPRESSION FINALE

RECHERCHE ET PLONGEE
JANVIER 1977

Profondeur: 400metres

Melange profond: 1.0/99
HELIOX

NOTES

PI	PF	O2 %
400	221	2 et 1,8
220	124	3
123	58	6
57	23	12
22	1	24

Melange profond: 1/99

O2 (ppm) SATURATION

DATES PALIER		CUMUL TEMPS PALIER	
début	fin	début	fin
J H M	J H M	H M	H M

MONTÉE 1st PALIER

400

1st PALIER 0

400	12
399	12
398	12
397	12
396	12
395	12
394	12

1	12	0	1	12	12
1	12	12	1	12	24
1	12	24	1	12	36
1	12	36	1	12	48
1	12	48	1	13	0
1	13	0	1	13	12
1	13	12	1	13	24

0	0	0	0	12	0
0	12	0	0	24	24
0	24	0	0	36	36
0	36	0	0	48	48
0	48	1	1	0	0
1	0	1	1	12	12
1	12	1	1	24	24

Oxygène 2 %. Début décompression Lundi 13.12.76 à 12.00.

93	12	1	13	24	36	1	13	36	1	24	36	1	36
94	12	1	13	36	48	1	13	48	1	36	48	1	48
95	12	1	13	0	12	2	14	0	2	0	12	2	12
96	12	1	14	12	24	2	14	24	2	12	24	2	24
97	12	1	14	24	36	2	14	36	2	24	36	2	36
98	12	1	14	36	48	2	14	48	2	36	48	2	48
99	12	1	15	1	14	2	15	1	2	1	14	2	1
100	13	1	15	14	27	3	15	14	3	1	27	3	14
101	13	1	15	27	40	3	15	40	3	27	40	3	27
102	13	1	15	40	53	3	15	53	3	40	53	3	40
103	13	1	15	53	6	3	16	6	3	53	6	3	53
104	13	1	16	6	19	4	16	19	4	6	19	4	6
105	13	1	16	19	32	4	16	32	4	19	32	4	19
106	13	1	16	32	45	4	16	45	4	32	45	4	32
107	13	1	16	45	58	4	16	58	4	45	58	4	45
108	13	1	16	58	11	4	17	11	4	58	11	4	58
109	13	1	17	11	24	5	17	24	5	11	24	5	11
110	13	1	17	24	37	5	17	37	5	24	37	5	24
111	13	1	17	37	50	5	17	50	5	37	50	5	37
112	13	1	17	50	3	5	18	3	5	50	3	5	50
113	13	1	18	3	16	6	18	16	6	3	16	6	3
114	13	1	18	16	16	6	18	16	6	16	16	6	16

Arrêt de la décompression à 370 m
 le Lundi 13.12.76 à 18 h 16.

Oxygène 1,8 %. Reprise de la décompression
 le Mardi 14.12.76 à 10 h 00 (palier de 15 h 4-

369	14	1	10	0	14	0	10	0	0	14	0	10	0	14
368	14	1	10	14	28	0	10	14	0	14	28	0	10	28
367	14	1	10	28	42	0	10	42	0	28	42	0	10	42
366	14	1	10	42	56	0	10	56	0	42	56	0	10	56
365	14	1	10	56	10	0	11	10	1	10	10	1	11	10
364	14	1	11	10	24	1	11	24	1	10	24	1	11	24
363	15	1	11	24	39	1	11	39	1	24	39	1	11	39
362	15	1	11	39	54	1	11	54	1	39	54	1	11	54
361	15	1	11	54	9	1	12	9	2	54	9	2	12	9
360	15	1	12	9	24	2	12	24	2	9	24	2	12	24
359	15	1	12	24	39	2	12	39	2	24	39	2	12	39
358	15	1	12	39	54	2	12	54	2	39	54	2	12	54
357	15	1	12	54	9	2	13	9	2	54	9	2	13	9
356	15	1	13	9	24	3	13	24	3	9	24	3	13	24
355	15	1	13	24	39	3	13	39	3	24	39	3	13	39

1206
 1410
 1495

14 55 14 37 49 55 14 0 37 0 18
13 13 14 55 14 0 55 0 18
12 31 15 13 15 1 13 0 18
11 49 15 31 15 1 49 1 18
10 7 16 49 16 2 7 2 7
09 25 16 7 16 2 25 2 7
08 43 16 25 16 2 43 2 7
07 2 17 43 17 3 2 3 7
06 21 17 2 17 3 21 3 7
05 40 17 21 17 3 40 3 7
04 59 17 40 17 3 59 3 7
03 18 18 59 18 4 18 4 7
02 37 18 18 18 4 37 4 7
01 56 18 37 18 4 56 4 7
00 15 19 56 19 5 15 5 7
59 34 19 15 19 5 34 5 7
58 34 19 34 19 5 58 5 7
57 53 19 34 19 5 53 5 7
56 12 20 53 20 6 12 6 7
55 31 20 12 20 6 31 6 7
54 51 20 31 20 6 51 6 7
53 11 20 51 20 6 11 6 7
52 31 21 11 21 7 31 7 7
51 31 21 31 21 7 51 7 7
50 51 21 51 21 7 50 7 7
49 11 22 11 22 8 11 8 7
48 31 22 31 22 8 48 8 7
47 11 22 11 22 8 11 8 7
46 31 22 31 22 8 46 8 7
45 51 22 51 22 8 45 8 7
44 11 23 11 23 9 11 9 7
43 31 23 31 23 9 43 9 7
42 51 23 51 23 9 42 9 7
41 11 24 11 24 10 11 10 7
40 31 24 31 24 10 40 10 7
39 51 24 51 24 10 39 10 7
38 11 25 11 25 11 11 11 7
37 31 25 31 25 11 37 11 7
36 52 25 52 25 11 36 11 7
35 13 26 13 26 12 13 12 7
34 34 26 34 26 12 34 12 7
33 55 26 55 26 12 33 12 7
32 16 27 16 27 12 32 12 7
31 37 27 37 27 12 31 12 7
30 58 27 58 27 13 30 13 7
29 19 28 19 28 13 29 13 7
28 40 28 40 28 14 28 14 7
27 1 29 1 29 14 27 14 7
26 22 29 22 29 14 26 14 7
25 44 29 44 29 14 25 14 7
24 6 29 6 29 15 24 15 7
23 28 29 28 29 15 23 15 7
22 44 29 44 29 15 22 15 7
21 6 29 6 29 15 21 15 7
20 28 29 28 29 15 20 15 7
19 44 29 44 29 15 19 15 7
18 6 29 6 29 15 18 15 7
17 28 29 28 29 15 17 15 7
16 44 29 44 29 15 16 15 7
15 6 29 6 29 15 15 15 7
14 28 29 28 29 15 14 15 7

1896

1896

1896

29 50
 30 12
 30 34
 30 56
 31 18
 31 40
 32 2
 32 25
 32 48
 33 11
 33 34
 33 57
 34 20
 34 43

28 29
 50 29
 12 30
 34 30
 56 30
 18 31
 40 31
 2 32
 25 32
 48 32
 11 33
 34 33
 57 33
 20 34
 43 34

50 29
 12 29
 34 30
 56 30
 18 30
 40 31
 2 31
 25 32
 48 32
 11 32
 34 33
 57 33
 20 33
 43 34

15 50
 16 12
 16 34
 16 56
 17 18
 17 40
 18 2
 18 25
 18 48
 19 11
 19 34
 19 57
 20 20
 20 43

2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2
 2 2

28 15
 50 16
 12 16
 34 16
 56 17
 18 17
 40 18
 2 18
 25 18
 48 19
 11 19
 34 19
 57 19
 20 20
 43 20

30 9
 52 10
 15 10
 39 11
 3 11
 27 11
 51 11
 15 12
 39 12
 3 12
 27 13
 51 13
 15 13
 39 14
 3 14
 27 15
 51 15
 15 16
 39 16
 3 16
 27 17
 51 17
 15 17
 39 18
 3 18
 27 18
 51 19
 15 19
 39 19
 3 19
 27 19
 51 19

0 0
 0 0
 1 0
 1 1
 1 1
 2 1
 2 2
 3 2
 3 3
 3 3
 4 4
 4 4
 5 5
 5 5
 6 6
 6 6
 6 6
 7 7
 7 7
 8 8
 8 8
 8 8
 9 9
 9 9
 10 10



Arrêt de la décompression à 255 m
 le Mercredi 15.12.76 à 20 h 43.
 Oxygène 1,8 %. Reprise de la décompression le
 Jeudi 16.12.76 à 09 h 30 (palier de 12 h 47).

22 54
 23 52
 24 51
 24 50
 24 49
 24 48
 24 47
 24 46
 24 45
 24 44
 24 43
 24 42
 25 41
 25 40
 25 39
 25 38
 25 37
 25 36
 25 35
 26 34
 26 33
 26 32
 26 31
 26 30

488

Changement du pourcentage d'oxygène.
 Passage du 1.8 % au 3 %.

29	26	1	19	44	1	20	10	10	14	10	40
28	26	1	20	10	1	20	36	10	40	11	6
27	26	1	20	36	1	21	2	11	6	11	32
26	26	1	21	2	1	21	28	11	32	11	58
25	26	1	21	28	1	21	54	11	56	12	24
24	27	1	21	54	1	22	21	12	24	12	51
23	27	1	22	21	1	22	48	12	51	13	18
22	27	1	22	48	1	23	15	13	18	13	45
21	27	1	23	15	1	23	42	13	45	14	12
20	27	1	23	42	1	23	3	14	12	14	33
19	21	2	23	3	2	0	24	14	33	14	54
18	21	2	0	3	2	0	45	14	54	15	15
17	21	2	0	24	2	0	6	15	15	15	36
16	21	2	0	45	2	1	27	15	36	15	57
15	21	2	1	6	2	1	48	15	57	16	18
14	21	2	1	27	2	1	10	16	18	16	40
13	22	2	1	48	2	2	32	16	40	17	2
12	22	2	2	10	2	2	54	17	2	17	24
11	22	2	2	32	2	3	16	17	24	17	46
10	22	2	2	54	2	3	38	17	46	18	8
09	22	2	3	16	2	3	0	18	8	18	30
08	22	2	3	38	2	4	22	18	30	18	52
07	22	2	4	0	2	4	44	18	52	19	14
06	22	2	4	22	2	4	7	19	14	19	37
05	23	2	4	44	2	5	30	19	37	20	0
04	23	2	5	7	2	5	53	20	0	20	23
03	23	2	5	30	2	5	16	20	23	20	46
02	23	2	5	53	2	6	39	20	46	21	9
01	23	2	6	16	2	6	2	21	9	21	32
00	23	2	6	39	2	7	25	21	32	21	55
99	23	2	7	2	2	7	48	21	55	22	18
98	23	2	7	25	2	7	12	22	18	22	42
97	24	2	7	48	2	8	36	22	42	22	6
96	24	2	8	12	2	8	0	22	6	23	30
95	24	2	8	36	2	9	24	23	6	23	54
94	24	2	9	0	2	9	48	23	30	23	18
93	24	2	9	24	2	9	12	23	54	24	42
92	24	2	9	48	2	10	36	24	18	24	6
91	24	2	10	12	2	10	1	24	42	25	31
90	25	2	10	36	2	11	26	25	6	25	56
	25	2	11	1	2	11		25	31	25	

5990

595

189 25 11 26 2 11 51 25 36 26 56 36 2 21 46
188 25 11 51 2 11 16 26 26 21 21 46 26 2 26 46
187 25 12 16 2 12 41 26 26 41 26 46 26 2 27 46
186 25 12 41 2 12 6 26 27 6 27 11 27 27 27 36
185 25 13 6 2 13 31 27 27 31 27 36 27 28 28
184 25 13 31 2 13 56 28 28 56 28 26 28 28 26
183 26 13 56 2 13 22 28 28 22 28 26 28 28 26
182 26 14 22 2 14 48 28 28 48 28 52 28 29 52
181 26 14 48 2 14 14 29 29 14 29 18 29 44 44
180 26 15 14 2 15 40 29 29 40 29 44 29 30 44
179 26 15 40 2 15 6 30 30 6 30 10 30 36 36
178 26 16 6 2 16 32 30 30 32 30 36 31 31 2
177 27 16 32 2 16 59 31 31 59 31 31 29 29
176 27 17 59 2 17 26 31 31 26 31 31 56 56
175 27 17 26 2 17 53 31 31 53 31 32 23 23
174 27 18 53 2 18 20 32 32 20 32 32 50 50
173 27 18 20 2 18 47 32 32 47 32 33 17 17
172 27 18 47 2 18 14 33 33 14 33 33 44 44
171 27 19 14 2 19 41 33 33 41 33 34 11 11
170 28 19 41 2 19 9 34 34 9 34 34 39 39
169 28 20 9 2 20 37 34 34 37 34 35 7 7
168 28 20 37 2 20 5 35 35 5 35 35 35 35
167 28 21 5 2 21 33 35 35 33 35 36 3 3
166 28 21 33 2 21 1 36 36 1 36 36 31 31
165 28 21 1 2 21 29 36 36 29 36 36 59 59
164 29 22 29 2 22 58 36 36 58 36 37 28 28
163 29 22 58 2 22 27 37 37 27 37 37 57 57
162 29 23 27 2 23 56 37 37 56 37 38 26 26
161 29 23 56 2 23 25 38 38 25 38 38 55 55
160 29 23 25 2 23 54 38 38 54 38 39 24 24
159 29 23 54 2 23 23 39 39 23 39 39 53 53
158 30 23 23 2 23 53 39 39 53 39 40 23 23
157 30 23 53 2 23 23 40 40 23 40 40 53 53
156 30 23 23 2 23 53 40 40 53 40 41 23 23
155 30 23 53 2 23 23 41 41 23 41 41 53 53
154 30 23 23 2 23 53 41 41 53 41 42 23 23
153 30 23 53 2 23 23 42 42 23 42 42 53 53
152 31 23 23 2 23 54 42 42 54 42 43 24 24
151 31 23 54 2 23 25 43 43 25 43 43 55 55
150 31 23 25 2 23 56 43 43 56 43 44 26 26
149 31 24 56 2 24 27 44 44 27 44 44 57 57
148 31 24 27 2 24 58 44 44 58 44 45 28 28
147 31 27 58 2 27 29 45 45 29 45 45 59 59
146 32 27 29 2 27 1 46 46 1 46 46 31 31
145 32 27 1 2 27 33 46 46 33 46 46 3 3

6009

1287

6598

▲ Changement du pourcentage d'oxygène.
Passage du 3 % au 6 %.

144	32	3	8	33	3	9	5	47	3	47	35
143	32	3	9	5	3	9	37	47	35	47	7
142	32	3	9	37	3	10	9	48	7	48	39
141	32	3	10	9	3	10	41	48	39	49	11
140	33	3	10	41	3	11	14	49	11	49	44
139	33	3	11	14	3	11	47	50	44	50	17
138	33	3	11	47	3	12	20	50	17	50	50
137	33	3	12	20	3	12	53	50	50	51	23
136	33	3	12	53	3	13	26	51	23	51	56
135	34	3	13	26	3	14	0	51	56	52	30
134	34	3	14	0	3	14	34	52	30	53	4
133	34	3	14	34	3	15	8	53	4	53	38
132	34	3	15	8	3	15	42	53	4	54	12
131	34	3	15	42	3	16	16	54	38	54	46
130	35	3	16	16	3	16	51	54	12	54	21
129	35	3	16	51	3	17	26	55	46	55	56
128	35	3	17	26	3	18	26	55	21	55	31
127	35	3	18	26	3	18	1	56	56	56	6
126	35	3	18	36	3	19	11	57	31	57	41
125	36	3	19	11	3	19	47	57	6	58	17
124	36	3	19	47	3	20	23	58	41	58	17
123	25	3	20	23	3	20	48	58	17	59	53
122	25	3	20	48	3	21	13	59	53	59	18
121	25	3	21	13	3	21	38	59	18	60	43
120	25	3	21	38	3	22	3	60	43	60	8
119	26	3	22	3	3	22	29	60	8	60	33
118	26	3	22	29	3	22	55	60	33	60	59
117	26	3	22	55	3	22	21	61	59	61	25
116	26	3	23	21	3	23	47	61	25	61	51
115	26	3	23	47	3	23	13	62	51	62	17
114	27	4	23	13	4	0	40	62	17	62	43
113	27	4	24	40	4	0	7	62	43	62	10
112	27	4	24	7	4	1	34	63	10	63	37
111	27	4	24	34	4	1	1	63	37	63	37
110	27	4	24	1	4	2	28	64	37	64	4
109	28	4	24	28	4	2	56	64	4	64	31
108	28	4	24	56	4	2	24	64	31	64	58
107	28	4	24	24	4	3	52	65	58	65	26
106	28	4	24	52	4	3	20	65	26	65	54
105	29	4	24	20	4	4	49	66	54	66	22
104	29	4	24	49	4	4	18	66	22	66	50
103	29	4	24	18	4	5	47	67	50	67	19
102	29	4	24	47	4	5	16	67	19	67	48
101	30	4	24	16	4	6	46	68	48	68	17
		4	24	46	4	6		68	17	68	46
		4	24		4	6		68	46	69	16

2816

2817

2815

	Changement du pourcentage d'oxygène. Passage du 6 % au 12 %.										Changement du pourcentage d'oxygène. Passage du 12 % au 24 %.												
59	41	6	48	5	7	29	93	18	93	59	93	59	41	93	41	59	17	117	17	117	42	117	17
58	42	7	29	5	8	11	93	59	93	59	94	41	94	94	41	59	47	111	47	111	41	111	41
57	30	8	11	5	8	41	94	41	94	41	95	11	95	95	11	41	35	100	35	100	31	100	31
56	30	8	41	5	9	11	95	11	95	11	95	11	95	95	11	11	10	101	10	101	5	101	5
55	30	9	11	5	9	41	95	41	95	41	95	41	95	95	41	11	10	101	10	101	40	101	40
54	31	9	41	5	10	12	96	11	96	11	96	12	96	96	11	10	15	102	15	102	15	102	15
53	31	10	12	5	10	43	96	12	96	12	96	43	96	96	12	11	21	102	21	102	51	102	51
52	32	10	43	5	11	15	97	13	97	13	97	15	97	97	13	11	27	103	27	103	27	103	27
51	32	11	15	5	11	47	97	13	97	13	97	47	97	97	13	11	34	104	34	104	4	104	4
50	33	11	47	5	12	20	98	17	98	17	98	20	98	98	17	11	4	104	4	104	41	104	41
49	33	12	20	5	12	53	98	17	98	17	98	53	98	98	17	11	41	105	41	105	19	105	19
48	34	12	53	5	13	27	99	50	99	50	99	27	99	99	50	11	49	105	49	105	57	105	57
47	34	13	27	5	14	1	99	23	99	23	99	1	99	99	23	11	27	106	27	106	36	106	36
46	34	14	1	5	14	35	100	57	100	57	100	35	100	100	57	11	6	106	6	106	16	106	16
45	35	14	35	5	15	10	101	31	101	31	101	10	101	101	31	11	46	107	46	107	16	107	16
44	35	15	10	5	15	45	101	5	101	5	101	45	101	101	5	11	26	107	26	107	56	107	56
43	36	15	45	5	16	21	102	36	102	36	102	21	102	102	36	11	46	107	46	107	37	107	37
42	36	16	21	5	16	57	102	15	102	15	102	57	102	102	15	11	6	108	6	108	37	108	37
41	37	16	57	5	17	34	103	27	103	27	103	34	103	103	27	11	26	108	26	108	18	108	18
40	37	17	34	5	18	11	104	4	104	4	104	11	104	104	4	11	48	109	48	109	18	109	18
39	38	18	11	5	18	49	104	41	104	41	104	49	104	104	41	11	30	109	49	109	18	109	18
38	38	18	49	5	19	27	105	19	105	19	105	27	105	105	19	11	12	110	27	110	42	110	42
37	38	19	27	5	20	6	105	57	105	57	105	6	105	105	57	11	55	110	6	110	25	110	25
36	40	20	6	5	20	46	106	36	106	36	106	46	106	106	36	11	38	111	46	111	8	111	8
35	40	20	46	5	20	26	106	16	106	16	106	26	106	106	16	11	22	111	26	111	52	111	52
34	41	21	26	5	21	7	107	56	107	56	107	7	107	107	56	11	38	112	7	112	37	112	37
33	41	22	26	5	22	48	108	37	108	37	108	48	108	108	37	11	52	112	48	112	22	112	22
32	42	22	48	5	22	30	109	18	109	18	109	30	109	109	18	11	37	113	30	113	22	113	22
31	42	23	30	5	23	12	110	0	110	0	110	12	110	110	0	11	22	113	12	113	22	113	22
30	43	0	12	6	0	55	110	42	110	42	110	55	110	110	42	11	38	114	55	114	8	114	8
29	43	0	55	6	0	1	111	25	111	25	111	1	111	111	25	11	25	114	1	114	55	114	55
28	44	0	1	6	0	38	111	8	111	8	111	38	111	111	8	11	12	115	38	115	42	115	42
27	45	1	38	6	1	22	112	52	112	52	112	22	112	112	52	11	47	115	22	115	42	115	42
26	45	2	22	6	2	7	112	37	112	37	112	7	112	112	37	11	52	116	7	116	17	116	17
25	45	3	7	6	3	52	113	22	113	22	113	52	113	113	22	11	37	116	52	116	53	116	53
24	46	3	52	6	3	38	114	22	114	22	114	38	114	114	22	11	22	116	38	116	42	116	42
24	47	4	38	6	4	25	115	8	115	8	115	25	115	115	8	11	55	116	25	116	42	116	42
23	47	4	38	6	4	12	115	55	115	55	115	12	115	115	55	11	47	117	12	117	17	117	17
22	47	5	25	6	5	6	116	42	116	42	116	6	116	116	42	11	23	117	6	117	53	117	53
22	35	6	12	6	6	47	116	17	116	17	116	47	116	116	17	11	59	117	47	117	29	117	29
21	36	6	47	6	6	23	117	17	117	17	117	23	117	117	17	11	23	117	23	117	29	117	29
20	36	7	23	6	7	59	117	53	117	53	117	59	117	117	53	11	59	117	59	117	29	117	29

10296

10299

11209

19	37	6	7	59	6	8	36	118	29	119	6
18	38	6	8	36	6	9	14	119	6	119	44
17	39	6	9	14	6	9	53	119	44	120	23
16	40	6	9	53	6	10	33	120	23	121	3
15	41	6	10	33	6	11	14	121	3	121	44
14	42	6	11	14	6	11	56	121	44	122	26
13	43	6	11	56	6	12	39	122	26	123	9
12	44	6	12	39	6	13	23	123	9	123	53
11	45	6	13	23	6	14	8	123	53	124	38
10	46	6	14	8	6	14	54	124	38	125	24
9	47	6	14	54	6	15	41	125	24	126	11
8	48	6	15	41	6	16	29	126	11	126	59
7	49	6	16	29	6	17	18	126	59	127	48
6	50	6	17	18	6	18	8	127	48	128	38
5	51	6	18	8	6	18	59	128	38	129	29
4	52	6	18	59	6	19	51	129	29	130	21
3	53	6	19	51	6	20	44	130	21	131	14
2	55	6	20	44	6	21	39	131	14	132	9
1	56	6	21	39	6	22	35	132	9	133	5

DUREE DECOMPRESSION

heures 174

minutes 04

soit 7 jours 6 heures 4 minutes

Avec les arrêts : 202 heures 35 minutes

soit 8 jours 10 heures 35 minutes

12/24

DETECTION DE BULLES

AU COURS DES DECOMPRESSIONS INTERMÉDIAIRES.

ET DE LA DECOMPRESSION FINALE

RECHERCHE ET PLONGEE
JANVIER 1977

MÉTHODES :

Nous avons utilisé pour la détection des bulles circulantes un appareil de type "Doppler" mis au point par l'I.N.S.A. de Lyon (avec l'aide de la D.R.M.E.), et expérimenté depuis plusieurs années par le C.E.R.T.S.M. de Toulon (GUILLERM, MASUREL, GRAS) lors de plongées à l'air, à l'héliox (travail en collaboration avec la COMEX) et pendant des séjours en hypobarie.

Le capteur du détecteur est externe, et se place dans la région précordiale. Les passages de bulles sont détectés au niveau du coeur droit et de l'artère pulmonaire, avant qu'elles n'atteignent les poumons. Les signaux sonores sont enregistrés sur magnétophone. On détermine les stades de bulles suivant l'échelle adoptée par SPENCER :

Stade 1 : Un passage de bulles en file indienne ou groupées ne dépassant pas une systole.

Stade 2 : Plusieurs systoles contiennent des bulles, mais moins de la moitié. Ou moins de trois systoles consécutives contiennent des bulles.

Stade 3 : Toutes les systoles contiennent des bulles, c'est-à-dire au moins cinq systoles consécutives.

Stade 4 : Le bruit des bulles couvre le bruit des systoles.

Les enregistrements sont faits au repos (plongeur assis ou couché) et en mouvement (3 flexions espacées de 10 secondes). Les stades de bulles relevés en mouvement sont toujours plus importants qu'au repos. En effet les bulles s'accumulent dans les masses musculaires et sont mobilisées par l'exercice. L'enregistrement en mouvement est donc une amplification du phénomène.

Nous avons testé lors de cette expérience un modèle de détecteur portatif de chantier qui peut être utilisé en pression. En opération, les règles d'utilisation sont très simplifiées, et chaque plongeur peut déterminer sans ambiguïté son stade de bulles.

DETECTION DE BULLES AU COURS DES DECOMPRESSIONS INTERMEDIAIRES NIVEAU VIE - NIVEAU TRAVAIL

RÉSULTATS :

Plusieurs durées de décompression sont utilisées pendant les plongées réalisées entre le niveau vie et le niveau travail. Aucune de ces décompressions n'obéissait à des critères connus, et les temps utilisés n'obéissaient qu'à des considérations de commodité (temps de descente ou de remontée de la tourelle).

On peut noter au travers des résultats que les décompressions effectuées entre 430,445 et 400 mètres ne donnent pas lieu à la présence apparente de bulles. Cette constatation faussant les interprétations permet l'utilisation de décompressions courtes entre les niveaux 460 et 480 et 400 mètres. Ces décompressions apparemment génératrices de bulles en faible quantité au départ deviennent jour après jour plus traumatisantes pour aboutir rapidement à un accident d'oreille interne.

Le tableau et les graphiques ci-joints montrent :

- entre 430, 445 et 400 mètres : un stade 1 chez un plongeur (enregistrement du 09/12/76 à 13 heures) ;
- entre 480 et 400 mètres : un stade 2 au repos, 3 heures après l'arrivée à 400 mètres (enregistrement du 12/12/76 à 17 h 30) et
un stade 3 au repos, 2 heures après l'arrivée à 400 mètres (enregistrement du 12/12/76 à 16 h 30) ;
- entre 460 et 400 mètres : un stade 3 au repos avec accident d'oreille interne 30 minutes après l'arrivée à 400 mètres (enregistrement du 12/12/76 à 20 heures).

.../...

DISCUSSIONS :

Les points importants sont les suivants :

- (1) Les bulles n'apparaissent pas immédiatement après le retour au niveau vie. Il est donc probable qu'après les décompressions effectuées entre 430-400 m et 445-400 m des bulles auraient pu être détectées dans les heures qui suivent le retour au niveau vie ;
- (2) A ces profondeurs, le seuil de détection de l'appareil, normalement 100 microns, est nettement trop grand pour conclure à une détection négative. Ce fait est très important si l'on doit réaliser la décompression finale après des plongées intermédiaires ;
- (3) A l'arrivée à 400 m, les bulles se forment lentement. Lorsque l'état diphasique est obtenu, on se retrouve à gradient nul, et le gaz ne s'élimine pas. Vingt heures après une décompression de 480 à 400 m, on retrouve encore un stade 2 au mouvement (enregistrement du 13/12/76 à 09 heures).
On peut d'ailleurs observer l'effet cumulatif des plongées dans l'aboutissement à l'accident d'oreille qui n'était pas directement prévisible les premiers jours ;
- (4) La présence de 4 % d'azote dans le mélange fond, bénéfique sur le plan physiologique a peut-être joué un rôle dans la latence d'élimination citée précédemment. Nous devons normalement tenir compte de cet effet dans le calcul des décompressions ;
- (5) L'accident d'oreille interne aurait pu facilement être évité si le stade 3 observé avait été correctement interprété. L'appareil se révèle donc parfaitement préventif.

.../...

CONCLUSIONS :

Le ludion est une procédure dangereuse dans la plongée profonde.

Pour des écarts faibles autour du niveau vie de l'ordre de 30 ou 40 m il est possible pendant un temps limite de faire supporter au plongeur des états diphasiques qui représentent toujours un risque lorsque la décompression finale doit s'opérer sans délai après le retour au niveau vie.

Lorsque la profondeur est grande, et contrairement à des lois physiques qui ne s'appliquent pas dans ce cas, la remontée sans décompression est encore plus dangereuse que près de la surface, car les volumes importants de gaz stockés en état diphasique sont très difficiles à éliminer.

Ces conclusions sont en contradiction totale avec les résultats publiés par l'U.S. Navy ("Development of unlimited duration excursion tables and procedures for saturation dive" Experimental Diving Unit U.S. Navy 10 sept. 1976).

Nous nous proposons donc de publier rapidement nos résultats, considérant comme dangereuse la position prise par ce groupe de travail.

STADES DE BULLES - DECOMPRESSIONS DES PLONGEES EXCURSIONS

Prof. Niv. Trav. Niv. Vie (m)	Durée Séjour Niv. Trav.	Durée Décomp. (min)	DATE HEURE	A		B		C		D		E		F		G		H			
				JP	LV	MKJ	RP	SL	SE	VJ	VG	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M
				R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M
430 400	3 h 25	12	07.12 - 13h00							0	0	0	0			0	0				
430 400	5 h 22	7	07.12 - 19h00			0	0	0	0					0	0						
430 400	3 h 32	7	08.12 - 12h00	0	0							0	0			0	0				
430 400	5 h 52	7	08.12 - 19h00			0	0							0	0				0	0	
445 400	4 h 02	35	09.12 - 13h00	0	0					0	1	0	0								
445 400	5 h 00	19	09.12 - 19h00					0	0					0	0				0	0	
460 400	4 h 30	58	10.12 - 13h00	0	0					0	0					0	0		0	0	
460 400	5 h 15	58	10.12 - 19h00			0	2	2	3										0	0	
460 400			10.12 - 20h00					1	2												
460 400	3 h 32	58	11.12 - 14h00							0	0	0	0			0	1				
460 400	4 h 59	41	11.12 - 20h00			0	0							0	0				0	0	
480 400	2 h 54 (460m) 37' (480m)	91	12.12 - 14h30	0	0							0	1			0	0				
			12.12 - 15h30	0	0								2	3			0	3			
			12.12 - 16h00	0	1								3	-			2	3			
			12.12 - 16h30	0	0								3	-			1	3			
			12.12 - 17h30	0	0								2	3			2	3			
			12.12 - 18h30	-	-								1	3			1	3			
			12.12 - 20h30	-	-								-	-			0	2			
			12.12 - 21h30	-	-								0	3			-	-			
13.12 - 09h00	0	0								0	2			0	0						
460 400	4 h 33	58	12.12 - 20h00					3 ^x	-					0	0				0	0	

* Accident oreille interne.

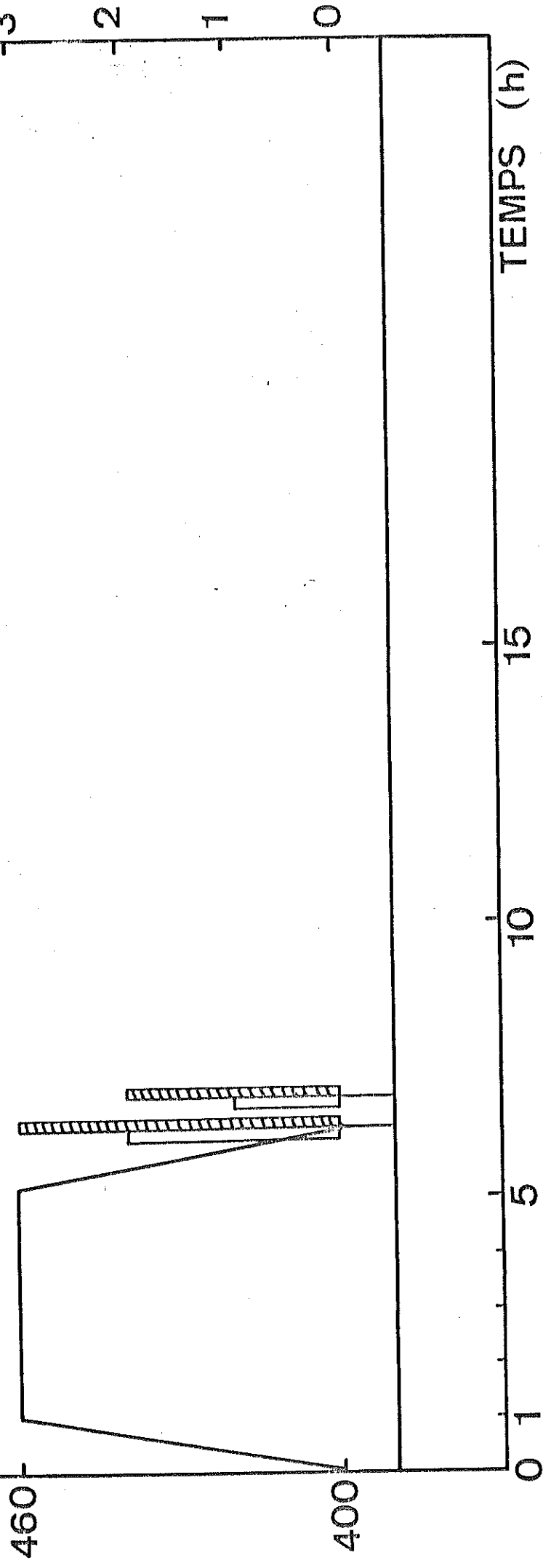
JANUS IV

mouvement
repos

DEGRE
DE
BULLES

PROFONDEUR
(m)

J.MK



TEMPS (h)

PROFONDEUR
(m)

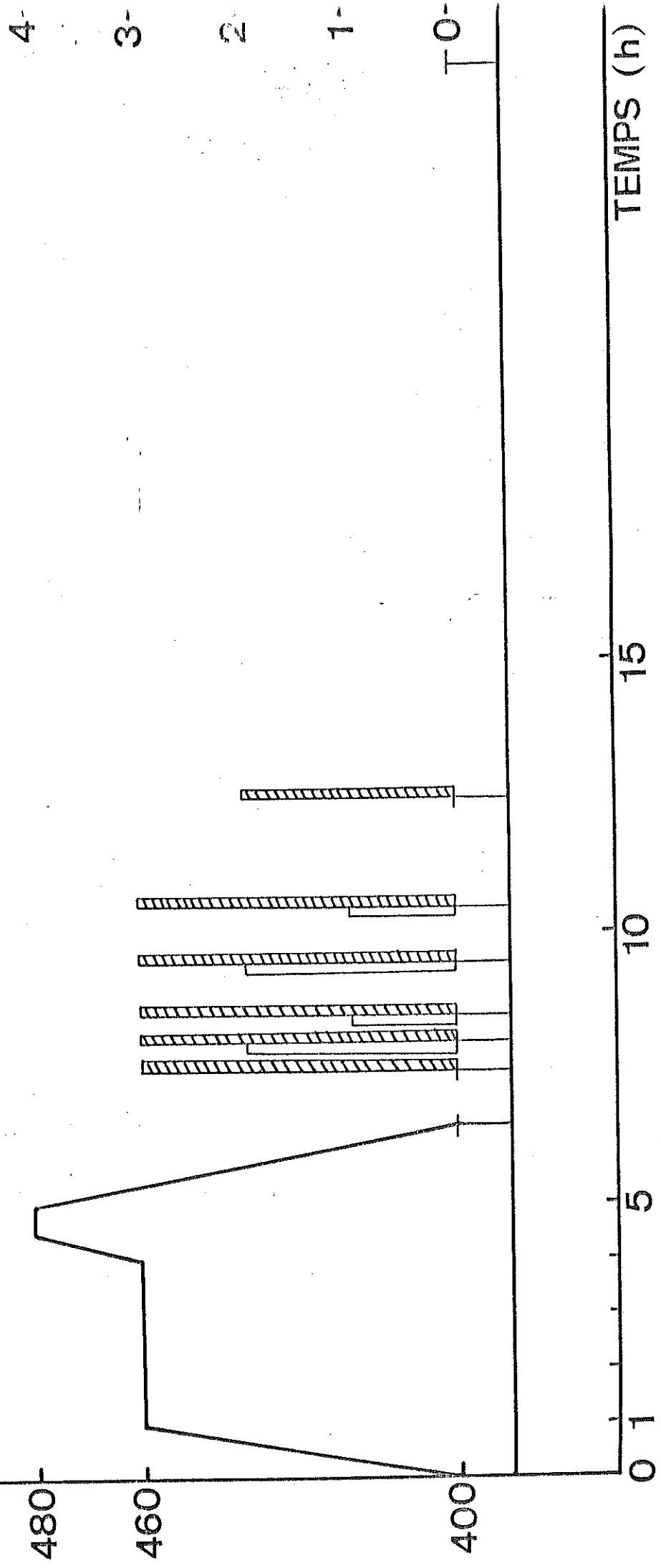
JANUS IV

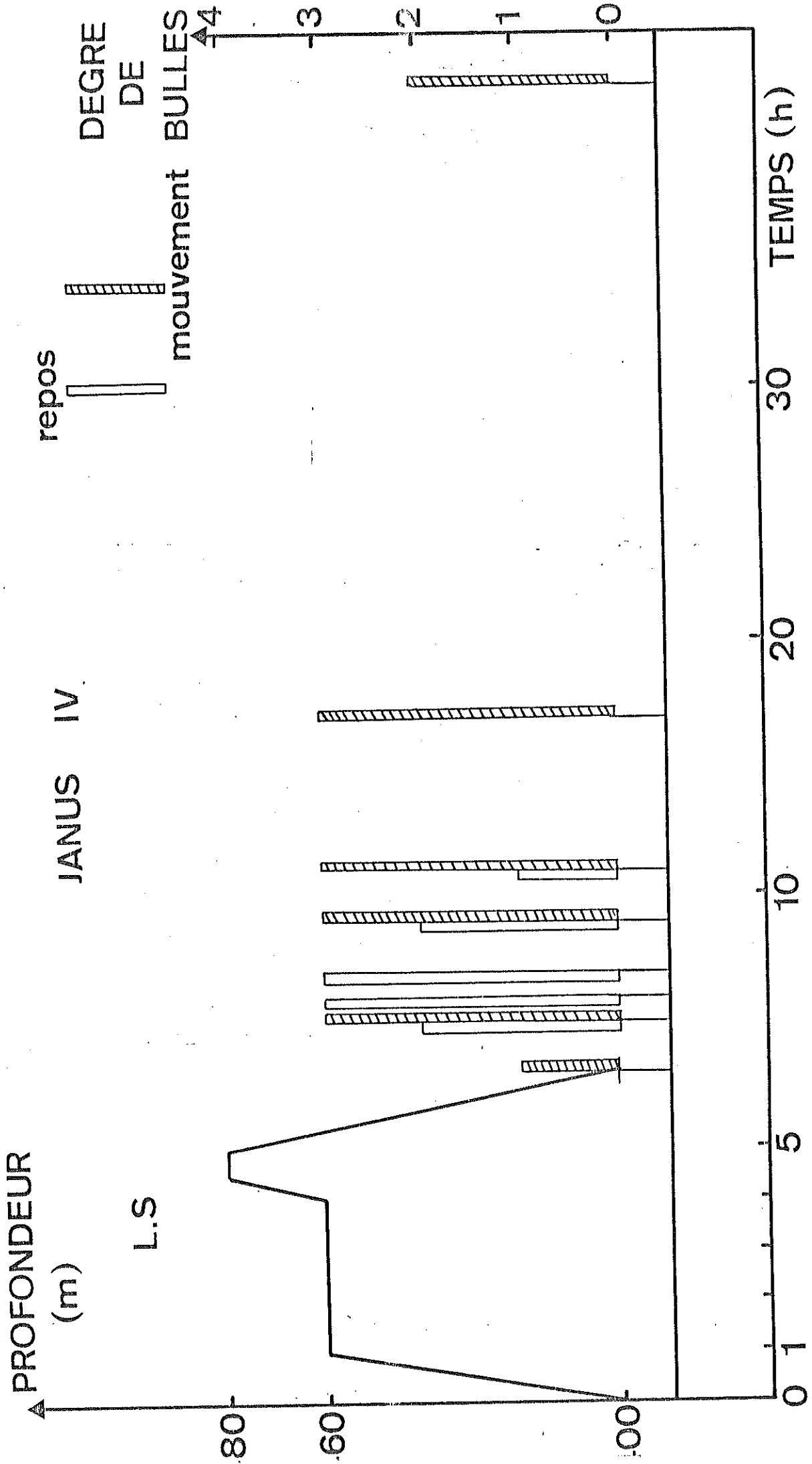
DEGR
DE
BULLE

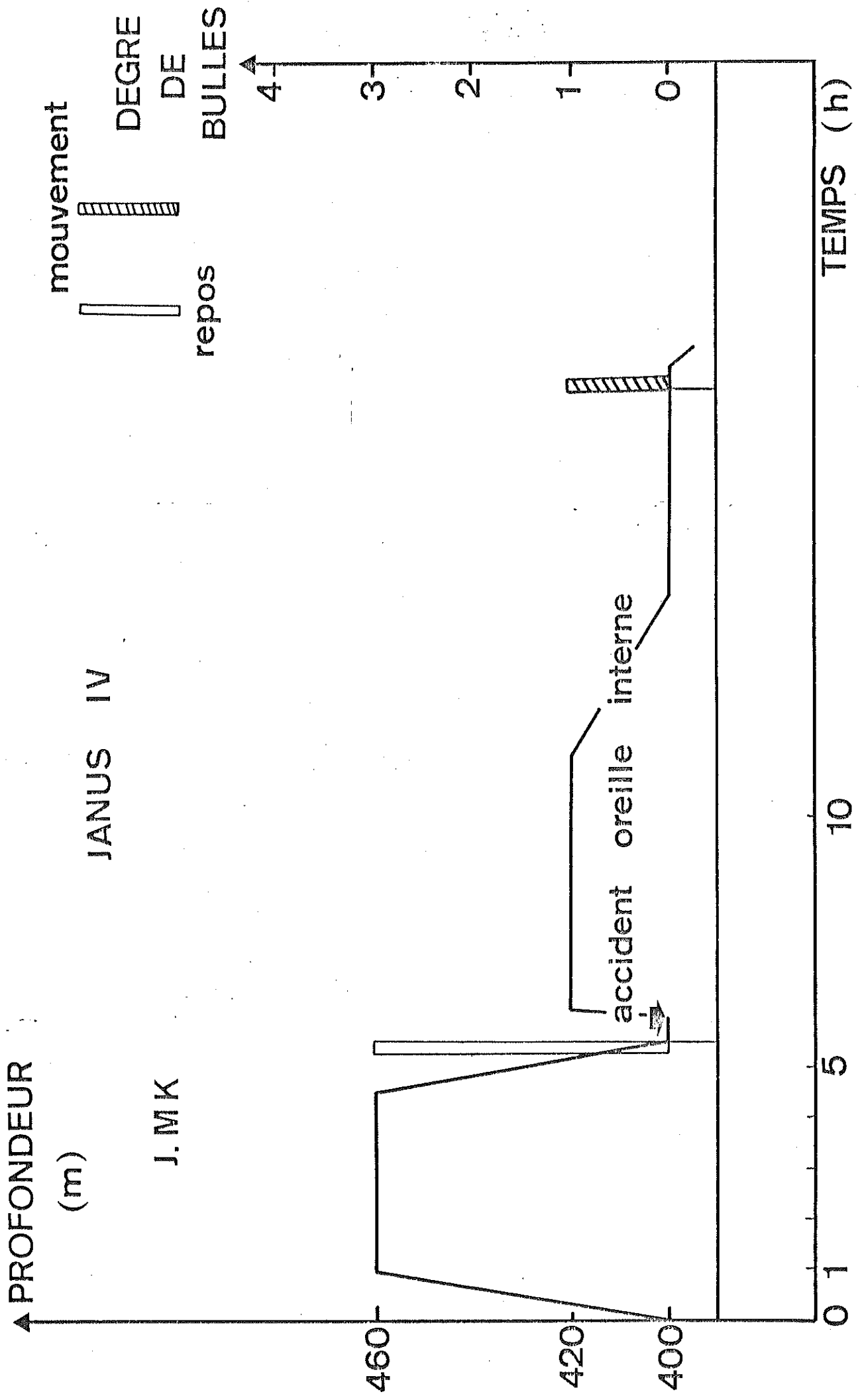
repos

mouvement

J.V







DETECTION DE BULLES AU COURS DE LA DECOMPRESSION FINALE

RÉSULTATS :

La décompression finale débute le lundi 13/12/76 à 12 heures (voir table de décompression). Avant le début, deux plongeurs présentent des bulles au mouvement (enregistrement du 13/12/76 à 10 heures) consécutives aux plongées excursions. Le même jour, à 18 heures, après une décompression de seulement 30 mètres à des vitesses très lentes (0,083 et 0,077 m/mn) 7 plongeurs sur 8 présentent des bulles (enregistrement du 13/12/76 à 18 heures). Devant cette situation anormale, nous décidons de stopper la décompression pour la nuit. Le lendemain matin aucune bulle n'est décelable. La décompression reprend suivant une table avec 1,8 % d'oxygène (au lieu de 2 % prévus initialement).

De la profondeur de 370 à 257 mètres, les stades de bulles augmentent chez tous les plongeurs pour atteindre des valeurs importantes à 257 m : stade 3 au mouvement chez 7 sujets et un stade 2 au repos (enregistrement du 15/12/76 à 20 heures). Un nouvel arrêt de la décompression est alors décidé pour prévenir tout accident. Le lendemain matin, les stades de bulles ont fortement diminué, la décompression se poursuit sur la même table. Par la suite, les plongeurs présentent des stades parfois élevés mais la décompression n'est plus interrompue. Près de la surface, les stades diminuent chez tous les plongeurs : à 7 mètres on n'observe qu'un stade 2 et un stade 1 au mouvement (enregistrement du 21/12/76 à 18 heures).

DISCUSSION :

Pour la première fois lors d'une décompression de saturation nous avons enregistré des stades de bulles élevés. En effet, lors des expériences CORAZ III et IV, les plongeurs n'ont présenté des bulles que près de la surface. (Voir rapports CNEXO). Pour expliquer le fait nouveau, il faut

.../...

noter que la décompression a débuté alors que deux plongeurs avaient des bulles non détectables, sinon comment expliquer que seulement après 30 mètres de décompression (faible variation de pression absolue 8 %) ils aient tous présenté des stades importants. Un intervalle de 24 heures minimum doit donc être respecté entre la fin de la décompression d'une plongée excursion et le début de la décompression finale.

Malgré les stades élevés de bulles tout au long de la décompression, les plongeurs n'ont jamais ressenti de douleurs articulaires ou musculaires. Ces bulles circulantes étaient donc normalement éliminées par les poumons. Cependant, si des stades 3 de bulles au mouvement sont supportées sans accident, on doit rester très vigilant lorsqu'apparaissent des bulles au repos : le stade 3 au repos nécessitant une action immédiate.

Dans les derniers mètres de la décompression, alors que les bulles circulantes avaient presque totalement disparu, les plongeurs se sont plaints de douleurs articulaires nécessitant la prise d'oxygène au masque. Ces douleurs peuvent être attribuées à des bulles non circulantes, non détectables au Doppler et qui grossissent près de la surface où les variations de pression absolue sont plus importantes.

CONCLUSION :

La nouvelle décompression de saturation utilisée n'a pu être testée dans les conditions souhaitées. Cependant, on doit noter à son actif que :

- les bulles circulantes provenant des décompressions intermédiaires réalisées au fond ont pu être éliminées avant l'arrivée en surface ;
- pour la première fois, et sans accident, il a été possible de piloter une décompression au détecteur de bulles. Cette performance n'est pas souhaitable cependant elle reste de nature à introduire de façon systématique la prévention dans les accidents de plongée ;

.../...

- nous sommes persuadés que les programmes de décompression à pourcentages constants sont particulièrement bénéfiques quant à la répartition de l'oxygène et par conséquent permettent le relèvement du seuil de toxicité. De ce fait, on peut améliorer sécurité et santé des plongeurs.

L'ensemble de ces résultats se trouve largement confirmé par la remontée sans problème de deux singes de 1000 mètres en 76 heures 48 minutes. La méthode de calcul était la même que celle utilisée dans JANUS IV.

#####

DECOMPRESSION FINALE

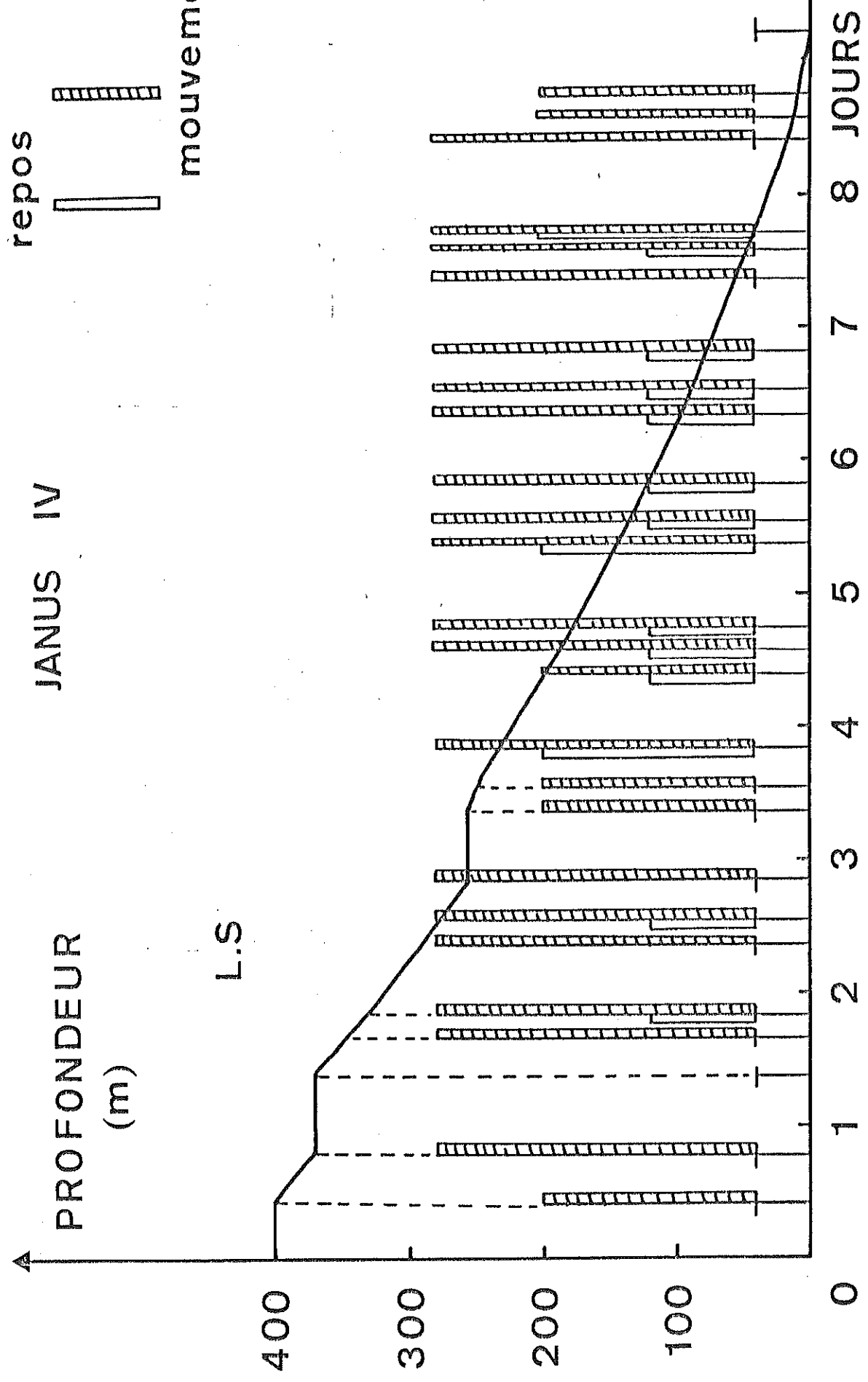
PROFONDEUR mètres	DATE HEURE	A		B		C		D		E		F		G		H	
		JP		LV		MKJ		RP		SL		SE		VJ		VG	
		R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M
400	13.12. - 10 h	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
370	13.12. - 18 h	0	3	0	1	0	3	0	2	0	3	0	2	0	0	0	1
370	14.12. - 9 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	14.12. - 13 h	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	0	0
330	14.12. - 20 h	0	2	0	2	0	1	0	0	1	3	0	0	1	2	0	1
288	15.12. - 9 h	0	2	0	1	0	2	0	0	0	3	0	0	0	1	0	1
276	15.12. - 13 h	0	3	0	1	1	3	1	1	1	3	0	2	0	2	1	3
257	15.12. - 20 h	1	3	0	1	2	3	1	3	0	3	0	3	0	3	1	3
255	16.12. - 9 h	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1
245	16.12. - 13 h	0	0	0	2	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2
229	16.12. - 20 h	0	0	0	1	1	3	0	1	2	3	1	3	1	2	1	3
195	17.12. - 9 h	0	2	0	1	0	3	0	1	1	2	0	3	0	2	0	3
185	17.12. - 13 h	0	2	0	2	0	3	0	1	1	3	1	3	1	3	0	3

DECOMPRESSION FINALE

(suite)

PROFONDEUR mètres	DATE HEURE	JP		LV		MKJ		RP		SL		SE		VJ		VG	
		R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M
175	17.12. - 18 h	1	2	0	3	1	3	0	1	1	3	1	3	0	3	0	3
144	18.12. - 9 h	1	3	0	0	1	3	0	2	2	3	1	2	0	3	0	1
134	18.12. - 13 h	1	2	1	2	1	3	1	1	1	3	0	3	0	2	1	3
123	18.12. - 20 h	0	1	0	2	1	2	1	2	1	3	1	3	0	2	0	3
93	19.12. - 9 h	0	1	0	1	1	3	0	1	1	3	0	3	2	3	1	3-
88	19.12. - 13 h	0	1	1	2	1	3	0	3	1	3	1	3	1	3	1	3
75	19.12. - 20 h	1	3	0	0	0	3	1	3	1	3	1	3	0	2	1	3
56	20.12. - 9 h	0	1	0	0	0	2	0	2	0	3	0	3	0	2	0	3
47	20.12. - 13 h	0	3	0	0	0	2	0	3	1	3	0	3	0	3	0	3
39	20.12. - 18 h	0	2	0	0	0	2	0	1	2	3	2	3	0	2	0	3
18	21.12. - 9 h	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	0	3	0	3	0	1
12	21.12. - 14 h	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	2
7	21.12. - 18 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
Sortie	22.12. - 8 h										0	0	0	0			

DEGRE
DE
BULLE



JANUS IV

PROFONDEUR
(m)

L.S.

repos

mouvement

8 JOURS

