



**HAL**  
open science

## JANUS IV Phase II

Sa Comex

► **To cite this version:**

| Sa Comex. JANUS IV Phase II. COMEX. 1977. hal-04464960

**HAL Id: hal-04464960**

**<https://hal.univ-brest.fr/hal-04464960v1>**

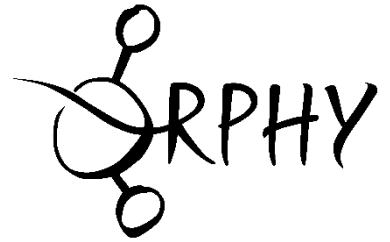
Submitted on 19 Feb 2024

**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

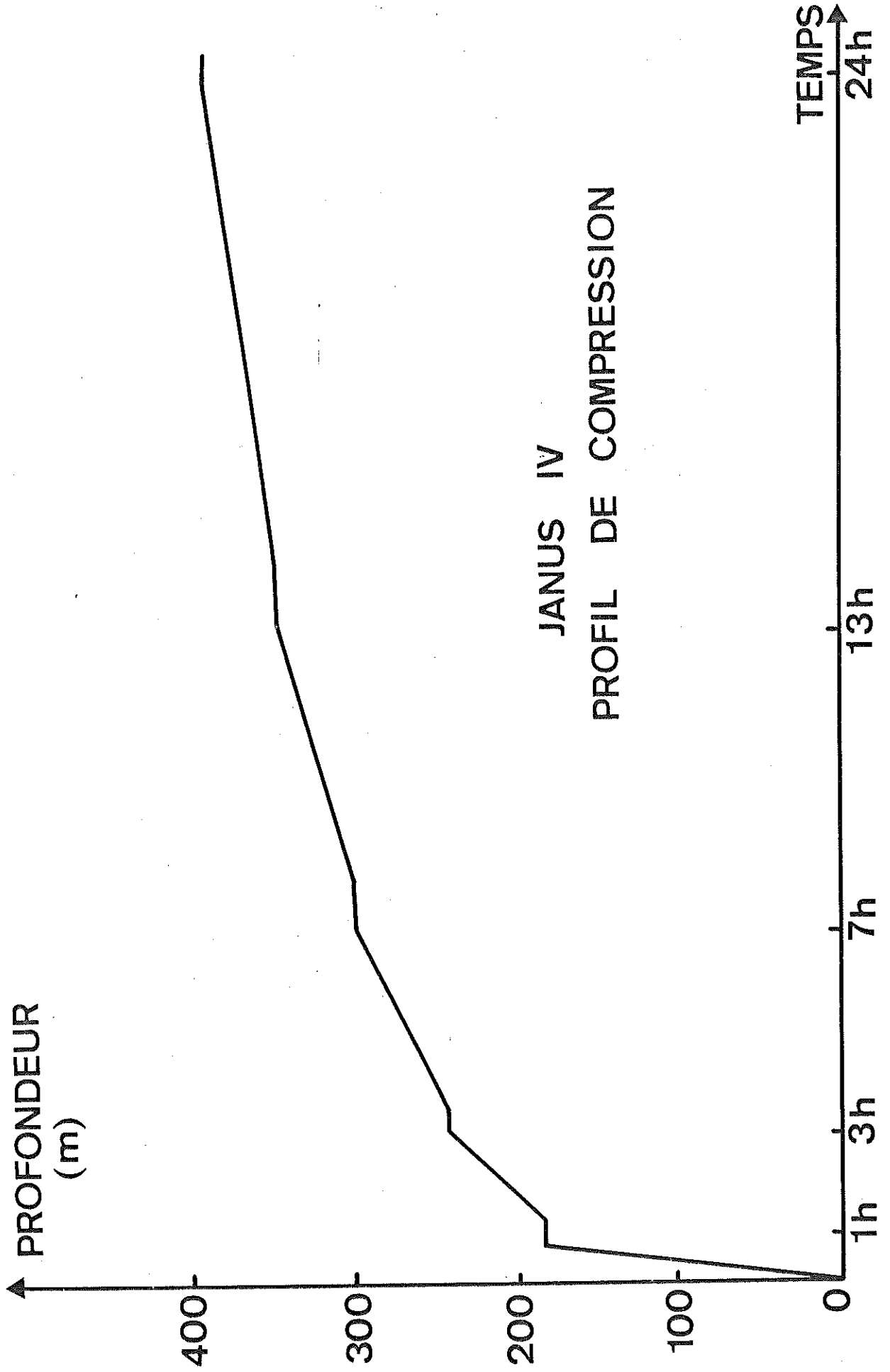
A partir des données de la compression, ce modèle calcule à chaque instant un index qui est supposé être représentatif de l'état du plongeur (fig. 2). Les différents paramètres sont ajustés de façon à minimiser cet index.

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.

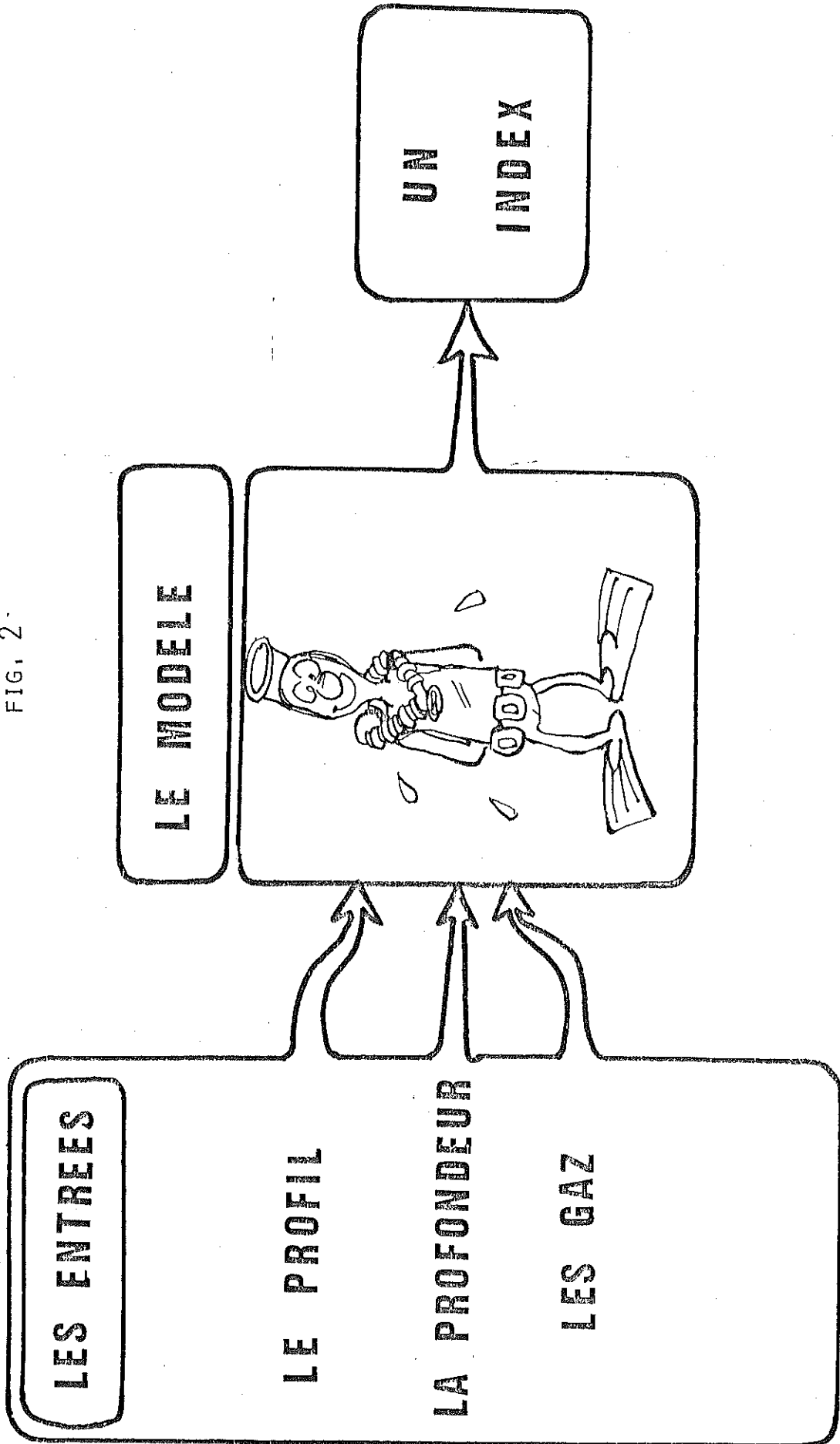
.../...

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 <sub>2</sub> = 400 mb ; ppN <sub>2</sub> = 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 <sub>2</sub> = 400 mb ; ppN <sub>2</sub> = 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 <sub>2</sub> = 400 mb ; ppN <sub>2</sub> = 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 <sub>2</sub> = 400 mb ; ppN <sub>2</sub> = 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 <sub>2</sub> = 400 mb ; ppN <sub>2</sub> = 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

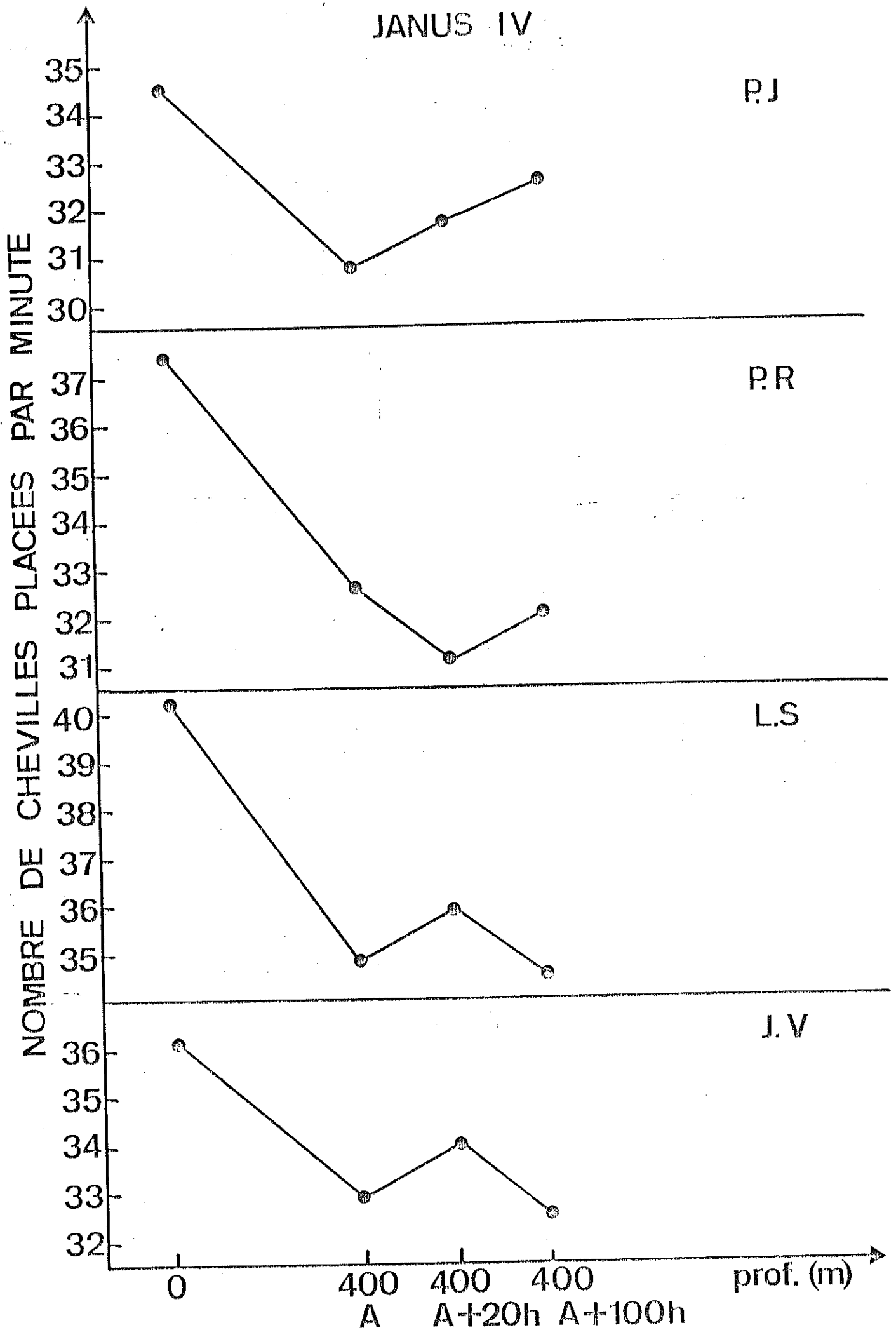
T.R.V.S. : Temps de réaction visuel simple (A-3 : réalisé à 380 m, en compression)

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

P.R

48  
44  
40  
36  
32

L.S

50  
46  
42  
38  
34

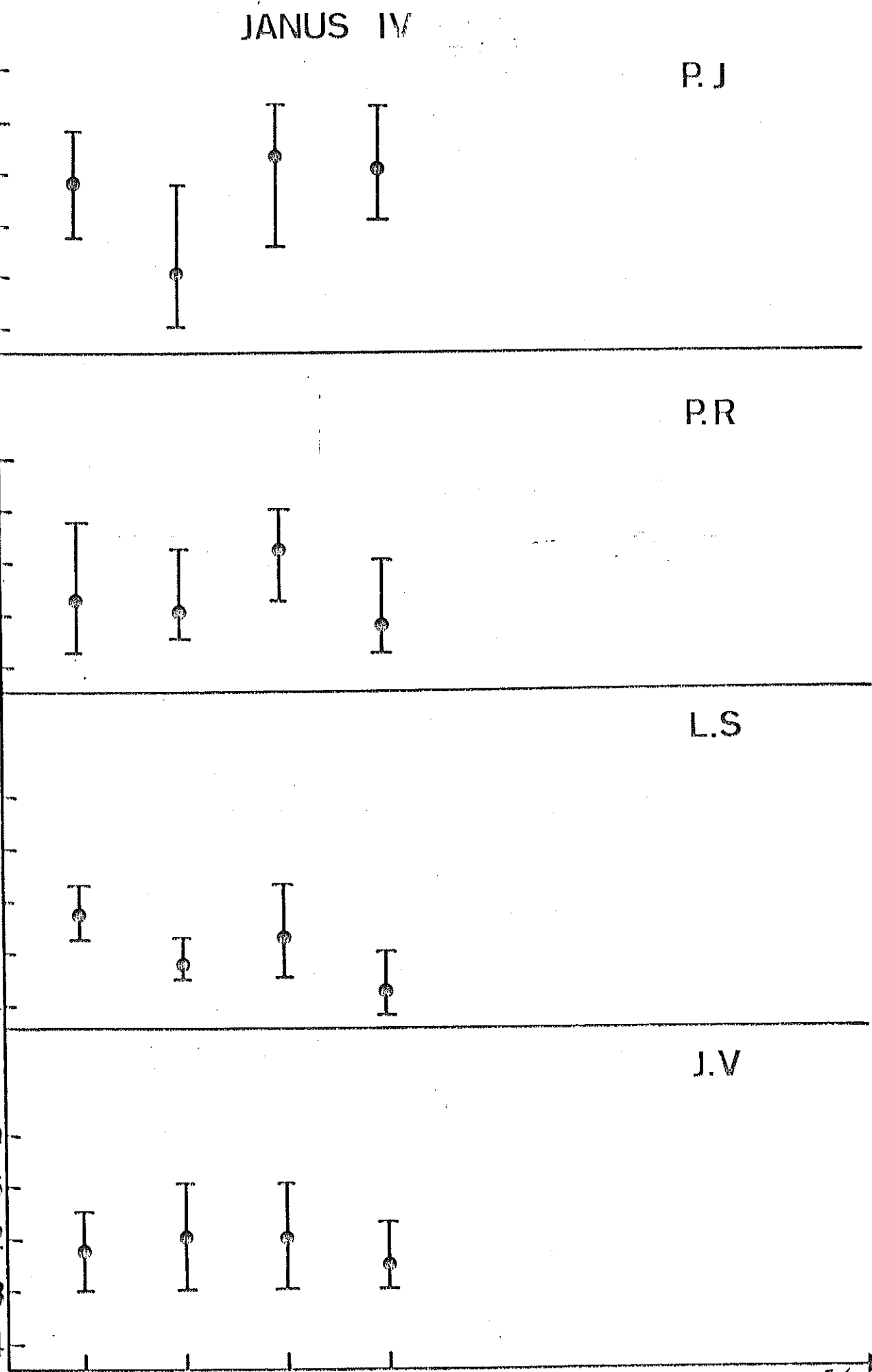
J.V

50  
46  
42  
38  
34

TEMPS DE REACTION VISUEL DE CHOIX

0 250 400 400  
A A+20h

prof.(m)



45

38

48

47

37

36

41

35

41

37

39

35

41

42

42

40



JANUS IV

P.J

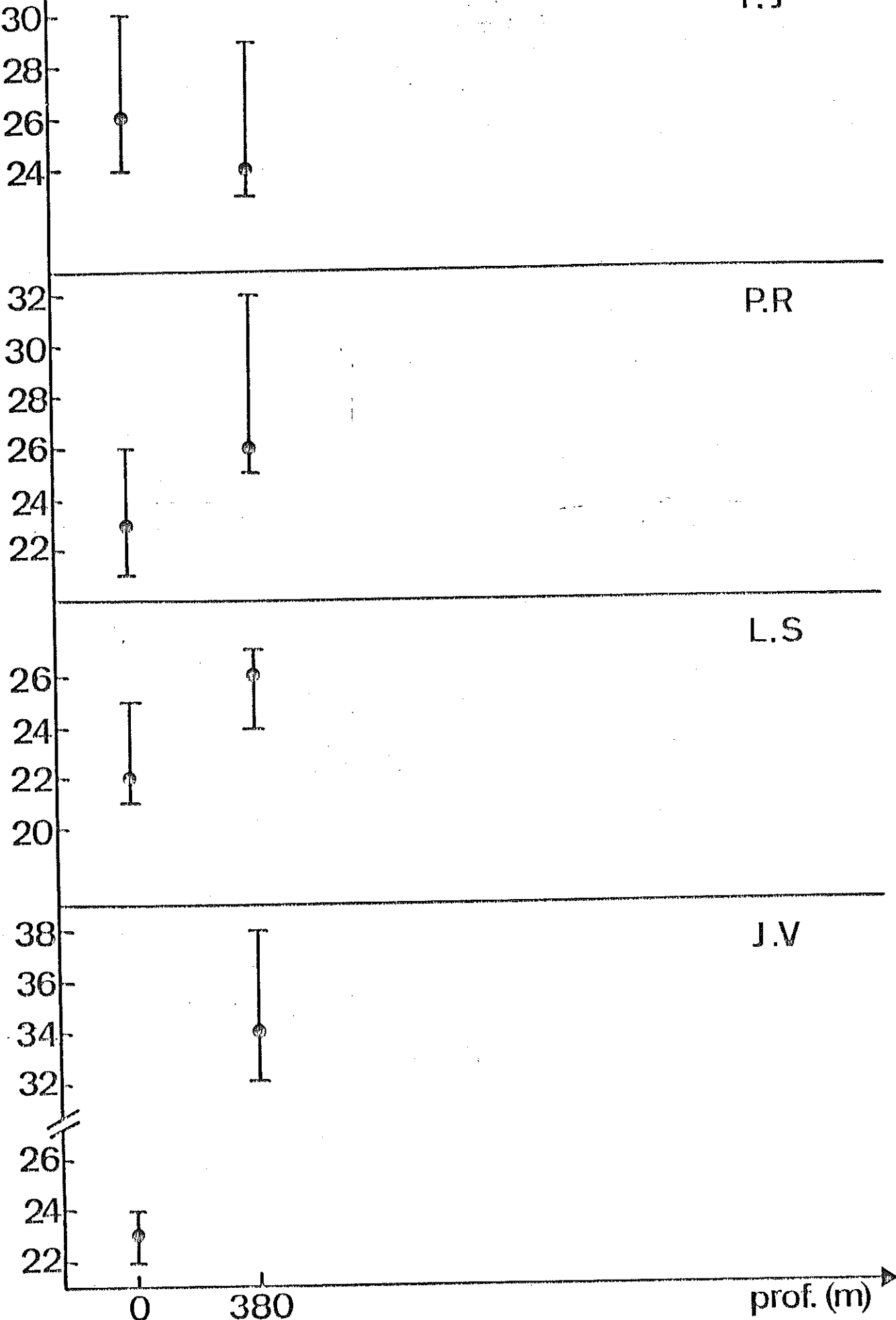
P.R

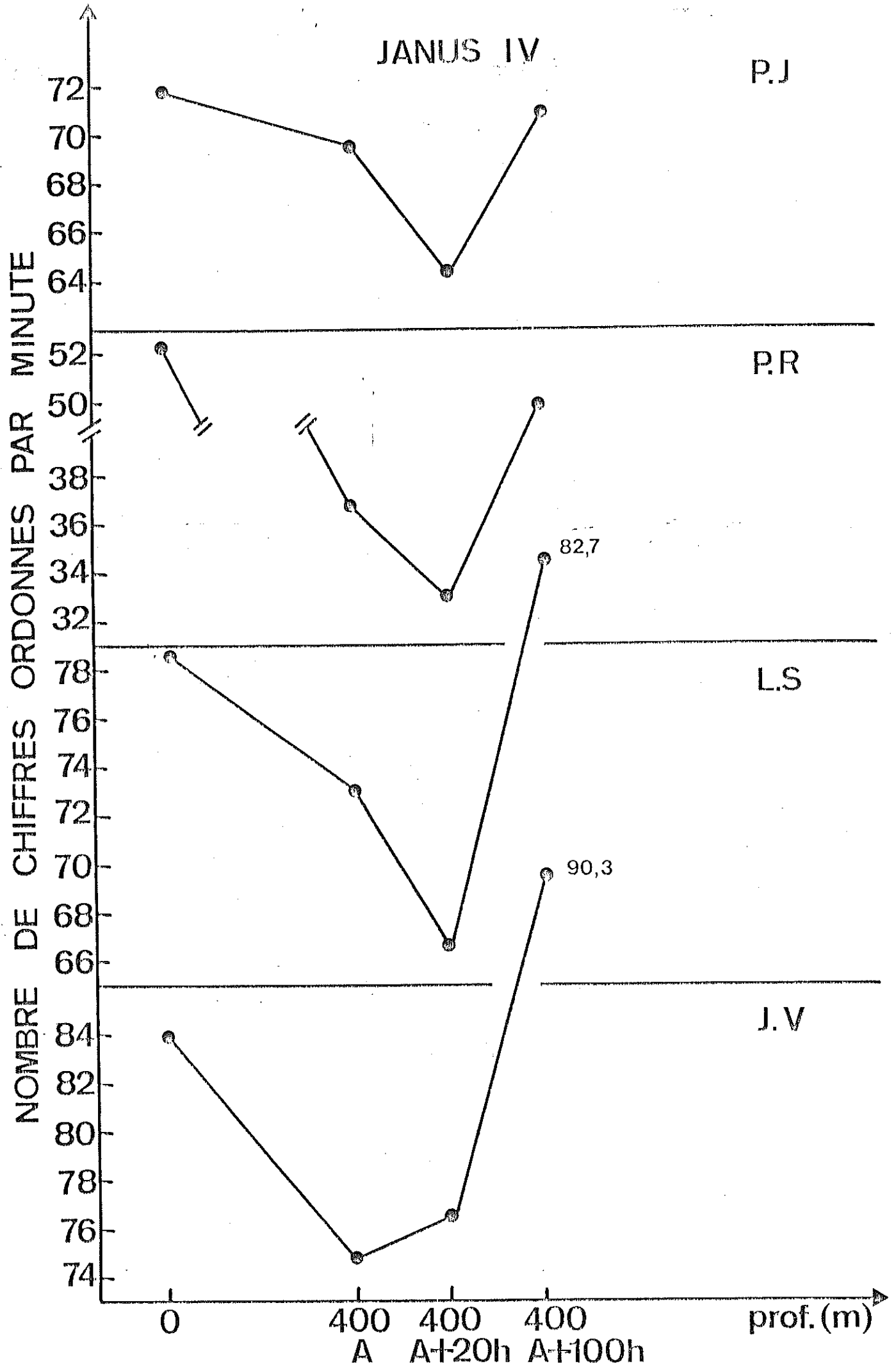
L.S

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

0

400

400

400

prof. (m)

A

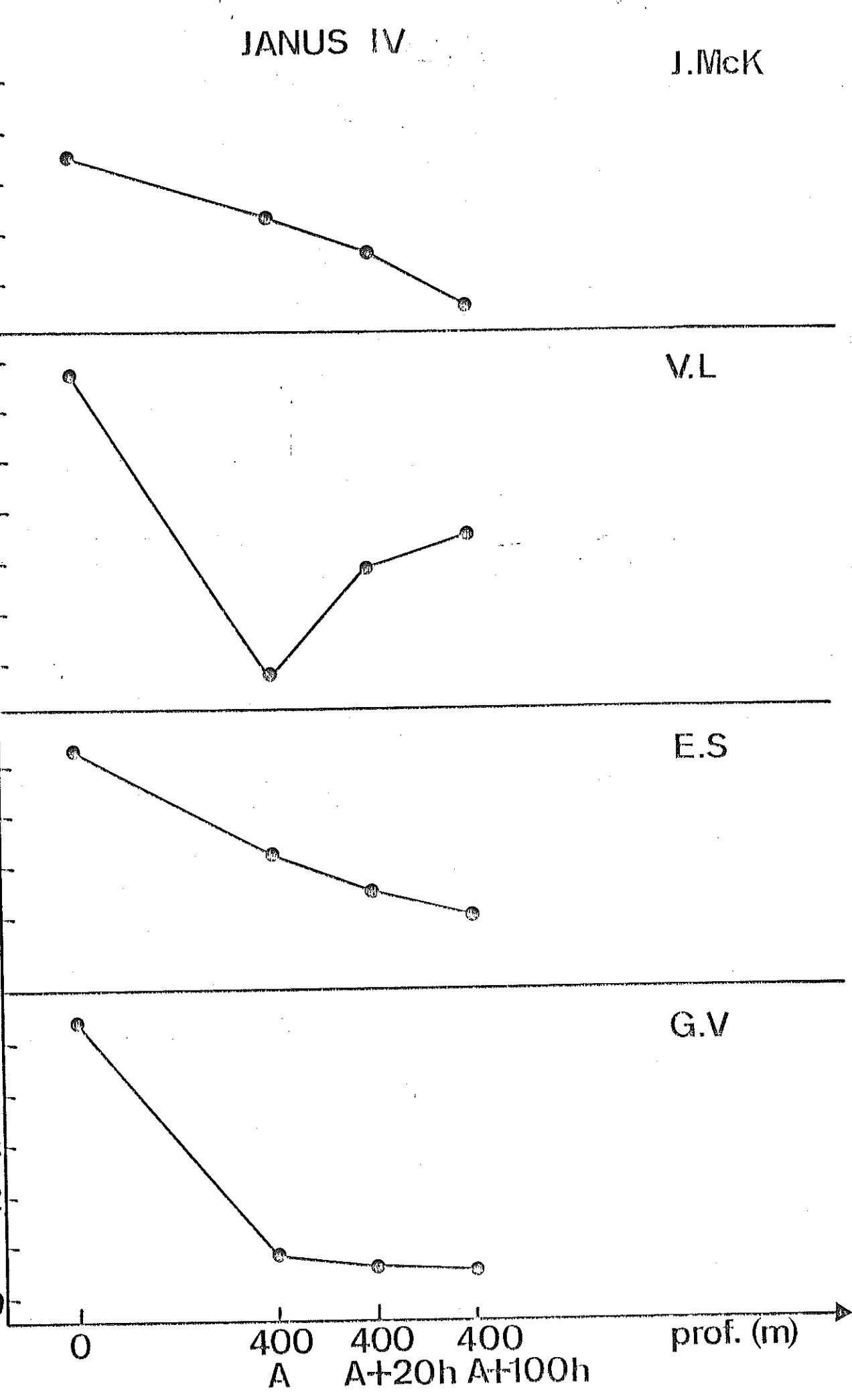
A+20h

A+100h

V.L

E.S

G.V



1/100s.

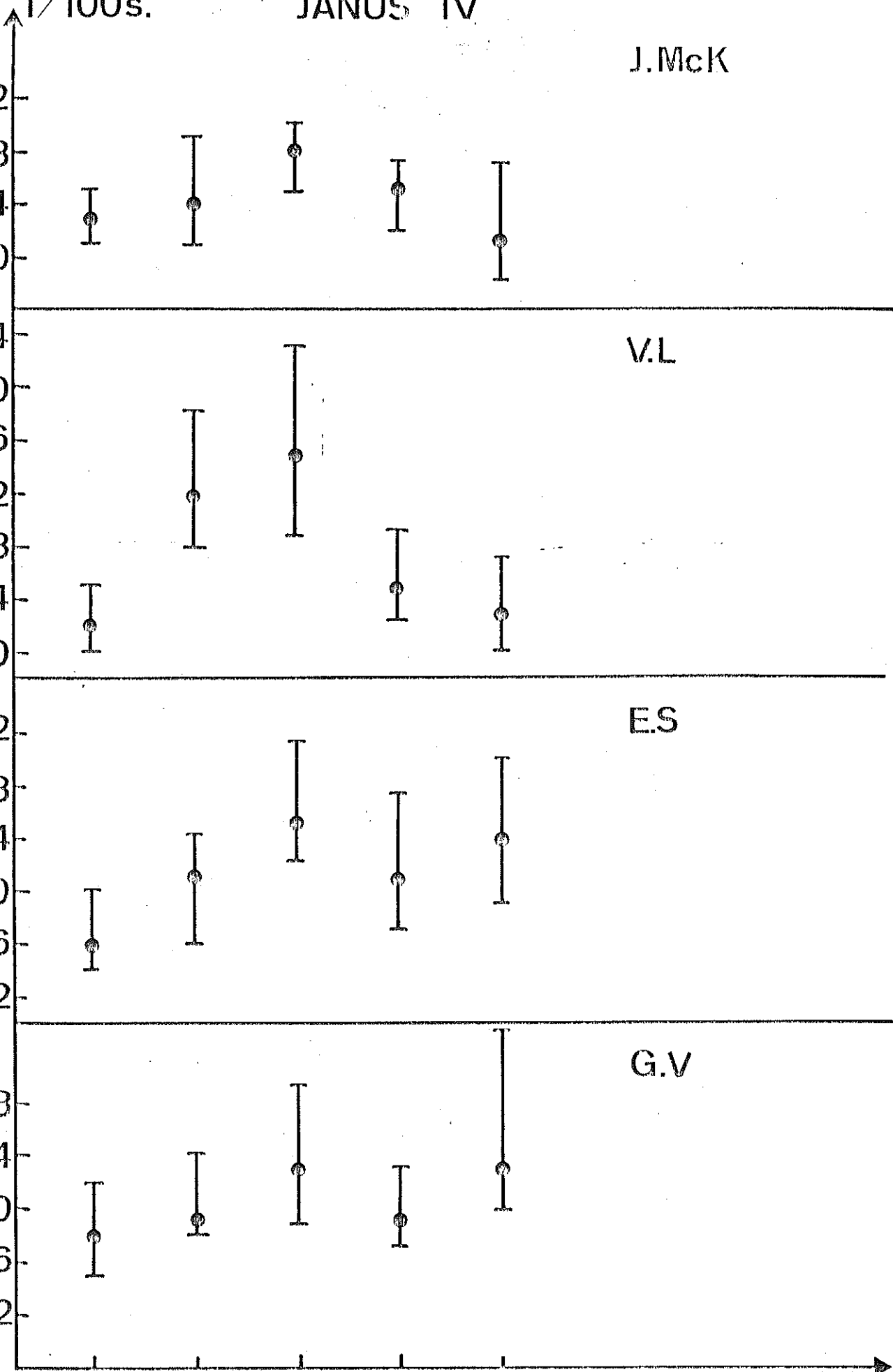
# JANUS IV

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

30  
28  
26  
24  
22

44  
42  
40  
38  
36  
34  
32

34  
32  
30  
28  
26

38  
36  
34  
32  
30  
28  
26

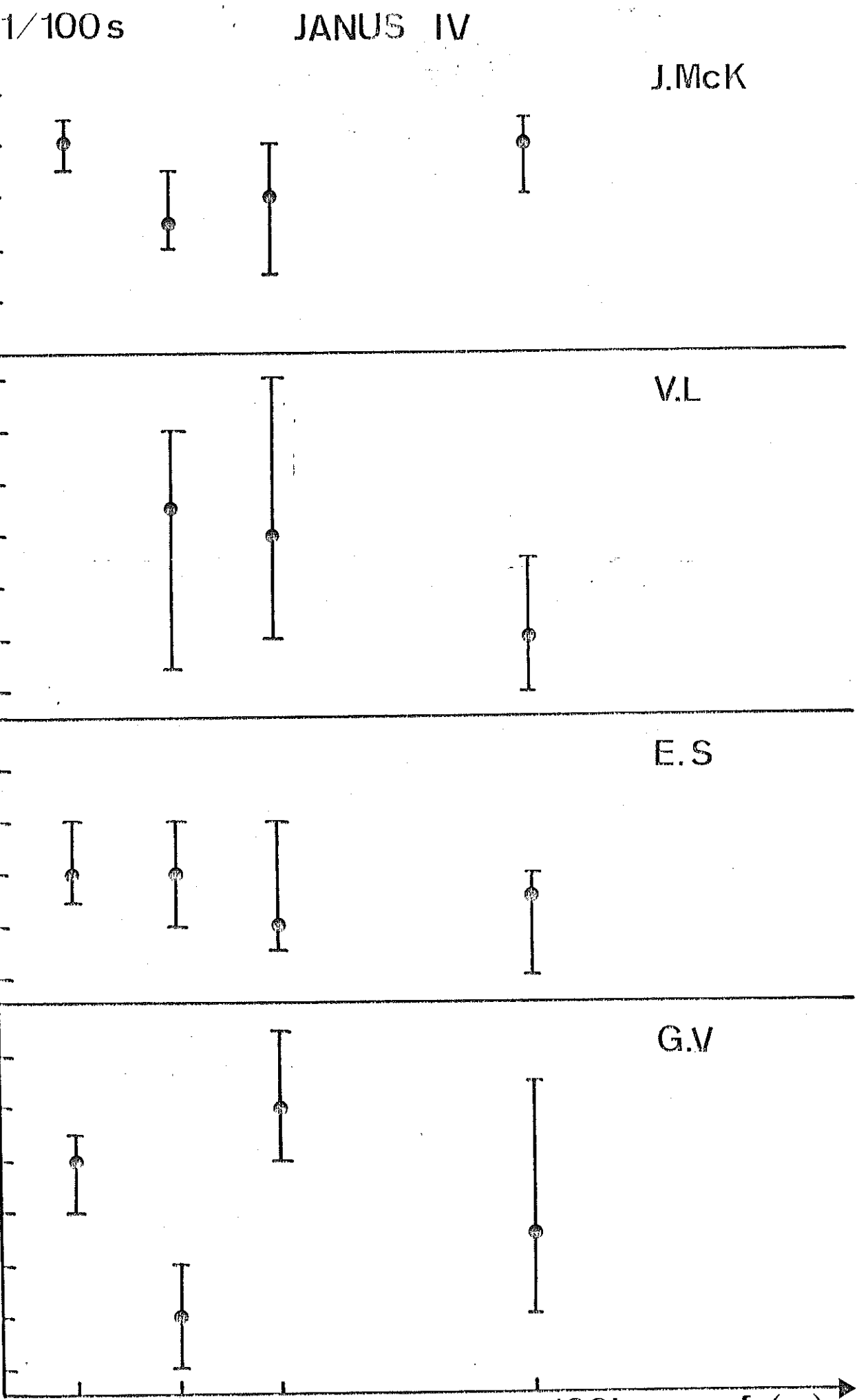
TEMPS DE REACTION VISUEL SIMPLE

V.L

E.S

G.V

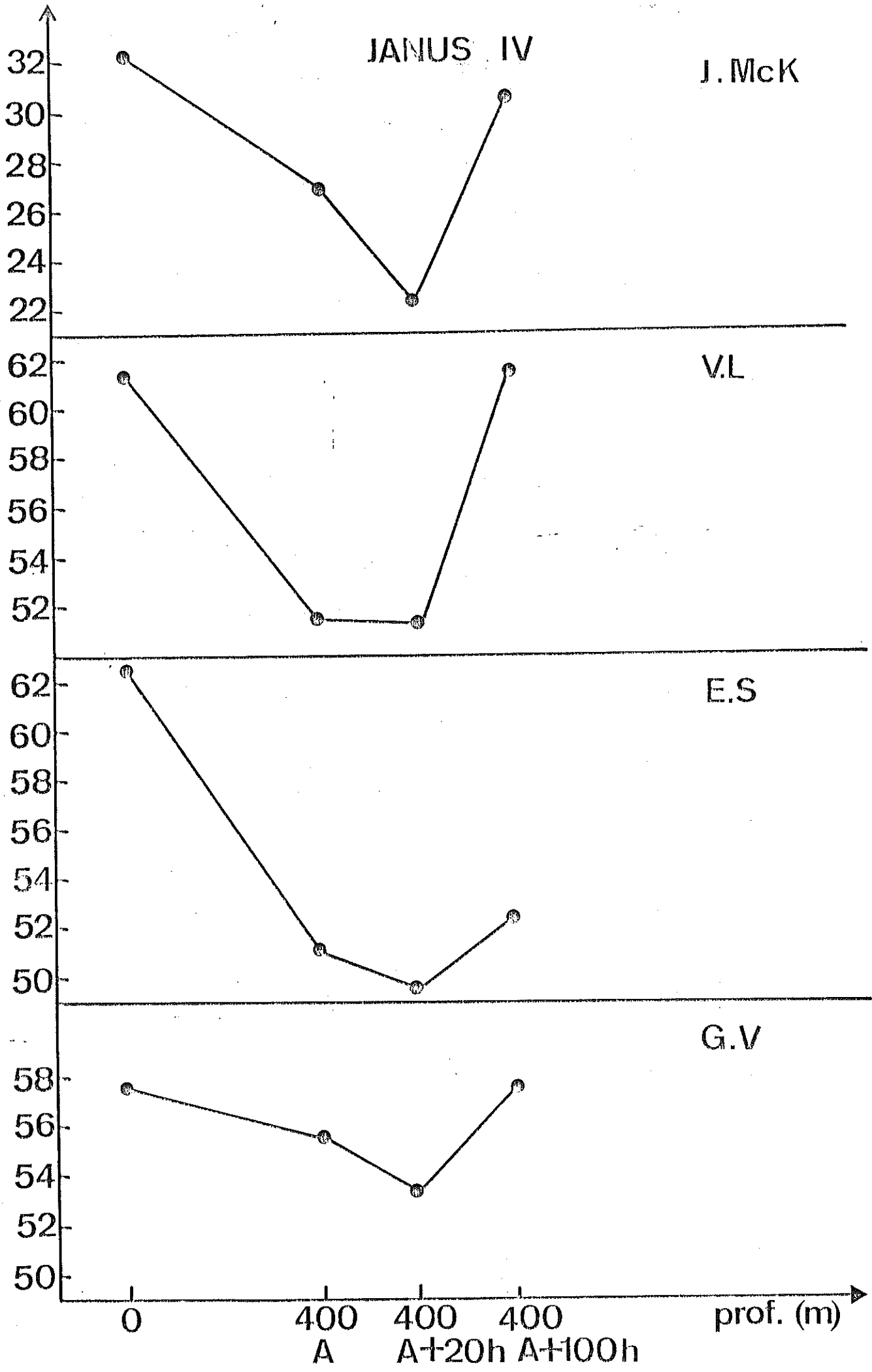
0 250 380 A+100h prof. (m)



JANUS IV

J. McK

NOMBRE DE CHIFFRES ORDONNES PAR MINUTE



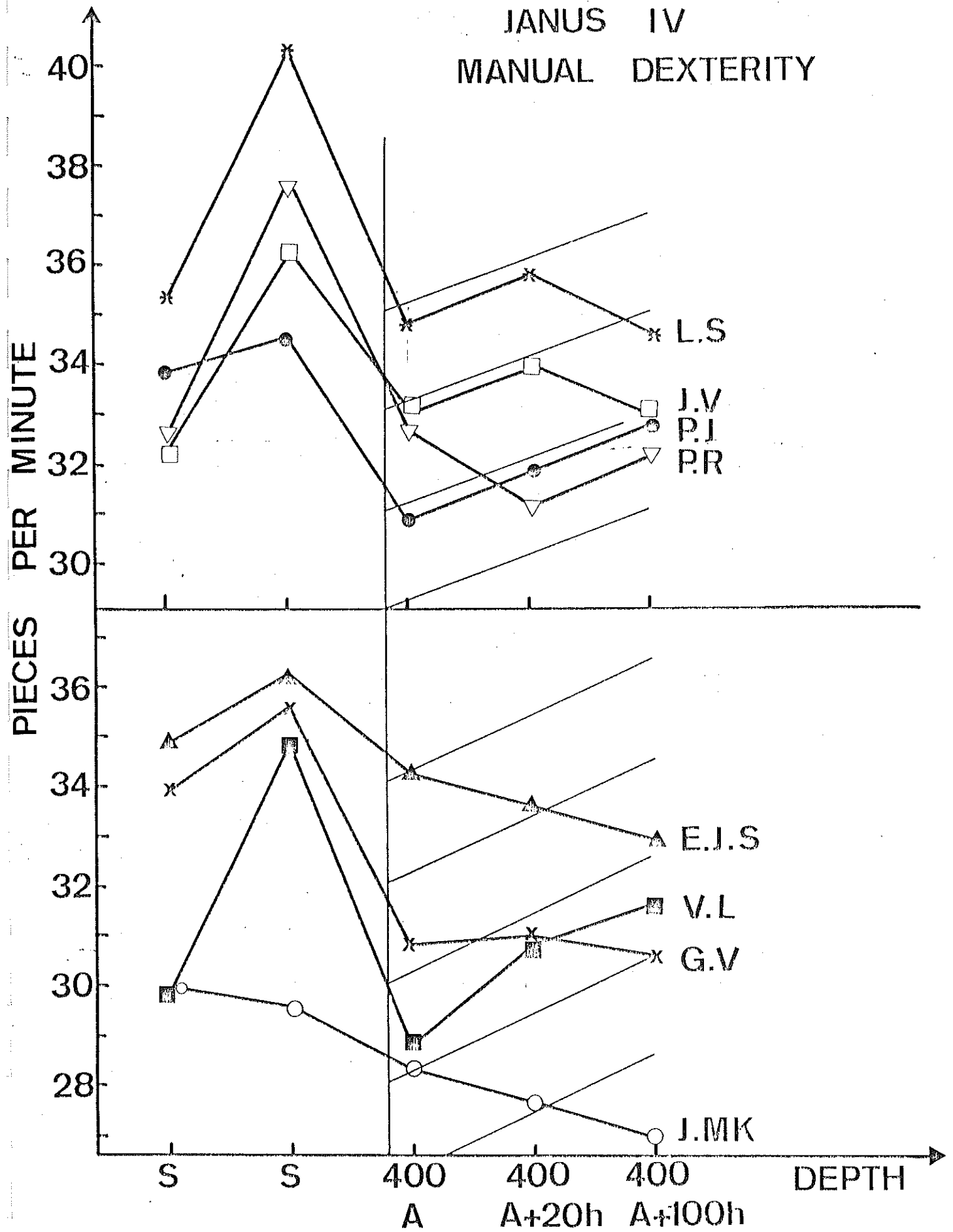
V.L.

E.S.

G.V.

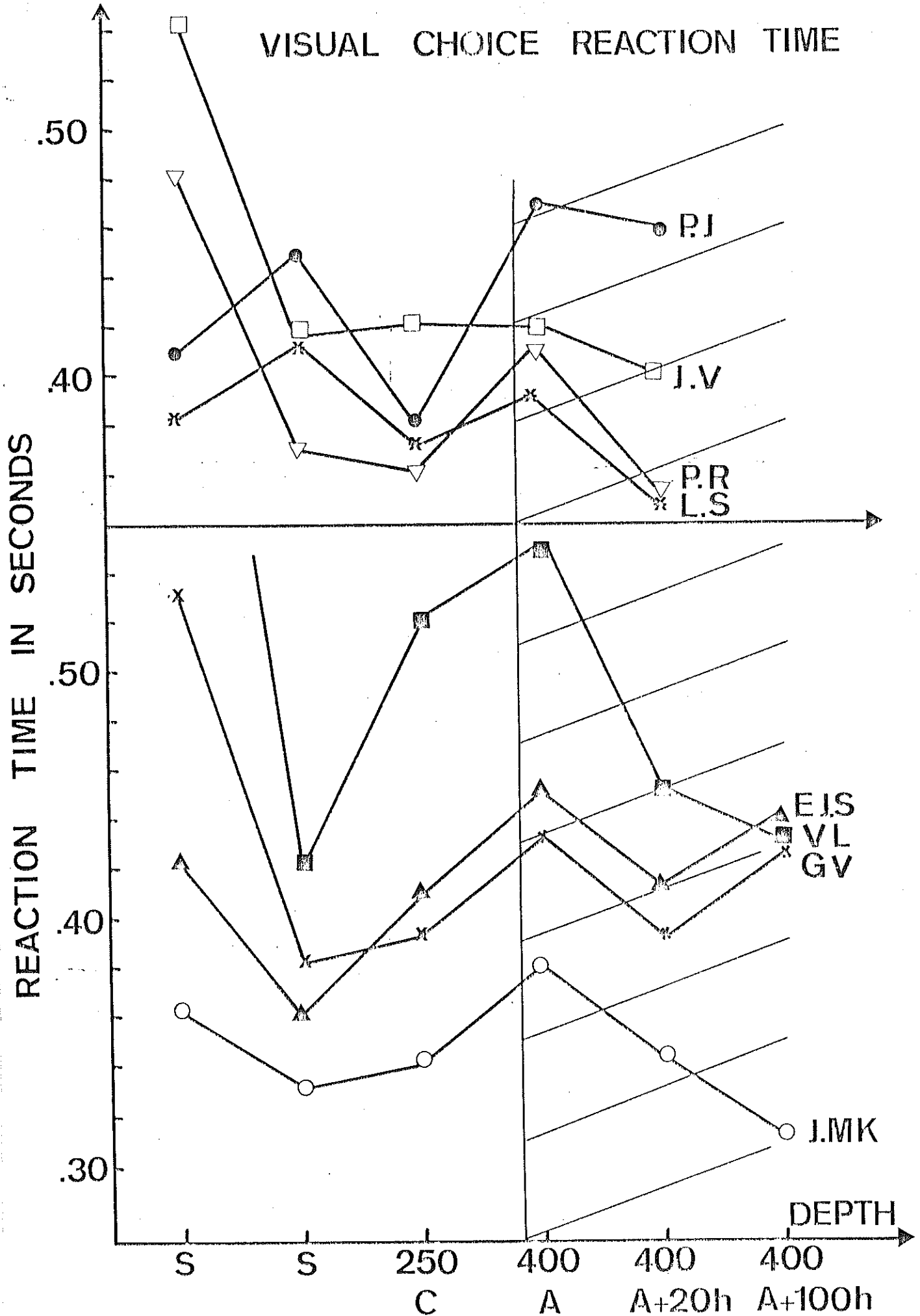
0 400 400 400 prof. (m)  
A A+20h A+100h

# JANUS IV MANUAL DEXTERITY



# JANUS IV

## VISUAL CHOICE REACTION TIME

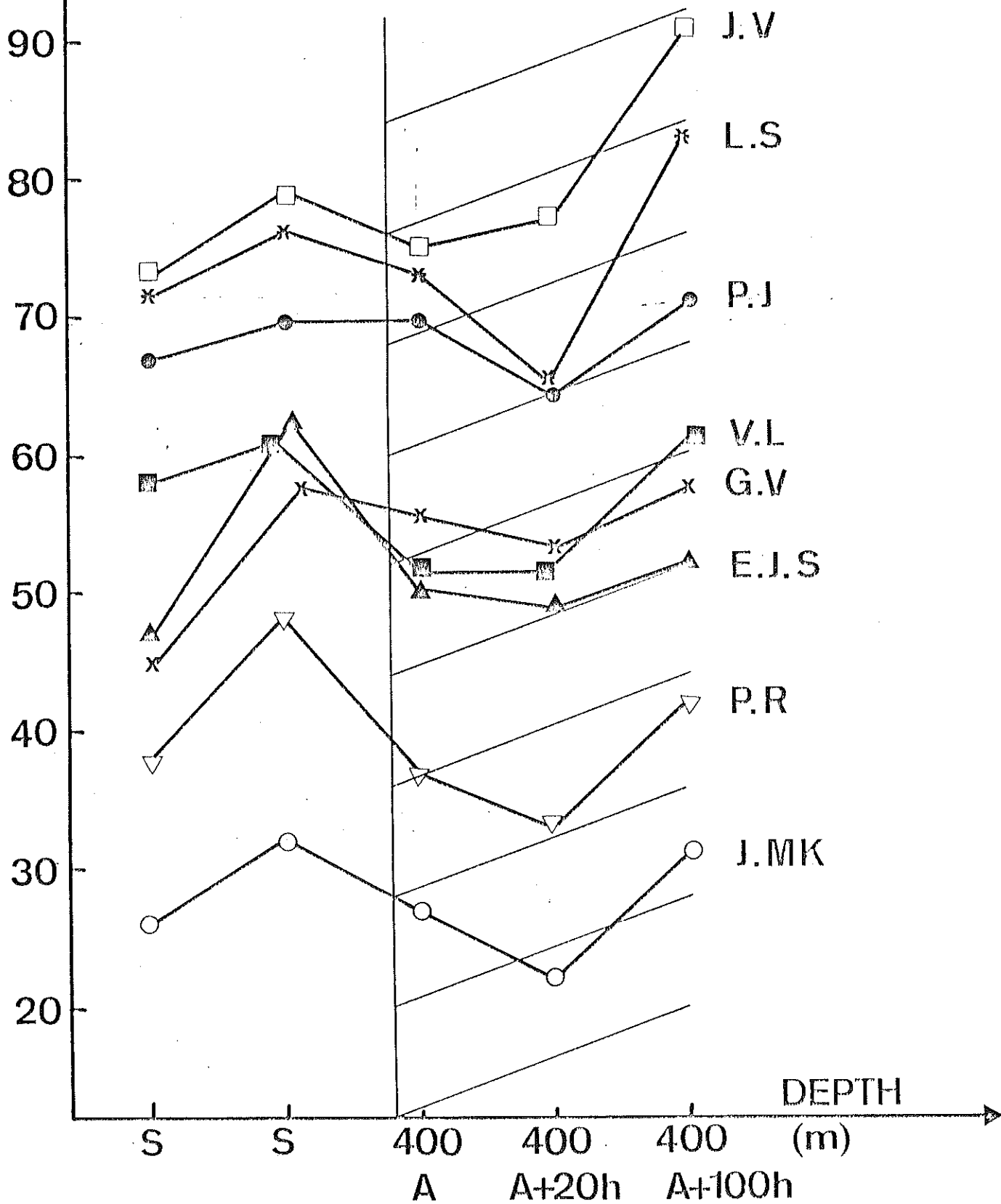




# JANUS IV

## 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).

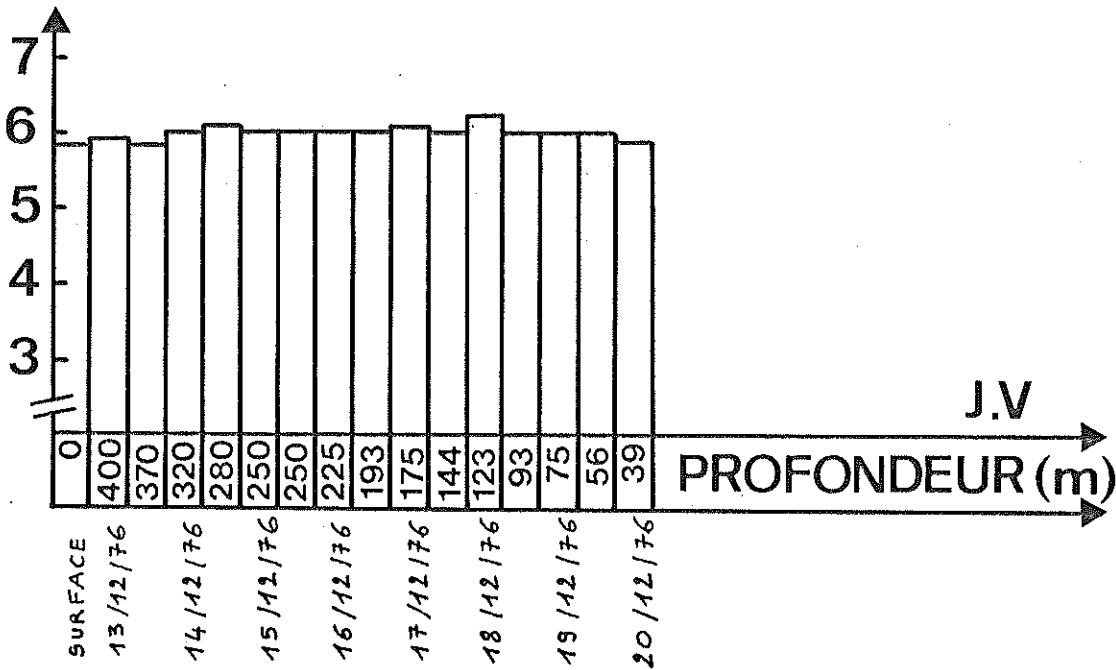
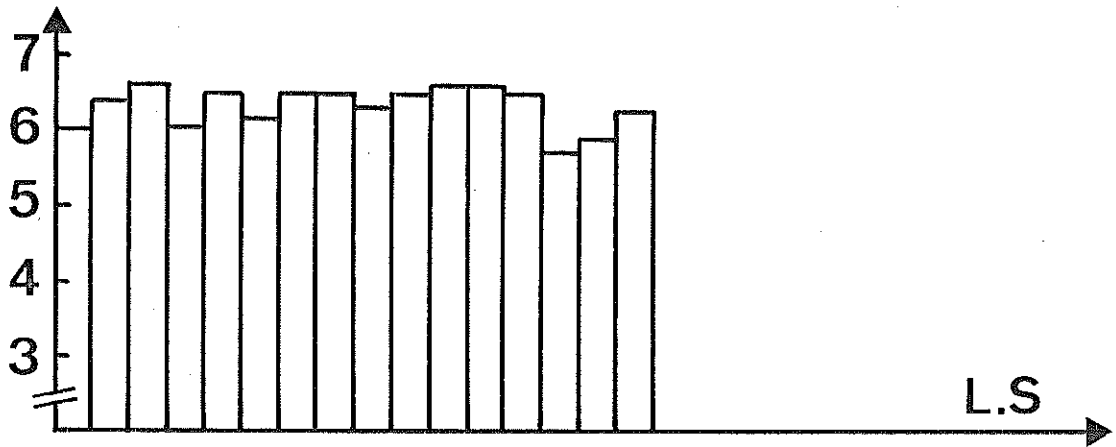
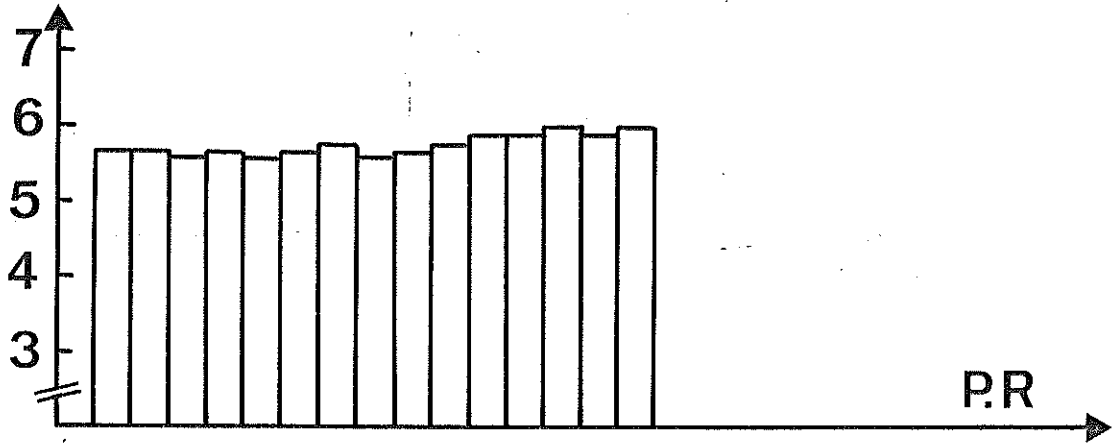
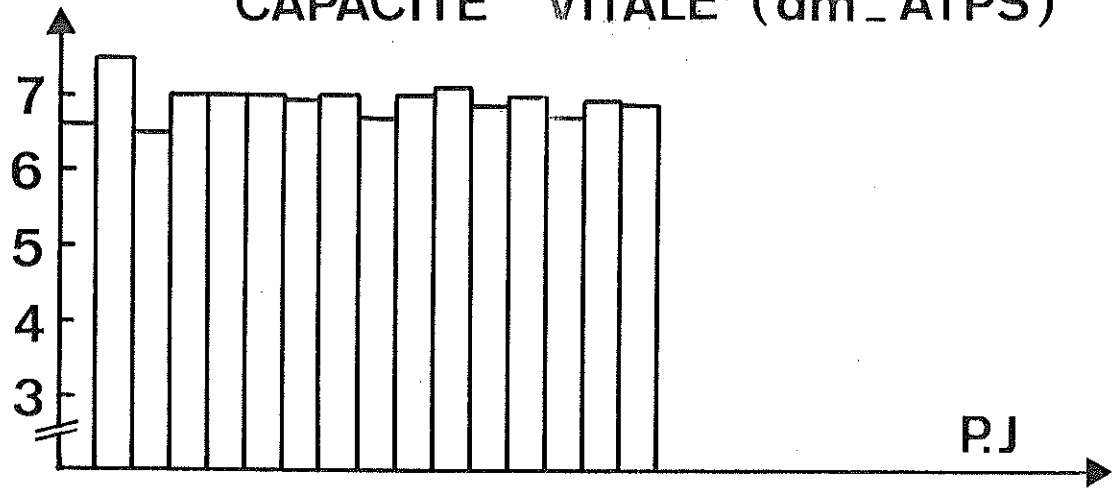
Les résultats apparaissent sur la figure suivante.

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.

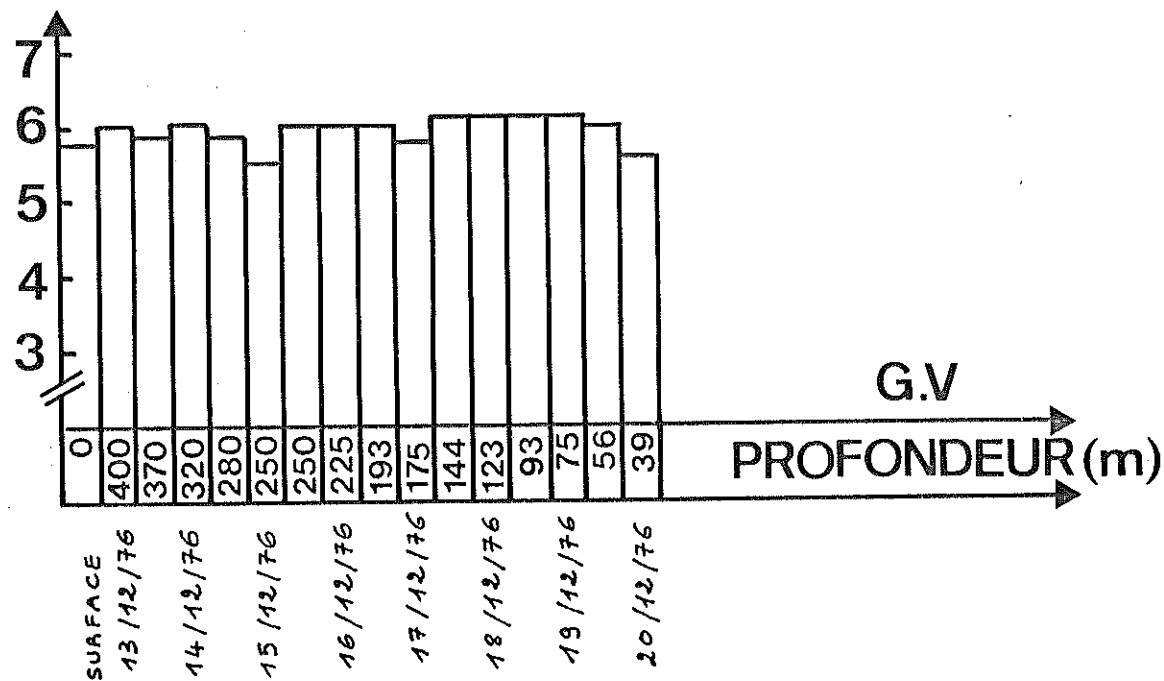
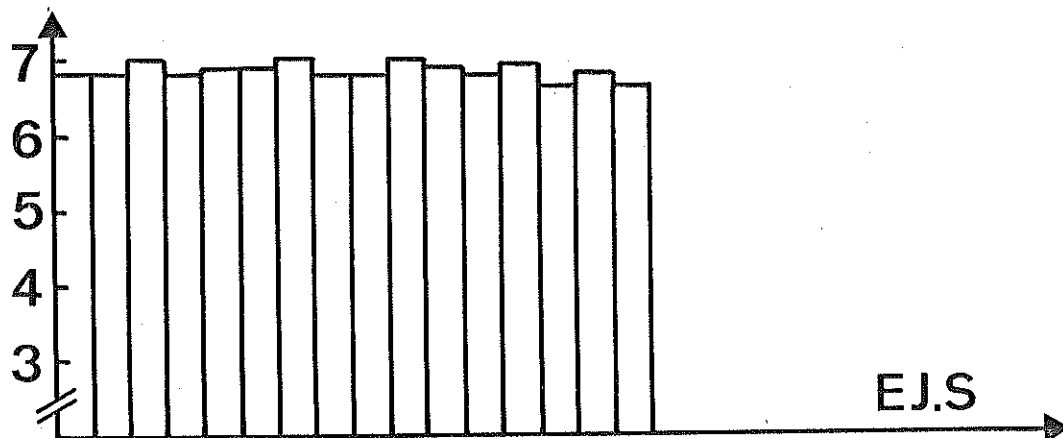
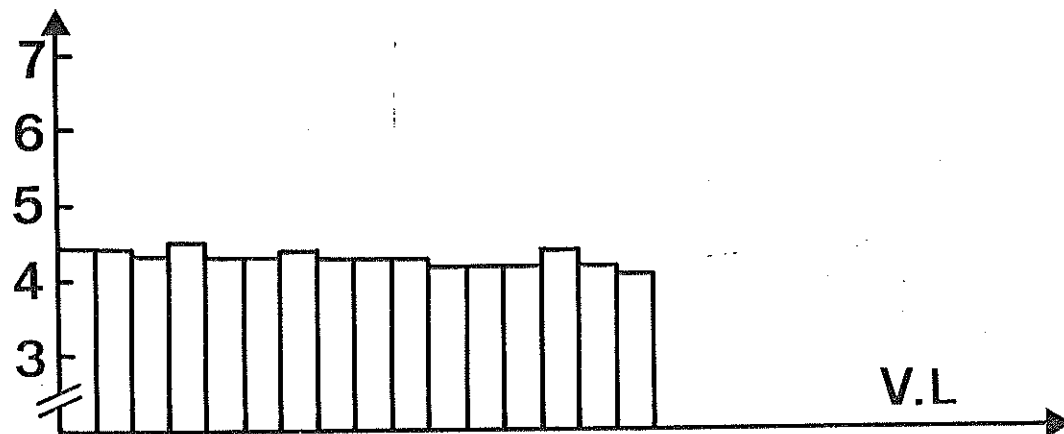
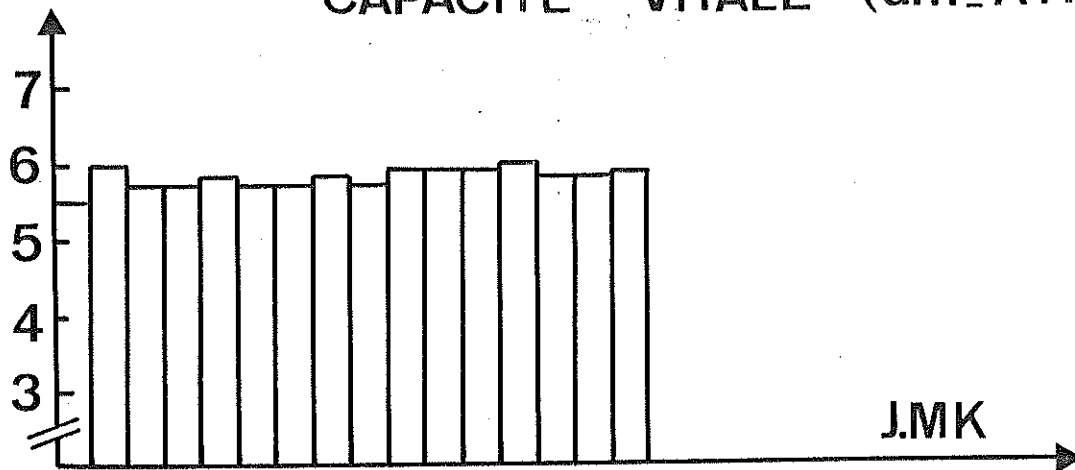
Pour l'établissement de la table de décompression et pour estimer la tolérance pulmonaire des plongeurs à l'oxygène, nous avons totalement abandonné la quantification UPTD de Clark et Lambertsen, puisque nous avons maintes fois prouvé son inefficacité et que Lambertsen lui-même a reconnu le bien-fondé 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 (dm<sup>3</sup> ATPS)



# CAPACITE VITALE (dm<sup>3</sup> 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 I V 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

ST PALIER 0

400	12	12	0	0	12	0	12	Oxygène 2 %	12
399	12	12	12	12	24	0	24	à 12.00.	24
398	12	12	24	12	36	0	36		36
397	12	12	36	12	48	0	48		48
396	12	12	48	13	0	0	1		0
395	12	13	0	13	12	1	1		12
394	12	13	12	13	24	1	1		24

JANUS IV  
C.E.H.  
Décembre 1976

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	36	1	48
95	12	1	13	48	0	1	14	0	1	48	0	1	0
96	12	1	14	0	12	2	14	12	2	0	12	2	12
97	12	1	14	12	24	2	14	24	2	12	24	2	24
98	12	1	14	24	36	2	14	36	2	24	36	2	36
99	12	1	14	36	48	2	14	48	2	36	48	2	48
100	12	1	15	48	1	2	15	1	3	48	1	3	1
101	13	1	15	1	14	3	15	14	3	1	14	3	14
102	13	1	15	14	27	3	15	27	3	14	27	3	27
103	13	1	15	27	40	3	15	40	3	27	40	3	40
104	13	1	15	40	53	3	15	53	3	40	53	3	53
105	13	1	15	53	6	3	16	6	4	53	6	4	6
106	13	1	16	6	19	4	16	19	4	6	19	4	19
107	13	1	16	19	32	4	16	32	4	19	32	4	32
108	13	1	16	32	45	4	16	45	4	32	45	4	45
109	13	1	16	45	58	4	16	58	4	45	58	4	58
110	13	1	17	58	11	4	17	11	5	58	11	5	11
111	13	1	17	11	24	4	17	24	5	11	24	5	24
112	13	1	17	24	37	5	17	37	5	24	37	5	37
113	13	1	17	37	50	5	17	50	5	37	50	5	50
114	13	1	17	50	3	5	18	3	6	50	3	6	3
115	13	1	18	3	16	6	18	16	6	3	16	6	16
116	13	1	18	16	14	6	18	14	6	16	14	6	14
117	13	1	18	14	28	6	18	28	6	14	28	6	28
118	13	1	18	28	42	6	18	42	6	28	42	6	42
119	13	1	18	42	56	6	18	56	6	42	56	6	56
120	14	1	10	56	10	6	18	10	6	56	10	6	10
121	14	1	10	10	24	1	11	24	1	10	24	1	24
122	14	1	10	24	39	1	11	39	1	24	39	1	39
123	14	1	11	39	54	1	11	54	1	39	54	1	54
124	14	1	11	54	9	1	11	9	1	54	9	1	9
125	14	1	11	9	24	1	12	24	2	9	24	2	24
126	14	1	11	24	39	2	12	39	2	24	39	2	39
127	14	1	12	39	54	2	12	54	2	39	54	2	54
128	14	1	12	54	9	2	12	9	2	54	9	2	9
129	14	1	12	9	24	2	13	24	3	9	24	3	24
130	14	1	12	24	39	3	13	39	3	24	39	3	39
131	14	1	13	39	54	3	13	54	3	39	54	3	54
132	14	1	13	54	9	3	13	9	3	54	9	3	9
133	14	1	13	9	24	3	13	24	3	9	24	3	24
134	14	1	13	24	39	3	13	39	3	24	39	3	39

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-

1206

1410

1405

1405

369

368

367

366

365

364

363

362

361

360

359

358

357

356

355









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

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

5990

595



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

2816

2107

2955



	Changement du pourcentage d'oxygène. Passage du 6 % au 12 %.										Changement du pourcentage d'oxygène. Passage du 12 % au 24 %.									
59	41	6	5	7	48	5	6	7	29	93	18	93	41	59	93	41	59	93	41	59
58	42	7	5	8	29	5	7	8	11	93	59	93	41	59	93	41	59	93	41	59
57	30	8	5	8	11	5	8	8	41	94	41	94	95	41	95	41	95	95	41	95
56	30	8	5	9	41	5	8	9	11	95	11	95	95	41	96	41	96	96	41	96
55	30	9	5	9	11	5	9	9	41	95	41	95	96	41	96	41	96	96	41	96
54	31	9	5	10	41	5	10	10	12	96	11	96	96	42	97	42	97	97	42	97
53	31	10	5	10	12	5	10	10	43	96	42	96	97	43	97	43	97	97	43	97
52	32	10	5	10	43	5	10	11	15	97	13	97	97	45	98	45	98	98	45	98
51	32	11	5	11	15	5	11	11	47	97	45	97	98	47	98	47	98	98	47	98
50	33	11	5	11	47	5	11	12	20	98	17	98	98	48	98	17	98	98	48	98
49	33	12	5	12	20	5	12	12	53	98	50	98	99	50	99	50	99	99	50	99
48	34	12	5	12	53	5	12	13	27	99	23	99	99	23	99	23	99	99	23	99
47	34	13	5	13	27	5	13	14	1	99	57	99	100	57	100	57	100	100	57	100
46	34	14	5	14	1	5	14	14	35	100	31	100	101	31	101	31	101	101	31	101
45	35	14	5	14	35	5	14	15	10	101	5	101	101	5	101	5	101	101	5	101
44	35	15	5	15	10	5	15	15	45	101	40	101	102	40	102	40	102	102	40	102
43	36	15	5	15	45	5	15	16	21	102	15	102	102	15	102	15	102	102	15	102
42	36	16	5	16	21	5	16	16	57	102	51	102	103	51	103	51	103	103	51	103
41	37	16	5	16	57	5	16	17	34	103	27	103	104	27	104	27	104	104	27	104
40	37	17	5	17	34	5	17	18	11	104	4	104	104	4	104	4	104	104	4	104
39	38	18	5	18	11	5	18	18	49	104	41	104	105	41	105	41	105	105	41	105
38	38	18	5	18	49	5	18	19	27	105	19	105	105	19	105	19	105	105	19	105
37	38	19	5	19	27	5	19	20	6	105	57	105	106	57	106	57	106	106	57	106
36	39	20	5	20	6	5	20	20	46	106	36	106	107	36	107	36	107	107	36	107
35	40	20	5	20	46	5	20	21	26	107	16	107	107	16	107	16	107	107	16	107
34	40	21	5	21	26	5	21	22	7	107	56	107	108	56	108	56	108	108	56	108
33	41	22	5	22	26	5	22	22	48	108	37	108	109	37	109	37	109	109	37	109
32	41	22	5	22	7	5	22	23	30	109	18	109	110	18	110	18	110	110	18	110
31	42	23	5	23	48	5	23	0	12	110	0	110	110	0	110	0	110	110	0	110
30	42	23	5	23	30	5	23	0	55	110	42	110	111	42	111	42	111	111	42	111
29	43	0	6	0	12	6	0	1	38	111	25	111	112	25	112	25	112	112	25	112
28	43	0	6	0	55	6	0	2	22	112	8	112	112	8	112	8	112	112	8	112
27	44	1	6	1	38	6	1	3	7	112	52	112	113	52	113	52	113	113	52	113
26	45	2	6	2	22	6	2	3	52	113	37	113	114	37	114	37	114	114	37	114
25	45	3	6	3	7	6	3	4	38	114	22	114	115	22	115	22	115	115	22	115
24	46	3	6	3	52	6	3	5	25	115	8	115	115	8	115	8	115	115	8	115
23	47	4	6	4	38	6	4	6	12	115	55	115	116	55	116	55	116	116	55	116
22	47	5	6	5	25	6	5	6	47	116	42	116	117	42	117	42	117	117	42	117
21	35	6	6	6	12	6	6	6	23	117	17	117	117	17	117	17	117	117	17	117
20	36	7	6	7	47	6	7	7	59	117	53	117	118	53	118	53	118	118	53	118

10296

10299

10299

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 <sup>x</sup>	-					0	0				0	0	

\* Accident oreille interne.

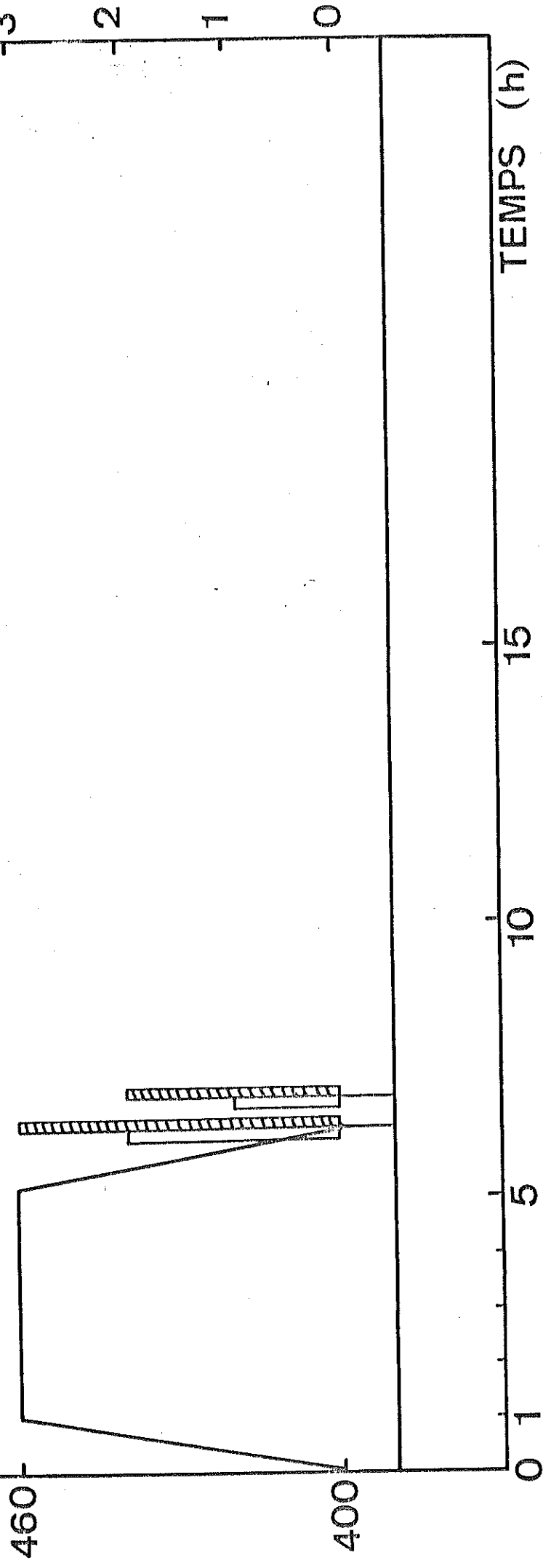
# JANUS IV

mouvement  
repos

DEGRE  
DE  
BULLES

PROFONDEUR  
(m)

J.MK



PROFONDEUR  
(m)

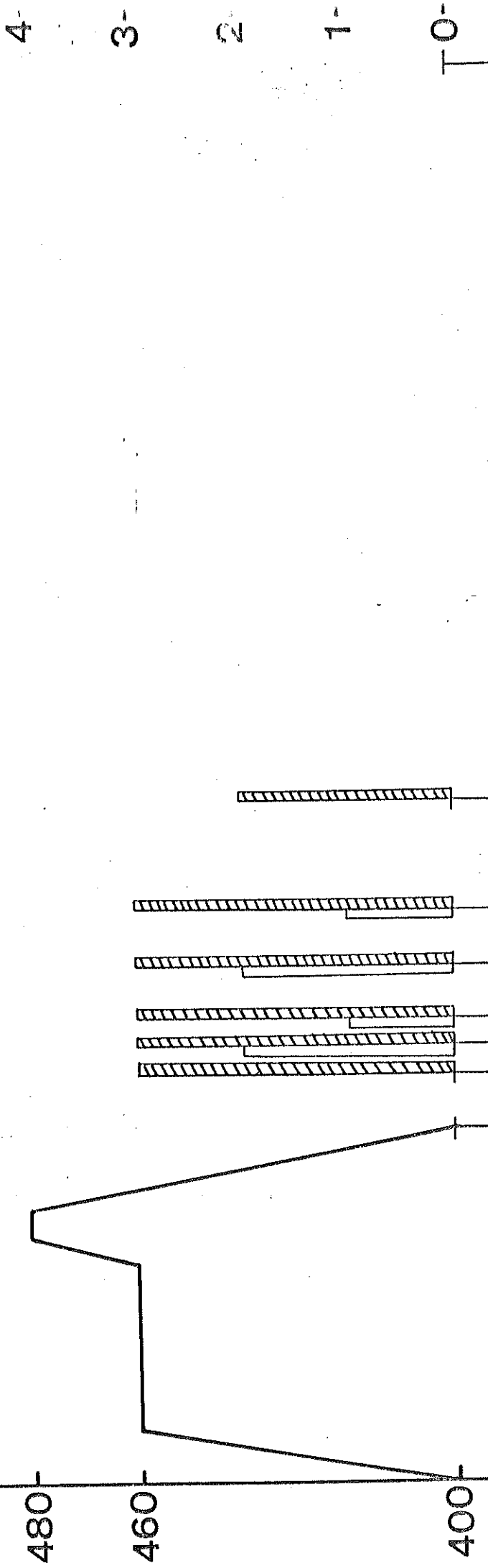
JANUS IV

J.V

DEGR  
DE  
BULLE

repos

mouvement



TEMPS (h)

15

10

5

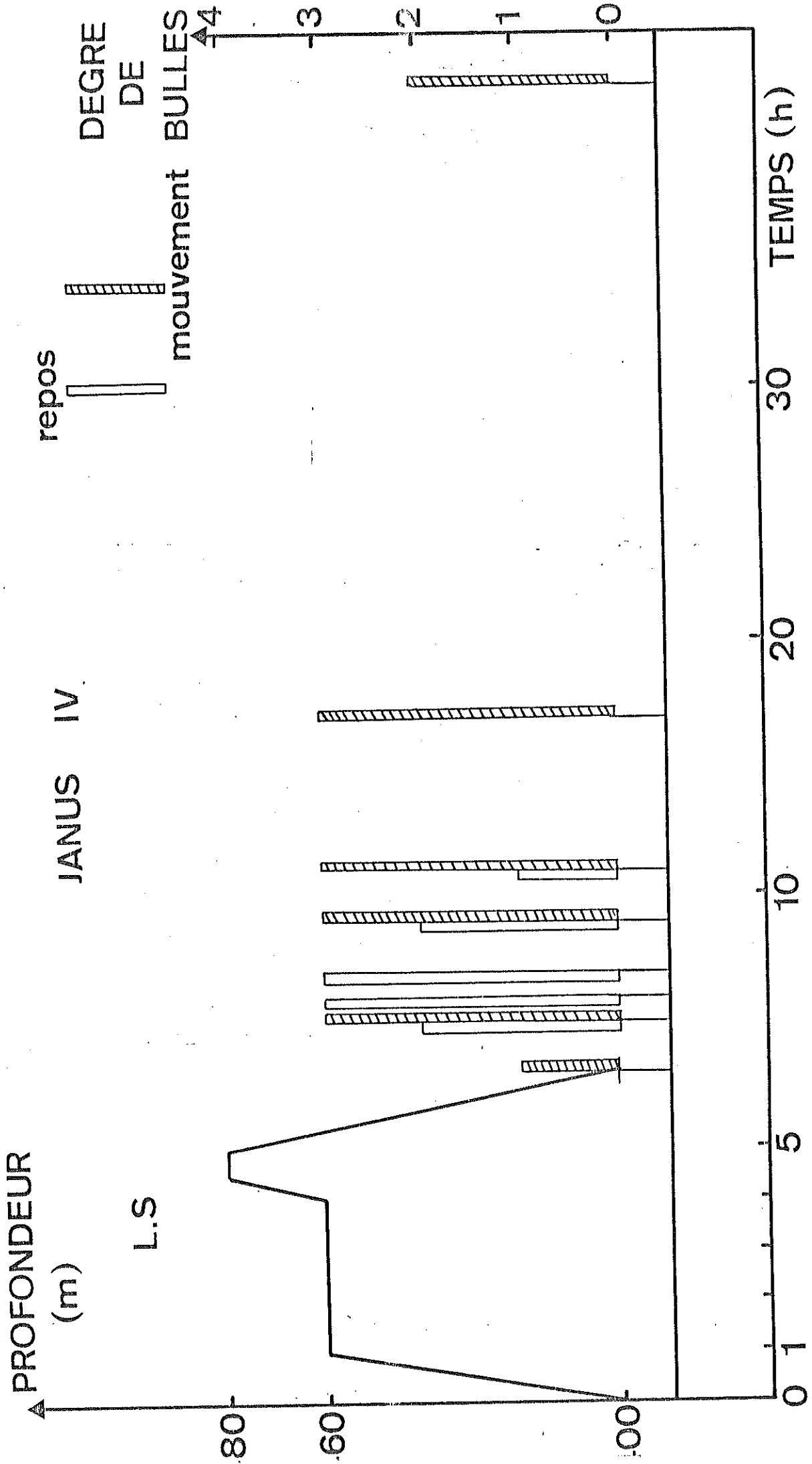
0

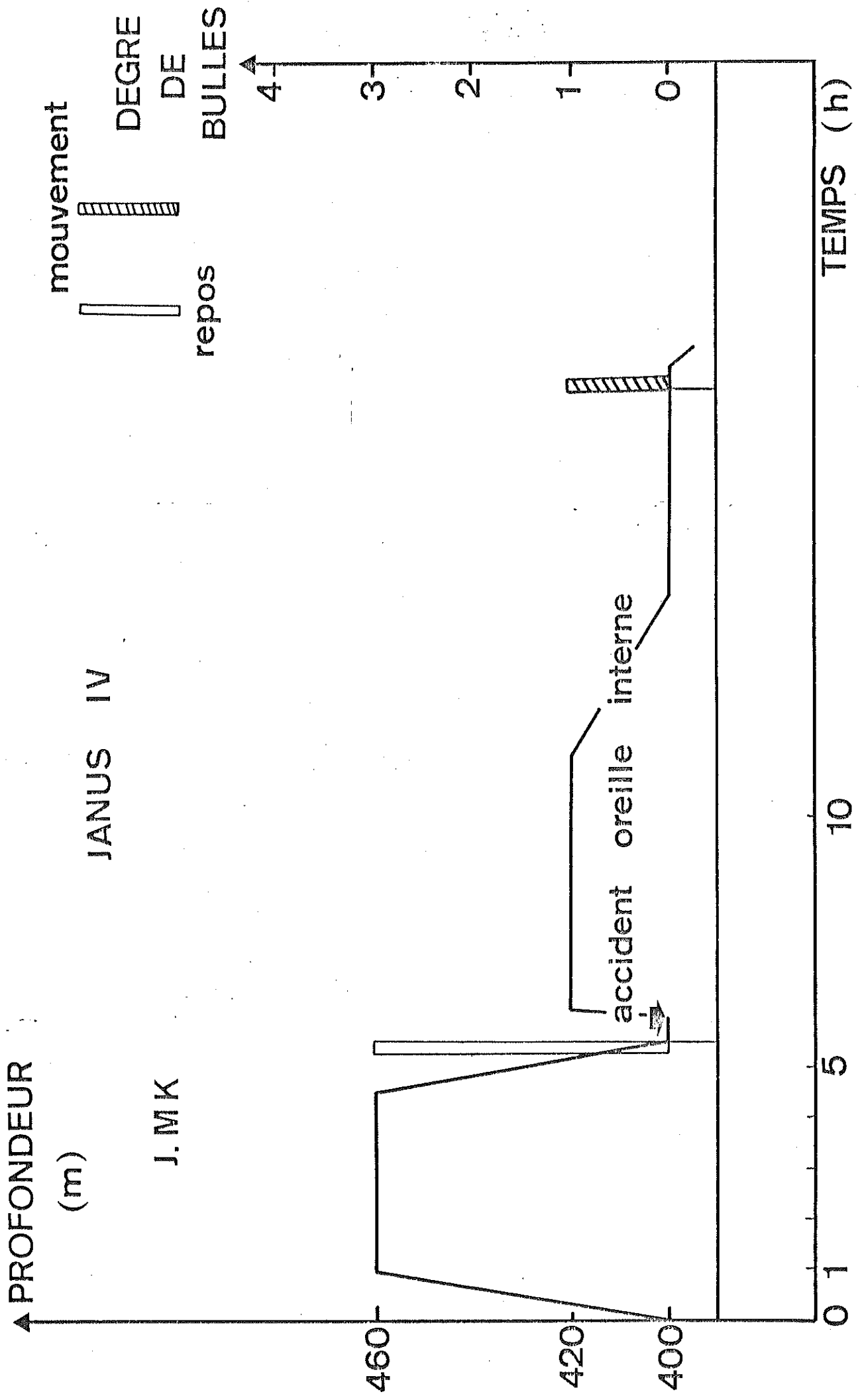
1

2

3

4







## 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

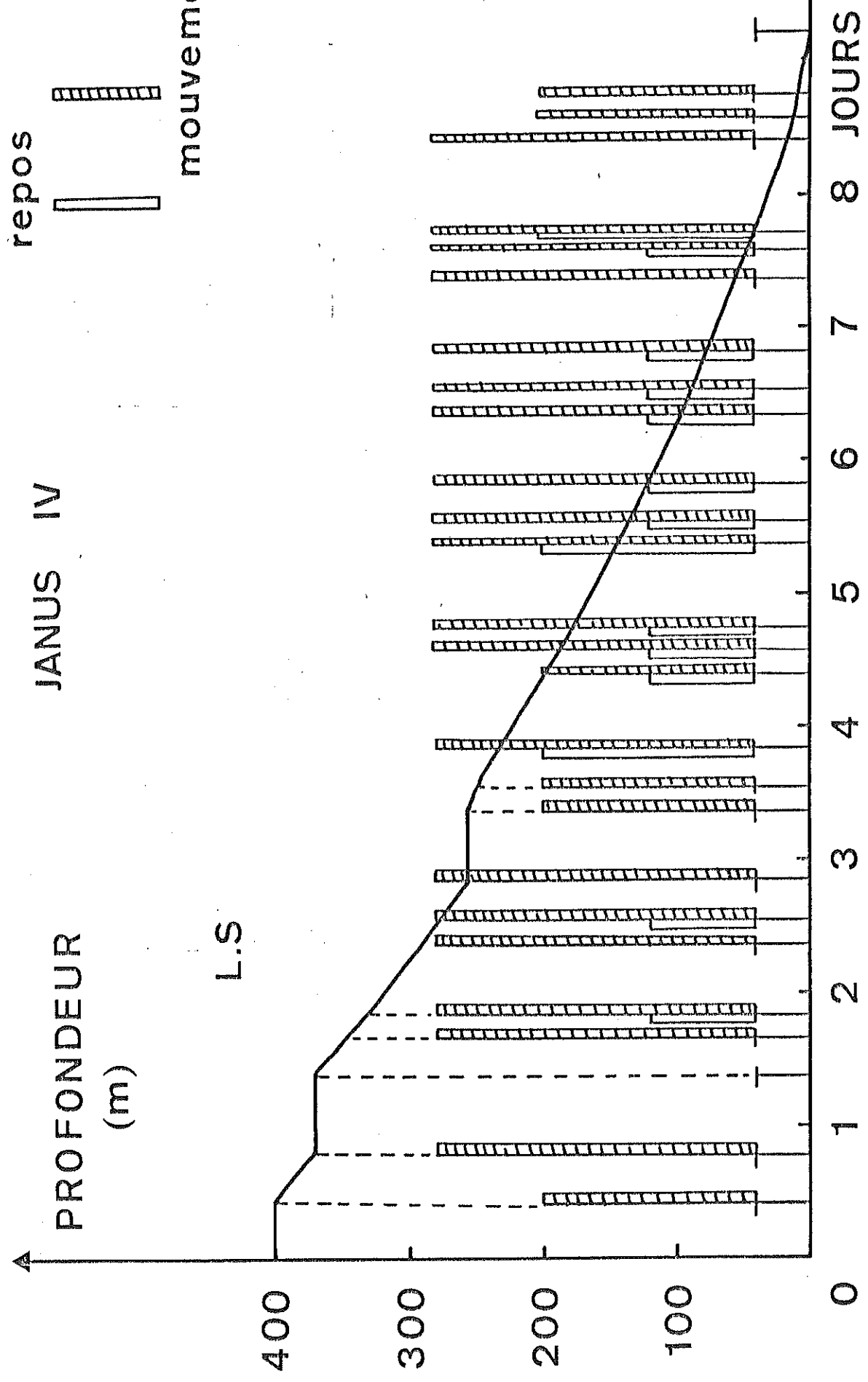
PROFONDEUR mètres	DATE HEURE	A		B		C		D		E		F		G		H	
		JP		LV		MKJ		RP		SL		SE		VJ		VG	
		R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M
400	13.12. - 10 h	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
370	13.12. - 18 h	0	3	0	1	0	3	0	2	0	3	0	2	0	0	0	1
370	14.12. - 9 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	14.12. - 13 h	0	0	0	0	0	0	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



repos

mouvement

JANUS IV

L.S.

PROFONDEUR  
(m)

JOURS

