Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 76 (1982-1983)

Heft: 361

Artikel: Recherche automatique des associations unitaires en biochronologie

Autor: Guex, Jean / Davaud, Eric

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-278145

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 19.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

BULLETIN Nº 261 des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique et du Musée géologique de l'Université de Lausanne

Recherche automatique des associations unitaires en biochronologie 1

PAR

JEAN GUEX² et ERIC DAVAUD³

Résumé. Le programme FORTRAN ASCII présenté dans cette note permet d'établir des range charts à partir d'informations stratigraphiques provenant d'un nombre illimité de profils mais n'impliquant pas plus de 110 espèces. Les démarches algorithmiques sur lesquelles il est basé sont une version améliorée de celles qui ont été publiées par GUEX (1980, 1981).

Introduction

Un modèle analytique qui permet de résoudre efficacement (mais lentement) le problème général posé par l'utilisation des espèces fossiles comme outil de datation a été élaboré dans une série d'articles publiés ici même (Guex, 1977-1981). La conclusion naturelle de ces recherches est une version informatisée des démarches exposées dans les travaux susmentionnés: cet aboutissement est présenté aujourd'hui.

Seuls les éléments essentiels à la compréhension du programme seront précisés, le lecteur étant renvoyé aux publications citées plus haut pour les détails techniques des opérations qui n'ont pas été modifiées ou améliorées ici.

Les modifications de procédure qui ont été effectuées sont de deux sortes:

1) Algorithme de détection des sous-graphes Z₄, S₃, S₄ et ordre des opérations

Guex (1980) propose de détruire les cycles Z_4 avant de calculer les cliques maximales, les sous-graphes S_3 et S_4 résiduels étant détectés ultérieure-

¹Travail effectué dans le cadre des projets 2.685.082 et 2.667.080 du Fonds national de la recherche scientifique.

²Institut de Géologie, Palais de Rumine, 1005 Lausanne.

³ Département de Géologie, Maraîchers 13, 1211 Genève 4.

ment. Pour des raisons d'optimisation, l'ordre de ces opérations a été inversé: on commence par détecter les circuits semi-orientés S₃ et S₄ avant de chercher les cycles Z₄ et avant de déterminer les cliques. Il découle de cela que tous les Z₄ de type «2» (*loc. cit.* p. 118, fig. 1-e) sont détectés et détruits en même temps que les S₄. L'algorithme utilisé ici pour la détection de ces sous-graphes peut être résumé ainsi: pour tout couple de sommets du graphe G reliés par une arête (i, j) on cherche l'intersection entre l'ensemble des prédécesseurs et celui des successeurs du couple :

$$C = \Gamma_{(ij)}^{-} \cap \Gamma_{(ij)}^{+} \quad \text{où } \Gamma_{(ij)}^{-} = \Gamma_{(i)}^{-} \cup \Gamma_{(i)}^{-}$$

Si $C = \emptyset$, l'arête (i, j) se trouve impliquée dans m S_3 , où m est la cardinalité de l'ensemble C.

Dans un deuxième temps (et quelle que soit la valeur de m), on cherche le complémentaire de C dans l'ensemble des prédécesseurs puis dans celui des successeurs du couple initial (i, j):

$$A = C^{\lceil (ij) \rceil}$$
; $B = C^{\lceil (ij) \rceil}$

On vérifiera aisément que le couple (i, j) est impliqué dans un S_4 ou dans un Z_4 de type (2) s'il existe au moins une arête entre les éléments de A et ceux de B.

2) Préservation optimale des arcs

Un remplacement systématique des arcs impliqués dans les sous-graphes Z_4 , S_3 et S_4 (= configurations interdites) par des arêtes virtuelles peut induire une perte importante dans les informations chronologiques potentiellement contenues dans le graphe de départ. Dans le programme ci-dessous, la substitution de ces arcs par des arêtes se fait de manière différée et sélective. Elle intervient seulement lorsque l'inventaire de ces configurations interdites est établi et que les intrications entre les arcs impliqués sont mémorisées dans une matrice $A = (a_{kl})$ où

impliques sont memorisees dans une matrice
$$A = (a_{kl})$$
 ou
$$a_{kl} = \begin{cases} 1 & \text{si l'arc k est conjointement impliqué avec l'arc l dans une} \\ & \text{configuration interdite} \\ & 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Deux critères sont utilisés pour détruire un minimum d'arcs (i. e. pour conserver un maximum d'informations sur les relations de superposition entre les espèces) tout en éliminant un nombre optimal de configurations interdites:

- a) Les arcs les plus fréquemment impliqués dans les sous-graphes susmentionnés sont remplacés progressivement par des arêtes, la matrice A étant réajustée à chaque itération.
- b) Lorsque deux arcs présentent la même fréquence d'implication, on détruit préférentiellement celui qui est le moins reproductible (i. e.

celui qui correspond à la relation stratigraphique la moins fréquemment observée).

Au terme de cette procédure, toutes les configurations détectées au cours de la première itération sont détruites, mais les arêtes nouvelles résultant de la destruction des arcs peuvent engendrer de nouvelles configurations interdites. Il est donc nécessaire de répéter l'ensemble des opérations ci-dessus jusqu'à ce que cette manipulation cesse d'engendrer des configurations interdites de n^{ième} génération.

Description du programme (Tables I–a à I–i)

Le programme listé à la fin de ce travail permet d'établir des *range* charts à partir d'informations stratigraphiques provenant d'un nombre illimité de profils mais n'impliquant pas plus de 110 espèces. Cette limite peut être élargie en modifiant les dimensions des matrices et vecteurs déclarés en début de programme.

Les temps d'exécution ne sont pas influencés par le nombre de profils. Par contre, ils augmentent en fonction du nombre d'espèces et surtout du nombre de configurations interdites S_3 , S_4 et Z_4 .

A titre indicatif, la résolution du problème «Alvéolines» (fig. 1) ne requiert que quelques secondes alors que celle du problème «Nannoplancton» (fig. 3) (où le graphe G contient plus de 2600 configurations interdites distinctes) exige environ 4 minutes de calcul sur UNIVAC 1100/60...

Le mode de soumission des données est illustré par le jeu d'essai (fig. 1) et brièvement commenté ici. Les espèces doivent préalablement être numérotées consécutivement de 1 à n ($n \le 110$). On indique d'abord le titre du problème (76 caractères au maximum), le nombre total de profils et le nombre total d'espèces. Les données proprement dites sont fournies profil par profil dans un ordre quelconque. Pour chaque profil on indique le nombre d'espèces localement observées, puis l'extension stratigraphique locale de celles-ci en indiquant la cote (numérotée à partir du bas) de leur première apparition et celle de leur disparition.

Toutes les informations numériques sont données en format libre mais doivent être exprimées en nombres entiers (INTEGER).

L'impression de tous les tableaux et messages intermédiaires peut être obtenue en laissant vide la première colonne du titre.

Ce programme, écrit en FORTAN ASCII, occupe environ 50 k-mots mémoire et utilise deux fichiers temporaires (unité 10 et 12). Il fait appel a une pseudo-fonction BITS spécifique au software UNIVAC: l'utilisateur se référera à la description qui en est donnée au début de la sous-routine STR pour en trouver l'équivalent sur un autre type d'ordinateur (p. ex. sous-routine FLD sur HONEYWELL BULL et sous-routine SHIFT sur CDC).

Jeu d'essai: distribution biochronologique des alvéolines ilerdiennes de Yougoslavie (Drobne 1977)

Le problème analysé dans le jeu d'essai (fig. 1) a récemment été étudié par Guex (1981). Le lecteur est donc renvoyé aux données de base (tirées de Drobne, 1977) compilées dans cette note: il y trouvera la correspondance entre les numéros assignés aux profils stratigraphiques (1 à 11) et leurs noms respectifs, ainsi que la correspondance entre les numéros des espèces (1 à 15) et leurs noms (*loc. cit.* p. 181).

Commentaires

L'output 1 (fig. 1-a et b) montre deux range charts distinctes. La première correspond au résultat brut obtenu à l'aide du programme. Cette range chart est ensuite épurée pour mettre en évidence d'éventuelles discontinuités dans la distribution biochronologique des espèces (discussion détaillée in Guex, 1980, p. 124, et 1981, p. 185). L'examen de la range chart 2 (fig. 1-b) qui résulte de cette épuration fait apparaître immédiatement une discontinuité dans la distribution de l'espèce 3: celle-ci est absente dans tous les niveaux où l'association unitaire Nº 3 peut être identifiée. Or, la table de correspondance entre les niveaux fossilifères des différents profils et les associations unitaires qui y sont identifiables (fig. 1-c) montre que cette association No 3 est identifiable de manière reproductible (on la trouve dans les profils 2, 3, 6, 7 et 8). On en déduit que l'espèce 3 peut avoir subi un remaniement: en se référant aux données stratigraphiques de base (Guex, 1981, p. 181, fig. 1), on trouve sans peine que cette espèce occupe une position anormale dans l'échantillon 5 (= niv. 4) du profil 1. Si l'on traite le problème après avoir retiré cet échantillon des données de base, on obtient alors l'output 2 (fig. 2) qui est une solution conforme à celle de Drobne (1977) et de Guex (1981, p. 187, fig. 6-h).

DISTRIBUTION BIOCHRONOLOGIQUE DU NANNOPLANCTON PALÉOGÈNE DE CALIFORNIE

L'exemple donné ci-dessous concerne la zonation du Paléogène de Californie découlant des recherches de Bramlette & Sullivan (1961) et Sullivan (1965) sur la distribution stratigraphique de plus de 100 espèces de nannoplancton calcaire. Ce problème a été discuté avec un certain détail dans la publication de Davaud & Guex (1978) où le lecteur trouvera une compilation des données biostratigraphiques de base (*loc. cit.* Planche hors-texte, dans laquelle les profils A à J correspondent aux profils 1 à 10 de la présente note), ainsi que la correspondance entre les numéros des espèces (1 à 104) et leurs noms (*loc. cit.* p. 595).

INPUT

```
T I T R E (col. 2 - 77) — JEU D'ESSAI: A L V E D L I N E S (DROBNE) 11 PROFILS TOTALISANT 15 — 11 15
            ESPECES
                                 /2113444336227338441233
/10
LE PREMIER PROFIL CONTIENT / 7 ESPECES :
                                 1 3 3 3 1 1 5 1 1 6 2 3 7 1 3 9 3 4 11 3 3 12 3 3 13 2 2 14 4 4
L'ESPECE 2 NE S'OBSERVE QUE
DANS LE NIVEAU 1 (2 1 1),
L'ESPECE 3 DANS LE NIVEAU 4,
                                 11
2 1 1 3 2 2 6 2 3 7 2 3 9 6 7 10 7 7 11 5 5 12 4 4 13 3 3 14 6 7 15 4 6
                                  10
ETC...
                                  1 1 2 4 3 3 7 1 1 8 2 2 9 1 4 10 3 4 11 1 2 12 2 2 14 3 4 15 4 4
                                  4 2 2 5 1 1
                                  1 2 2 4 3 3 7 1 2 9 3 3 10 4 4 13 1 1 14 4 4
                                  2 1 1 3 3 3 5 2 2 7 3 4 13 4 4 15 4 4
                                  2 1 1 5 1 1 6 3 3 7 2 2 8 5 5 10 6 6 13 4 4 14 5 6
                                  6 2 2 10 1 2 12 2 2 15 1 1
                                  1 1 1 6 1 1 8 3 3 10 2 2 11 1 1 12 1 1
                                  9 1 1 10 1 1 14 1 1
```

OUTPUT 1

RANG	RANGE CHART 1										R	Α	N G	E	С	н	A R	т	2	1											
1	2 3	3 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				1	2	З,	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2: 1 3: 0	0 0 0 1 0 1	1 0	0 0 0	0 1 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 0	1 0 0	0 1 0 0	0 1 0 0	0 1 0	1 0 0 0	1 1 1 0		1: 2: 3: 4:		0 1 0 0	0 0 0 1	0 1 0 1	1 0 0	0 0 0 1	0 1 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 0	1 0 0	0 1 0 0	0 1 0 0	0 0 1	0 0	1 1 1 0
a															1	b															
PROFI	L	:	1							P	R	0 F	I	L	:	5						ĺ	PR	0 F	. 1	L	:	8			
NIVEAU: ASS. UN.	1 4	3	4 2									AU: UN.		1 4	•								NIVE ASS.	UN.		1 4	4 3		5 1	6	
PROFI	L	:	2							P	R	0 F	I	L	:	6	,						PR	0 F	I	L	:	9			
NIVEAU: ASS. UN.	1	2 3	3	4								AU: UN.		1 3	5		4							AU: UN.		5					
PROFI	L	:	3							P	R	0 F	I	L	:	7	,					Į	PR	0 F	I	L	ä	10			
NIVEAU: ASS. UN.	1 4	3	4 2	5		6 1	7					AU: UN.		1	2 4		4 3						NIVE ASS.			1 2					
PROFI	L		4																			F	PR	0 F	I	L	:	11	•		
NIVEAU: ASS. UN.	1 2	5	3	4									c	, ,								,	NIVE ASS.	AU:	_	1	•				

Fig. 1. – Jeu d'essai (détails: cf. texte)

a) Range chart brute montrant la distribution des espèces 1 à 15 dans les associations unitaires 4 à 1.

b) Range chart épurée dans le but de mettre en évidence des discontinuités dans la distribution biochronologique des espèces.

c) Table de correspondance «associations unitaires-niveaux».

RANGE

CHART

ALVEOLINES (DROBNE)

OUTPUT 2

				W 177	0.00				100	97						554	3 (35-3) 7								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1 1	12	13	14	15							
		1	:	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1			0	1	1							
		2		1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1											
		3		0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	C											
		5		ŏ	1	ô	ŏ	i	ô	ô	ŏ	ŏ	ŏ	č											
																				РΙ	R O F	I	L	:	8
PROFI	L	:	1								P	R	0 F	1	L	:	5								
NIVEAU:	1	3																			VEAU: B. UN.		1 5	4 3	5 1
ASS. UN.	5	3 2																		MO	5. UN.		3	3	1
													0 5	т	L	*	6								
											((6)		٠,			•	٥				ROF				9
PROFI	L	:	2										AU:		1	2	1	1				•	_	*	7
	_	_	_		_						A	55 .	UN.		3	2	11	ı			VEAU:		2		
NIVEAU: ASS. UN.	1	3	3		4 1															AS	B. UN.		2		
			_		=17																				
											D	ь .	n =	7	L		7			PI	ROF		ï		10
PROFI	L	:	3								(100)		.	•	_	•	,			•		•	_		
NIVEAU:		-	2			_	_		7				AU:		1	3	3				VEAU:		1		
ASS. UN.	1 5	2	3		4 2	5	6		7 1		AS	8S. 1	UN.		5	4	3	3		AS	B. UN.		2		
			_		_	_			_																
																				ъ.	ROF				11
PROFI	L	:	4																			•	_	•	***
NITHEALL.		_	_																		VEAU:		1		
NIVEAU: ASS. UN.	2	2	3		4 1															AS	6. UN.		1		
	52.	1000	-		-																				

Fig. 2. – Range chart et table de correspondance «associations unitaires-niveaux» après élimination de l'échantillon 5 (= niv. 4) du profil 1. Détails: cf. texte.

L'output obtenu à l'aide du présent programme est illustré dans la figure 3-a. La table de correspondance (fig. 3-b) entre les niveaux fossilifères et les associations unitaires (A.U. 10 à 1) qui y sont identifiables permet de construire directement la matrice «associations unitaires versus profils» (fig. 3-c) qui donne une estimation de la reproductibilité relative de ces associations.

Commentaires

1) Corrélations

La corrélation entre les A.U. 10 à 1 et les zones 1 à 4 de Sullivan (1965) est donnée dans la colonne Z de la figure 3-c. On voit que la zone 1 de cet auteur (caractérisée par les espèces *Coccolithus bidens* = 7, *C.californicus* = 8 et *C.eminens* = 18) recouvre les A.U. 10 à 6. Ces associations sont très peu reproductibles et doivent effectivement être groupées pour constituer une zone chronologiquement significative. Les traits obliques dessinés dans la partie inférieure du profil 3 (fig. 3-c) indiquent que la zone 1 (= réunion des A.U. 10 à 6) est identifiable dans cette localité. La zone 2

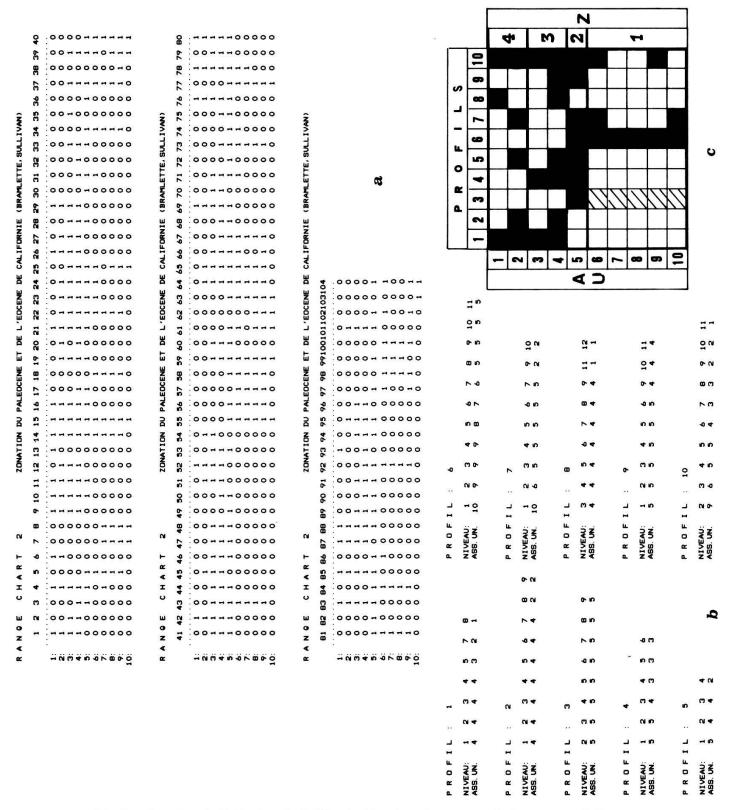


Fig. 3. – Zonation du Paléogène de Californie découlant des travaux de Bramlette & Sullivan (1961) et Sullivan (1965) (détails: cf. texte)

a) Range chart obtenue à l'aide du programme listé dans la Table 1.

b) Correspondance «associations unitaires-niveaux» dans les profils 1 à 10.

c) Matrice de reproductibilité des associations unitaires (A.U. 10 à 1) dans les profils 1 à 10 et correspondance entre ces associations et les zones 1 à 4 (colonne Z) établies par SULLIVAN (1965).

de Sullivan (caractérisée par les espèces 30, 36, 49, 72 et 82) correspond à l'A.U.5 et ses zones 3 et 4 recouvrent respectivement les A.U. 4+3 et 2+1.

Le traitement automatique de ce problème confirme donc une fois de plus la qualité de l'analyse biochronologique empirique de Sullivan et il corrobore implicitement les corrélations que Mallory (1959) a établies sur la base de la distribution stratigraphique des foraminifères benthiques (détails in Guex, 1979, p. 191) dans les mêmes localités.

2) «Pseudo-discontinuités»

Certaines espèces (p. ex. 97, 102 et 104) montrent une distribution apparemment discontinue dans la *range chart* illustrée ci-dessus (fig. 3-a). Un examen sommaire de la matrice A.U. – Profils (fig. 3-c) permet toute-fois de constater que les associations unitaires dans lesquelles ces espèces sont absentes (p. ex. A.U. 8 et 7) ne sont pas reproductibles. Ces discontinuités ne peuvent donc pas être interprétées en termes de remaniements: elles sont clairement dues à des facteurs documentaires.

BIBLIOGRAPHIE

- BRAMLETTE, M.N. & SULLIVAN, F. R. 1961. Coccolithophorids and related nannoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology* 7/2.
- DAVAUD, E. & GUEX, J. 1978. Traitement analytique «manuel» et algorithmique de problèmes complexes de corrélations biochronologiques. *Ecl. Geol. Helv.* 71/3.
- DROBNE, K. 1977. Alvéolines paléogènes de la Slovénie et de l'Istrie. *Mém. suisses pal. 99.* GUEX, J. 1977. Une nouvelle méthode d'analyse biochronologique. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 73/3 (N° 351) et *Bull. Géol. Univ. Lausanne, 224.*
- 1979. Terminologie et méthodes de la biostratigraphie moderne. Bull. soc. vaud. Sc. nat. 74/3 (N° 355) et Bull. Géol. Univ. Lausanne 234.
- 1980. Calcul, caractérisation et identification des associations unitaires en biochronologie.
 Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 75/2 (N° 358) et Bull. Géol. Univ. Lausanne 249.
- 1981. Associations virtuelles et discontinuités dans la distribution des espèces fossiles. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 75/3 (N° 359) et Bull. Géol. Univ. Lausanne 255.
- MALLORY, V. S. 1959. Lower Tertiary biostratigraphy of the California Coast Ranges. Amer. Ass. Petrol. Geol. Tulsa.
- SULLIVAN, A. B. 1965. Lower Tertiary Nannoplankton from the California Coast Ranges. Univ. Calif. Publ. geol. Sci. 53.

Manuscrit reçu le 10 mars 1982.

IMPLICIT LOGICAL (A-H), LOGICAL (R-T) DIMENSION NE(110), LI(110), LS(110), B(110), F(110), G(110), *H(110), AI(72,110), NDA(110), NDB(200), E(110), IFR(8000), AR(110,110) EXTERNAL AT COMMON/MATRIX/T(8000) COMMON/TTR/TITL(19) COMMON/TEST/IARC(3000), IART(3000), NARC, NART COMMON/MATRAS/AS(110,110) CHARACTER PPR*1 EQUIVALENCE (IFR, AS), (AI, T) COMMON/DAT/MMAX, NBIT DATA NBIT/36/MMAX/750/ @ MOTS DE 36 BITS , DIMENSION MAXIMALE MATRICE AT C AR (750, 750) READ 100, PPR, TITL 100 FORMAT(A1, 19A4) APR=. TRUE. IF(PPR. NE. 1H)APR=. FALSE. READ 101, NC, M 101 FORMAT() NM=(M+M-M)/2+M DO 136 I=1, NM 136 IFR(I)=0 CALL INIT(T, FALSE., 100) DO 172 I=1.M 172 NOA(I)=0 DO 1 I=1,NC @ LECTURE DES DONNEES SECTION PAR SECTION READ 101,MI READ 101,(NE(K),LI(K),LS(K),K=1,MI) WRITE(10)MI, (NE(K), LI(K), LS(K), K=1, MI) DO 2 J=1.MI NOA(NE(J))=NOA(NE(J))+1DO 2 L=1, J K=MIN(NE(J), NE(L)) IA=(K-1)*M-((K-1)**2+K-1)/2+MAX(NE(J),NE(L))
IF(LS(J)-LI(L).LT.0)G0 TO 133
AR(NE(J),NE(L))=.TRUE. @CONSTRUCTION DE LA MATRICE ASSOCIEE AU GRAPHE @ IFR(IA)=IFR(IA)+1 133 IF(LS(L)-LI(J).LT.0)GD TD 134 AR(NE(L),NE(J))=.TRUE. IFR(IA)=IFR(IA)+1 134 IF((LS(J)-LI(L))*(LS(L)-LI(J)). LT. 0)@0 TO 2 AR(NE(J), NE(L)) = . TRUE.AR(NE(L), NE(J)) = . TRUE.2 CONTINUE 1 CONTINUE WRITE(12)(IFR(I), I=1,NM) @ FREQUENCE DES ARCS OBSERVES. MEMORISATION REWIND 12 DO 137 I=1,NM 137 IFR(I)=0 IF (APR) CALL PRIN(110, 110, AR, M, M, MATRICE DES RELATIONS ENTRE ESP *ECES DETECTION DES 53, S4 ET CERTAINS Z4 DANS LE GRAPHE G ET CONSTRUCTION DU GRAPHE DES ARCS IMPLIQUES DANS CES CONFIGURATIONS 47 NARC=0 ICL=ICL+1 @NOMBRE D'ITERATIONS DO 177 I=1, M 177 LI(I)=0 NART=0 DO 58 I=1.M DO 58 J=1, M 58 AS(I, J)=. FALSE. NCY=0 DO 40 I=1, M CALL NEIB(AR, I, G, M)
CALL GAMMA(AR, I, M, B, F) @SUCCESSEURS ET PREDECESSEURS DE I DO 40 J=1, M IF(I. EQ. J. DR. . NOT. G(J))GD TO 40 CALL CYCLE(I, J, AR, M, NCY, B, F, LI) @L ARETE I-J EST ELLE IMPLIQUEE DANS CYCLE 40 CONTINUE IF (NCY. EQ. 0)GO TO 42 @ PAS DE S3 NI DE S4 DETECTE IF (APR)PRINT 456, ICL, NCY

456 FORMAT(//, 1X, 'ITERATION : ', I2, 1X, I5, ' S3, S4 ONT ETE DETECTES')
IF (APR)PRINT 400, (IART(I), I=1, NART)

400 FORMAT(//, 1X, 'STATISTIQUE DES ARETES IMPLIQUEES DANS LES S3, S4, Z4' ', //, (1X, 8(1H(, I3, 1H-, I3, 2H):, I4, 2X))) IF(APR)PRINT 500 IF(APR)PRINT 401, (IARC(I), I=1, NARC) 401 FORMAT(//, 1X, 'STATISTIQUE DES ARCS IMPLIQUES DANS LES S3, S4, Z4' *',//, (1X,8(1H(, I3,1H-, I3,2H):, I4,2X))) IF(APR)PRINT 500 500 FORMAT(////) IK=NARC/3 C..... ELIMINATION SELECTIVE DE CERTAINS ARCS PAR ADJONCTION D'ARETES ET REAJUSTEMENT DU GRAPHE DES ARCS IMPLIQUES READ(12)(IFR(I), I=1, NM) DO 142 K=3, NARC, 3 KG=MIN(IARC(K-2), IARC(K-1)) IA=(KQ-1)*M-((KQ-1)**2+KQ-1)/2+MAX(IARC(K-2),IARC(K-1))142 IART(IN)=IFR(IA) REWIND 12 DO 138 I=1, NM

138 IFR(I)=0

TABLE Ia

9 CONTINUE 4 CONTINUE

```
54 IM=0
TABLE Ib
                     DO 50 I=3, NARC, 3
IF(IARC(I), QT. IM)QD TO 550
IF(IARC(I), LT. IM)QD TO 50
                     IF(IART(INT(I/3)). GT. IART(IN)) GO TO 50 @MAINTIENT DES ARCS LES PLUS
                                                                       REPRODUCTIBLES
                550 IM=IARC(I)
                  50 CONTINUE
                IF(IM.EG.0)Q0 TO 42 @ CONFIGURATIONS PROBLEMATIQUES DETRUITES 143 IARC(IN+3)=0
              C....LES NOUVELLES ARETES ENGENDRENT-ELLES DES CONFIGURATIONS PROBLEMATIQUES
                      I=IARC(IN*3-2)
                      J=IARC(IN#3-1)
                      IF(APR)PRINT 402, I, J, IART(IN)
               402 FORMAT(1X, 215, '
                                         CET ARC EST REMPLACE PAR UNE ARETE. FREQ. D OBSER
                     AR(I, J)=. TRUE.
AR(J, I)=. TRUE.
                                        EREMPLACEMENT DE L'ARC I-J PAR UNE ARETE
              C..... REAJUSTEMENT DU GRAPHE DES ARCS APRES ELIMINATION DE L'ARC I-J
                     DO 51 L=1, IK
                     IF(.NOT.AT(IN,L))QO TO 51
IARC(L*3)=IARC(L*3)-1
                     51 CONTINUE
                 GO TO 54
42 CONTINUE
                    DESTRUCTION DE CERTAINS Z4 (SANS ARCS)
                  23 AW=. FALSE.
                     MO=M-1
                     DO 20 I=1, MO
                      IS=I+1
                     DO 20 J=IS, M
                     AZ= FALSE.
                     CALL INTR(0,F,B,M) @ VOISINS COMMUNS A I ET J
IF(ICARD(B,M), LE. 1)GO TO 20
CALL INDEX(B, 1, M, LS, KA)
KL=KA-1
DD 2: "
                     DO 21 K=1, KL
                     KD=K+1
DO 22 L=KD, KA
                      IF(AR(LS(K), LS(L)), AND, AR(LS(L), LS(K)))@0 TO 22
                     AZ=. TRUE.
                     NCY=NCY+1
                     IF(AR(LS(K), LS(L)), OR. AR(LS(L), LS(K))) GO TO 22 MAINTIEN DE L ORIENTATION
                     AR(LS(K), LS(L))=. TRUE.
                     AR(LS(L), LS(K))=. TRUE.
                                                    @ ADJONCTION D ARETE ENTRE VOISINS COMMUNS
                IF(APR)PRINT 453 , LS(K), LS(L)
453 FORMAT(1X, 'ADJONCTION D ARETE ENTRE : ',216)
                  22 CONTINUE
                  21 CONTINUE
                     IF (. NOT. AZ) GO TO 20 @LE COUPLE I-J NEST PAS IMPLIQUE DANS UN Z4
                     AW=. TRUE.
AR(I, J)=. TRUE.
AR(J, I)=. TRUE.
                                         @ADJONCTION D ARETE ENTRE I ET J
                      IF(APR)PRINT 453, I, J
                  20 CONTINUE
                      IF (AW) GO TO 23
                     IF (NCY. GT. 0) GO TO 47 QUNE NOUVELLE ITERATION EST NECESSAIRE
              C.... RECHERCHE DES ASSOCIATIONS UNITAIRES
                     LT=1
                     AS(1,1)=. TRUE.
                  11 CONTINUE
                     N=N+1
                     IF (N. GT. M) GO TO 10
                     L=LT
                     CALL NEIB(AR,N,F,N-1) @VOISIN DE N DANS G(N-1)
IF(ICARD(F,N-1), GT. 0)GO TO 30
LT=LT+1 @ N EST UNE NOUVELLE ASSOCIATION UNITAIRE (ASS. UN.)
AS(LT,N)= TRUE.
                  90 TO 11
30 DO 4 I=1, L
                     NO=N-1
                     DO 5 J=1, NO
                   5 H(J)=AS(I, J) @ H: IEME ENSEMBLE COMPATIBLE DE G(N-1)
                     CALL INTR(F, H, E, N-1) @ E: INTERSECTION DE L'ENSEMBLE DES VOISINS DE N ET DE LA I EME ASS. UN. DU GRAPHE G AU RANG N-1 IF(ICARD(E, N-1). EQ. 0)GO TO 4
              C
                     IF (. NOT. EQUAL (E, H, N-1)) GO TO 6
                     AS(I,N)=.TRUE. @ INTERSECTION DE N ET DU I EME ENS.COMP EST UNE NOUVELLE
ASSOCIATION UNITAIRE
IF(EQUAL(E,F,N-1))QD TO 78
              C
                   6 E(N)=. TRUE. 	€ E=ENSEMBLE(E) REUNION N : NOUVELLE ASS. UN.
                     LT=LT+1
                     DO 9 J=1, N
                     AS(LT, J)=E(J) @E EST PROVISOIREMENT UNE NOUVELLE ASS. UN.
```

78 LTR=0

TABLE IC

```
DO 70 I=1,LT
        L=I+1
        DO 73 K=1, N
    73 H(K)=AS(I,K)
        IF(I.EG.LT)@0 TD 77
        DO 71 J=L, LT
DO 74 K=1, N
    74 G(K)=AS(J,K)
        CALL REUN(H, G, F, N) @ REUNION DES ENSEMBLES I ET J
IF(EQUAL(F, G, N))GO TO 70 @L'ENS. I EST INCLU DANS L'ENS. J
IF(.NOT.EQUAL(F, H, N))GO TO 71
DO 75 K=1, N
        AS(J, K)=H(K) @ L'ENS. I REMPLACE L'ENS. J
    75 CONTINUE
    QO TO 70
71 CONTINUE
    77 LTR=LTR+1
        DO 76 K=1, N
        AS(LTR, K)=H(K) @KL(I) EST UNE ASSOCIATION UNITAIRE AU RANG N
    76 CONTINUE
    70 CONTINUE
        LT=LTR
        GO TO 11
    \dots . ORDONNANCE DES ASSOCIATIONS UNITAIRES ET CONSTRUCTION DU GRAPHE G. K 10 LO=LT-1
        CALL PRIN(110, 110, AS, LT, M, 'ASSOCIATIONS UNITAIRES
C..... IDENTIFICATION DES ASSOCIATIONS UNITAIRES DANS LES SECTIONS
C ET CONSTRUCTION DE Q 4
        ET CONSTRUCTION DE G.K
CALL IDENT(AS, AR, NC, LT, M, NE, LI, LS, NOA, NOB, B, F, G, AI, FALSE.)
        IF (APR) CALL PRIN(110, 110, AR, LT, LT, 'MATRICE ASSOCIEE AU GRAPHE G. K
C..... DETECTION DES CIRCUITS C(N) DANS G.K
CALL TRSF(AR, LT, G, E, F, H)

C. . . . . RECHERCHE DES SUCCESSEURS IMMEDIATS ET CORRECTION DE G K
        DO 80 I=1,LT
    CALL GAMMA(AR, I, LT, G, H)
DO 82 J=1, LT
82 E(J)=. FALSE.
        IF(ICARD(H, LT), EQ. 0)Q0 TO 80
        DO 81 J=1,LT
        DG 81 3-1, L1
IF(.NOT.H(J))GG TG 81
CALL GAMMA(AR, J, LT, G, F)@SUCCESSEUR(S) DES SUCCESSEURS DE LA I EME ASS.UN.
        CALL REUN(F, E, G, LT)
        DO 84 K=1,LT
    84 E(K)=G(K)
    81 CONTINUE
        CALL INTR(E,H,G,LT) @SUCCESSEURS DE RANG 2
CALL COMPL(H,G,E,LT) @ [E] = SUCCESSEUR(S) IMMEDIAT(S)
        DO 83 J=1, LT
        IF(.NOT.E(J))AR(J, I) = FALSE. @ELIMINATION SUCCESSEURS NON IMM.
    83 CONTINUE
    80 NE(I)=ICARD(E,LT)
        IF(APR)CALL PRIN(110, 110, AR, LT, LT, ' GRAPHE GK SUCCESSEURS IMMEDIAT
       *5
C..... RECHERCHE DE L'ENSEMBLE DES ASSOCIATION UNITAIRES SANS SUCCESSEURS
        DO 86 I=1.LT
    DO 86 J=1,LT
CALL STR1(I,J,.FALSE.,T)
86 CONTINUE
        DO 85 J=1, LT
        CALL GAMMA (AR, J, LT, G, F)
        IF(ICARD(F, LT), EQ. 0)CALL STR1(1, J, TRUE., T)
    85 CONTINUE
C.... RECHERCHE DE LA PLUS LONGUE CHAINE DE G.K : [L]
        KMAX=0
        K=0
    88 J=0
        J=J+1
        IF(J. LE. LT)GD TD 89
        I = I - 1
        IF(I.EQ. 0)GO TO 98
        CALL STR1(I, NE(K), FALSE., T)
    K=K-1
GO TO 88
89 IF(.NOT.AT1(I,J))GO TO 87
        NE(K)=J
  CALL GAMMA(AR, J, LT, G, F)

IF(ICARD(G, LT), GT, O)GD TO 96

CALL STR1(I, J, FALSE, T) @FIN D'UNE CHAINE

IF(APR)PRINT 407, (NE(L), L=1, K)

407 FORMAT(IX, 'CHAINE DETECTEE:', (2013, /, 20X))

IF(K, LT, KMAX)GO TO 28

DO 29 IK=1, K
    29 LI(IK)=NE(IK) @MEMORISATION DE LA PLUS LONGUE CHAINE DE G K
        KMAX=K
    28 K=K-1
        GO TO 87
    96 I=I+1 @POURSUITE DE LA CHAINE
DO 97 L=1,LT
IF(G(L))CALL STR1(I,L, TRUE.,T) @ MEMORISATION DES PREDECESSEURS
    97 CONTINUE
        GO TO 88
```

```
TRANSFORMATION DE G K
Table Id c
              98 IF (KMAX. LT. LT) GO TO 158 @IL N'Y A QU'UNE SEULE CHAINE
                 DO 159 I=1, KMAX
                 DO 159 K=1, M
                 CALL STR1(I, K, FALSE., T)
                 IF(AS(LI(I),K))CALL STR1(I,K, TRUE, T) @REORGANISATION DES ASS. UN.
             159 CONTINUE
                 GO TO 162
             158 CALL TRSF(AR, LT, G, E, F, H) @COMPLEMENTATION DE G K
          C.... FUSION CONTROLEE PAR G. K DES ASS. UN. N'APPARTENANT PAS A [L]
                 KT=0
                 IF(APR)PRINT 500
                 AW=. FALSE.
                 DO 31 I=1, LT
                 DO 32 J=1, KMAX
                 IF(I.EG.LI(J))GO TO 31 @K(I) APPARTIENT A [L]
             32 CONTINUE
                 KT=KT+1
                 LS(KT)=I
             31 CONTINUE
             168 DO 151 I=1, KMAX
                 DO 151 K=1, LT
                 CALL STR1(I, K, . FALSE. , T) @REINITIALISATION DE R
             151 CONTINUE
                 KL=0
                 DO 38 II=1,KT
                 I=LS(II)
                 DO 34 K=1, M
             34 G(K)=AS(I,K)
                 MX=0
                 DO 33 J=1, KMAX
                 NE(J)=0
                 IF(AR(LI(J), I). OR. AR(I, LI(J))) 90 TO 33 @LA J IEME ASS. UN. DE [L] EST POSITIO
          C
                                            PAR RAPPORT A LA IEME ASS. UN. (PAS DE FUSION)
                 DO 35 K=1, M
             35 H(K)=AS(LI(J),K)
                 CALL INTR(G, H, F, M)
                 NE(J) = ICARD(F, M)
                 MX=MAX(MX, NE(J))
             33 CONTINUE
          C....LA VALEUR MAXIMALE DU CARDINAL DE L'INTERSECTION EST-ELLE UNIQUE
                 K=O
                 DO 46 J=1, KMAX
                 IF(NE(J), LT, MX) GO TO 46
                 K=K+1
                 ID=J
              46 CONTINUE
                 IF(K. EQ. 1)GO TO 37
                 KL = KL + 1
                 NOA(KL)=I
                              @MEMORISATION DES ASS. UN. N'AYANT PU FUSIONNER
                 60 TO 38
             37 CALL STR1(ID, I, TRUE., T) @MEMORISATION DES ASS. UN. FUSIONNANT
                 PRINT 409, I, LI(ID)
             409 FORMAT(1X, I3, ' FUSIONNE AVEC', I2)
             38 CONTINUE
          C.... FUSION DES ASS. UN.
                 DO 152 I=1, KMAX
                 DO 154 J=1, M
            154 G(J)=AS(LI(I), J) @CONTENU DE LA I EME ASS. UN. DE [L]
                 DO 155 J=1, LT
                 IF(. NOT. AT1(I, J)) QO TO 155
                 DO 153 K=1, M
             153 H(K)=AS(J,K)
                                @CONTENU DE LA J EME ASS. UN.
                 CALL REUN(G, H, F, M) @FUSION DES DEUX ASS. UN.
                 DO 156 K=1, M
             156 G(K)=F(K)
            155 CONTINUE
                 DO 157 K=1, M
                 AS(LI(I), K)=. FALSE.
                 IF(G(K))AS(LI(I),K)=. TRUE.
            157 CONTINUE
             152 CONTINUE
                 IF (KL. EG. O. OR. AW) GO TO 170 @FUSION ACHEVEE
                 KT=KL
                 DO 167 I=1,KT
             167 LS(I)=NOA(I)
                 AW=. TRUE.
                 GO TO 168
                            QLES ASS. UN. RESIDUELLES PEUVENT ELLES FUSIONNER AVEC [L]
             170 DO 165 I=1, KMAX
                 DO 165 K=1, M
                 AR(I,K)=AS(LI(I),K)
             165 CONTINUE
             162 CALL PRIN(110, 110, AR, KMAX, M, ' R A N G E C H A R T
                 CALL IDENT (AR, AS, NC, KMAX, M, NE, LI, LS, NOA, NOB, B, F, Q, AI, TRUE. )
                 STOP
```

END

Table Ie

```
FUNCTION AT(I, J)
C
         LECTURE DE L'ELEMENT I, J DE LA PSEUDO-MATRICE SYMETRIQUE AT
         COMMON/MATRIX/T(8000)
         COMMON/DAT/M, NBIT
         LOGICAL T, AT
         AT=. FALSE.
         K=MIN(I,J)
IND=(K-1)*M-((K-1)**2+K-1)/2+MAX(I,J)
         ID=1+(IND/NBIT)
         L=MOD(IND, NBIT)
         IF(L. EQ. 0) QO TO 1
IF(BITS(T(ID), L, 1), EQ. 1) AT=. TRUE.
         RETURN
        IF(BITS(T(ID-1), 36, 1), EQ. 1)AT=. TRUE.
         RETURN
         END
         FUNCTION AT1(I, J)
         LECTURE DE L'ELEMENT I, J DE LA PSEUDO-MATRICE NON SYMMETRIQUE AT1
         COMMON/MATRIX/T(8000)
         COMMON/DAT/M, NBIT
         LOGICAL T, AT1
AT1=. FALSE.
IND=(I-1)*M+J
         ID=1+(IND/NBIT)
         L=MOD(IND, NBIT)
IF(L. EQ. 0)GO TO 1
         IF(BITS(T(ID), L, 1), EQ. 1)AT1=. TRUE.
         RETURN
      1 IF(BITS(T(ID-1), 36, 1), EQ. 1)AT1=. TRUE.
         RETURN
         SUBROUTINE COMPL(A, B, C, N)
         COMPLEMENTAIRE DE B PAR RAPPORT A A
         DIMENSION A(N), B(N), C(N)
         LOGICAL A, B, C
      DO 1 I=1, N
1 C(I)=A(I). AND. NOT. B(I)
         RETURN
         END
         SUBROUTINE COUNT(I, J, IA, NA, IK, L)
         STATISTIQUE DES ARCS IMPLIQUES DANS LES Z4, S3, ET S4
         DIMENSION IA(3000), IAS(110, 110)
         COMMON/MATRAS/AS(110,110)
         LOGICAL AS, L
EQUIVALENCE (IAS, AS)
         I1=MIN(I, J)
         I2=MAX(I, J)
IF(NA. LE. 3000)GD TD 10
   PRINT 300
300 FORMAT(1X, 'DEPASSEMENT DE CAPACITE DES VECTEURS IARC IART')
         STOP
     10 IF (NA. EQ. 0) GD TO 2
         IF(L) IK=IAS(I1, I2)
IF(.NOT.L) IK=IAS(I2, I1)
IF(IK.EQ.O) GO TO 2
         IA(IK*3)=IA(IK*3)+1
         RETURN
      2 IA(NA+1)=MIN(I, J)
         IA(NA+2)=MAX(I, J)
         IK=NA/3+1
IA(NA+3)=1
         IF(L) IAS(I1, I2)=IK
         IF(.NOT.L)IAS(12,11)=IK
         NA=NA+3
         RETURN
         END
         SUBROUTINE CYCLE(I, J, AR, N, NCY, PL, SL, LR)
0000
         DETECTION DES CYCLES ET CES CIRCUITS SEMI-ORIENTES DU GRAPHE G
         MEMORISATION DES CYCLES ET CES CIRCUITS SEMI-URIENTES DU GRAPHE G
MEMORISATION DES ARCS ET DES ARETES IMPLIQUEES DANS CES CONFI-
QURATIONS ET CONSTRUCTION DU GRAPHE DES ARCS IMPLIQUES (AT)
IMPLICIT LOGICAL (A-H), LOGICAL (P), LOGICAL (R-T)
COMMON/TEST/IARC(3000), IART(3000), NARC, NART
         COMMON/MATRIX/T(8000)
DIMENSION PI(110), PJ(110), SI(110), SJ(110), PC(110), SC(110), C(110),
*A(110), B(110), AR(110, 110), IA(110), IB(110), PL(110), SL(110), LR(110)

C .... L ARETE (I-J) EST ELLE IMPLIQUEE DANS UN S3 , UN S4 OU UN Z4

CALL GAMMA(AR, J, N, PJ, SJ) @ SUCCESSEUR ET PREDECESSEURS DE I ET J

CALL REUN(PL, PJ, PC, N)
         CALL REUN(SL, SJ, SC, N)
          CALL INTR(PC, SC, C, N)
         L ARETE I-J EST IMPLIQUEE DANS UN S3 : ADJONCTION DIFFEREE D ARETE
         DO 1 K=1, N
         IF(.NDT.C(K))GD TD 1
CALL COUNT(I,K,IARC,NARC,IK,TRUE.) @STATISTIQUE DES ARCS IMPLIQUES DANS
```

LES S3

C

```
CALL COUNT(J,K,IARC,NARC,IL,.TRUE.)
CALL STR(IK,IL,.TRUE.,T) @CONSTRUCTION DU GRAPHE DES ARCS IMPLIQUES
TABLE If
                              PRINT 100, I, J, K
                              LR(I)=LR(I)+1
                              LR(J)=LR(J)+1
                              LR(K)=LR(K)+1
                              CALL COUNT(I, J, IART, NART, IL, . FALSE. ) @STATISTIQUE DES ARETES IMPLIQUEES
                           1 CONTINUE
                    C 100 FORMAT(1X, 'S3 DETECTE ENTRE (', I3, 1H-, I3, ') ET ', I3)
                          .. DETECTION DES S4 IMPLIQUANT L ARETE I-J
2 CALL COMPL(PC,C,A,N) @COMPLEMENTAIRE DE C PAR RAPPORT A PC
CALL COMPL(SC,C,B,N)
                              IF(ICARD(A, N)*ICARD(B, N). EQ. O)RETURN & L ARETE I-J PAS IMPLIG. DANS S4 RECHERCHE DES ARETES ENTRE LES ELEMENTS DE A ET DE B CALL INDEX(A, I, N, IA, NA)
                    C
                              CALL INDEX(B, I, N, IB, NB) @ELEMENTS NON NULS DES VECTEURS A ET B
                              DO 4 KA=1, NA
                              K=IA(KA)
DO 5 KB=1, NB
                              L=IB(KB)
                              IF(.NOT. (AR(K,L).AND.AR(L,K)))GO TO 5 @PAS D ARETE ENTRE K ET L CALL GAMMA(AR,K,N,PI,SI)
                              CALL GAMMA (AR, L, N, PJ, SJ)
                              CALL REUN(PI, PJ, PC, N)
CALL REUN(SI, SJ, SC, N)
CALL INTR(PC, SC, C, N)
                              THE CALL INTROCES, C, N)

IF (C(I). OR. C(J)) GO TO 5 @ IL S'AGIT D'UN S3

STATISTIQUE DES ARCS IMPLIQUES DANS LE S4 OU Z4 DETECTE

IF (AR (I, K). NEGV. AR (K, I)) CALL COUNT (I, K, IARC, NARC, IK, TRUE.)

IF (AR (I, L). NEGV. AR (K, J)) CALL COUNT (I, K, IARC, NARC, IK, TRUE.)

IF (AR (I, L). NEGV. AR (L, I)) CALL COUNT (I, L, IARC, NARC, IL, TRUE.)

IF (AR (J, L). NEGV. AR (L, J)) CALL COUNT (J, L, IARC, NARC, IL, TRUE.)
                    C... STATISTIQUE DES ARETES IMPLIQUEES
CALL COUNT(I, J, IART, NART, II, FALSE.)
CALL COUNT(K, L, IART, NART, I2, FALSE.)
                    C.... CONSTRUCTION DU GRAPHE DES ARCS IMPLIQUES DANS Z4 ET S4
                              CALL STR(IK, IL, TRUE., T)
PRINT 101, MIN(I, J), MAX(I, J), MIN(K, L), MAX(K, L)
                    C
                              LR(I)=LR(I)+1
                              LR(J)=LR(J)+1
                              LR(K)=LR(K)+1
LR(L)=LR(L)+1
                    C 101 FORMAT(40X, '94 OU Z4 DETECTE ENTRE ('13, 1H-, 13, ') ET ('13, 1H-, 13, '
                              NCY=NCY+1
                           5 CONTINUE
                             CONTINUE
                              RETURN
                              END
                              FUNCTION EQUAL (E, F, N)
                              LES ENSEMBLES [E] ET [F] SONT-ILS EQUIVALENTS ?
                              DIMENSION E(N), F(N)
                              LOGICAL E, F, EQUAL EQUAL=. FALSE.
                              DO 1 I=1, N
IF(E(I), NEQV, F(I)) RETURN
                              CONTINUE
                              EQUAL=. TRUE.
                              END
                              SUBROUTINE GAMMA (AR, I, N, PRED, SUCC)
                              RECHERCHE DES PREDECESSEURS ET DES SUCCESSEURS DU SOMMET I DANS G DIMENSION PRED(N), AR(110,110), SUCC(N)
                              LOGICAL AR, PRED, SUCC
                           DO 1 J=1,N

PRED(J)=AR(I,J), AND. NOT. AR(J,I)

1 SUCC(J)=AR(J,I), AND. NOT. AR(I,J)
                              RETURN
                              FND
                              FUNCTION ICARD(A,N)
                                CARDINAL DE L'ENSEMBLE [A]
                              LOGICAL A(N)
                              ICARD=0
                              DO 1 I=1, N
                               IF(A(I))ICARD=ICARD+1
                           1 CONTINUE
                              RETURN
                              SUBROUTINE IDENT(AS, AR, NC, LT, M, NE, LI, LS, NOA, NOB, B, F, G, AI, TT)
                    C.... IDENTIFICATION DES ASSOCIATIONS UNITAIRES DANS LES SECTIONS
                              IMPLICIT LOGICAL (A-H), LOGICAL (R-T)
DIMENSION NE(M), LI(M), LS(M), NOA(110), NOB(200), B(M), F(M), Q(M)
                             *, AS(110,110), NSR(200), AI(72,110), AR(110,110)
DO 94 I=1, LT
DO 152 J=1, M
```

152 AI(I, J) = FALSE.

TABLE Ig

```
DO 94 J=1, LT
     AR(I, J) = FALSE
 94 CONTINUE
 IDENTIFICATION DES ASS UN. DANS LES SECTIONS
     REWIND 10
     DO 60 K=1, NC
     READ(10)MI, (NE(I), LI(I), LS(I), I=1, MI)
     LN=10E+9
     LX=-10. E+9
     DO 61 I=1, MI
     LN=MIN(LI(I),LN)
 61 LX=MAX(LS(I),LX)
     KR=O
     KSR=0
     DO 62 I=LN.LX @POUR CHAQUE NIVEAU I
 DO 64 J=1, M
64 B(J)= FALSE.
                     @INITIAL ISATION
     DO 63 J=1, MI
 IF(1 GE.LI(J) AND I LE.LS(J))B(NE(J))= TRUE. @CONTENU DU NIVEAU I 63 CONTINUE.
     KX=0
     DO 65 L=1, LT @POUR CHAQUE ASS UN L
 DO 66 J=1, M
66 F(J)=AS(L, J)
     CALL INTR(B, F, G, M)
     NOA(L)=ICARD(G, M)
 65 KX=MAX(NOA(L), KX)
    LE CARDINAL DE L'INTERSECTION (CONTENU NIVEAU-ASS. UN) A-T-IL
     UNE VALEUR MAXIMALE UNIQUE ?
     KA=0
     DO 57 L=1, LT
     IF (KX GT NOA(L))GO TO 67
     KA=KA+1
     ID=L
 67 CONTINUE
    IF(KA.GT 1)GO TO 62 @LE NIVEAU I N'EST PAS ATTRIBUABLE A UNE SEULE ASS.UN. -REUNION DU CONTENU DES NIVEAUX ATTRIBUABLES A UNE ASS UN
    DO 150 L=1. M
150 F(L)=AI(ID,L)
    CALL REUN(F, B, G, M)
DO 151 L=1, M
151 AI(ID, L)=G(L)
     KB=KB+1
     NSR(KB)=I
     NOB(KB)=ID @MEMORISATION DE L' ASS. UN. IDENTIFIEE
     IF(KB EQ 1 OR TT)GO TO 62
IF(NOB(KB) EQ NOB(KB-1))KB=KB-1
 62 CONTINUE
     IF(TT)GO TO 69
     IF(K EQ 1)PRINT 406
DO 68 I=1, KB
     DO 68 J=I, KB
     68 CONTINUE
     PRINT 405, K, (NOB(I), I=1, KB)
GO TO 60
 69 LN=(KB+29)/30 @IMPRESSION DES NIVEAUX ATTRIBUES UNIVOQUEMENT
     ME =: 0
     PRINT 409, K
409 FORMAT(///, 1X, 'P R O F I L ', 13, /)
     DO 70 I=1, LN
     MS=ME+1
     MF=MS+30
     ME=MIN(ME, KB)
 PRINT 407, (NSR(J), J=MS, ME)
70 PRINT 408, (NOB(J), J=MS, ME)
 60 CONTINUE
407 FORMAT(1X, 'NIVEAU: ', 3014)
408 FORMAT(1X, 'ASS. UN. ', 3014)
405 FORMAT(1X, 1B. 2X, (2015, /, 11X))
406 FORMAT(///, 1X, ' PROFIL SEQUENCE DES ASS UN. IDENTIFIEES', //)
     CALL PRIN(72, 110, AI, LT, M, ' R A N G E C H A R T 2
     DO 153 I=1,LT
DO 153 J=1,M
153 AI(I, J) = FALSE
     RETURN
     END
     SUBROUTINE INDEX(A, I, N, IA, NA)
      RECHERCHE DES ELEMENTS NON NULS DU VECTEUR A
     DIMENSION A(110), IA(110)
     LOGICAL A
     O=AN
     DO 1 J=I, N
IF( NOT A(J))GO TO 1
     NA=NA+1
     L=(AM)AI
   1 CONTINUE
     RETURN
     END
```

```
SUBROUTINE INIT(R, L, M)
Table Ih
               C
                      INITIALISATION DU VECTEUR R
                      DIMENSION R(8000)
                      LOGICAL R,L
                      DO 1 I=1, M
DO 1 J=1, M
CALL STR(I, J, L, R)
                    1 CONTINUE
                      RETURN
                      END
                      SUBROUTINE INTR(A, B, C, N)
               C
               C
                        INTERSECTION DES ENSEMBLES [A] ET [B]
                      DIMENSION A(N), B(N), C(N)
                      LOGICAL A.B.C
                      DO 1 I=1, N
                    1 C(I)=A(I). AND. B(I)
                      RETURN
                      END
                      SUBROUTINE NEIB (AR, K, G, N)
               C
                      ENSEMBLE DES VOISINS DU SOMMET K DANS LE GRAPHE G
                      DIMENSION G(N), AR(110, 110)
                      LOGICAL AR, G
                       DO 1 I=1, N
                    1 G(I)=AR(I,K). AND. AR(K, I)
                      RETURN
                      END
                      SUBROUTINE PRIN(ID1, ID2, AR, L, K, TIT)
                       IMPRESSION DES MATRICES ASSOCIEES AUX GRAPHES
                      DIMENSION H(110), AR(ID1, ID2)
                      COMMON/TTR/TITL(19)
                      CHARACTER TIT*38,5*3
                      LOGICAL AR, H
                      S=3H.
                      N=FLOAT(K/40.)+0.975
                      NE=0
                      DO 10 M=1, N
NS=NE+1
                      NE=NS+39
                 IF(NE.GT.K)NE=K
PRINT 100,TIT,TITL
100 FORMAT(///2X,A38,19A4,/)
                 PRINT 102, (J, J=NS, NE)
102 FORMAT(6X, 6013)
                 PRINT 103, (S, J=NS, NE)
103 FORMAT(6X, 40A3)
                 DO 1 I=1,L

DO 2 J=NS,NE

2 H(J)=AR(I,J)

1 PRINT 101,I,(H(J),J=NS,NE)

101 FORMAT(2X,I2,2H:,40I3)
                  10 CONTINUE
                     PRINT 104
FORMAT(///)
                104
                      RETURN
                      END
                      SUBROUTINE REUN(A, B, C, N)
                      REUNION DES ENSEMBLES [A] ET [B]
                      DIMENSION A(N), B(N), C(N)
                      LOGICAL A.B.C
                   DO 1 I=1, N
1 C(I)=A(I). DR. B(I)
```

RETURN

TABLE Ii

```
SUBROUTINE STR(I, J, L, R)
C
0000000
       CONCENTRATION D'UNE MATRICE X(I, J) LOGIQUE SYMMETRIQUE DANS LES BITS DU
       VECTEUR R. LA PSEUDO-FONCTION "BITS" A LA SIGNIFICATION SUIVANTE:
BITS(R(I), K, 1)=L :ON INTRODUIT LE CONTENU DE L DANS LE K IEME BIT
       DU I EME MOT DU VECTEUR R.
       L=BITS(R(I), K, 1) : ON TRANSFERE LE CONTENU DU K IEME BIT DU I EME
       MOT DU VECTEUR R DANS LA VARIABLE L (VOIR FONCTIONS AT, AT1)
LE NOMBRE DE BITS PAR MOT EST FIXE DANS LE COMMON "DAT".
C
       CETTE PSEUDO-FONCTION PEUT ETRE SIMULEE PAR L'UTILISATION DE MASQUES
       DEFINIS EN OCTAL ET PAR LA COMBINAISON DE PRODUITS ET DE SOMMES LOGIQUES
       DIMENSION R(8000)
       LOGICAL R.L
COMMON/DAT/M.NBIT
       K=MIN(I, J)
       IND=(K-1)*M-((K-1)**2+K-1)/2+ MAX(I,J)
       ID=1+(IND/NBIT)
       IF(ID. LE. 8000) GD TD 2
  PRINT 100

100 FORMAT(//,1%, 'DEPASSEMENT DE CAPACITE DANS LE VECTEUR T')
       STOP
    2 K=MOD(IND, NBIT)
IF(K. EQ. 0)GO TO 1
       BITS(R(ID), K, 1)=L
       RETURN
     1 BITS(R(ID-1), 36, 1)=L
       RETURN
       END
       SUBROUTINE STR1(I, J, L, R)
C
        CONCENTRATION D'UNE MATRICE X(I, J) LOGIQUE NON SYMMETRIQUE DANS R
         (VOIR FONCTION AT, AT1 ET COMMENTAIRE DANS LA SOUSROUTINE STR)
        DIMENSION R(8000)
       LOGICAL R.L
        COMMON/DAT/M, NBIT
       IND=(I-1)*M+J
ID=1+(IND/NBIT)
        K=MOD(IND, NBIT)
        IF (K. EQ. 0) GO TO 1
        BITS(R(ID), K, 1)=L
        RETURN
     1 BITS(R(ID-1), 36, 1)=L
        RETURN
        END
       SUBROUTINE TRSF(AR, LT, G, E, F, H)
C
       ANALYSE DU GRAPHE G. K ET DETECTION DES CIRCUITS C(N)
       IMPLICIT LOGICAL (A-H), LOGICAL (R-T)
       DIMENSION G(110), E(110), F(110), H(110), AR(110, 110)
        TRANSFORMATION DE G K
C
   98 DO 25 I=1,LT
DO 27 J=1,LT
    27 G(J)=AR(I,J)
    38 IF(ICARD(G, LT), EQ. 0)GD TO 25
       DO 36 L=1, LT
       IF(G(L))AR(I,L)=. TRUE.
       E(L)=. FALSE
       IF(. NOT. G(I))GD TD 20
       PRINT 100
  100 FORMAT(///, 1X, 'PROCEDURE INTERROMPUE: G. K CONTIENT DES CIRCUITS')
       STOP
    20 DO 26 K=1, LT
       IF(. NOT. G(K))GO TO 26
       DO 29 L=1, LT
    29 F(L)=AR(K,L)
       CALL REUN(E, F, H, LT)
       DO 49 L=1, LT
    49 E(L)=H(L)
                     @ENS. DES PREDEC. DE L'ENS. DES PREDEC.
    26 CONTINUE
       DO 39 L=1, LT
       G(L)=E(L)
       GO TO 38
       CONTINUE
       RETURN
       END
```

