

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE NOUMEA

---

Etude de la répartition des éléments minéraux dans quelques  
espèces forestières des îles du Pacifique Sud

I. Répartition des éléments minéraux dans le Chêne Gomme  
(*Arillastrum Gummiferum*)

G. VERLIERE

Phytophysiologiste

Septembre 1974

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire  
N° : 32.136 2x1  
Cote : B

ETUDE DE LA REPARTITION DES ELEMENTS MINERAUX DANS QUELQUES  
ESPECES FORESTIERES DES ILES DU PACIFIQUE SUD

---

I. Répartition des éléments minéraux dans le Chêne-Gomme

Le chêne-Gomme (*Arillastrum Gummiferum*) est une myrtacée des forêts néocalédonniennes australes où il se développe sur des sols ferrugineux ou serpentineux à une altitude comprise entre 50 et 350 m. C'est un arbre à bois rouge, lourd et dur dont la hauteur du fût peut atteindre une quinzaine de mètres avec un diamètre de 1 m. Il est actuellement en régression car il résiste très mal aux nombreux feux de brousse qui éprouvent la Nouvelle-Calédonie ; de plus, il a fait l'objet d'une exploitation trop intensive et non contrôlée.

1. Méthode employée.

L'étude a été entreprise sur un arbre planté en 1968 dans un vase de végétation rempli de 45 kg environ de sol rouge ferrallitique colluvial de piémont dérivé de péridotites ; l'analyse, effectuée à la fin de l'essai est donnée dans le tableau 1.

Tableau 1

Acidité	pH	4,9
Matière organique	Carbone	20,6 %
	Azote	1,08 %
Acide phosphorique total		0,08 %
Cations échangeables	Ca <sup>++</sup>	0,43 mc
	Mg <sup>++</sup>	1,18 mc
	K <sup>+</sup>	0,07 mc
	Na <sup>+</sup>	0,07 mc
Eléments totaux	Perte en feu	12,9 %
	Résidu	14,6 %
	S <sub>1</sub> O <sub>2</sub>	5,88 %
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,50 %
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	51,0 %
	TiO <sub>2</sub>	0,17 %
	MnO <sub>2</sub>	1,10 %
	Ca <sup>++</sup>	0,01 mc
	Mg <sup>++</sup>	37,0 mc
	K <sup>+</sup>	0,15 mc
	Na <sup>+</sup>	0,10 mc
	N <sub>1</sub> O	7,40 %
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42,0 %
	CoO	1,10 %

Un engrais NPK comprenant 10 g de perlurée, 30 g de superphosphate à 32 % et 4 g de chlorure de potasse a été mélangé à la terre au moment du remplissage du pot ; aucun autre élément fertilisant n'a été apporté par la suite.

L'arbre a été coupé le 10 août 1972 après que la terre du vase de végétation ait été maintenue pendant une semaine à sa capacité maximale de rétention en eau. Chaque paire de feuilles a été récoltée séparément et a donné lieu aux déterminations suivantes :

- poids frais
- poids sec par séchage à l'étuve à 105°
- dosage des teneurs en N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Ni, Cr et Co.

L'azote total est dosé par la méthode de Kjeldahl. Les autres éléments sont dosés après calcination à 450° pendant 2 h sur la solution chlorhydrique des cendres :

- le phosphore par colorimétrie au vanadomolybdate d'ammonium
- le potassium et le sodium par spectrophotométrie de flamme
- les autres éléments par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Les rameaux et le tronc sont fractionnés en plusieurs morceaux ; sur chacun d'eux, le bois est séparé des autres constituants (liber + écorce que nous désignerons par écorce). Sur chaque échantillon ainsi obtenu, on pratique les mêmes déterminations que sur les échantillons foliaires.

Les racines n'ont pas été étudiées, leur développement n'ayant pu se faire dans des conditions normales, étant donné qu'il était limité par le volume (30 l) du vase de végétation.

Les résultats sont exprimés en grammes pour 100 grammes de matière sèche pour les éléments majeurs et en ppm de matière sèche pour les oligo-éléments.

Nous étudierons successivement la répartition des éléments minéraux dans les différentes parties de l'arbre :

- bois du tronc
- bois des rameaux
- écorce du tronc
- écorce des rameaux
- feuilles,

puis, à l'intérieur de chacune d'elles en fonction de l'âge de l'échantillon analysé.

.../...

2. Résultats.

2.1. Poids frais et poids sec

La détermination du poids frais et du poids sec permet d'une part de connaître la quantité d'eau présente dans les différentes parties de l'arbre et <sup>d'autre part de calculer le poids des teneurs pour les analyses</sup> des éléments minéraux qui s'y sont accumulés. Le tableau 2 indique en grammes, le poids frais, le poids sec et le poids d'eau contenu dans l'arbre, ainsi que le pourcentage de M.S. par rapport au poids frais.

Tableau 2

	P.F.	P.S.	H <sub>2</sub> O	MS %
Tronc bois.....	742,2...	399,9...	342,3...	53,9
Rameaux bois.....	190,0...	73,6...	116,4...	38,7
Tronc écorce.....	286,7...	98,2...	188,5...	34,3
Rameaux écorce.....	197,5...	60,1...	137,4...	30,4
Feuilles.....	745,7...	312,8...	432,9...	41,9
TOTAL....	2162,1	944,6	1217,5	43,7

Afin de faciliter les comparaisons, nous avons ensuite calculé le pourcentage que représente chaque partie par rapport à l'arbre entier toujours en ce qui concerne le poids frais, le poids sec et la quantité d'eau renfermée ; ces résultats sont donnés dans le tableau 3.

Tableau 3

	P.F.%	P.S.%	H <sub>2</sub> O%
Tronc bois.....	34,5...	42,3...	28,1...
Rameaux bois.....	9,1...	7,8...	9,6...
Tronc écorce.....	13,3...	10,4...	15,5...
Rameaux écorce.....	8,8...	6,4...	11,3...
Feuilles.....	34,3...	33,1...	35,5...
TOTAL....	100	100	100

Le tronc représente la moitié du poids de l'arbre et les feuilles le tiers. Le bois du tronc est la partie la plus riche en M.S. Mais il est suivi par les feuilles qui renferment moins d'eau que les rameaux ou l'écorce du tronc. Le chêne-gomme est un arbre relativement sec, le pourcentage moyen de M.S. atteignant près de 44 % ; peut-être s'agit-il là d'un des facteurs pouvant expliquer sa grande susceptibilité aux feux de brousse, la faible réserve hydrique ne permettant pas la survie de l'arbre à partir du moment où l'élévation de température a provoqué une très forte évaporation.

2.2. Répartition des éléments minéraux dans les différentes parties de l'arbre

A partir du poids sec de chaque échantillon et des résultats des analyses chimiques nous avons pu calculer pour chacun d'eux les quantités totales d'éléments minéraux qu'ils contenaient et en déduire les quantités accumulées dans les différentes parties de l'arbre. Ces résultats figurent dans le tableau 4 qui indique les quantités d'éléments exprimées en mg.

Les éléments majeurs représentent un total de 19673 mg avec :

40,5 % de Ca	6,8 % de Mg
25,2 % de N	5,9 % de Na
18,9 % de K	2,7 % de P.

Tableau 4

	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Co
Tronc bois	887	220	514	131	339	205	5,43	8,24	3,16	0,718	4,52	0,200	0,064
Rameaux bois	278	115	239	50	324	142	1,87	7,35	2,54	0,414	2,52	0,082	0,051
Tronc écorce	546	45	549	270	1515	129	20,19	5,09	19,02	0,337	2,23	0,483	0,218
Rameaux écorce	335	29	566	190	1235	163	5,58	9,54	5,55	0,260	1,94	0,140	0,162
Feuilles	2915	130	1849	515	4550	698	40,72	58,08	19,37	0,879	11,91	5,760	0,873
Total	4961	539	3717	1156	7963	1337	73,79	88,30	49,64	2,608	23,12	6,665	1,368

La somme des oligo-éléments est de 245,49 mg dont :

36,0 % de Mn	2,7 % de Cr
30,0 % de Fe	1,1 % de Cu
20,2 % de Zn	0,6 % de Co
9,4 % de Ni	

.../...

Par rapport au total accumulé dans l'arbre entier, les pourcentages de chaque élément stocké dans les différentes parties de l'arbre sont donnés dans le tableau 5.

Tableau 5

	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Co
Tronc bois	17,9	40,8	13,8	11,3	4,3	15,4	7,4	9,3	6,4	27,5	19,5	3,0	4,7
Rameaux bois	5,6	21,3	6,4	4,3	4,1	10,6	2,5	8,3	5,1	15,9	10,9	1,2	3,7
Tronc écorce	11,0	8,4	14,8	23,3	19,0	9,7	27,4	5,8	38,3	12,9	9,7	7,2	15,9
Rameaux écorce	6,7	5,3	15,2	16,5	15,5	12,2	7,6	10,8	11,2	10,0	8,4	2,1	11,8
Feuilles	58,8	24,2	49,8	44,6	57,1	52,1	55,1	65,8	39,0	33,7	51,5	86,5	63,9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

C'est dans les feuilles que l'accumulation des éléments minéraux est la plus forte à l'exception du phosphore qui se trouve en forte proportion dans le bois des rameaux et du tronc, et du zinc qui est également présent en grandes quantités dans l'écorce du tronc. Par contre, la presque totalité du chrome se trouve dans les feuilles et le bois en est presque complètement dépourvu. Le bois est également très pauvre en cobalt, mais celui-ci est également présent dans l'écorce du tronc et des rameaux en plus des feuilles. Le cuivre est présent dans les différentes parties de l'arbre.

Si, au lieu de considérer les quantités totales de minéraux stockés dans les différentes parties de l'arbre, on se reporte aux teneurs par rapport à la M.S., on obtient les résultats donnés par le tableau 6.

Tableau 6

	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Co
Tronc bois	0,22	0,055	0,13	0,03	0,08	0,05	14	21	8	1,8	11	0,5	0,2
Rameaux bois	0,38	0,156	0,32	0,07	0,44	0,19	25	100	34	5,6	34	1,1	0,7
Tronc écorce	0,56	0,046	0,56	0,27	1,54	0,13	206	52	194	3,4	23	4,9	0,2
Rameaux écorce	0,56	0,047	0,94	0,32	2,05	0,27	93	159	92	4,3	32	2,3	2,7
Feuilles	0,93	0,042	0,59	0,16	1,45	0,22	130	186	62	2,8	38	18,4	2,8

Le phosphore est le seul élément pour lequel le taux soit plus élevé dans le bois que dans les autres parties de l'arbre. Ce sont les feuilles qui ont les teneurs les plus fortes en azote, manganèse, nickel et chrome ; pour les autres éléments, c'est l'écorce -et principalement celle des rameaux- qui est la partie la plus riche.

Les rapports entre éléments ont parfois des valeurs très différentes selon les parties de l'arbre considérées (tableau 7).

Tableau 7

	N/P	K/Na	Ca/mg	K+Na/Ca+Mg	Fe/Mn	Ni/Cr	Ni/Co	Cr/Co
Tronc bois	4,0	4,3	1,6	1,2	0,7	22,0	55,0	2,5
Rameaux bois	2,4	4,6	2,3	0,6	0,3	30,9	48,6	1,6
Tronc écorce	12,1	2,1	11,8	0,5	4,0	4,7	115,0	24,5
Rameaux écorce	11,9	2,9	7,6	0,5	0,6	13,9	11,9	0,9
Feuilles	22,1	3,7	6,6	0,4	0,7	2,1	13,6	6,6
Arbre entier	9,2	3,2	6,0	0,5	0,8	3,5	16,9	4,9

### 2.3. Variations des teneurs en éléments minéraux dans le tronc

Le tronc a été divisé en 6 segments numérotés de T<sub>1</sub> à T<sub>6</sub> en allant de la base à l'extrémité apicale (schéma 2). Les résultats des analyses du bois et de l'écorce sont donnés dans le tableau 8.

Tableau 8

	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Cr	Co
Bois T1	0,17	0,070	0,11	0,02	0,06	0,06	13	20	9	1,5	9	0,5	0,1
T2	0,22	0,048	0,12	0,04	0,10	0,04	13	25	5	1,8	10	0,5	0,2
T3	0,25	0,040	0,13	0,04	0,07	0,04	13	15	7	1,8	10	0,5	0,2
T4	0,25	0,049	0,15	0,03	0,14	0,06	14	20	10	1,8	14	0,5	0,1
T5	0,30	0,077	0,25	0,05	0,18	0,09	24	30	14	3,0	50	0,5	0,3
T6	0,76	0,091	0,39	0,07	0,28	0,14	30	65	26	7,8	30	0,5	0,6
Ecorce T1	0,46	0,035	0,34	0,25	1,87	0,10	310	50	220	2,7	18	7,0	3,1
T2	0,57	0,053	0,46	0,26	1,25	0,10	180	40	195	2,8	20	5,0	1,8
T3	0,58	0,053	0,50	0,26	1,39	0,13	178	50	178	4,0	27	4,5	1,7
T4	0,66	0,047	0,84	0,37	1,38	0,19	177	55	202	4,0	25	2,0	1,9
T5	0,62	0,043	1,28	0,36	1,41	0,20	172	70	220	4,2	30	3,0	2,2
T6	0,67	0,044	1,44	0,26	2,35	0,30	85	110	35	5,7	27	2,0	2,5

### 2.3.1. Variations dans le bois

La teneur en azote augmente de la base vers l'extrémité apicale ; elle est beaucoup plus élevée dans le bois le plus jeune (variations dans le rapport de 1 à 4,5).

Le taux de phosphore va en diminuant dans les trois premiers segments puis augmente pour atteindre sa valeur la plus forte dans le bois le plus jeune (variations dans le rapport de 1 à 1,3).

Les taux de potassium et calcium augmentent d'autant plus que le bois est plus jeune ; ils varient respectivement dans le rapport de 1 à 3,3 pour le potassium et de 1 à 4,7 pour le calcium.

Les teneurs en sodium, en magnésium, fer, manganèse, cuivre et cobalt sont sensiblement constantes dans les quatre premiers segments puis vont en augmentant dans les deux segments les plus jeunes, avec des variations de 1 à 3,5 pour le sodium, le magnésium et le fer, 1 à 4,3 pour le manganèse, 1 à 5,2 pour le cuivre et 1 à 6 pour le cobalt.

La teneur en zinc est minimale dans le deuxième segment, elle va ensuite en augmentant constamment et varie dans le rapport de 1 à 5,2.

La teneur maximale en nickel se trouve dans le 5ème segment ; elle est presque deux fois plus faible dans le bois le plus jeune, mais celui-ci contient cependant encore trois fois plus de nickel que le bois le plus âgé. Les teneurs en nickel varient dans le rapport de 1 à 5,5.

Les teneurs en chrome sont constantes quelque soit l'âge du bois.

Les variations des rapports entre les teneurs de deux éléments dans le bois le plus âgé et dans le bois le plus jeune diffèrent sensiblement suivant les éléments concernés. Ainsi, en passant du bois le plus âgé au bois le plus jeune on note :

- une augmentation de 2,4 à 8,4 pour N/P  
1,0 à 2,0 pour Ca/Mg  
18 à 60 pour Ni/Cr
- une diminution de 0,7 à 0,5 pour Fe/Mn  
90 à 50 pour Ni/Co  
5 à 0,8 pour Cr/Co
- la stabilité de K/Na à 5,5  
K + Na/Ca + Mg à 1,1.

### 2.3.2. Variations dans l'écorce

Les teneurs en azote, potassium, magnésium et cuivre augmentent d'autant plus que l'écorce est plus jeune ; elles sont multipliées par 1,5 pour l'azote, 4,2 pour le potassium, 3,0 pour le magnésium et 2,1 pour le cuivre. Ces teneurs évoluent dans le même sens dans le bois et dans l'écorce.

Le taux de phosphore est minimal dans l'écorce la plus vieille et maximal dans les deuxième et troisième segments. Il varie dans le rapport de 1 à 1,5 et ses variations se font en sens inverse dans le bois et dans l'écorce.

.../...

Les teneurs en fer et en chrome diminuent en allant de l'écorce la plus âgée à la plus jeune ; elles sont alors divisées par 3,6 et 3,5.

Les teneurs en sodium présentent un maximum dans les quatrième et cinquième segments. Elles sont constantes dans les autres.

Les teneurs en calcium diminuent fortement du premier au deuxième segment ; elles augmentent ensuite, surtout dans l'écorce la plus jeune ; elles varient dans le rapport de 1 à 1,9.

Les teneurs en manganèse varient très peu dans les quatre premiers segments mais augmentent ensuite rapidement dans le rapport de 1 à 2,8.

Les teneurs en zinc sont sensiblement constantes sauf dans l'écorce la plus jeune où elles sont alors 6 fois plus faibles.

Les teneurs en nickel sont plus élevées dans l'écorce jeune que dans l'écorce âgée mais cette augmentation se fait irrégulièrement ; le rapport entre les valeurs minimale et maximale est de 1 à 1,7.

La teneur en cobalt est minimale dans l'écorce la plus âgée mais la valeur venant immédiatement après est celle de l'écorce la plus jeune ; elle varie dans le rapport de 1 à 1,8.

Les rapports entre éléments varient avec l'âge de façons différentes. On constate en passant de l'écorce la plus vieille à l'écorce la plus jeune :

- une augmentation de 13,1 à 15,2 pour N/P
- 1,4 à 5,5 pour K/Na
- 0,3 à 0,6 pour K + Na/Ca + Mg
- 2,6 à 13,5 pour Ni/Cr
- 5,6 à 10,8 pour Ni/Co
  
- une diminution de 18,7 à 7,8 pour Ca/Mg
- 6,2 à 0,8 pour Fe/Mn
- 2,3 à 0,8 pour Cr/Co

Alors que Ca/Mg augmente et que Ni/Co diminue dans le bois, ces deux rapports varient en sens inverse dans l'écorce ; on note aussi dans l'écorce une augmentation de K/Na et K + Na/Ca + Mg qui restent constants dans le bois.

#### 2.4. Variations des teneurs en éléments minéraux dans les rameaux

Quatre rameaux ont pu être divisés en 2 ou 3 parties, l'une entièrement adoucie, les autres en cours d'adoucissement (cf. schéma 2).

##### 2.4.1. Variations dans le bois

On note dans chaque rameau en allant de la base à l'extrémité apicale une augmentation des teneurs en azote, potassium, sodium, magnésium, fer, zinc, cuivre et nickel.

Le sens des variations des teneurs en calcium, manganèse et phosphore semble beaucoup plus influencé par l'âge du rameau : les teneurs en calcium augmentent dans le rameau le plus âgé, ne varient pas dans le suivant et diminuent dans les deux plus jeunes. Celles en manganèse augmentent dans les deux plus vieux rameaux et diminuent dans les deux autres, tandis que celles en phosphore augmentent dans les trois plus vieux rameaux et diminuent dans le plus jeune.

Enfin, on ne peut pas mettre en évidence des augmentations ou des diminutions orientées des teneurs en chrome et en cobalt.

Si l'on considère maintenant les variations des teneurs entre rameaux et non plus à l'intérieur d'un rameau, les seules sensibles sont celles des taux de manganèse qui sont plus élevées dans les rameaux les plus âgés.

#### 2.4.2. Variations dans l'écorce

On constate dans un même rameau, de la base à l'extrémité apicale, que les teneurs en :

- azote, potassium et cuivre augmentent
- sodium, fer et zinc diminuent
- phosphore et manganèse évoluent dans l'écorce comme dans le bois : elles augmentent dans les rameaux les plus âgés mais diminuent dans les plus jeunes
- nickel augmentent dans le rameau le plus âgé mais diminuent dans les autres
- calcium, magnésium, chrome et cobalt varient de façon irrégulière.

Si l'on étudie maintenant les variations entre rameaux, on trouve des teneurs plus élevées en calcium dans l'écorce des rameaux les plus âgés et en potassium dans les rameaux les plus jeunes.

Alors que certains éléments évoluent dans le même sens dans le bois et dans l'écorce (azote, phosphore, potassium, manganèse et cuivre), d'autres par contre varient en sens contraire (sodium, fer, zinc, nickel et avec une corrélation moins marquée magnésium et cobalt).

#### 2.5. Variations des teneurs en éléments minéraux dans les feuilles

Comme dans l'étude des rameaux, nous commencerons par rechercher les variations dans la composition des feuilles d'un même rameau de la base à l'extrémité apicale, puis les variations entre les feuilles des différents rameaux.

Les teneurs des feuilles en éléments minéraux sont données dans les schémas 2 à 15. Nous négligerons les rameaux secondaires car ils sont en petit nombre et ne comportent que peu de feuilles chacun.

Les éléments dont les variations sont les plus régulières sont :

- le calcium, magnésium, manganèse, nickel, chrome et cobalt dont la teneur est d'autant plus faible que la feuille est plus jeune ;
- le potassium dont le taux est plus élevé dans les jeunes feuilles.

.../...

Les teneurs en azote varient de façons différentes avec l'âge des rameaux. Dans les feuilles des rameaux les plus âgés, les teneurs des feuilles les plus jeunes sont les plus élevées ; par contre, sur les rameaux les plus jeunes, on note une baisse de la teneur en azote dans les dernières feuilles.

Les teneurs en sodium et en zinc ont tendance à diminuer dans les jeunes feuilles, mais cette diminution est souvent irrégulière et peu nette ; la teneur en cuivre varie en sens contraire mais également sans régularité ni netteté.

Les teneurs en fer ont tendance à augmenter dans les jeunes feuilles sur les rameaux âgés et à diminuer sur les rameaux les plus jeunes.

Enfin, il n'est pas possible de mettre en évidence les variations régulières des teneurs en phosphore.

Nous avons calculé pour chaque rameau les rapports existant entre certains éléments dans la feuille la plus jeune (J) et dans la feuille la plus vieille (V). Les résultats sont indiqués dans le tableau 9.

Tableau 9

Rameau	Feuille	N/P	F/Na	Ca/Mg	K+Na /Ca/Mg	Fe/Mn	Ni/Cr	Ni/Co	Cr/Co
A	V	21,1	2,8	9,5	0,1	0,4	0,5	13,3	25,4
	J	14,33	6,3	3,7	1,9	1,6	12,5	20,8	1,7
B	V	20,6	1,6	6,3	0,2	0,3	1,7	15,8	9,3
	J	24,9	6,8	4,9	1,2	1,0	6,0	20,6	3,4
C	V	17,7	2,2	6,1	0,4	0,3	2,0	15,6	7,9
	J	22,7	4,9	6,6	0,5	0,6	3,4	12,7	3,8
D	V	24,6	2,5	7,1	0,4	0,5	1,4	12,7	9,1
	J	19,8	7,2	4,3	2,1	3,1	7,7	16,9	2,2
E	V	14,5	1,9	7,3	0,2	0,3	2,4	20,4	8,4
	J	18,3	6,3	4,1	1,5	1,5	9,7	22,3	2,3
F	V	21,2	3,0	6,8	0,4	1,0	1,7	11,7	7,1
	J	24,1	5,4	5,8	1,2	0,9	11,2	17,5	1,6
G	V	25,0	4,1	5,9	0,5	0,7	1,9	9,3	4,8
	J	25,1	4,5	6,4	0,4	0,5	2,5	11,7	4,6
H	V	26,9	2,2	5,0	0,5	0,6	2,7	14,8	5,6
	J	22,4	5,6	5,1	1,2	0,9	12,5	16,7	1,3
I	V	27,3	3,5	5,4	0,6	1,1	2,7	13,7	5,0
	J	26,1	3,5	5,9	0,5	0,8	2,5	12,6	5,0

On peut constater, en passant de la feuille la plus âgée à la feuille la plus jeune d'un rameau :

- une augmentation de K/Na, Ni/Cr et Ni/Co ;
- une diminution de Cr/Co ;
- une diminution de Ca/Mg dans les feuilles des rameaux âgés et une augmentation de ce même rapport dans les feuilles des rameaux les plus jeunes ;
- un sens de variation beaucoup moins net pour N/P qui augmente dans la majorité des cas, mais qui ne varie pas ou même diminue dans certains rameaux ; cela est dû à l'irrégularité des variations des teneurs en phosphore.

Enfin, on peut voir sur les schémas 3 à 15 que la composition minérale des feuilles directement insérées sur le tronc varie assez peu et de façon désordonnée.

Si l'on considère maintenant les variations des teneurs en éléments minéraux entre les feuilles des différents rameaux et non plus sur un même rameau, on peut noter que les différences concernant les taux des éléments majeurs sont dans l'ensemble très faibles ; les plus marquées sont une diminution des teneurs en calcium et magnésium dans les rameaux les plus jeunes. Par contre, la répartition des oligo-éléments - à l'exception de celle du fer et du cuivre - semble beaucoup plus influencée par l'âge des rameaux : les teneurs des feuilles en manganèse, zinc, nickel, chrome et cobalt sont plus faibles sur les jeunes rameaux que sur les rameaux âgés ; on retrouve donc ici les mêmes résultats que ceux que nous avons obtenus dans l'étude des variations de la composition minérale des feuilles d'un même rameau.

En se rapportant au tableau 9, on peut noter certaines variations des rapports entre éléments minéraux suivant l'âge des rameaux. Ainsi, en allant des rameaux les plus âgés aux rameaux les plus jeunes :

- K/Na diminue dans les jeunes feuilles ;
- Ca/Mg diminue dans les vieilles feuilles mais augmente dans les jeunes ;
- K+Na/Ca+Mg augmente dans les vieilles feuilles et diminue dans les jeunes ; il en est de même pour Fe/Mn ;
- Ni/Cr et Cr/Co augmentent dans les vieilles feuilles ;
- Ni/Co diminue dans les jeunes feuilles.

.../...

## CONCLUSIONS

Il ressort des différentes constatations précédentes que dans les feuilles :

- l'accumulation de l'azote se poursuit un certain temps après que la feuille ait atteint son poids définitif de matière sèche ; il y a ensuite migration de l'azote dans les feuilles les plus âgées ;
- le potassium est absorbé dans le premier âge des feuilles ; son taux baisse ensuite puis se stabilise aux environs de 0,40 % ;
- l'accumulation du sodium se prolonge après le développement complet de la feuille jusqu'à atteindre un taux de 0,20 % environ ;
- l'accumulation du calcium, magnésium, manganèse, nickel, chrome et cobalt semble continue, les teneurs les plus fortes étant enregistrées dans les feuilles les plus vieilles. Dans un même rameau, les rapports Ni/Cr, Ni/Co et Co/Cr étant plus élevés dans les jeunes feuilles, on peut en déduire que les vitesses relatives d'accumulation au cours du vieillissement sont par ordre décroissant celles du chrome, du cobalt et du nickel. Mais d'autre part, le fait que les rapports Ni/Cr et Co/Cr diminuent d'autant plus dans les plus vieilles feuilles que les rameaux sont plus âgés montre que l'ordre des vitesses relatives d'accumulation se maintient durant toute la vie de la feuille. Par contre, comme Ni/Co est plus faible dans les jeunes feuilles quand les rameaux sont plus âgés, la différence entre les vitesses relatives de fixation du nickel et du cobalt diminue avec le vieillissement du rameau.

Dans les feuilles des rameaux âgés la vitesse relative d'accumulation du calcium est supérieure à celle du magnésium ; c'est le contraire qui se produit dans les feuilles des jeunes rameaux. Le rapport Ca/Mg augmentant d'autre part dans les vieilles feuilles lorsque le rameau vieillit, on peut en conclure que la vitesse d'accumulation du calcium croît plus vite avec l'âge que celle du magnésium.

Dans le bois, qu'il s'agisse de celui du tronc ou de celui des rameaux primaires :

- les teneurs des différents éléments sont dans l'ensemble d'autant plus fortes que le bois est plus jeune ;
- le bois est généralement plus faiblement minéralisé que les autres parties de l'arbre ; il y a une exception en ce qui concerne le phosphore qui s'accumule dans le bois, principalement dans celui des rameaux.

Certains éléments s'accumulent davantage dans l'écorce des rameaux -rappelons qu'il s'agit de l'ensemble liber + écorce- que dans les feuilles ; pour d'autres, c'est le contraire qui se produit. Ainsi, les plus fortes teneurs moyennes en K, Na, Ca, Mg, Zn et Cu sont celles de l'écorce ; mais les teneurs maximales en azote, fer, manganèse, nickel, chrome et cobalt sont celles des feuilles. L'accumulation de l'azote peut s'expliquer par l'élaboration de la matière organique au niveau des feuilles. Certains oligo-éléments, en particulier ceux concernant directement les terrains miniers de Nouvelle-Calédonie, restent peut-être dans les feuilles où leur taux s'accroît sans cesse par suite d'un manque de solubilité d'où de mobilité ; il peut s'agir là d'un mode de résistance à ces métaux toxiques qui seraient ainsi bloqués dans les feuilles.

Le chêne-gomme se développe sur les terrains miniers en absorbant peu de nickel au contraire d'autres plantes qui accumulent alors ce métal (plantes hypernickelophores JAFFRE) ; chez *Psychotria donanéei*, l'accumulation se fait principalement dans les vieilles feuilles et dans les écorces (JAFFRE et SCHMID 1974), ce qui tendrait à indiquer que le nickel s'y trouve sous une forme plus soluble que dans le chêne-gomme.

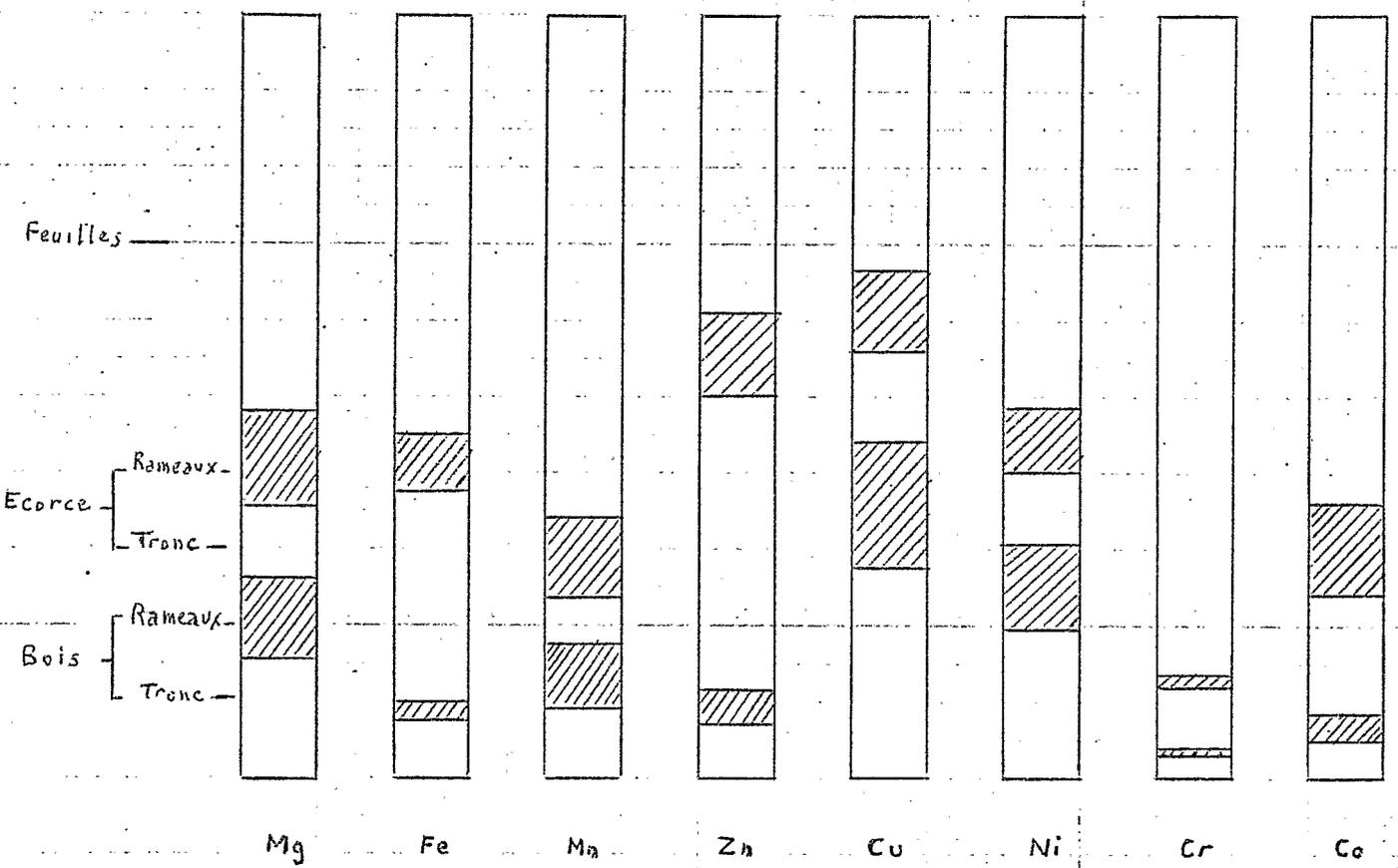
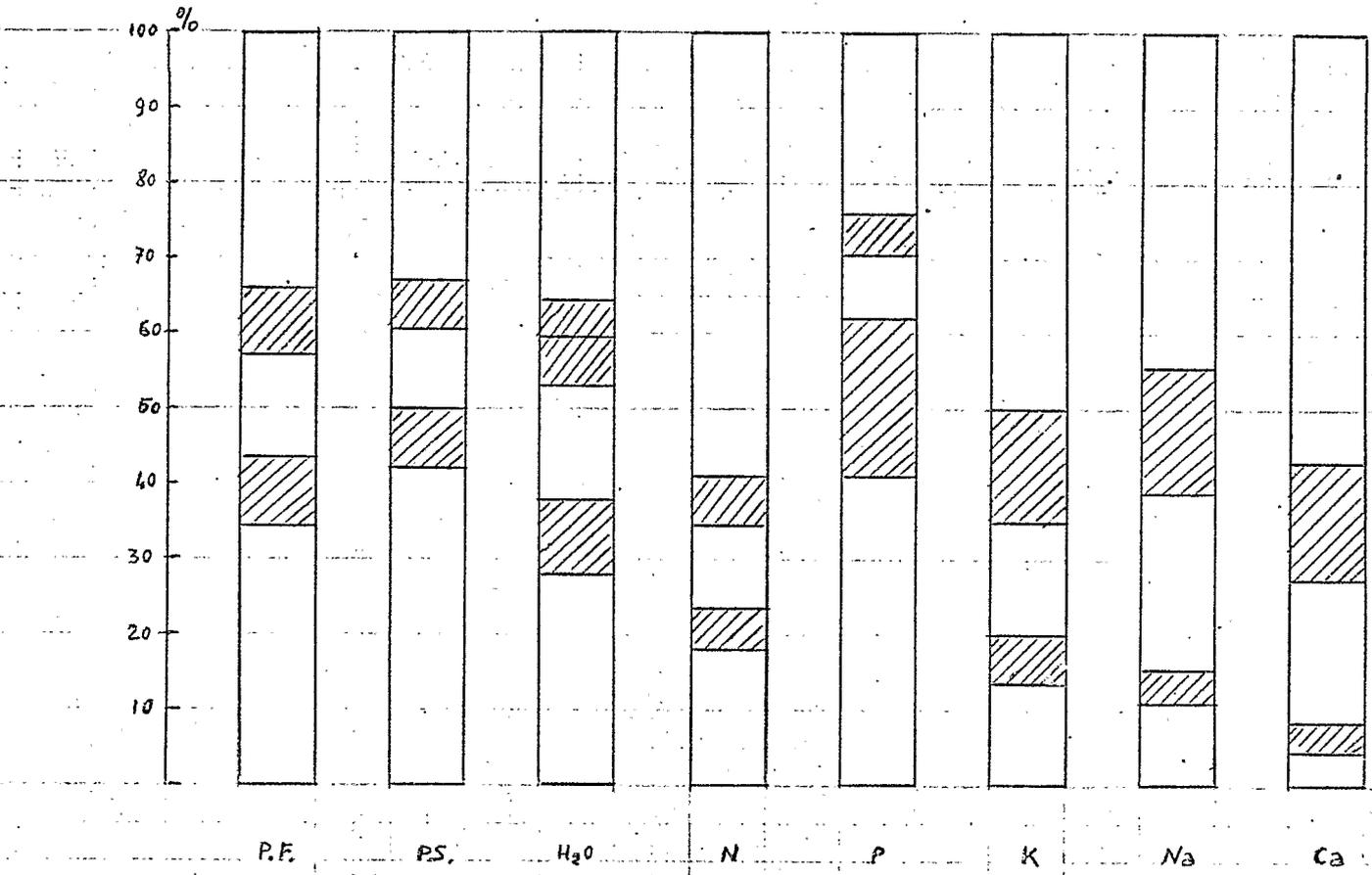


fig 1

Chêne Gomme

Fig 2.

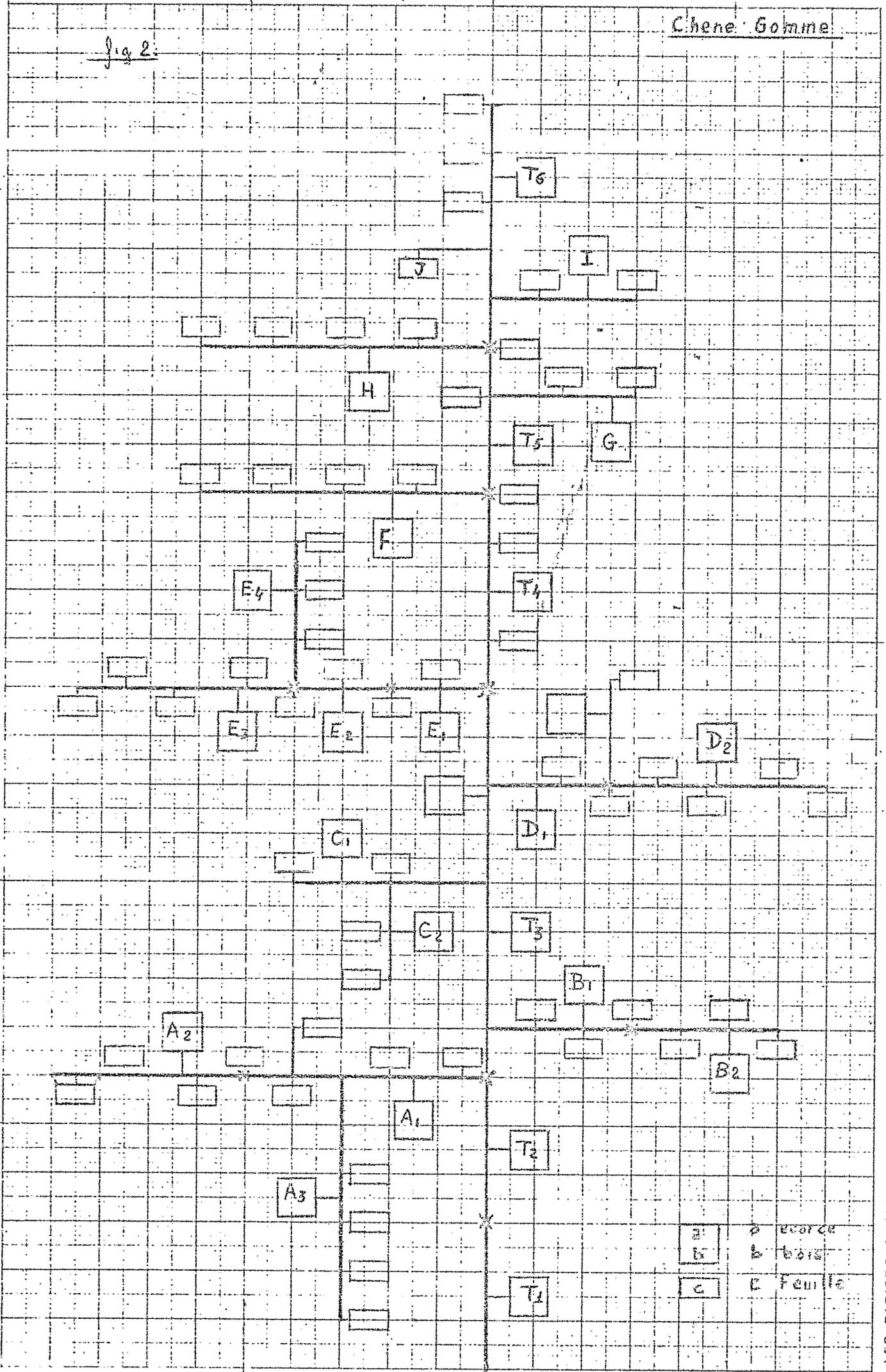


Fig 3

AZOTE

Chêne blanc

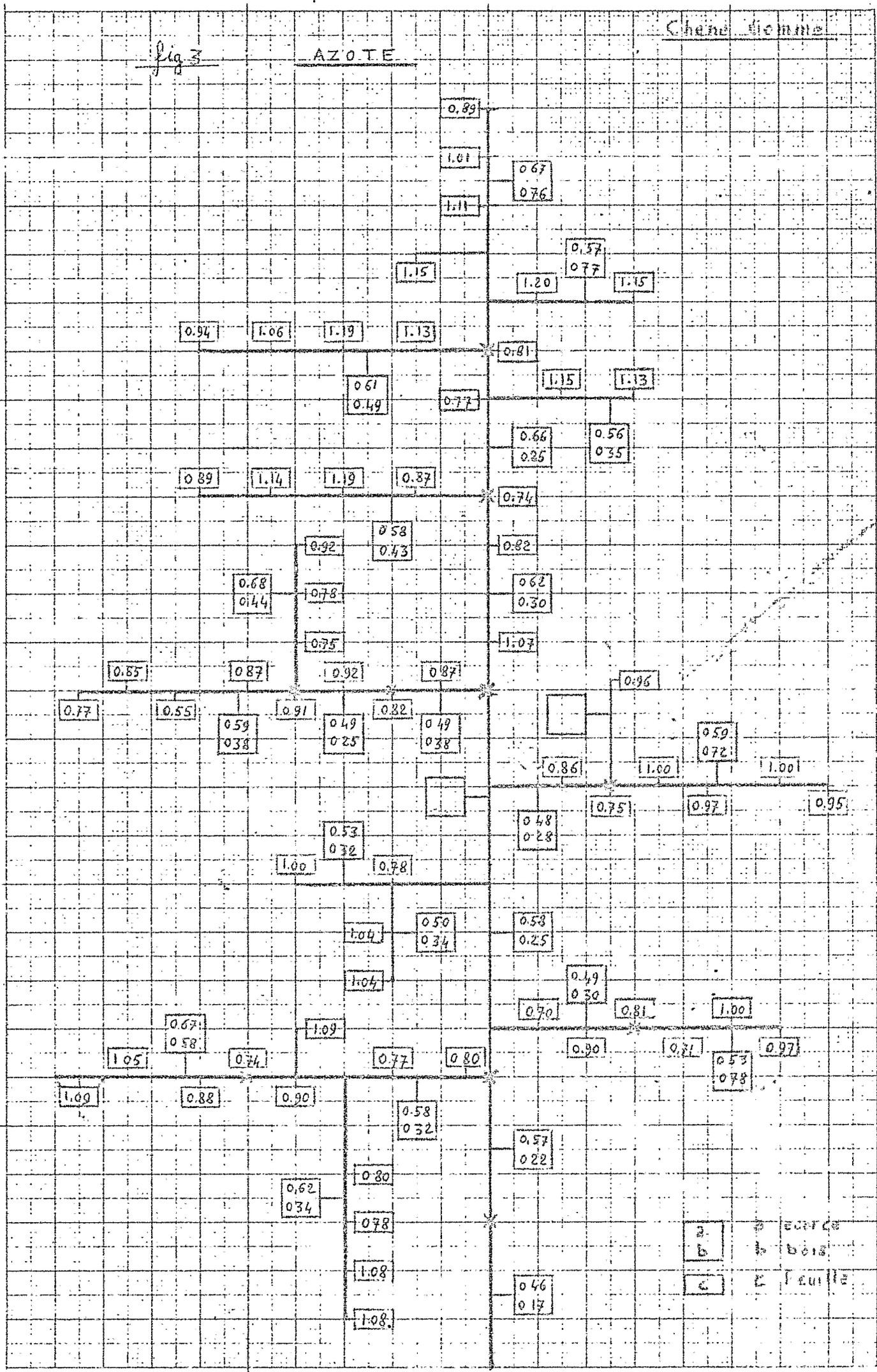
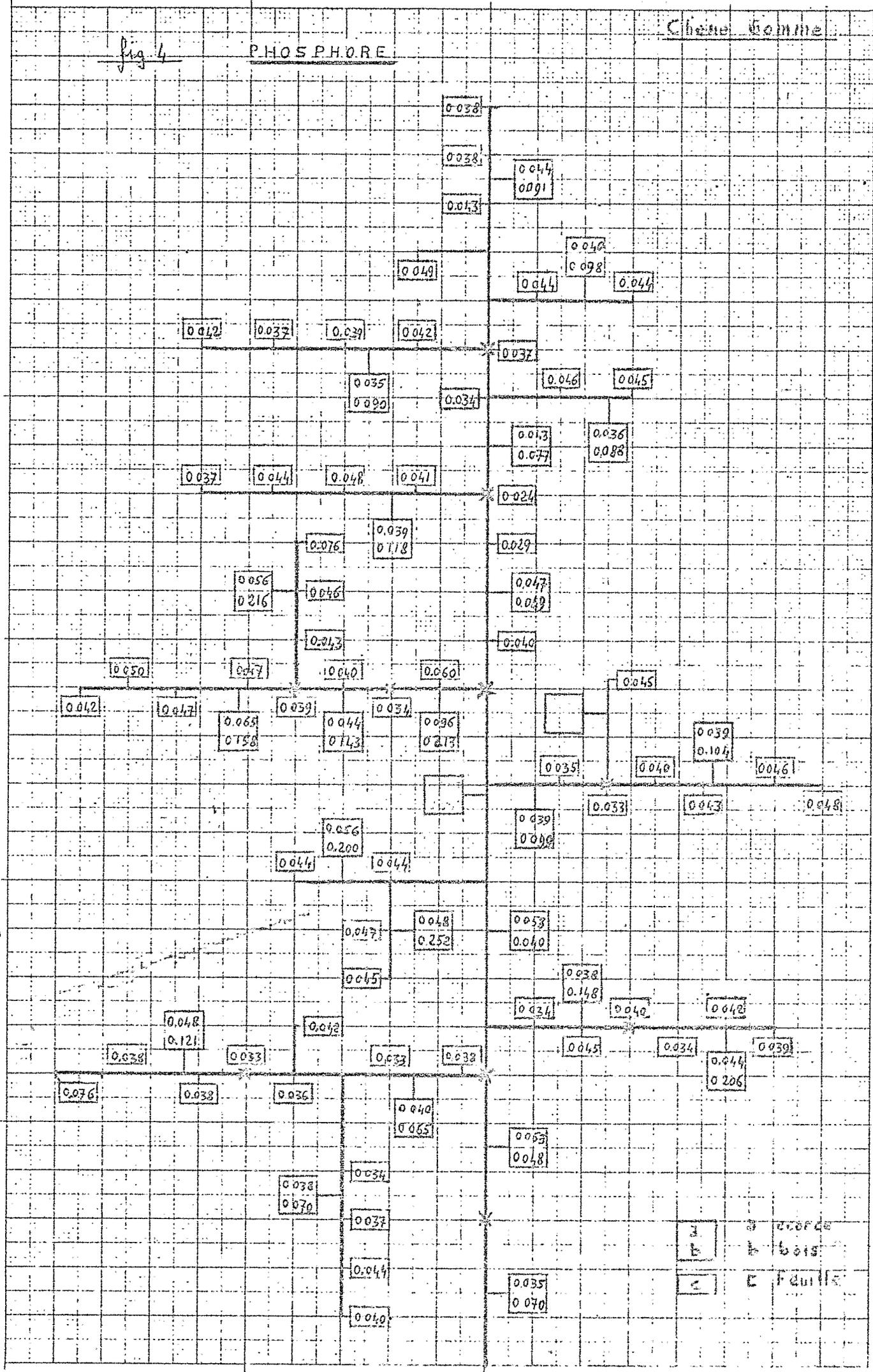
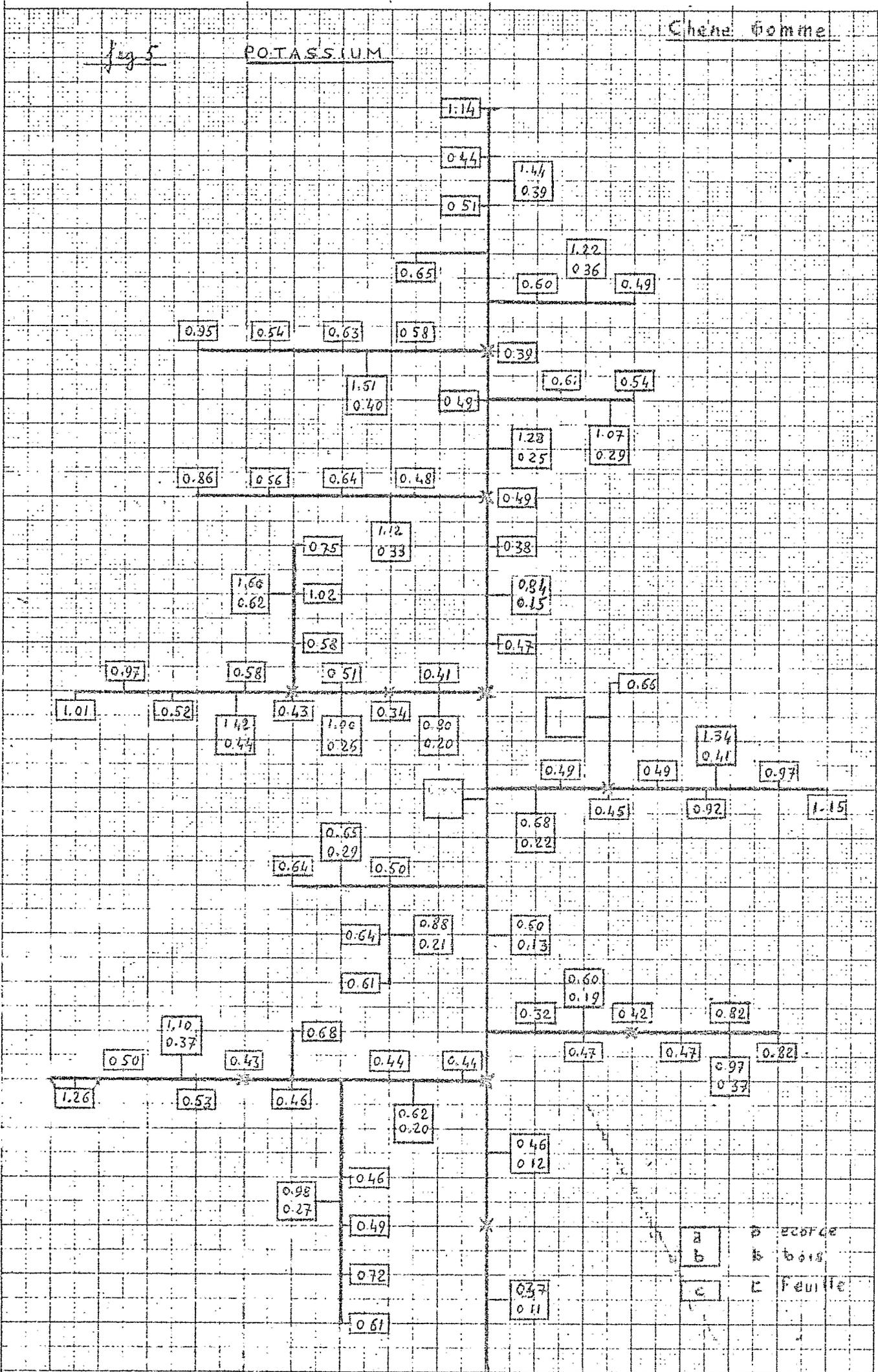


fig 4

PHOSPHORE

Chêne Homme







Chene Gomme

May 7 CALCIUM

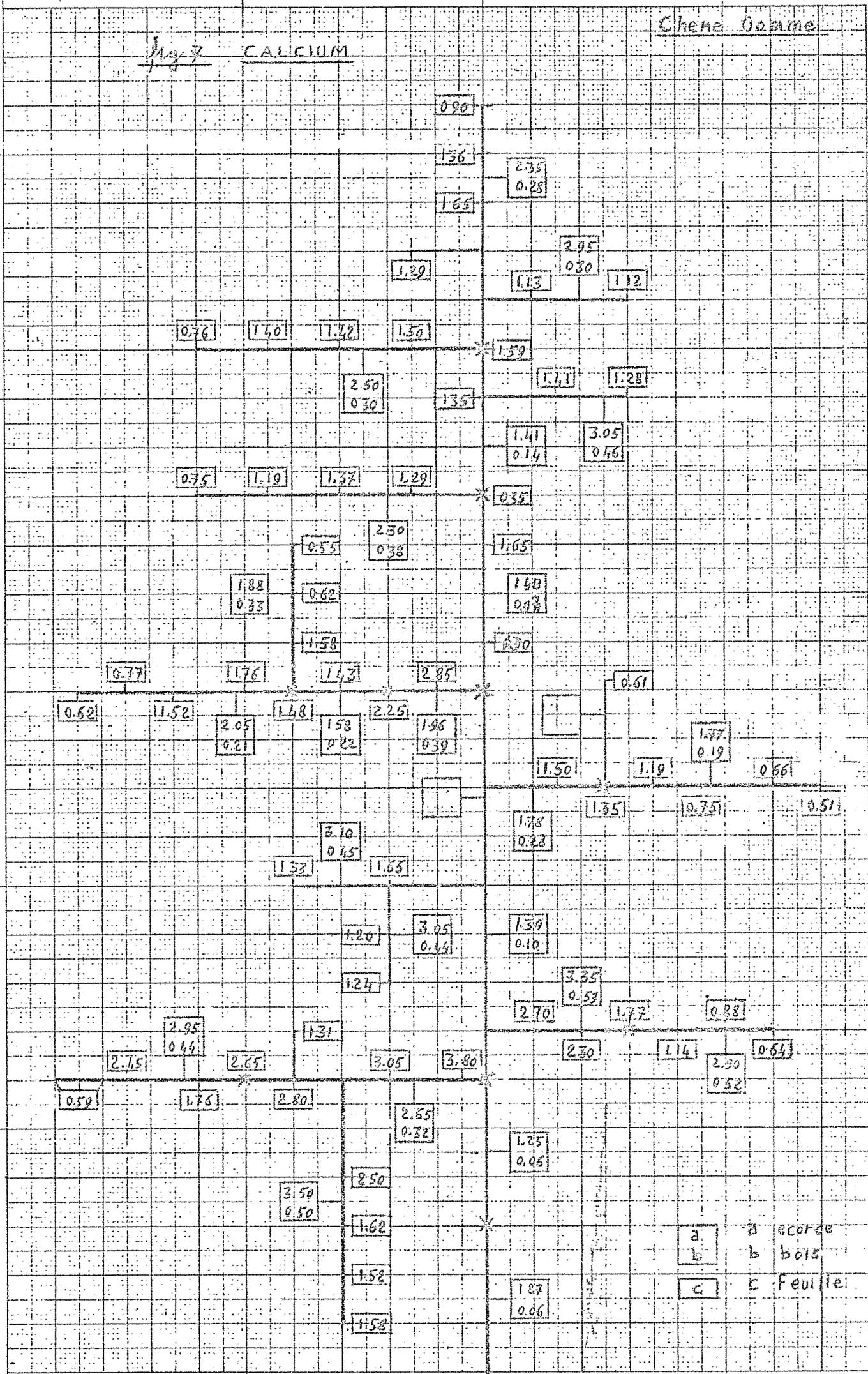
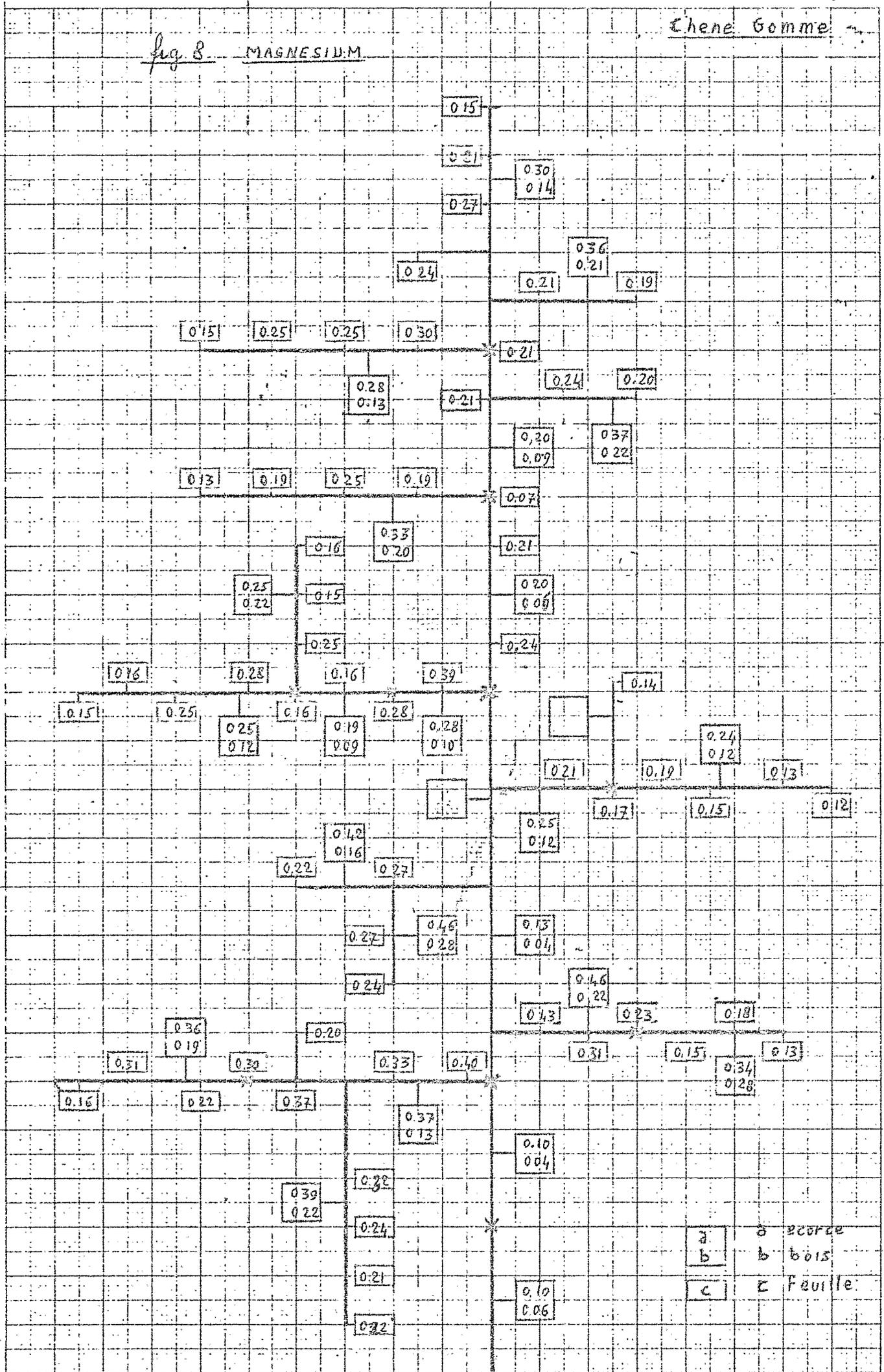


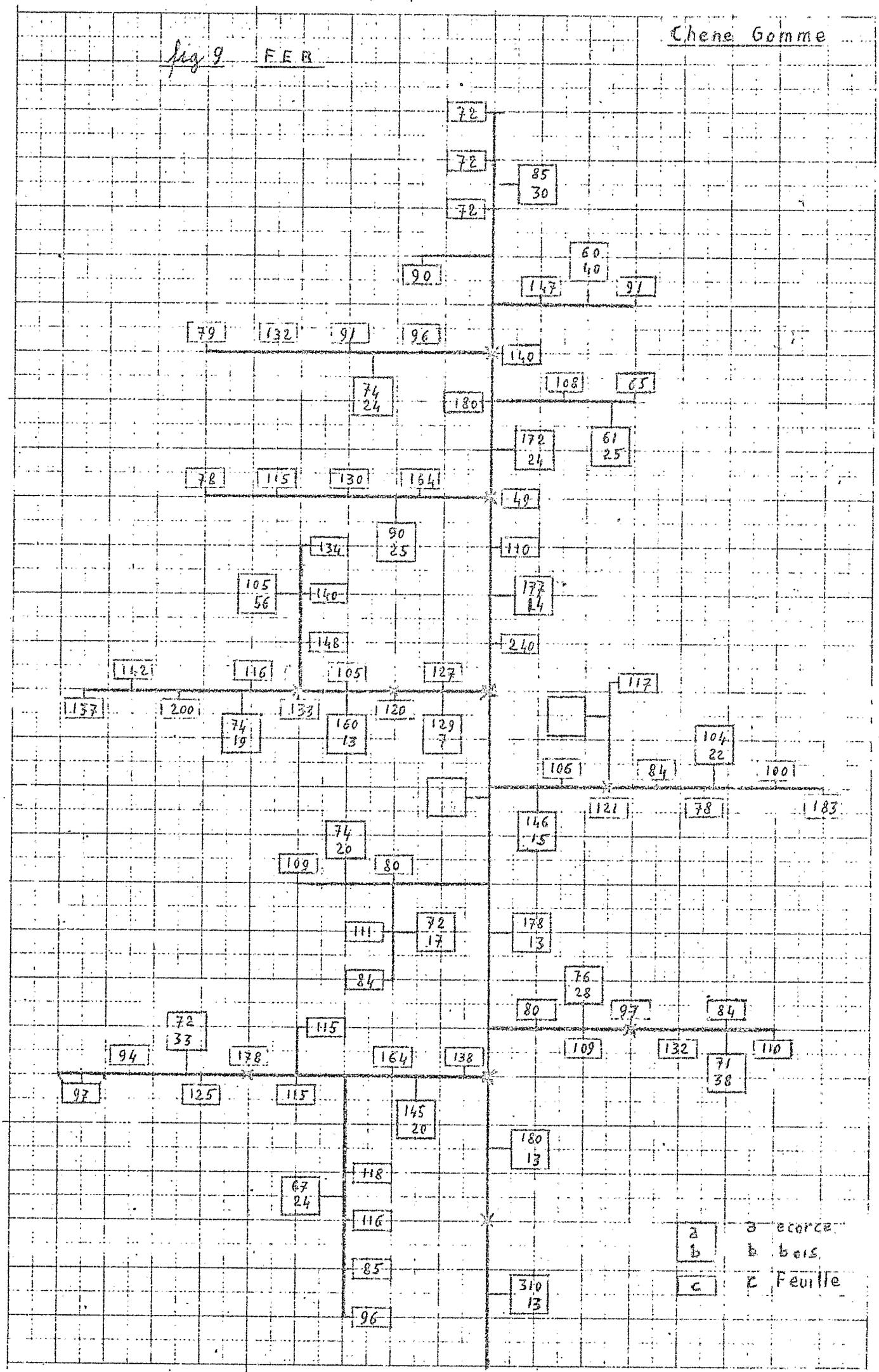
Fig 8. MAGNESIUM

Chêne Gomme



Chene Gomme

fig 9 F.E.B.



a	écorce
b	bois
c	feuille

Fig 10 MANGANESE

Chene Gomme

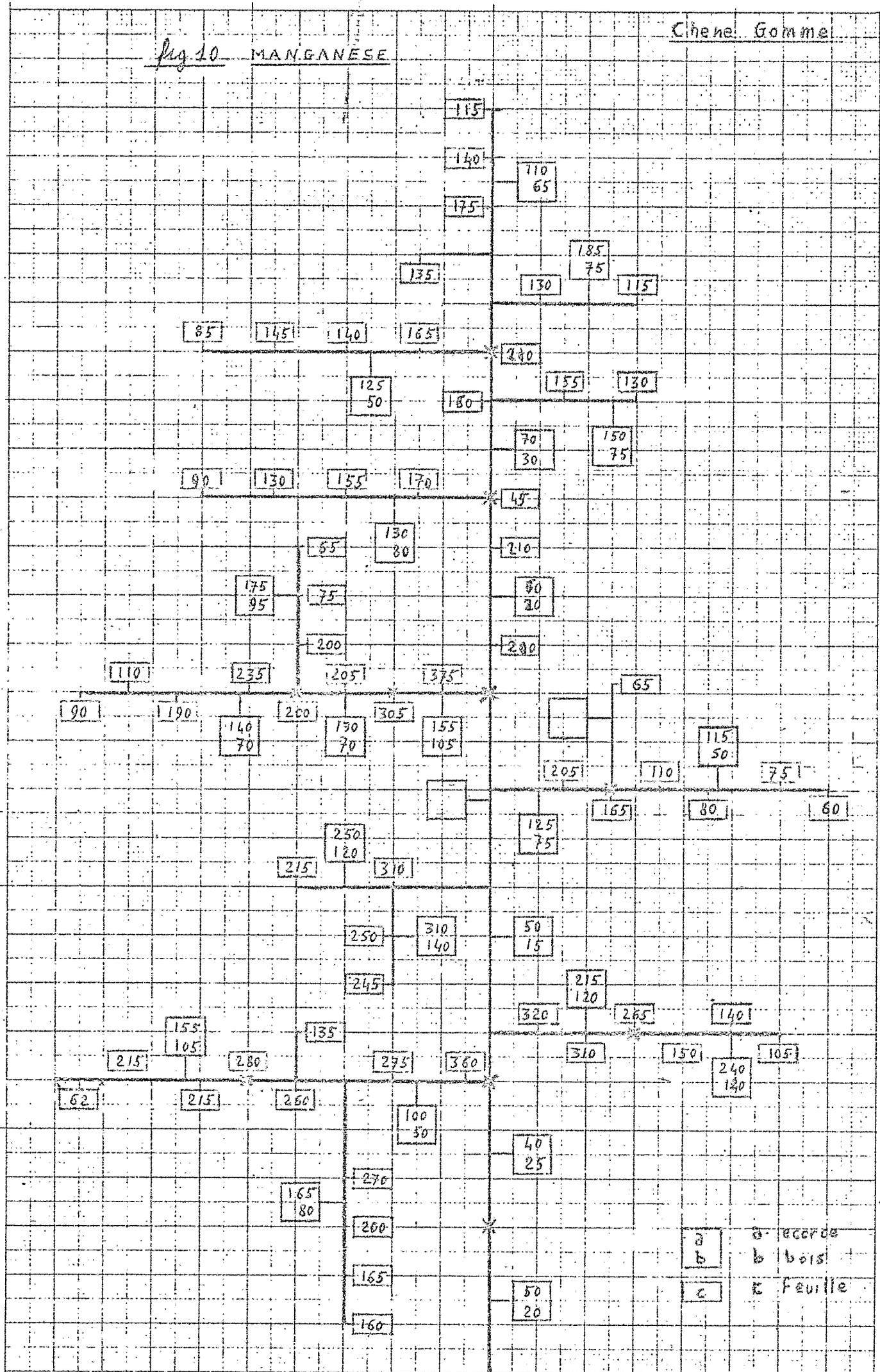
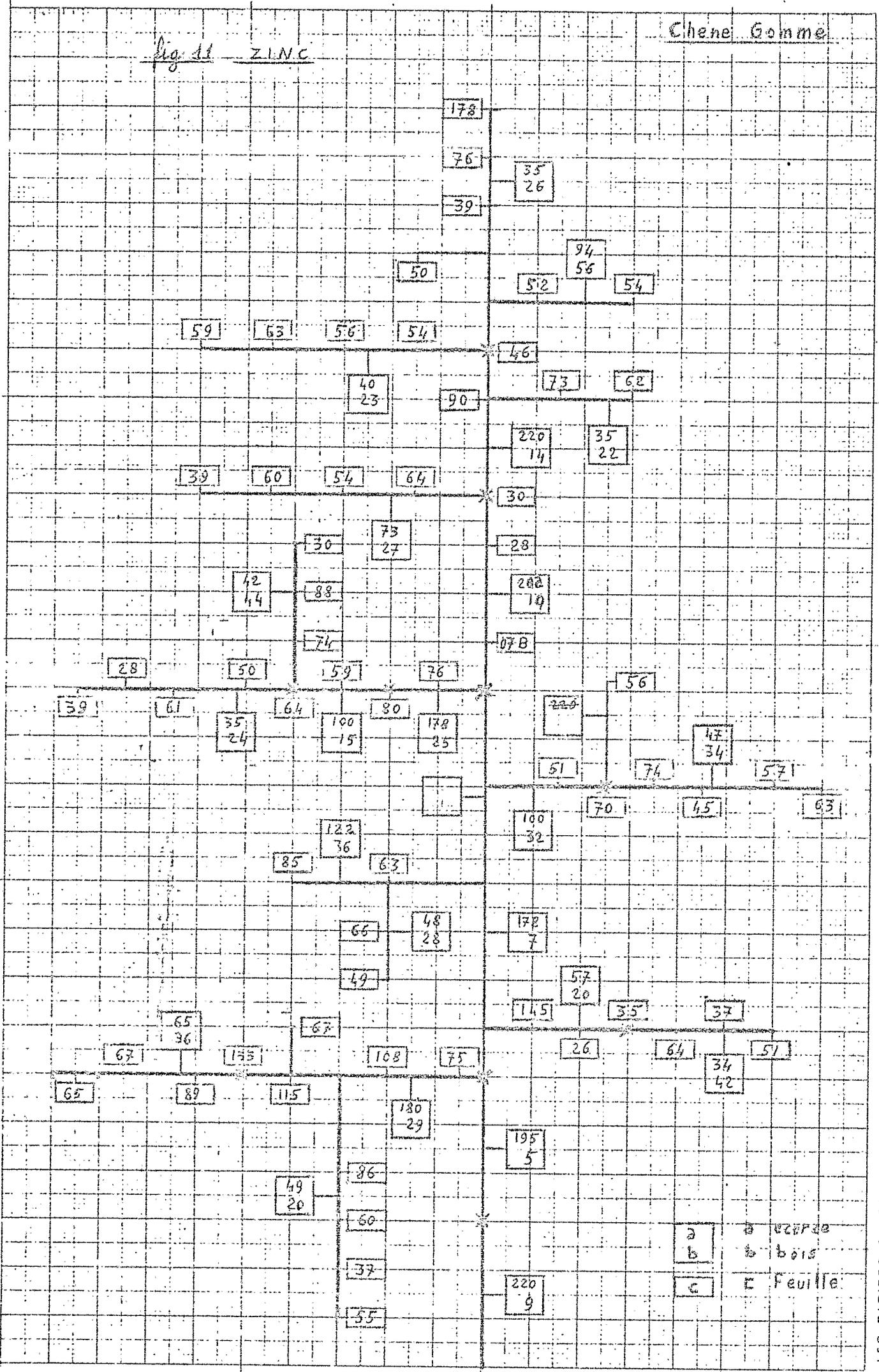


Fig. 11 ZINC

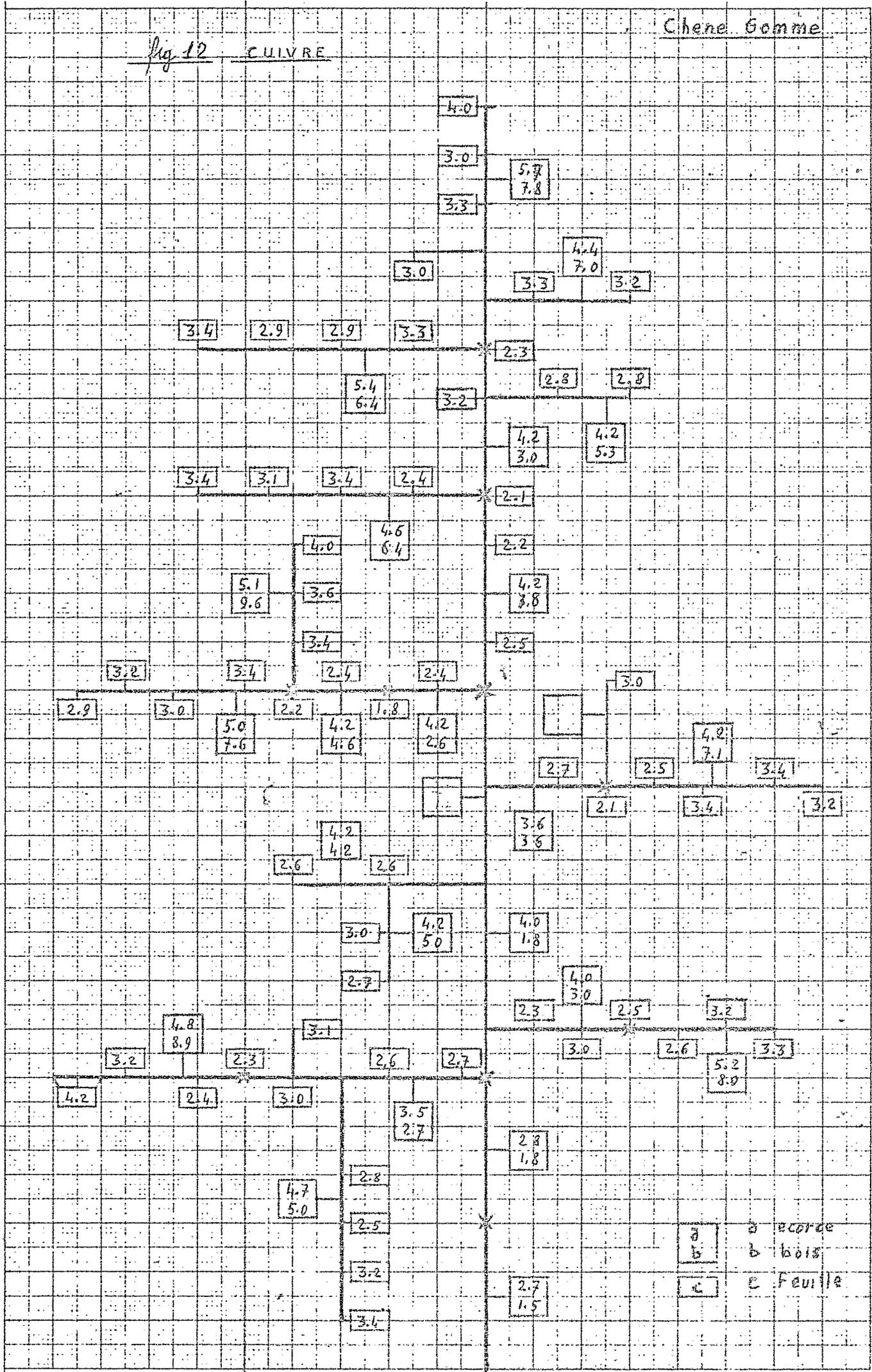
Chene Gomme



a rez de bois  
 b bois  
 c feuille

Fig 12 CUIVRE

Chene Gomme



a écorce  
 b bois  
 c feuille

Aug 13 NICKEL

Chene Gomme

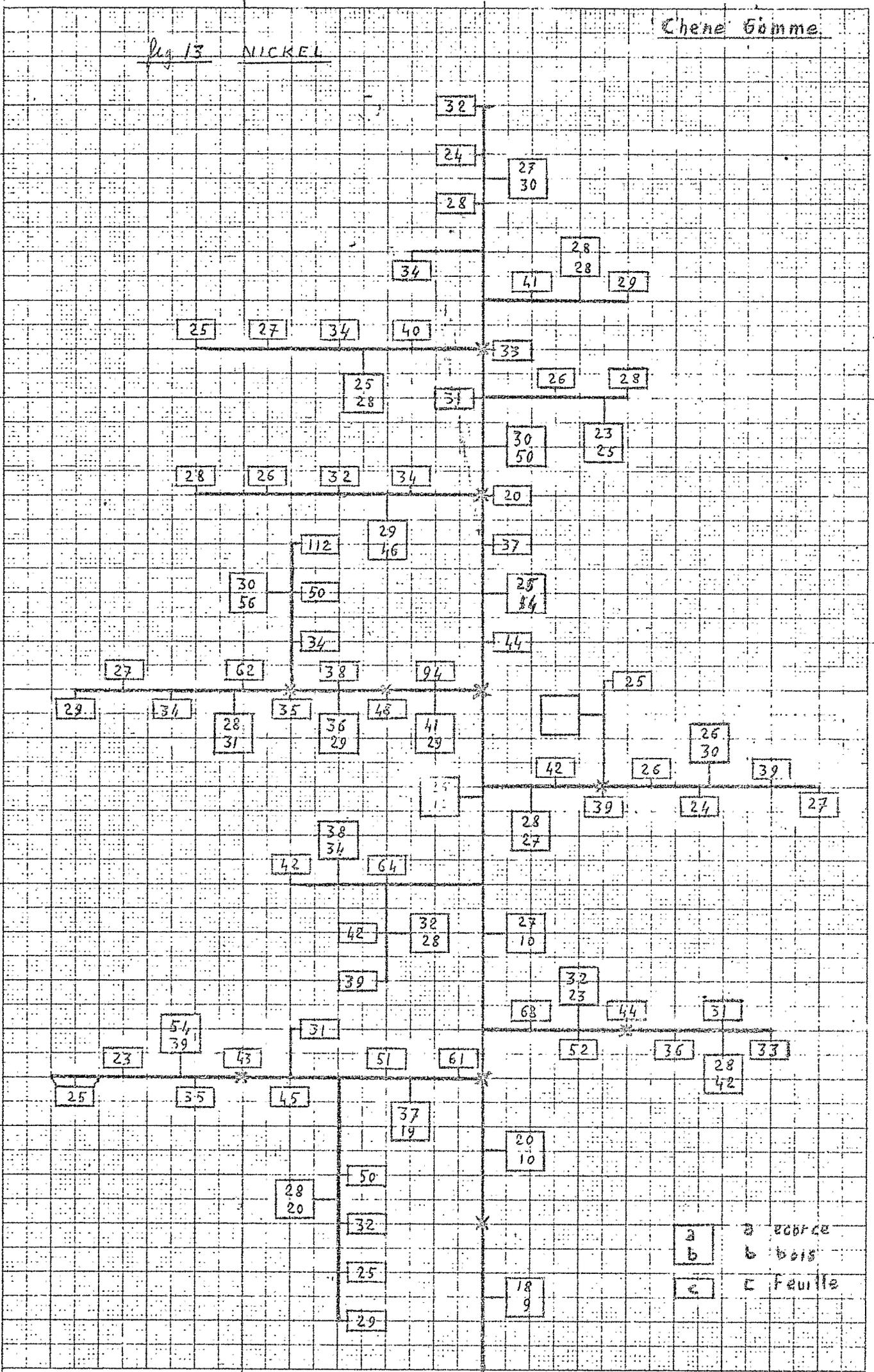




Fig 15 COBALT

Chêne Gomme

