

PUBLICATIONS

MATHEMATIQUES

D'ORSAY

CLASSIFICATION

DES NOEUDS ET DES ENLACEMENTS

par

Alain CAUDRON

82 - 04

Université de Paris-Sud
Département de Mathématique

Bât. 425

91405 ORSAY France

Code matière AMS (1980) : 57 M 25 - M 15

Mots clés : knots, projections, tabulations,
Dehn surgery, 2-fold coverings, weighted
planar graphs, tangles



PUBLICATIONS

MATHEMATIQUES

D'ORSAY

CLASSIFICATION

DES NOEUDS ET DES ENLACEMENTS

par

Alain CAUDRON

37152



82 - 04

Université de Paris-Sud
Département de Mathématique

Bât. 425

91405 ORSAY France

- I -

NOTES DE RECHERCHE 76- 80

REVUES Fev. 81

ENSET - TUNIS

CLASSIFICATION

DES NOEUDS ET DES ENLACEMENTS

A. CAUDRON

ADRESSE POSTALE (ETE)

I6 SENTIER DES HAIES

92190 MEUDON

FRANCE

PERIODE SCOLAIRE

10 RUE KHAOUARIZMI

2070 LA MARSA

TUNISIE

Université Paris-Sud
Mathématiques, bâtiment 425
GR 21 du C.N.R.S.

91405 ORSAY cedex

TABLES

I - PARTIE (Généralités)

- Introduction	6
- Choix du modèle	12
- Fédéralisation	20
- Modèles - types	25

2 - PARTIE (Tables actuelles)..... 30

-MONDE ARBORESCENT	31
- Classification	31
-Relation avec les tables	37
- Construction	43
- Remarques (Oublis , répétitions).....	45
- Instruction réduite	47
- MONDE POLYEDRIQUE	52
-Généralités	52
- Théorèmes de classification	64
- Relations avec les tables	67
- Observations - notations	73
- Construction des modèles	75
- MONDE GENERAL	82
- Introduction.....	82
- Eléments composés des tables	87

TABLES

- Conclusion sur les modèles89
- Eléments apatrides95
- Deux théorèmes techniques102
- *Notes sur les revêtements* - - - - -
- Tables actuelles avec modèles110
 - Commentaires110
 - Tables rationnelles115
 - Tables Arborescentes118
 - Tables Polyédriques138

3-PARTIE (Extension)

- Monde arborescent $\leq I3$ c160
 - Généralités162
 - Tables rationnelles168
 - Tables stellaires alternants175
 - Tables arborescents alternants183
 - Tables stellaires non-alternants ..195
 - Tables arborescents non-altern. ..199
- Enlacements polyédriques alternants IIc .231
- Rationalisation d'un enlacement 240
- Généralisation (tangles généralisés) ..245
- Polyédres et cycles 257
- Invariants standards (réseaux) 262

- Monstres chirurgicaux 264
- Modélisation des Polyédres 273
 (ADD. relations avec les revêtements)

4- PARTIE (Annexes)

- Digression (Statut général) 289
- ADDITIONS 297
- ADD1 Nombre de composantes d'un arborescent 298
- ADD 2 Nbre de composantes d'un polyédrique 303
- ADD3 Polyédres à 12 bulles , modèles 304
- ADD4 Arborescence et conjecture POINCARÉ 309
- ADD5 Arbre tri-dimensionnel 317
- ADD6 PB de VAN- BUSKIRK *(+ Prometés)* 325
- ADD7 Nbre de twists de TAIT 333

- PROBLEMES 334
- PB ' 80 335
- Modélisation des polyedres 336
- Multiplication des instructions 338
- Variétés arborescentes 345
- Composition des modèles 347
- DISNEY 's KNOT 349
- BIBLIOGRAPHIE 350

INTRODUCTION

0 - Avance au Lecteur

- Dans les notes qui suivent, je vais tenter de montrer qu'un nouveau point de vue est nécessaire pour avancer dans la classification des noeuds et des enlacements .
- Ces notes regroupent l'ensemble de celles que j'ai distribuées depuis 1976 , sur la classification des noeuds et des enlacements .
- Ces anciennes notes seront d'ailleurs bien souvent reprises et améliorées , c'est donc un bilan que je présente au bout de cinq années de recherche sur les noeuds et les enlacements .
- Mon intention est de montrer comment la classification des noeuds et des enlacements peut être démystifiée , et finalement , c'est un monde auquel on devrait prêter une attention plus grande car la méthode utilisée peut vraisemblablement avoir des répercussions sur l'étude des propriétés des enlacements , et aussi peut être déboucher sur des applications en physique .

I - INTRODUCTION

- La méthode utilisée peut être résumée ainsi :
" Recherche d'un modèle mathématique permettant de voir la classification des noeuds et des enlacements comme une population régie par des relations de type ethniques "
- La classification devient donc une population régie par des lois " d'habitation " . Le plus travail consiste à attacher à chaque individu une carte d'identité qui le caractérise au mieux .
- Il faut donc dans un premier temps , s'occuper d'un phénomène notationnel ; or celui-ci à été en grande partie bien résolu par J.H. CONWAY dans les années 69/ 70 . Ce type de notation va au niveau des tabulations actuelles constituerle "patronyme " de nos habitants , bien que nous verrons ultérieurement que ce type de notation n'est pas suffisamment général .

2- PATRONYME CONWAY [C_y]

- La notation de type CONWAY est basée sur la reconnaissance dans le diagramme d'un noeud ou d'un enlacement des passages dessus-dessous .

- Il faut choisir une convention de signe pour ces passages dessus-dessous, soit:

Convention.



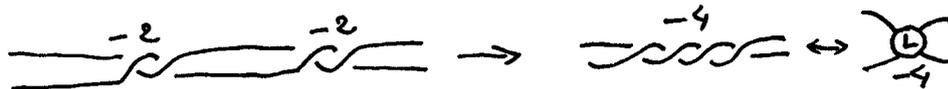
(On peut prendre la convention inverse)

- Ces deux éléments sont les deux gènes de base ,il faut maintenant constituer les chromosomes patronymiques, pour cela :

Règle.

- Les demi-tours précédents seront regroupés si une isotopie peut les mettre en série

Eg.)



Définition.

- Un groupement en série comme ci-dessus est appelé " Tangle élémentaire " et l'opération précédente est considérée comme une somme $a+b$ de tangles $+1$ ou -1 .

Notation .

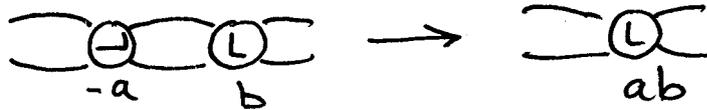
- La notation est construite à partir de ces tangles élémentaires en définissant un certain nombre d'opérations élémentaires , soit:

OPERATIONS SUR LES TANGLES [c]

Opération 1. (Somme)

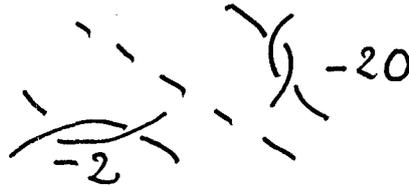


Opération 2. (Produit)

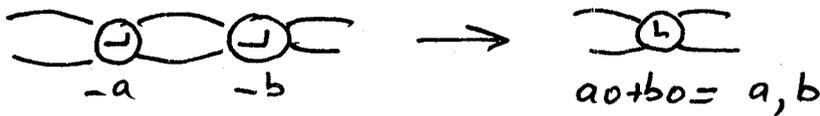


NB.

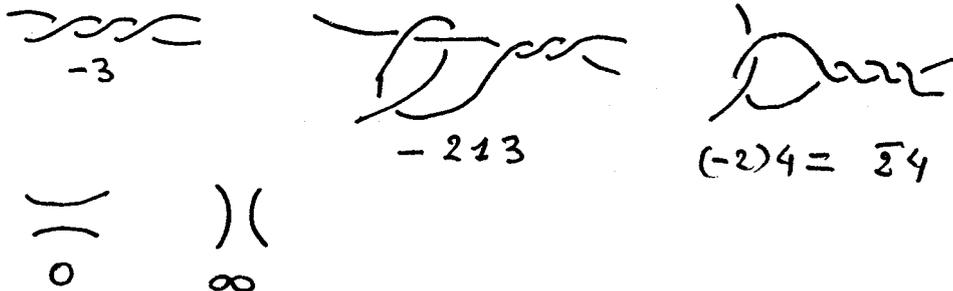
- $ab = a0 + b$ si $a0$ désigne le tangle obtenu par symétrie par rapport à la deuxième bissectrice .



Opération 3. (Ramification)



Eg.)



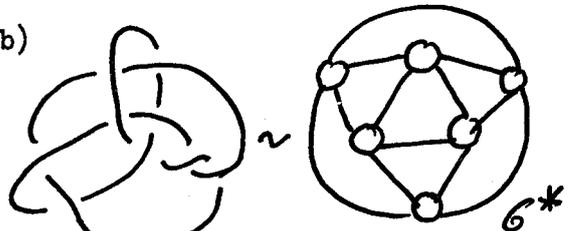
- Ces trois opérations permettent de construire une notation pour les noeuds et les enlacements en reconnaissant les tangles généralisés . Si le diagramme ne peut disparaître entièrement à l'aide des trois opérations précédentes , nous obtenons une structure résiduelle . Cette structure résiduelle lorsque nous remplaçons les tangles par le symbole  sera appelée POLYEDRE et servira de support à la notation .

Eg.) a)



212

b)



$6^* - 2 : 2 : 20 \sim (6^* - 2.1.2.1.20A)$

- Le noeud b) a une structure résiduelle que l'on appelle 6^*

- Maintenant , les habitants que nous considérons ont un Nom , mais chacun possède bien des façons d'être et cette notation n'est malheureusement pas définie à isotopie près . Le travail suivant va donc consister à regrouper les éléments par rapport à des caractères morphologiques plus fins.

- Par conséquent , dans les notes qui suivent j'ai décidé de recenser les noeuds et les enlacements par rapport à un modèle mathématique , le squelette sous-jacent à chaque structure résiduelle vu en termes de plombages de bandes (en arbres ou en cycles) .
- J'ai donné un nom à chaque grande population rencontrée , définissant ainsi une classification par rapport à des structures organiques .
- Dans chaque monde les enlacements seront classifiés par des règles strictes et organiques, mais il restera un certain nombre d'éléments qui pourront être "apatrides" et habiter un ou plusieurs mondes ; nous aurons donc un problème de duplication (en termes de classification générale) à résoudre.
- La carte d'identité d'un individu sera donc en fait constituée par un certain nombre de structures différentes possibles pour notre habitant .
- La préférence sera donnée à la structure la plus maniable au niveau des tabulations , bien qu'aucune d'elles ne soit négligeable dans la connaissance d'un individu et de ses propriétés .
- Abordons , maintenant les raisons organiques du choix de notre modèle et ses interprétations .

CHOIX DU MODELE

[C₁]

I-Définition

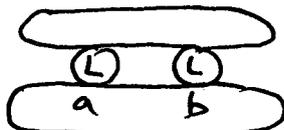
- Un POLYEDRE est un schéma irréductible pour les opérations produit et somme ($a0 + b0$), (cette notion est plus fine que celle de TAIT, et de CONWAY).

- Dans un premier temps, nous allons considérer les habitants dont le polyèdre est $I^* = \textcircled{L}$, pour cela interprétons les opérations de CONWAY en termes de plombages.

2- Opérations.

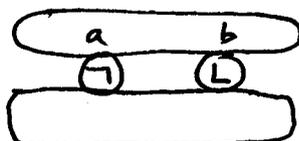
- Considérons pour cela, la manière naturelle de construire unplombage de proche en proche en attachant deux bandes :

a) Somme



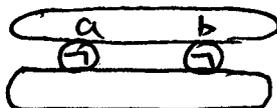
regroupement sur une bande des poids qu'elle porte

b) produit



plombage d'une bande (b) sur la précédente (a)
(cas rationnel)

c) Somme $a0+b0$



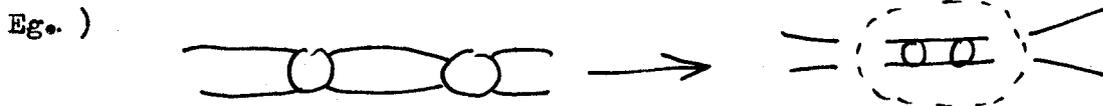
formation de branches à partir d'une bande centrale
(cas stellaire)

NB. Dans tous les cas, il existe une liaison double entre les ballons (tangles)

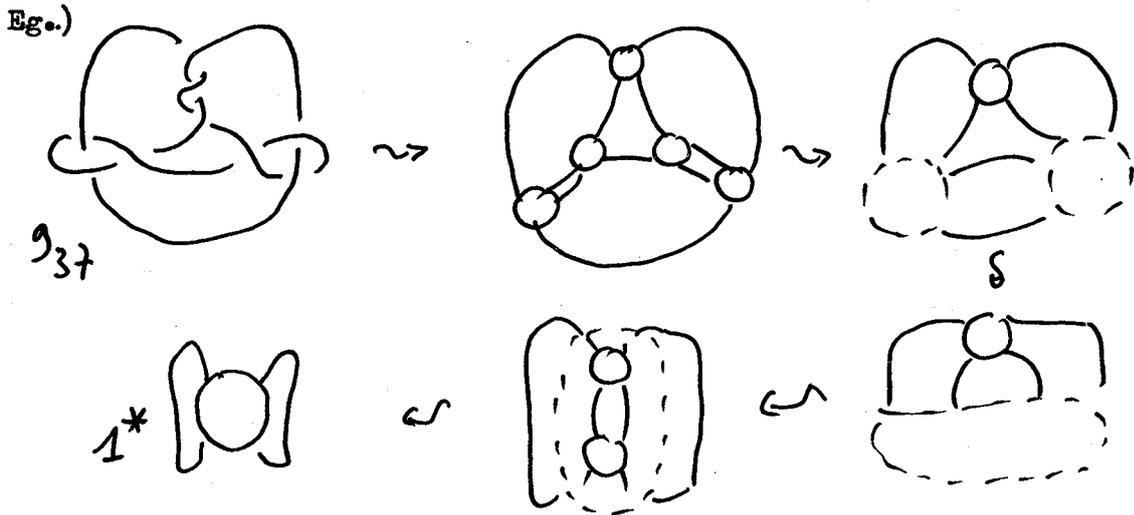
3-Recherche des enlacements de polyèdre I^* :

- D'après ce qui précède on peut très facilement et de façon naturelle remonter une à une les opérations élémentaires , en notant la position des bandes rencontrées.

En partant du schéma associé à un noeud (ou enlacement) nous pouvons définir un processus simple de recherche de I^* , en regroupant les liaisons doubles de la façon suivante :



(en associant des ballons de 2^{ème} ordre, 3^{ème} ordre ..etc ..)



Donc 9_{37} est de type plombage et noté $3,2I, 2I$

Théorème

- Si par ce procédé de réduction , le schéma se réduit à I^*
l'enlacement (noeud) est de type plombage arborescent .

Définition

- Un enlacement dont le polyèdre est I^x , et ceci indépendamment de son nombre de croisements est appelé " ARBORESCENT "

- Les arborescents sont donc reconnaissables au type de structure sous-jacente en arbre que l'on peut associer au plombage dont ils sont le bord .

- Nous obtenons directement une conséquence importante :

Théorème

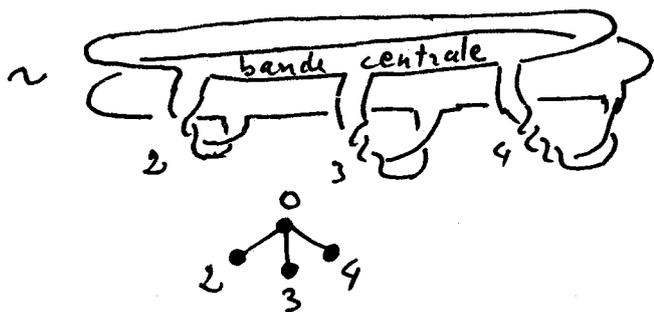
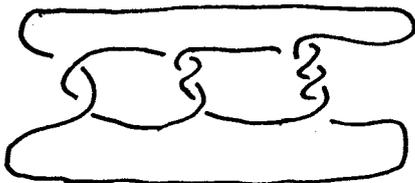
- Un arborescent est de type premier si son arbre ne contient pas localement :



(ceci reste vrai dans un contexte plus général)

- La correspondance enlacement - arbre étant établie de la façon suivante :

Eg.) $2,3,4 = 20+30+40$



- Dans les tabulations actuelles de CONWAY , le premier travail est de rechercher tous éléments arborescents, ainsi :

Théorème .

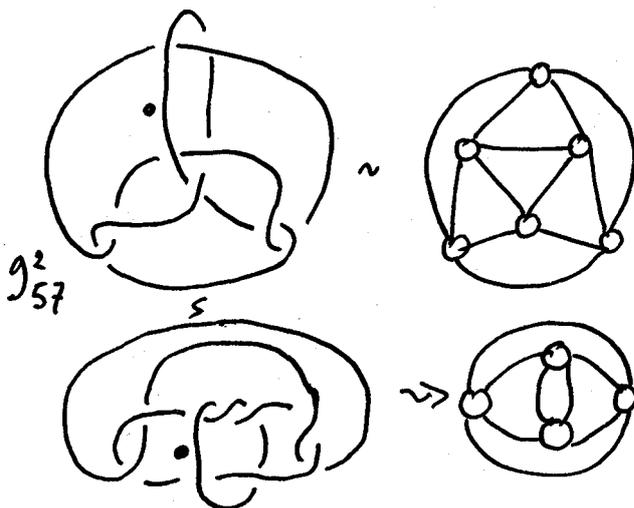
- Tous les 6^{**} de CONWAY sont des arborescents (voir p. 60)

Théorème .

-Tout schéma ayant au plus cinq ballons est celui d'un arborescent .

(par dualité , le premier solide à faces carrées est le cube)

Eg.) (Présence d'une boucle)



C'est légitimement un type 6^* pourtant une isotopie le rend arborescent

-Ainsi la notation de type CONWAY est insuffisamment structurale et il faut abandonner l'idée d'invariance liée au nombre minimum de croisements pour un enlacement .

Remarque

- Nous venons de définir une très grande famille de noeuds et d'enlacements dans les tabulations " les ARBORESCENTS " (4 / 5 de la tabulation de CONWAY) [C4]
- Mais , au passage la recherche de l'arborescences des éléments a fait apparaître une deuxième grande famille d'éléments ; ceux qui nécessitent un polyèdre pour leur notation et ce sera la famille des "POLYEDRIQUES " dont les modèles ne seront d'ailleurs plus des arbres , mais des cycles simples ou composés (turk's head) .
- A la frontière des tabulations apparaîtra une troisième famille d'enlacements qui seront composés d'éléments appartenant aux familles précédentes ((ayant des compagnons par exemple) nous dirons "enlacements GENERAUX " , car les modèles seront eux-mêmes des enlacements de cycles .
- Ces trois familles suffiraient presque dans le contexte général pour voir les enlacements , mais la complexité grandissante des modèles , nous fera rechercher une quatrième famille que l'on considérera comme " l'au-delà " des tabulations mais dans celle-ci nous verrons que l'arborescence joue encore un rôle non-négligeable.
- Nous noterons au passage le côté "moléculaire " du modèle :

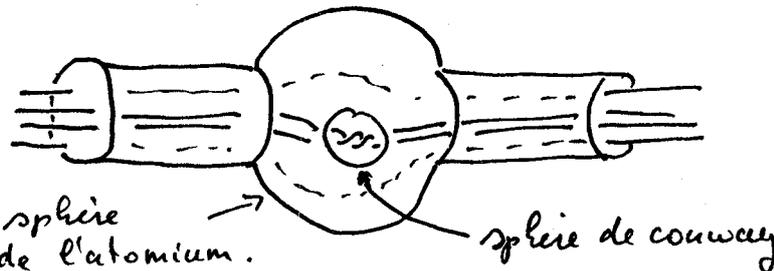
4-Structure du modèle

- Une possibilité intéressante est de voir le modèle sous la forme d'une structure atomique chère aux physiciens.

- Notre modèle qui apparaît initialement comme un graphe valué plan , peut être vu en " ATOMIUM " , en effet , chaque ballon de polyèdre contenant un tangle simple peut être en fait regardé comme une petite sphère chargée (sphère de CONWAY) et les différentes reliées entre elles par des parties toriques (voisinage tubulaire hors des sphères)

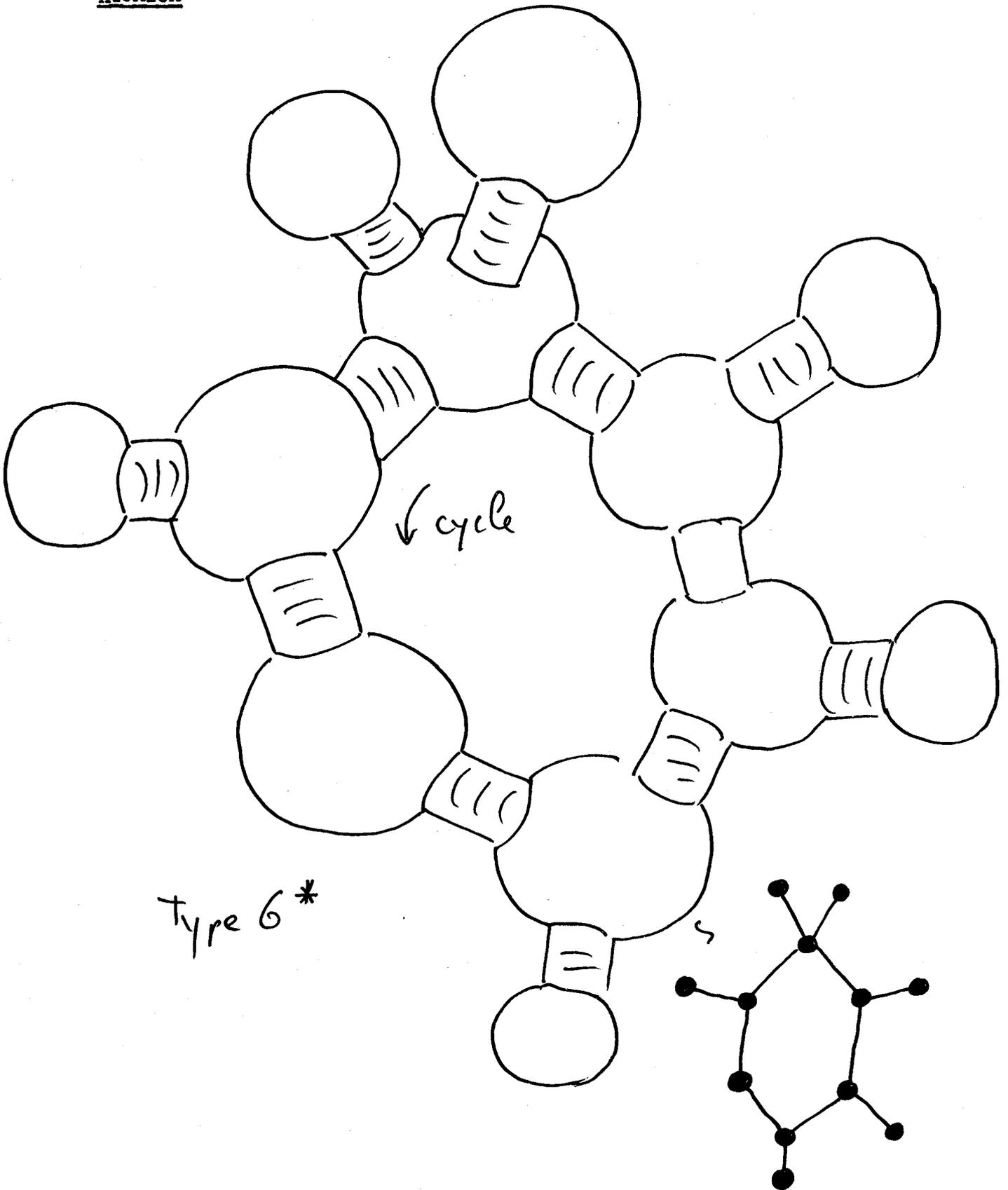
[voir construction des modèles]

- Mais nous pouvons encore aller plus loin en regardant le modèle sous la forme d'une composition moléculaire faisant ressortir la structure plombage associée à l'enlacement, localement nous avons:



- Le modèle standard a donc une forme générale spatiale en atomium où seules les sphères sont pondérées (chargées) .

ATOMIUM

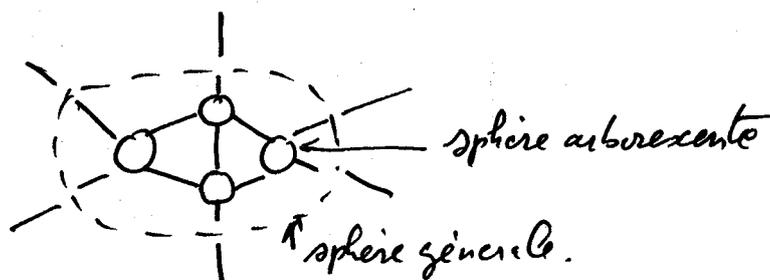


- Dans un contexte général , nous pourrions définir un modèle réduit en ramenant (par chirurgie) toutes les parties arborescentes dans une seule bulle.

(ce qui revient a rechercher localement I^*)

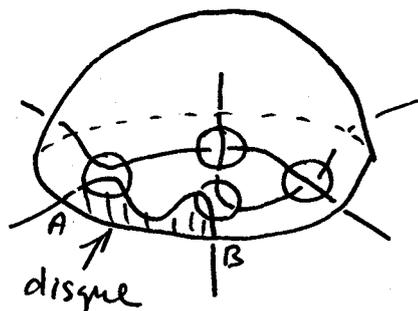
- La structure résiduelle est alors un tangle généralisé formé par ses sphères arborescentes

Eg.)



Ce tangle général sera irréductible en nombre de sphères qu'il contient si l'enlacement ne borde pas un disque avec un arc de méridien AB tracé sur cette grosse sphère .
(Voir aussi [W.M])

Eg.)



- Cette condition devant être vraie pour toute sous-sphère (sous tangle général) incluse .

NB.

Ce genre de tangles ne se rencontre pas dans les tabulations actuelles , mais dans le cadre d'un modèle élargi

FEDERALISATION

Dès maintenant , nous pouvons organiser la classification de la façon suivante:

I^{er}) Le monde ARBORESCENT

- Celui des noeuds et des enlacements ayant un squelette en arbre.

2^{ème}) Le monde POLYEDRIQUE

-Celui des noeuds et des enlacements ayant une structure résiduelle en polyèdre (mais non composé , et sans compagnon)

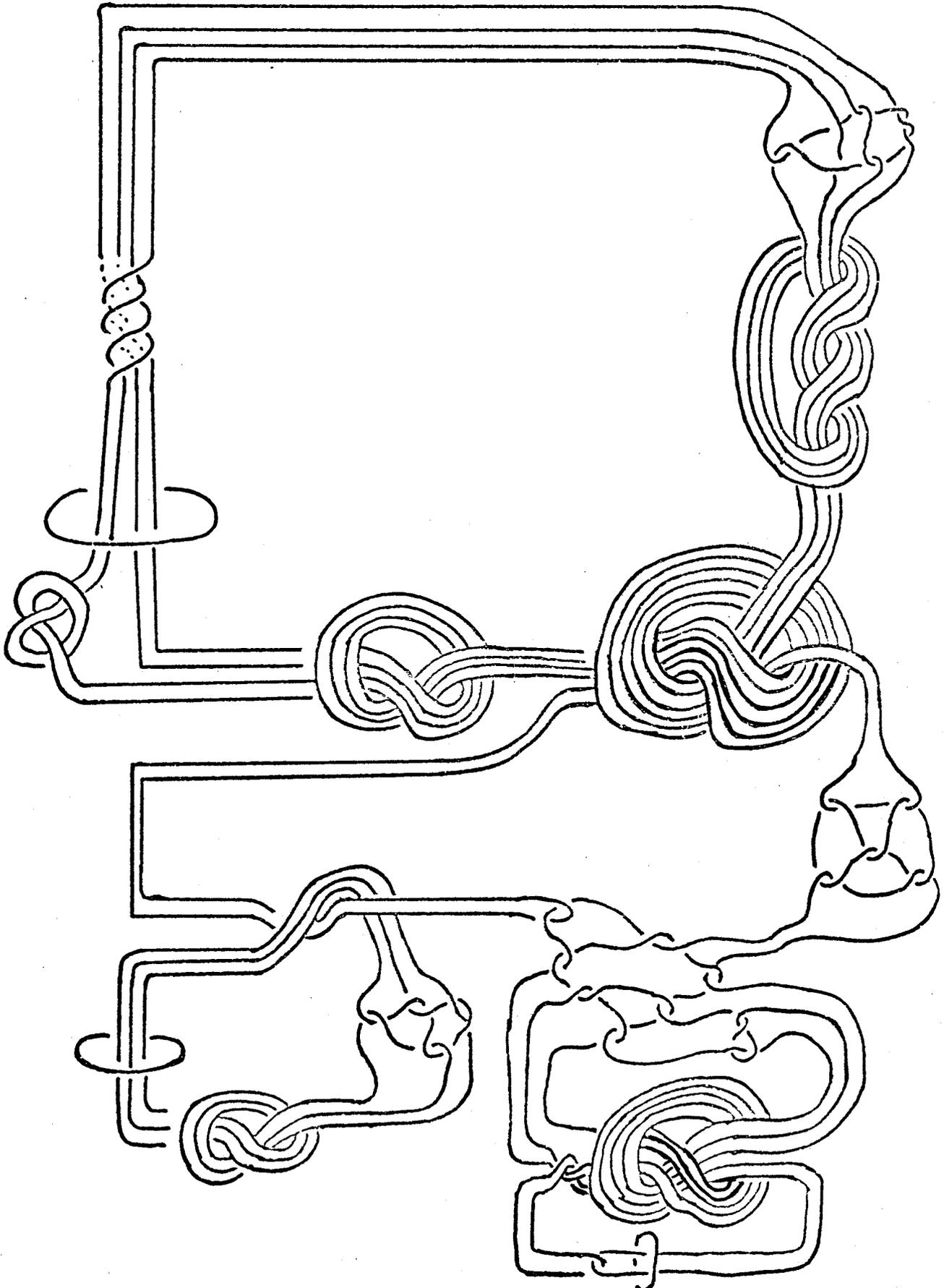
3^{ème}) Le monde GENERAL

- Celui -ci est issu des deux précédents par composition de modèles.

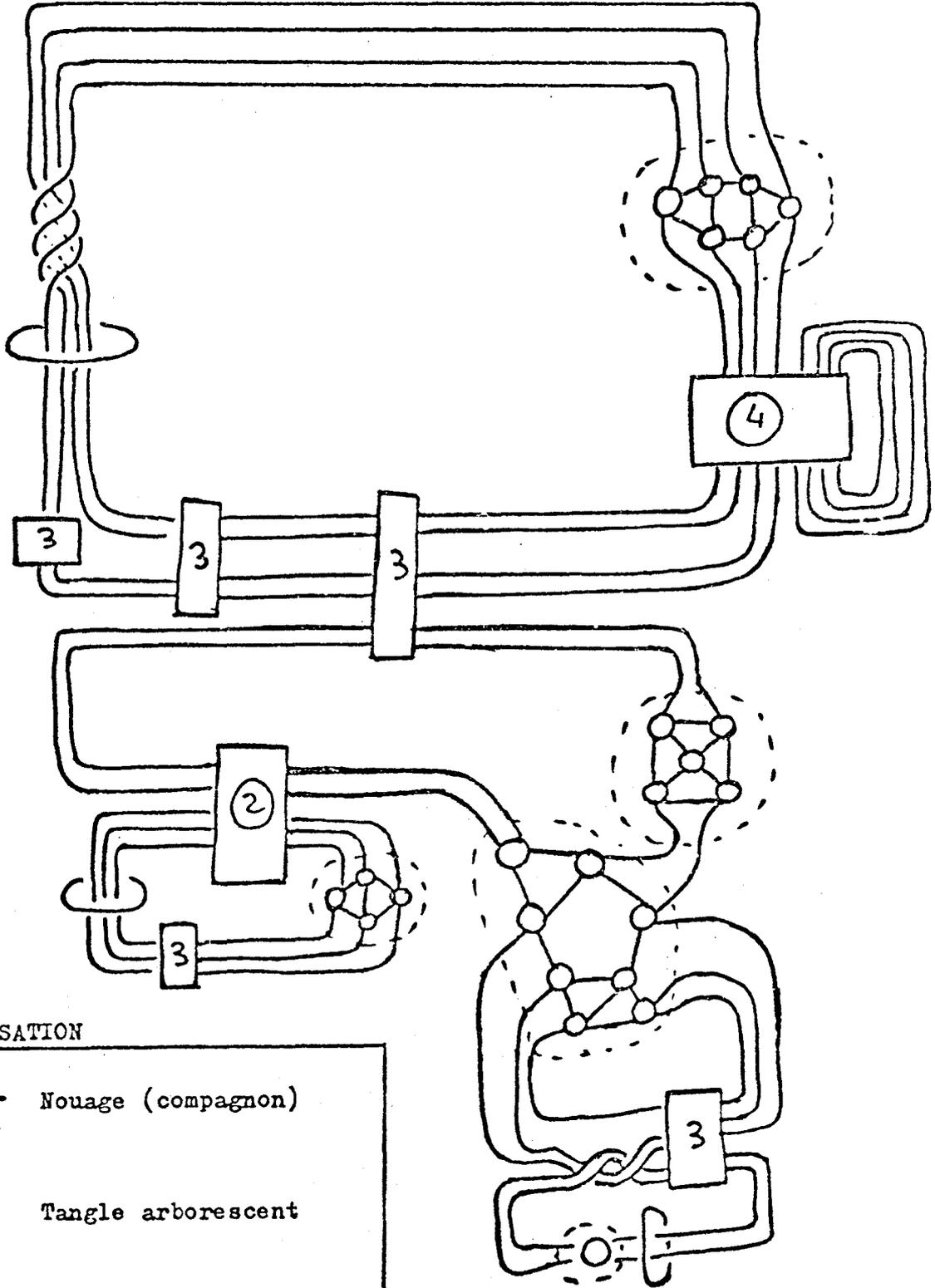
Remarque

-Dans ce qui suit , chacun des mondes va être étudié de façon séparée , et ultérieurement, nous rechercherons les éléments susceptibles d'être dans plusieurs mondes différents .
- Ceci nous amène à associer à chaque enlacement un schéma et un graphe à partir des quels nous rechercherons localement les parties intéressantes en termes de structures.

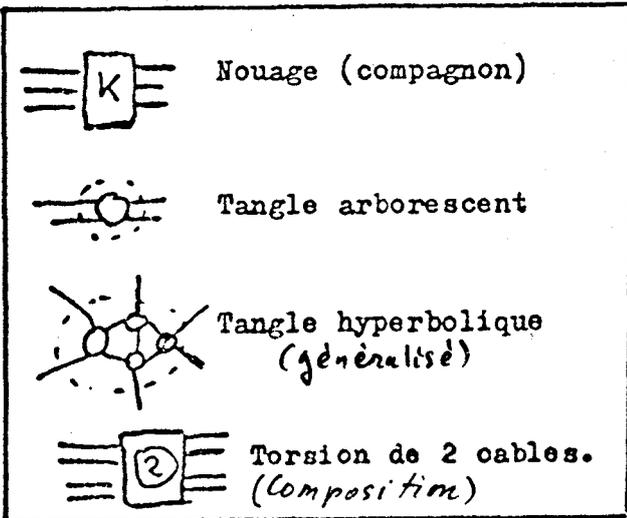
GRAPHE CARACTERISTIQUE. (diagramme)



Puis, à cet enlacement nous associerons le schéma suivant :



SYMBOLISATION



Eléments locaux

-Le diagramme précédent est très caractéristique de l'enlacement et ceci attire immédiatement quelques remarques .

a) Priorité arborescente

- Cette priorité consiste en fait à faire apparaître le plus possible des instructions locales en forme d'arbre , celles-ci étant de loin les plus maniables.

b) Tangles hyperboliques

- L'arborescence laisse dans le cas général des structures locales du type  qui généralisent la notion de polyèdre.

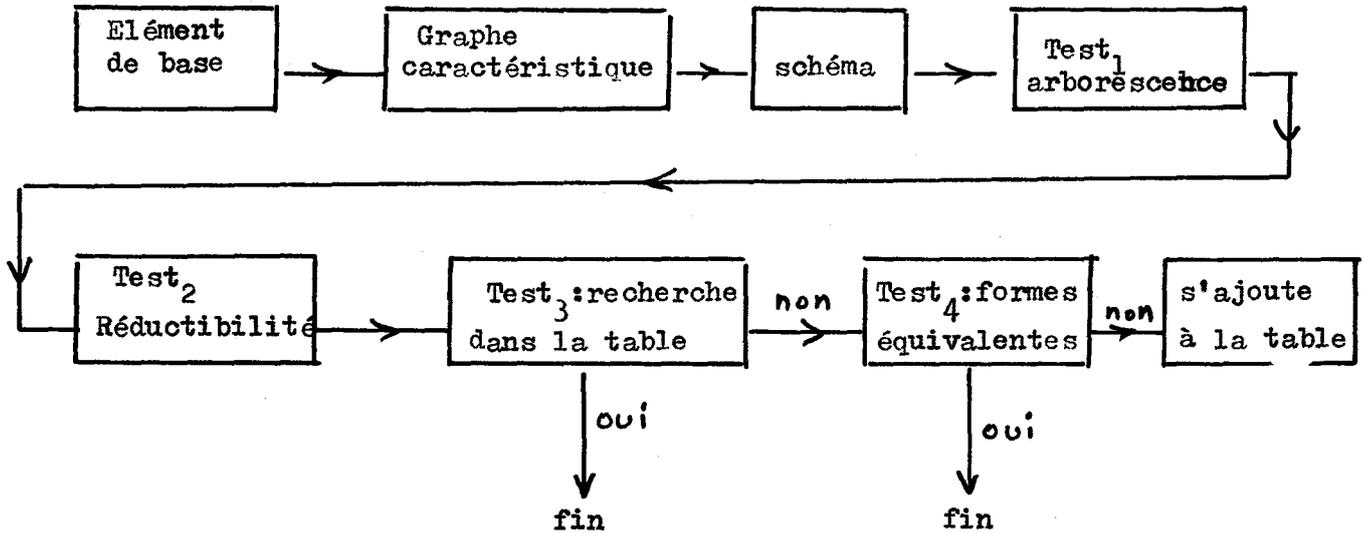
c) Compagnon $\equiv \boxed{\kappa}$

- Ces éléments locaux sont très caractéristiques des enlacements des collections différentes de compagnons différencient les enlacements.

d) Anneaux

- Dans bien des cas , nous verrons que des anneaux peuvent être eux aussi caractéristiques (par exemple , par regroupement compagnon trivial) mais des précautions seront à prendre en général.

- Ainsi , en termes de structures , la recherche d'une classification des noeuds et des enlacements peut se voir sous la forme d'un programme de tests .



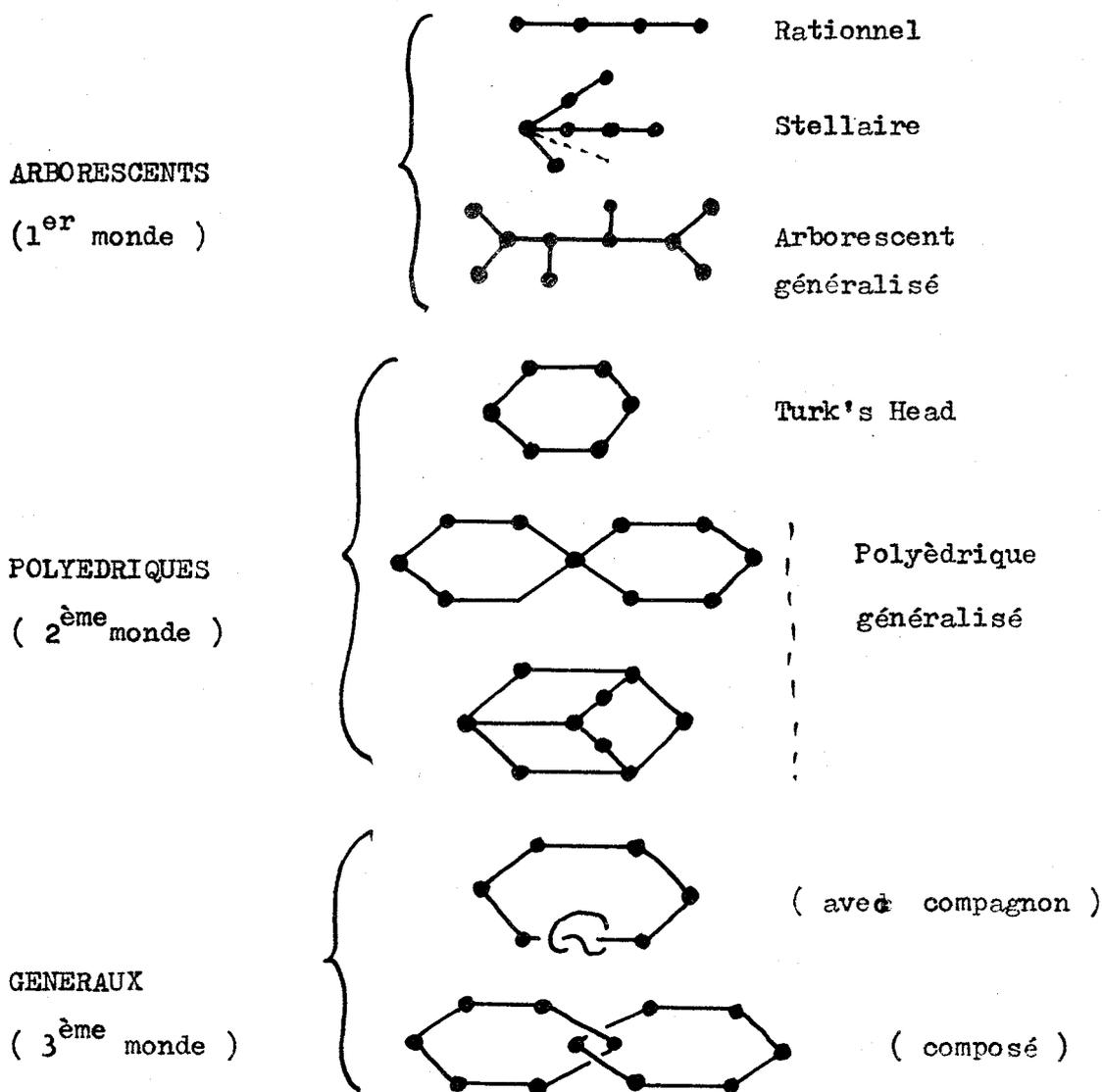
- Nous devons maintenant relier notre recherche de modèles à des techniques pratiques et rechercher des algorithmes pour traduire les équivalences dans chacun des mondes établis à partir des modèles types rencontrés .

MODELES TYPES

1-Classification

-Un certain nombre de modèles privilégiés par leur forme (structure) sont apparus, définissant ainsi de grandes familles d'enlacements (noeuds).

Modèles types (Tabulations actuelles)



NB.

Ces modèles sont compatibles avec les notions d'algébricité de Π -hyperbolicité, de non-simple ou composé, ainsi qu'avec certaines propriétés : amphicheiralité

2-Interpretation des modèles

- Les modèles utilisés sont susceptibles d'être vus soit en termes de plombages , soit en termes de chirurgie , soit encore en termes de braids . [R, M₁, M₂, B.W, K.A]

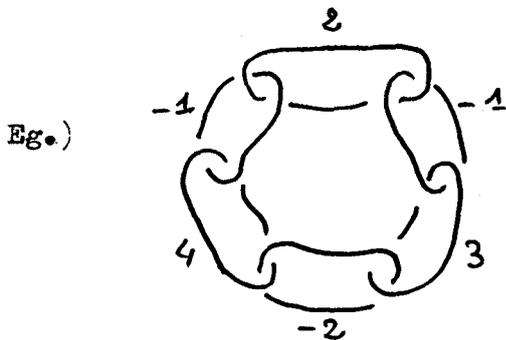
-Dans ce qui suit , le monde arborescent sera vu plus facilement en étant interprété sous forme plombage ; par contre dans le cas polyédrique une vision chirurgicale est plus souhaitable avec au besoin son interprétation en termes de braids .

- Donnons à titre d'exemple l'interprétation chirurgicale:

Définition

- Une chirurgie est standard si :

- 1°) L'instruction ne comporte que des composantes non-nouées
- 2°) Les composantes sont transverses (comme une chaîne)
- 3°) Le total des poids est irréductible pour la structure donnée (arbre , cycle ...)

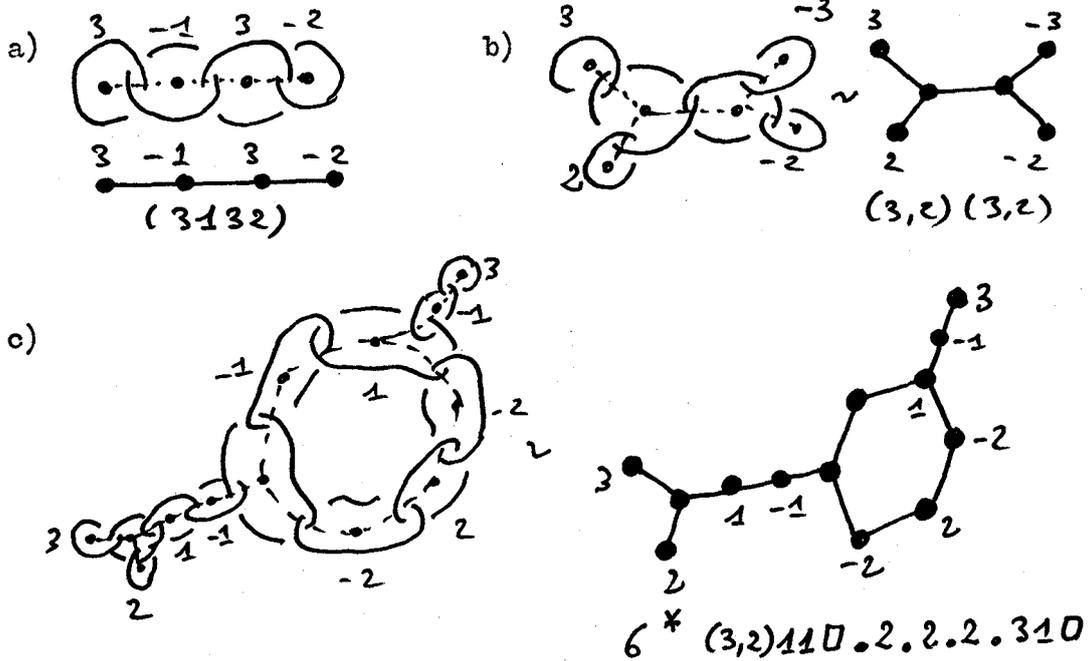


NB l'alternance des signes correspond à un enlacement alternant .

Regardons, maintenant les correspondances avec nos modèles:

3 - Relation instruction-modèle

- Le modèle arbre ou squelette est associé à l' instruction de la façon suivante;



NB. (cette vision est spatiale)

Les cycles donnant des problèmes d'orientation , la position d'une bande sera donnée H= horizontale , V= verticale
 Dans le cas des arbres , une orientation sera donnée afin qu'une seule interprétation de l'arbre soit possible.

Propriété [R]

Les relations donnant les nouveaux coefficients après une modification t sur une composante r_i non nouée dans une instruction standard sont :

$$\begin{cases} r'_i = \frac{1}{t + \frac{1}{r_i}} \\ r'_j = r_j + t \end{cases}$$

car pour standard $l_k(l_i, l_j)=1$
 r_i et r_j doivent être entiers

- Dès lors , la classification est basée sur la recherche d'un ensemble d' instructions standards de base permettant de comprendre les passages entre deux enlacements .

4- Invariant (carte d'identité)

- L'invariant I pour un enlacement donné repose sur un ensemble de nature inévitable (au niveau de la construction des tabulations) ; puis de nature suffisante au niveau des équivalences

$$I = \{ \text{modèles standards} \} / \text{chirurgie}$$

L'invariant I est bien cerné dans le cas arborescent .

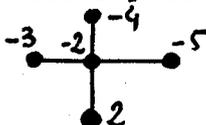
Nous appellerons I_s l'ensemble des modèles standards d'un élément donné .

Eg.)

Pour le stellaire ^{*} 21,31,41,2- nous avons:

$$I_s = \left\{ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \bullet^{-3} \\ | \\ \bullet^{-2} \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^{-4} \\ | \\ \bullet^{-2} \end{array} , \begin{array}{c} \bullet^{-3} \\ | \\ \bullet^{-3} \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^{-4} \\ | \\ \bullet^2 \end{array} , \begin{array}{c} \bullet^{-4} \\ | \\ \bullet^{-2} \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^{-4} \\ | \\ \bullet^2 \end{array} , \begin{array}{c} \bullet^{-3} \\ | \\ \bullet^{-2} \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^1 \text{---} \bullet^{-5} \\ | \\ \bullet^2 \end{array} \end{array} \right\}$$

- Dans ce cas l'invariant I_s peut être représenté par une

instruction $I = 3,4,5,-2$ -- = 

Remarque

- Cette instruction est obtenue à partir des instructions standards en excluant les +1 ou -1 en début de branches .

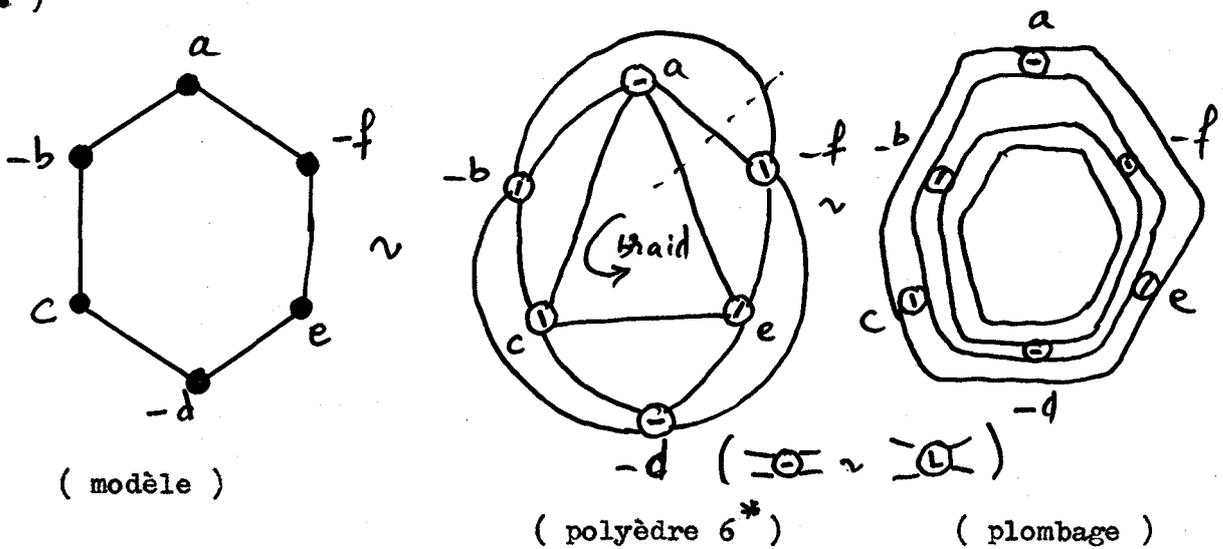
(Dans un contexte plus général , voir le paragraphe rationalisation et le paragraphe ; instruction réduite.)

* Voir [M,]

5- Relation avec braid et plombage

- Ces relations seront développées ultérieurement dans le contexte de la modélisation des polyèdres , mais au niveau des tabulations actuelles , nous pouvons donner la correspondance évidente suivante :

Eg.)



- Dans le plombage standard les bandes sont aplaties de haut en bas sur le plan horizontal , donc la symbolisation est la suivante:



- L'ensemble des éléments de base étant donné , nous pouvons maintenant passer à la classification de chacun de nos mondes et à la recherche ultérieure d'une généralisation de la classification .

2^{ème} PARTIE

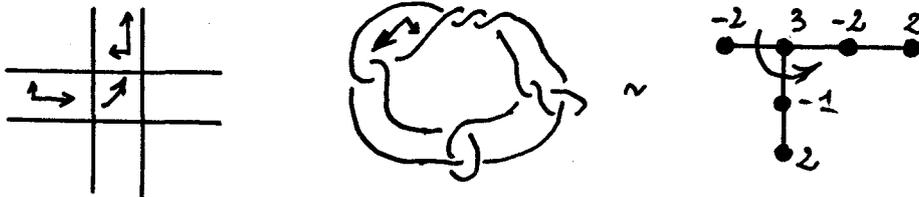
(CLASSIFICATIONS ACTUELLES)

MONDE ARBORESCENT

1- Orientation *

- L'arbre étant de fait un graphe plan valué et le plombage une structure spatiale, il est nécessaire de choisir une orientation qui induise une manière canonique de rabattre les bandes du plombage sur le plan.

Eg .) Instruction orientée

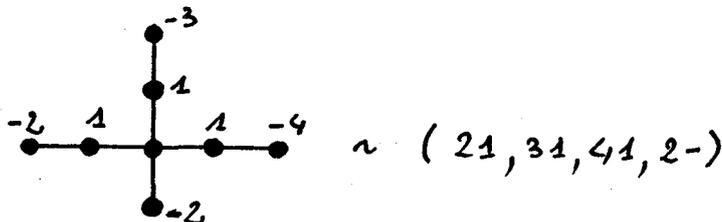


-à partir d'une bande centrale, une orientation est choisie et celle-ci se transmet en échangeant normale et directrice à chaque attache de bandes, et ceci de proche en proche; en suivant le sens des flèches, le sens de rencontre des branches et des poids redonne l'instruction standard .

Définition

- Un arbre est standard, si l'instruction de chirurgie correspondante est standard, (donc si le total des poids est réduit)

Eg .)

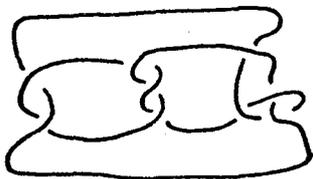


* VOIR AUSSI [S₂]

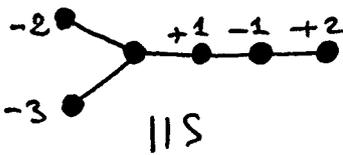
2- Équivalences-arbres [C₁]

Revenons les équivalence de Conway en termes plomages.

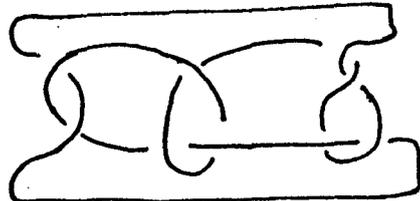
E.g/



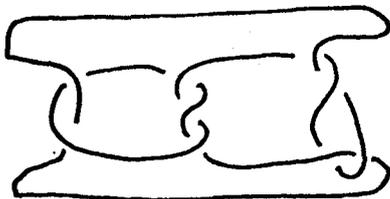
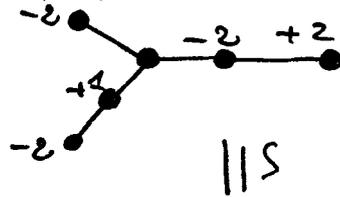
$(2, 3, -211) \sim (2, 3, 22-)$



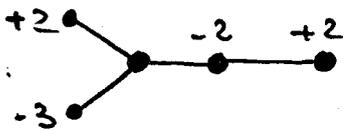
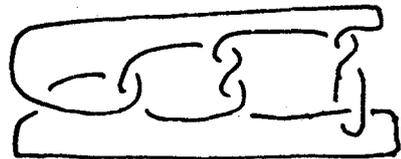
\sim



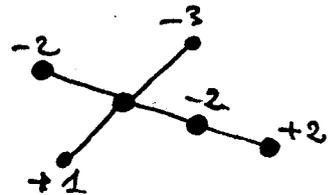
$(22, 3-, +2) \sim (22, -21, 2)$



\sim

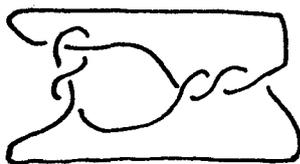


$(22, 3, -2) \sim (22, 3, 2-)$



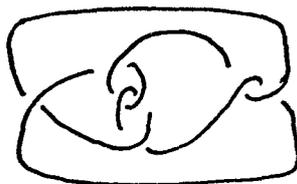
$(22, 3, 2, -1)$

Par contre :

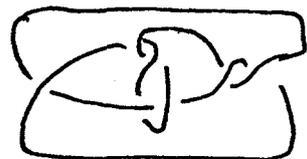


||S

\sim



\sim



représentent $\begin{matrix} 3 & -2 & 2 \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{matrix}$ en répartissant différemment les poids sur les mêmes bandes (noté 322)

3- Réduction - équivalence

- Les modèles standards étant définis , il nous faut maintenant définir un processus simple (algorithme) de réduction pour s'y ramener , et connaître les différentes possibilités .

Remarque

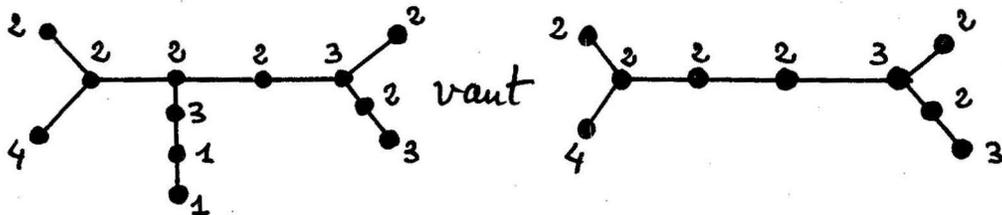
- Tout ce qui suit provient des transformations de chirurgie (cf : transf. 2) [R]

Convention 1

- Une branche de plombage ne peut se terminer par un +1 ou un -1 . (on projette sur la bande précédente)

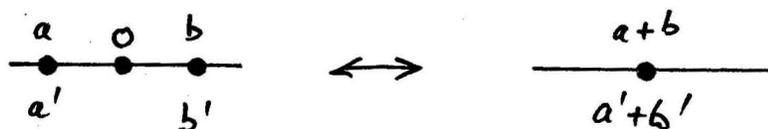


ainsi:

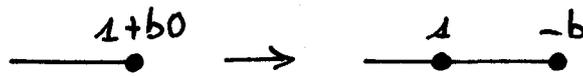


Convention 2

- On évite la présence d'un zéro dans une branche .

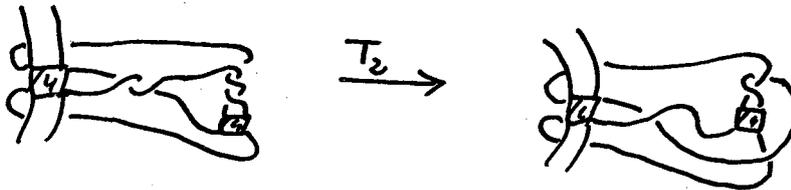


Transformation 1

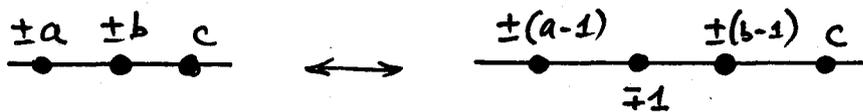


- Maintenant , nous pouvons passer au programme de réduction de l'arbre , la présence de $\pm a \pm b$ sur les branches d'un arbre traduit des non-alternances dans le diagramme de l'enlacement , dans bien des cas ces non-alternances peuvent être supprimées.

Eg.) (vue plombage du phénomène)



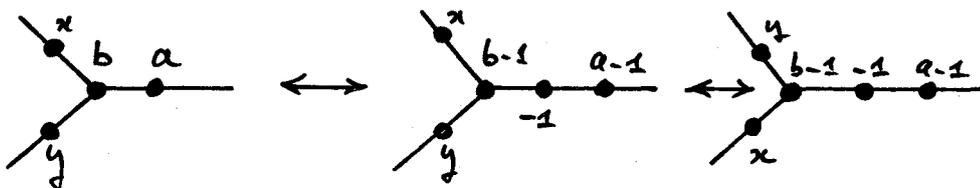
Transformation 2



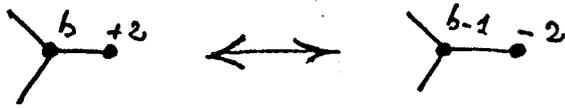
(en chirurgie , introduction d'une composante ∞ et torsion de cette composante par une modification $t= +1$ ou -1 .

Transformation 3

- Si le sommet le permet , un désaccord peut être réduit .

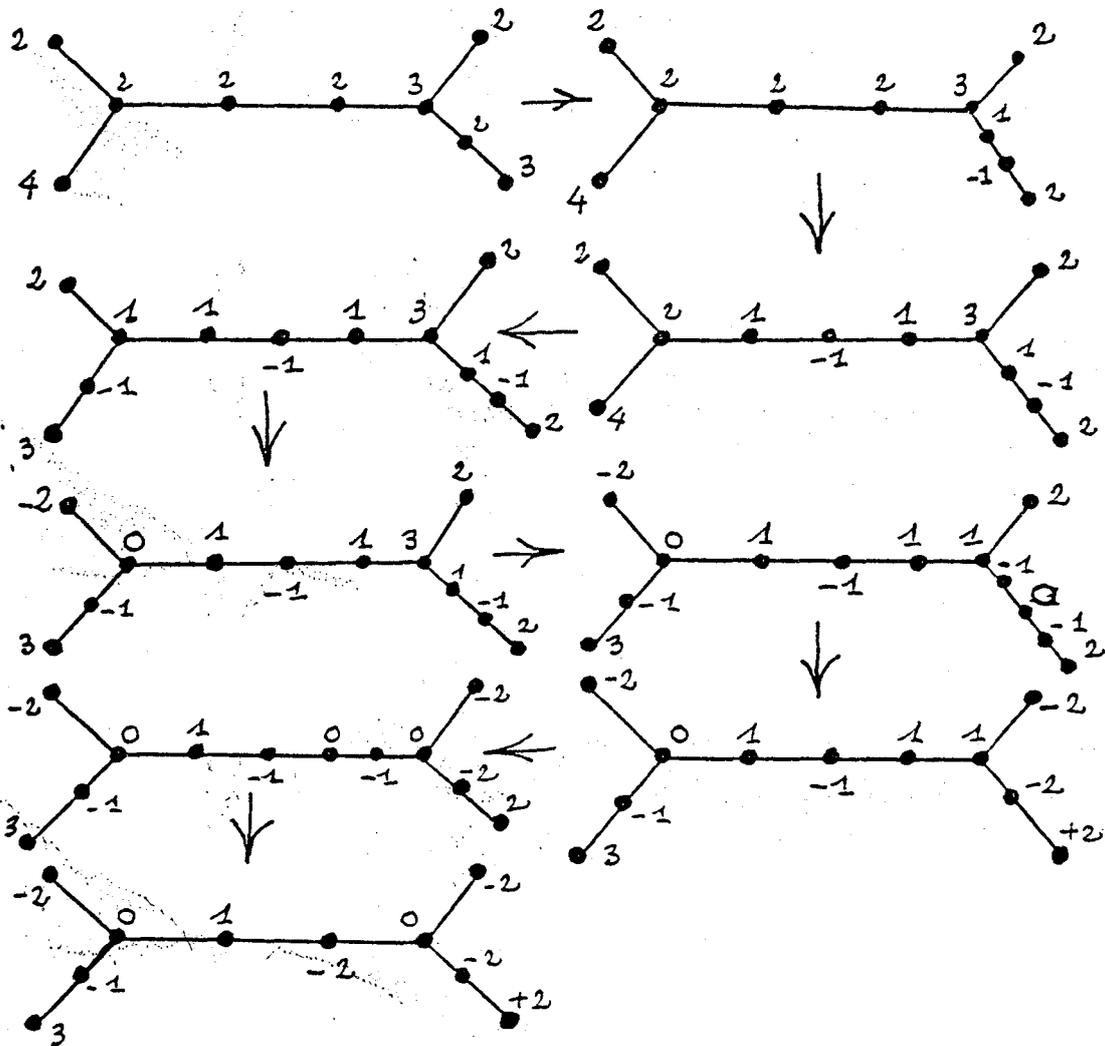


Cas particuliers:



- nous obtenons ainsi un arbre dont le poids est réduit au maximum, cet arbre est standard.

E_g (Suite)



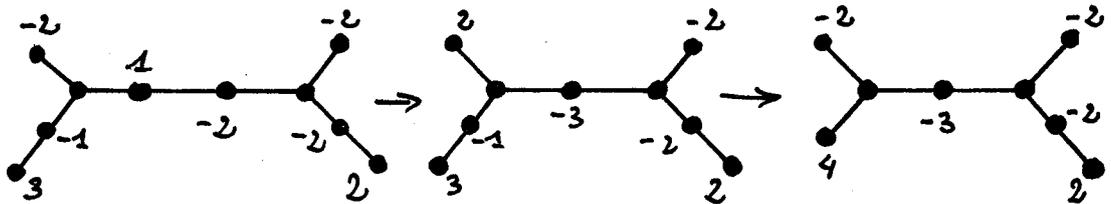
NB Cette réduction standard entraîne que la présentation rationnelle de Conway est standard et canonique.

4- Arbre réduit canonique

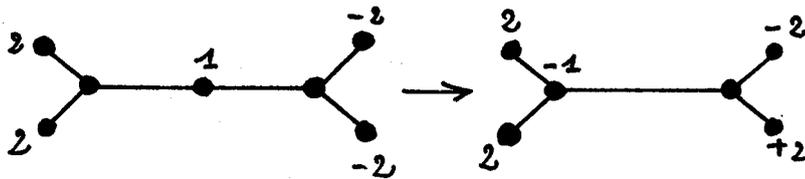
- L'ensemble I_s des instructions standards est parfois lourd à manier, aussi dans le cas arborescent cet ensemble peut être représenté par un arbre réduit (quitte à augmenter le nombre de croisements)

- Reprenons notre exemple:

Eg.)



- Dans certains cas une branche peut ne plus être pondérée)



- Maintenant, une fois définis ces arbres, il faut savoir (pouvoir) les reconnaître facilement dans les tabulations; aussi pour aider le lecteur, donnons les principales correspondances pour les arborescents des tabulations actuelles. (Les rationnels et les stellaires étant eux très facilement identifiables, nous ne développerons pas leurs formes)

5- Correspondances diagramme-modèle

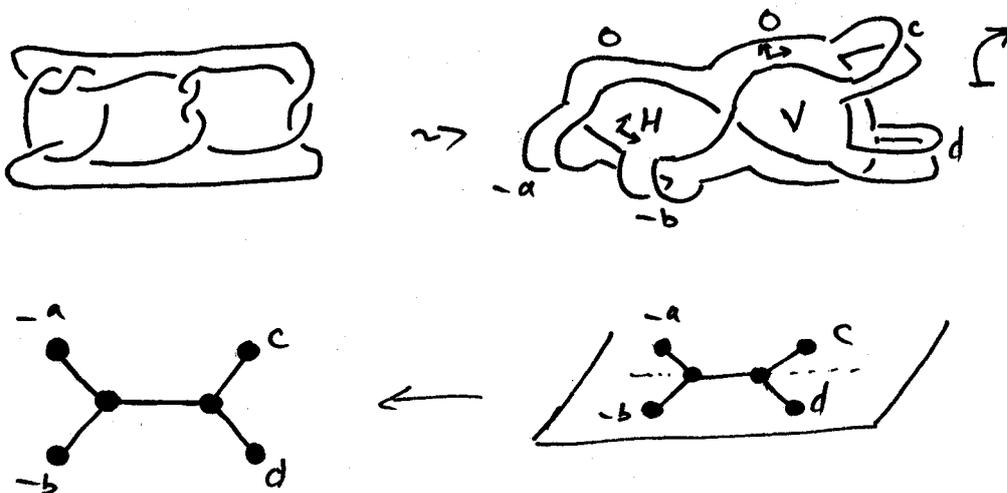
- Toutes les correspondances qui suivent sont basées sur les opérations de CONWAY , sur les tangles.

Eg.)

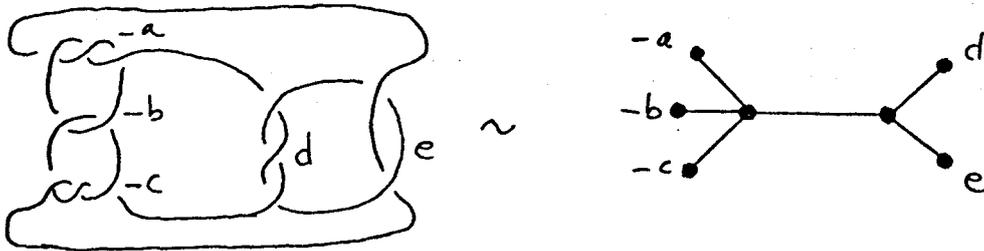


- Le modèle arbre plan est obtenu à partir de l'instruction ou du plombage en tenant compte du sens des flèches pour rabattre les bandes .

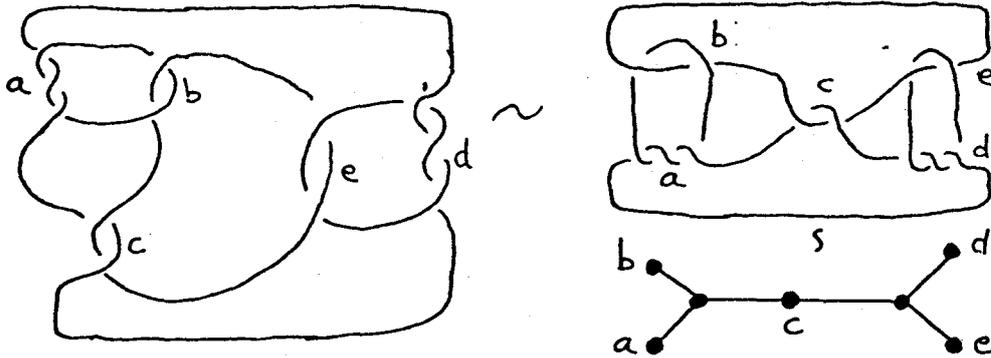
a) $(a,b)(c,d)$



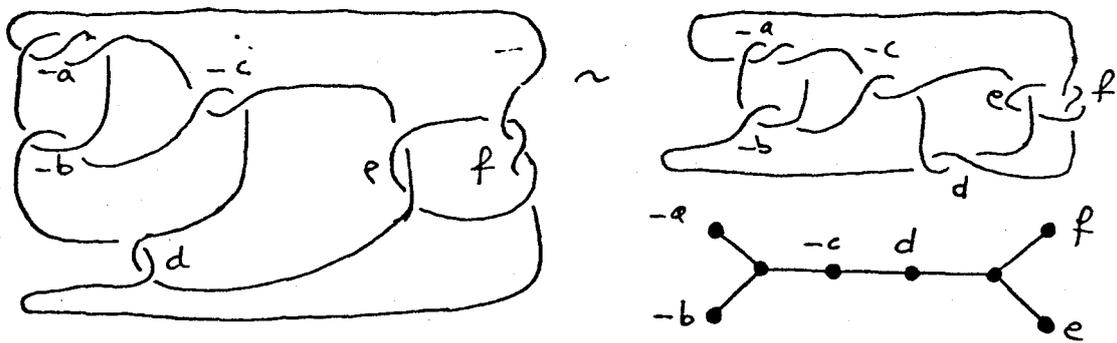
b) de même $(\bar{a}, \bar{b}, \bar{c})(d, e)$



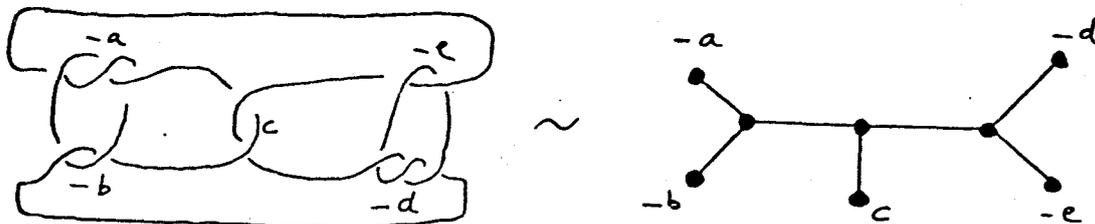
c) $(a, b) c (e, d)$



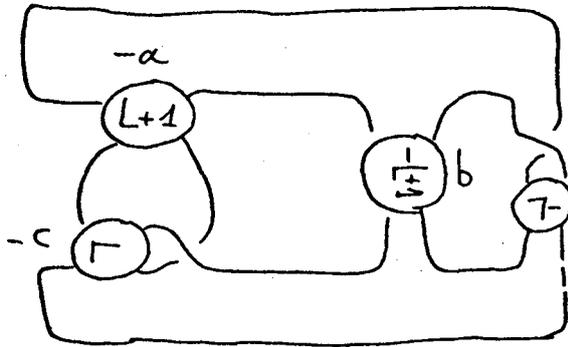
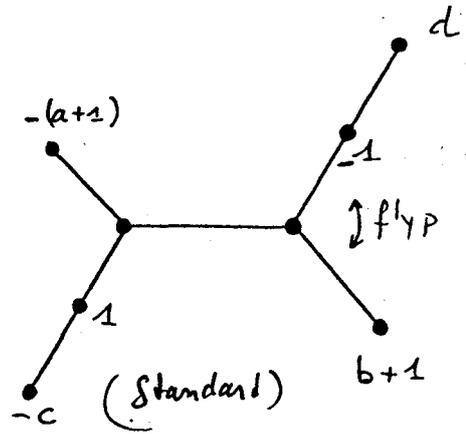
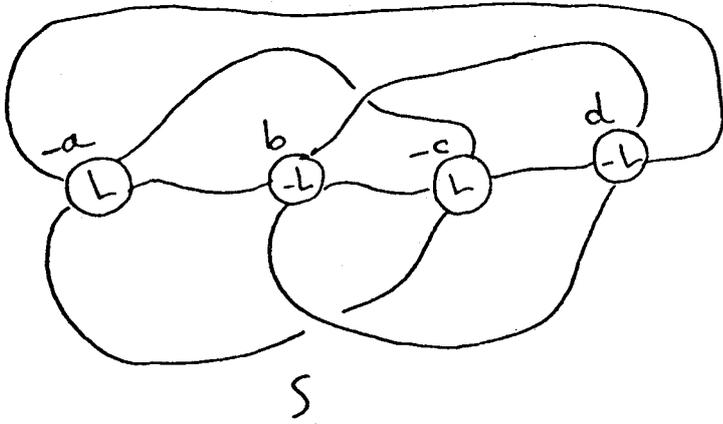
d) $(a, b) cd (e, f)$



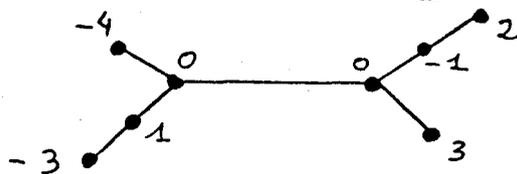
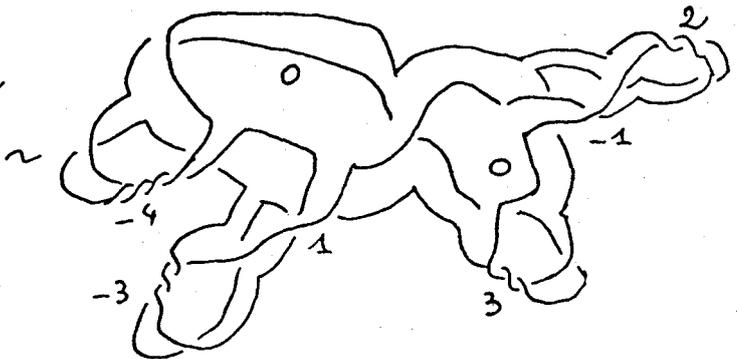
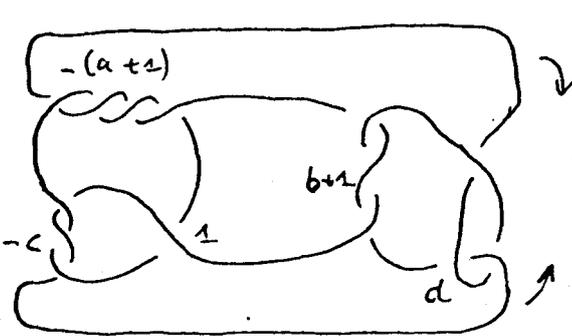
e) $(a, b), c, (e, d)$



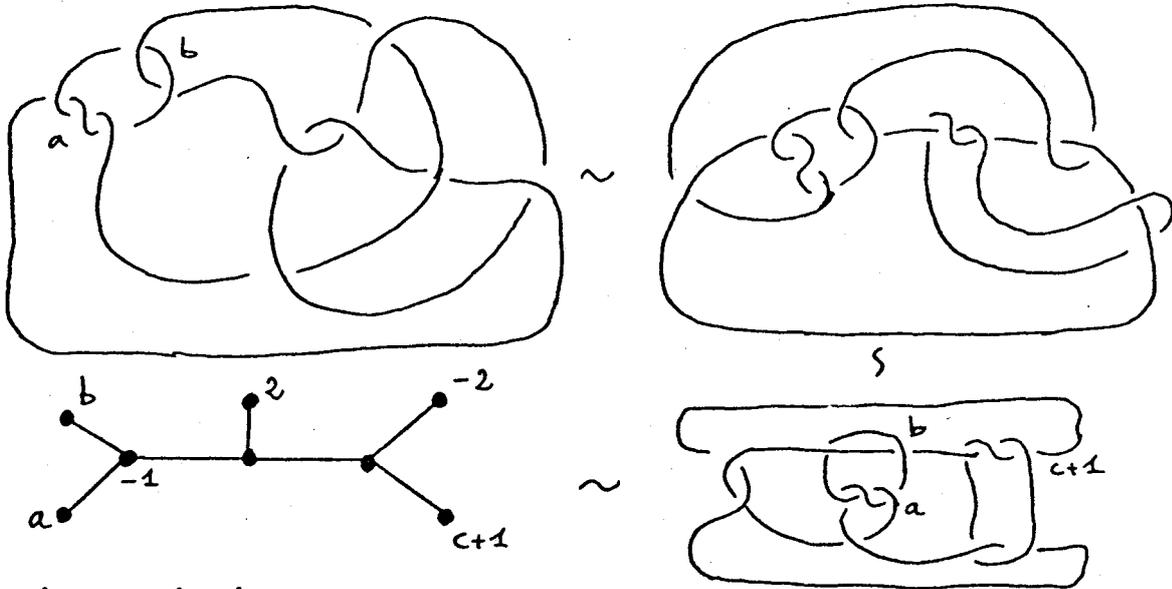
f) .a.b.c.d (6**)



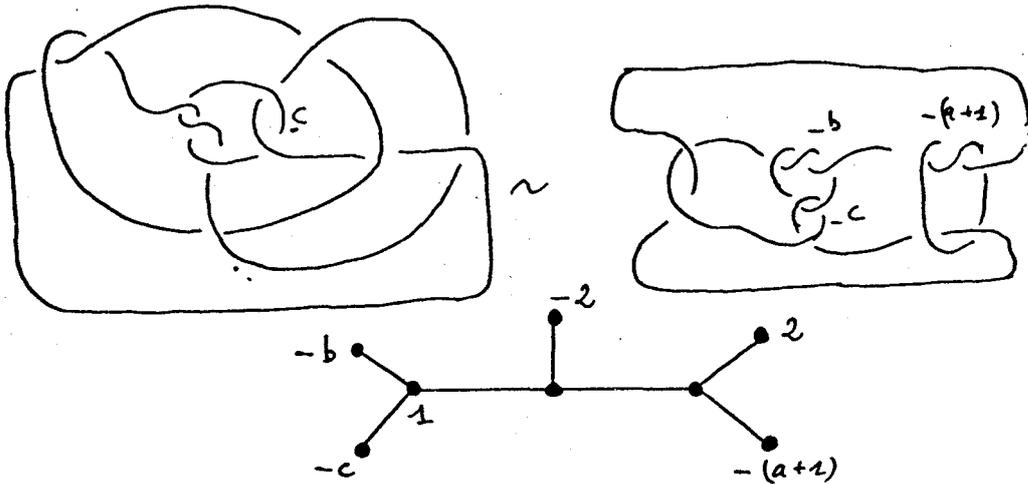
Exemple Général $6^{**} .3.2.3.2 \sim (4,4-)(3,3-)$



g) $\cdot(a,b) \cdot c$



h) $\cdot a \cdot (b,c)$



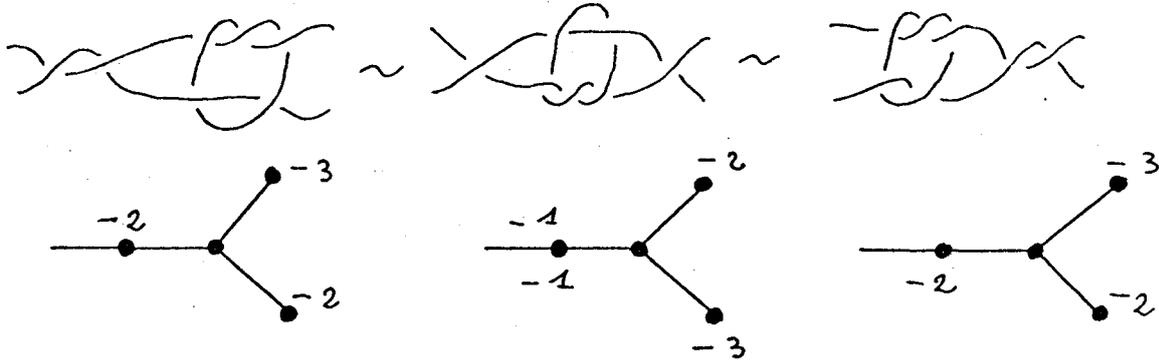
NOTE

Ceci permet au lecteur de retrouver tous les arborescents des tabulations actuelles, (en considérant d'ailleurs 10*** comme la composition de deux 6**).

6 - Modifications sur les arbres (flyp)

Ce qui précède est valable en général, modulo les flyps possibles sur les arbres. (modèles équivalents).

Exemple Général

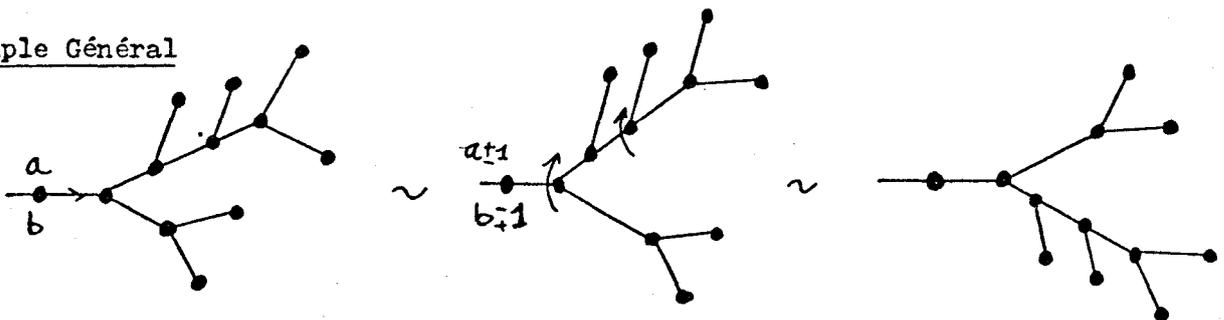


7 - Présentations différentes d'une instruction donnée

Règle 1

Le déplacement d'un nombre de demi-tours impairs sur une bande entraîne la modification de l'allure de l'arbre afin de respecter l'orientation conventionnelle.

Exemple Général

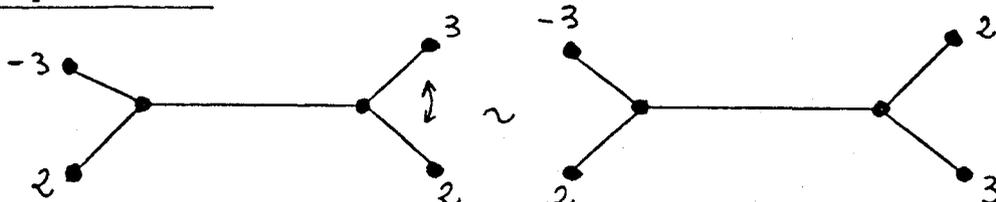


renversement de l'orientation des sommets à distance impaire.

Règle 2

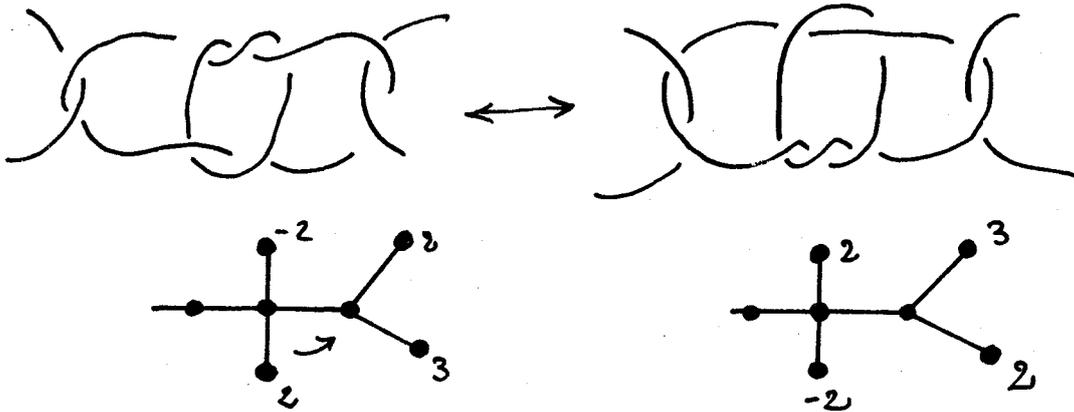
Possibilité de renverser l'orientation à un sommet, en renversant celle des sommets suivants à distance paire. (On retrouve ainsi certains déplacements dans le plan).

Exemple Général



- Il existe une transformation sur les arbres (plombages) qui n'est pas une transformation élémentaire standard, (c'est une transformation générale de chirurgie)

Chaîne- équivalence



et plus généralement:

Eg.)



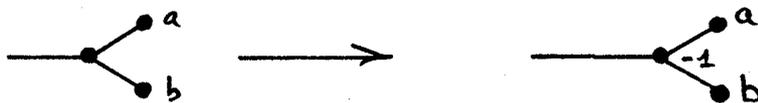
- L'ensemble de ce qui précède établit la classification arborescente de façon théorique, reste donc à construire la tabulation.

8-Construction de la tabulation (Règles)

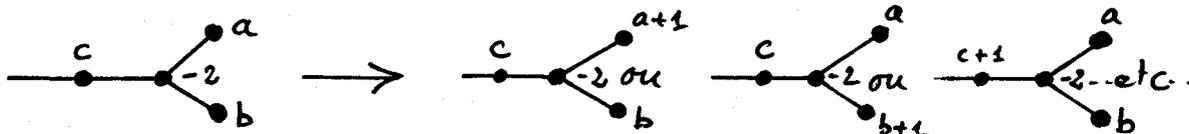
La construction des rationnels et des stellaires n'est pas reprise, je renvoie le lecteur à la thèse de spécialité de M.LAI, Aix-Marseille II, Déc. 79, où cette dernière a été reprise et informatisée.

La tabulation est construite algorithmiquement en utilisant un certain nombre de règles élémentaires pour passer de i croisements à $(i + 1)$ croisements.

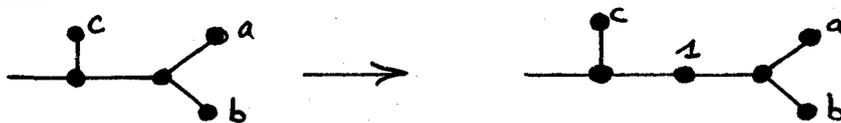
Règle 1 : ajouter 1 à un sommet d'étoile (valence 3)



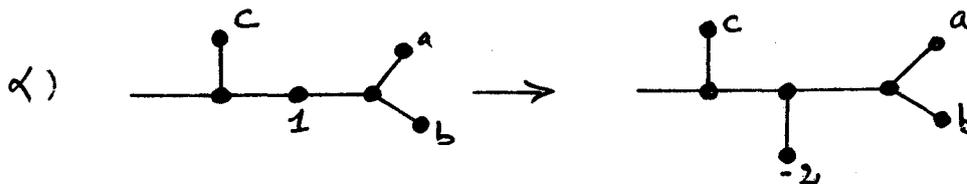
Règle 2: ajouter 1 au poids total d'une branche .



Règle 3 : ajouter 1 sur une branche (créer une bande)



Règle 4 : générer une branche (sur un poids impair)

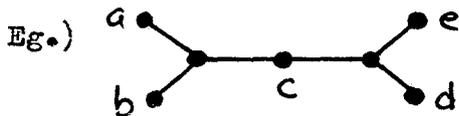


Remarque:

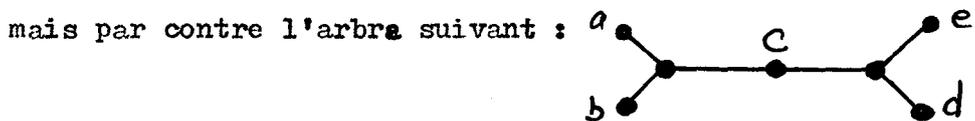
- Ces quatre règles permettent la construction du monde arborescent alternant de proche en proche, modulo les deux règles d'orientation.

Remarque sur les notations :

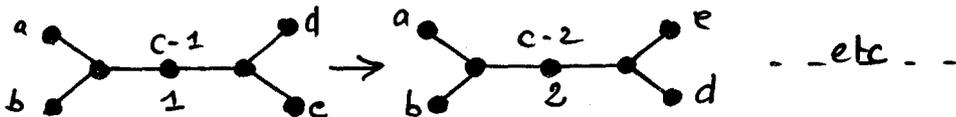
- Il faut remarquer que la notation de CONWAY est bien souvent globale, (c'est à dire, tient compte de certaines équivalences); mais elle ne peut tenir compte directement de la position des poids sur une même bande, il est donc nécessaire d'associer à chaque construction de CONWAY sa notation et de s'y ramener dans les autres cas.



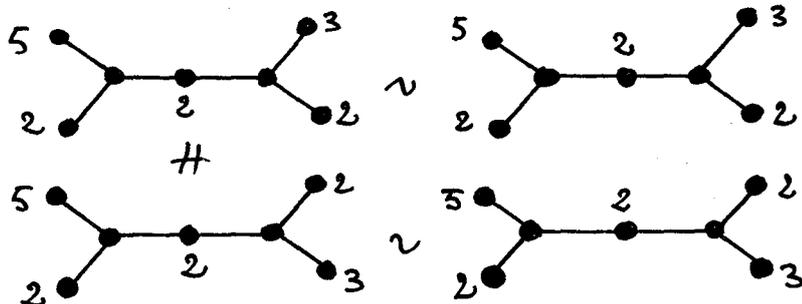
- correspond par construction à la notation de CONWAY $(a,b)c(d,e)$



n'est pas sous la forme CONWAY, il faut donc s'y ramener en utilisant les règles d'équivalences :



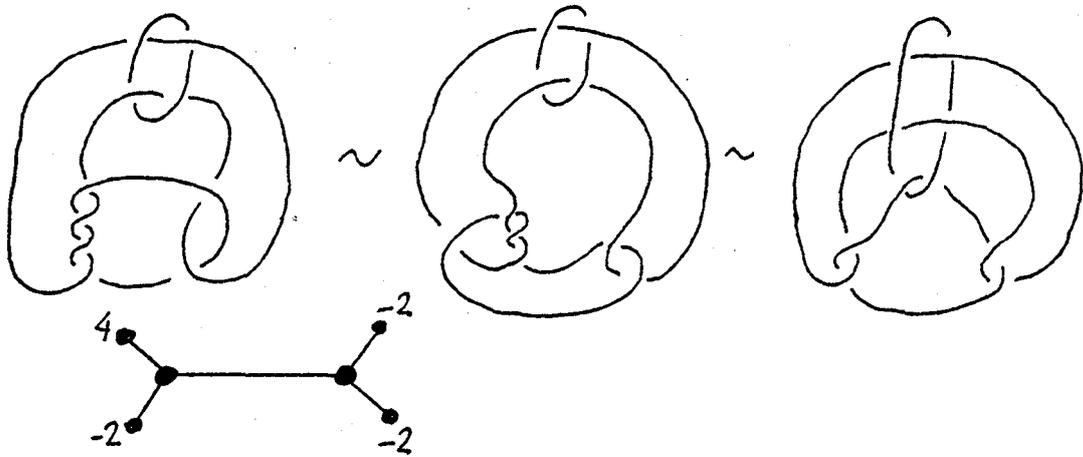
ainsi :



Nous avons ainsi, Prooves dans les tabulations de Conway

9- OUELLIS et REPETITION

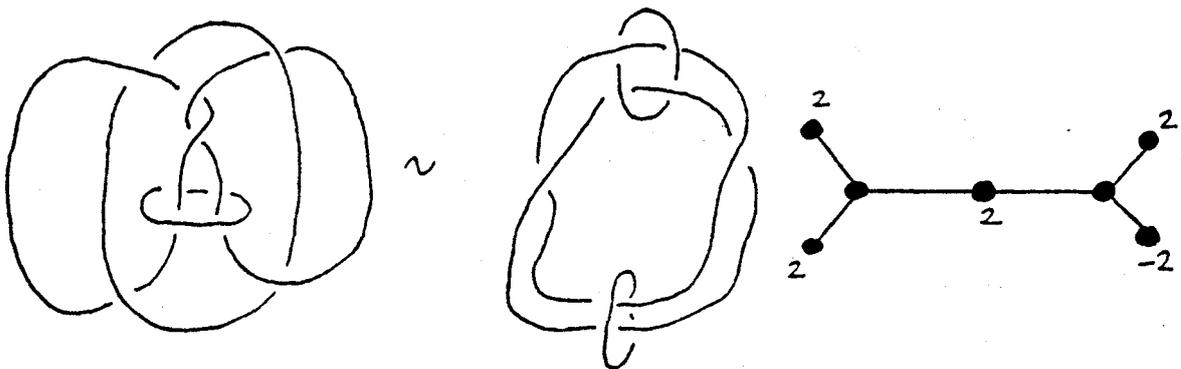
1°) $(4, 2-) (2, 2) \sim (4-, 2) (2, 2) \sim (-31, 2) (2, 2) \sim 20.-2.-20.-20$



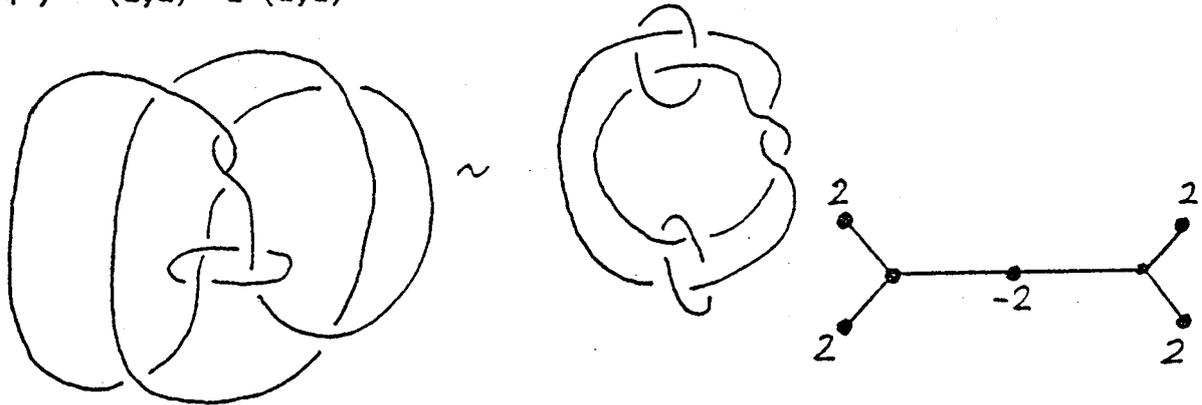
2°) $(31, 2-) (2, 2) \sim (31-, 2) (2, 2) \sim (-4, 2) (2, 2)$



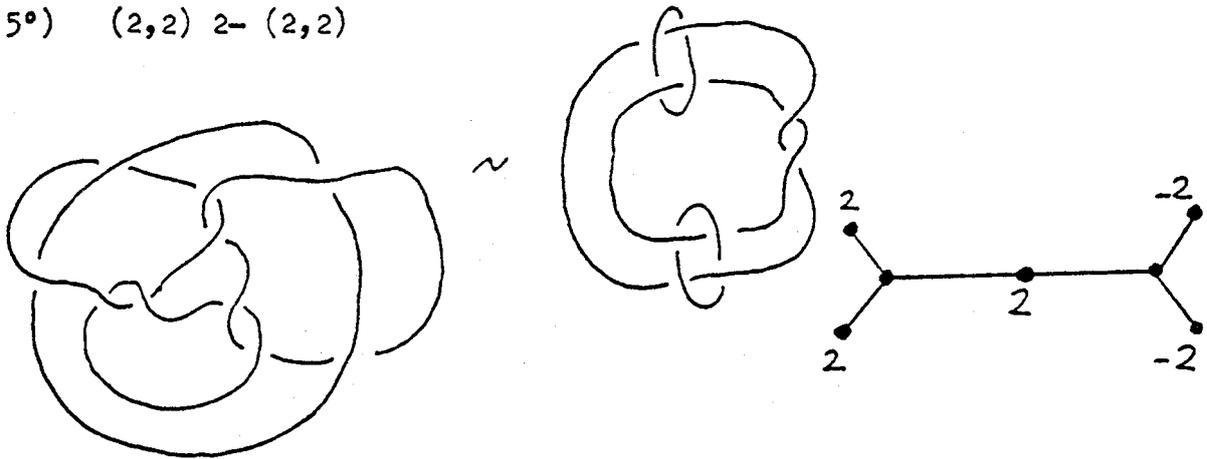
3°) $(2, 2) 2 (2, 2-)$



4°) (2,2) -2 (2,2)

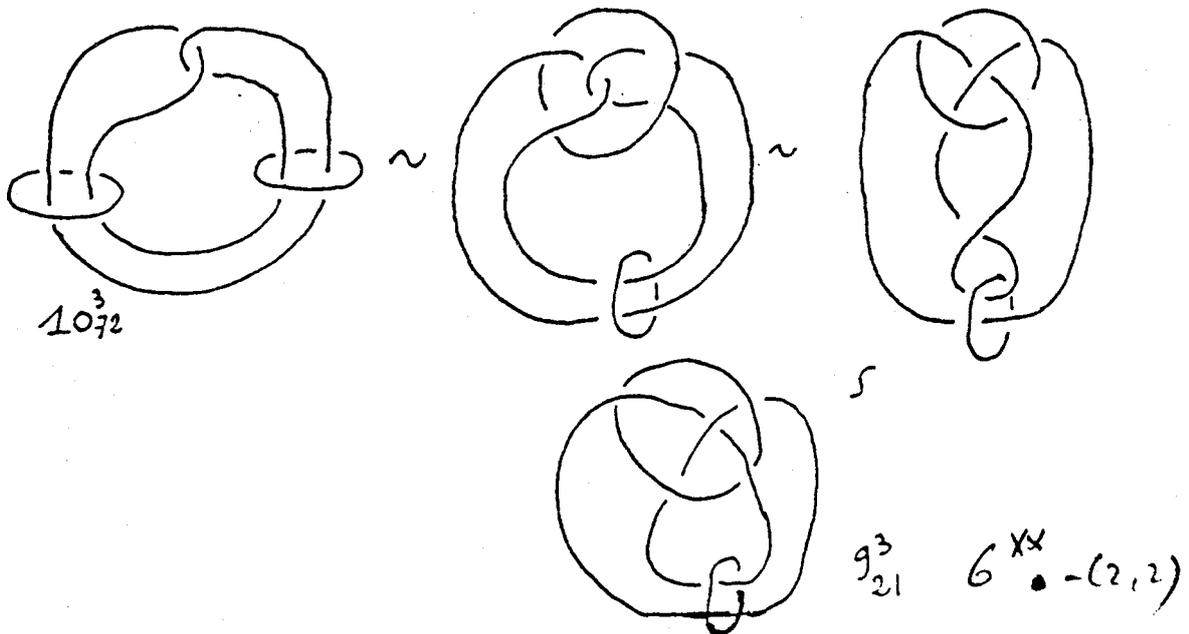


5°) (2,2) 2- (2,2)



et une répétition : $10_{72}^3 \sim 9_{21}^3$

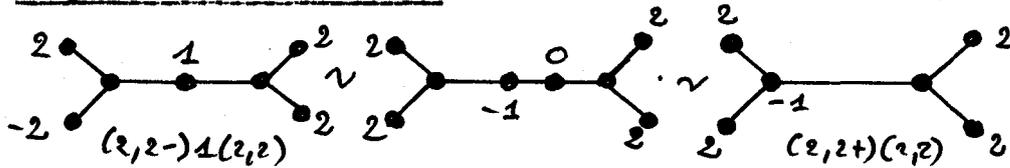
$(2,2-), 2, (2,2-) \sim 9_{21}^3 \sim (2,2-), -2, (2,2-)$ (à miroir près).



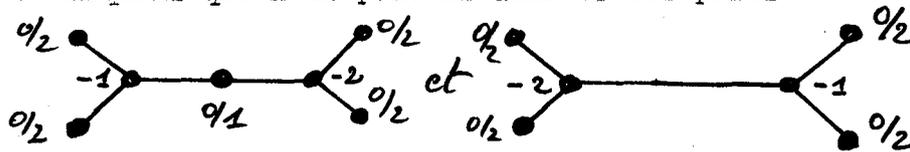
10- Utilité d' une instruction réduite:

- Nous avons pour classifier les noeuds et les enlacements arborescents deux voies :
 - 1) soit I_s ensemble des arbres standards
 - 2) soit I invariant canonique représentant en fait une notation arborescente de I_s .
- Discutons maintenant l'existence de I , hors des tabulations actuelles .
- Il faut alors se tourner vers un raffinement de l'invariant standard , ou du moins vers une méthode simple qui permette de dépister rapidement d'éventuelles duplications .
- Dans cette optique , nous savons déjà que la présentation des branches (structure, squelette) d'un arborescent est en général un invariant .
- Il sera donc possible de prétrier les instructions à partir d'une instruction standard réduite , modulo les équivalences et les règles d'orientation , regardons pour cela ce que donne les différentes possibilités d'instructions réduites .

Eg.) Disparition d'une branche:



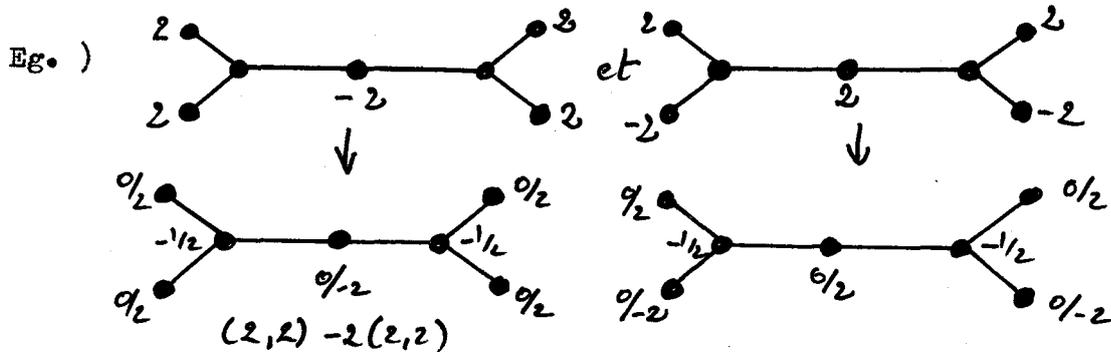
remarquons que nous pouvons annuler les poids



nous avons alors même réduction

Invariant:

- Nous réduirons l'instruction, mais nous conserverons la structure sous-jacente de l'arbre.

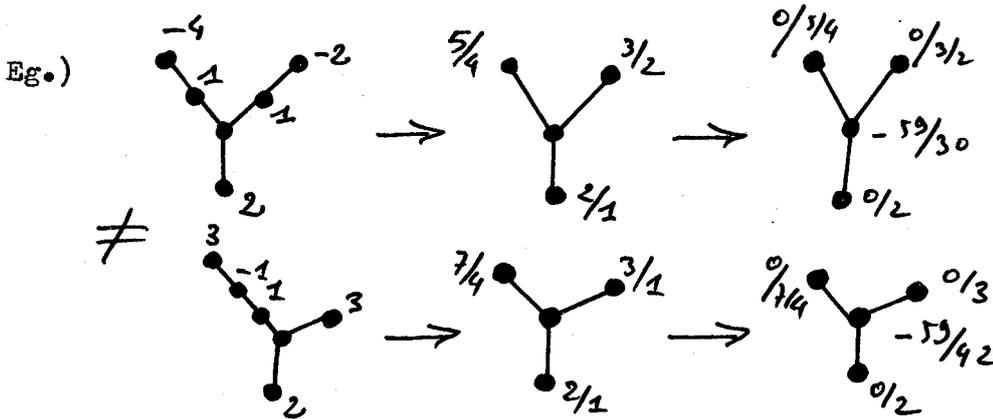


- Les deux enlacements ont même " réduction " , et ils sont donc " POTENTIELLEMENT EGAUX "

Ici , il s'agit en fait de la duplication de CONWAY que j'ai déjà mentionnée dans les tabulations .

Exc ou PB :

- Deux éléments ayant même réduction ont-ils même déterminant?



Ces deux enlacements ont même déterminant 59 , mais ils n'ont pas même réduction (ils sont ici différents) , on notera que les fractions $-59/30$ et $-59/42$ sont différentes , mais est-ce dans un contexte général suffisant ? (car dans le cas rationnel nous avons des équivalences du type $p/q \sim p/q'$ si $qq' = \pm 1(p)$)

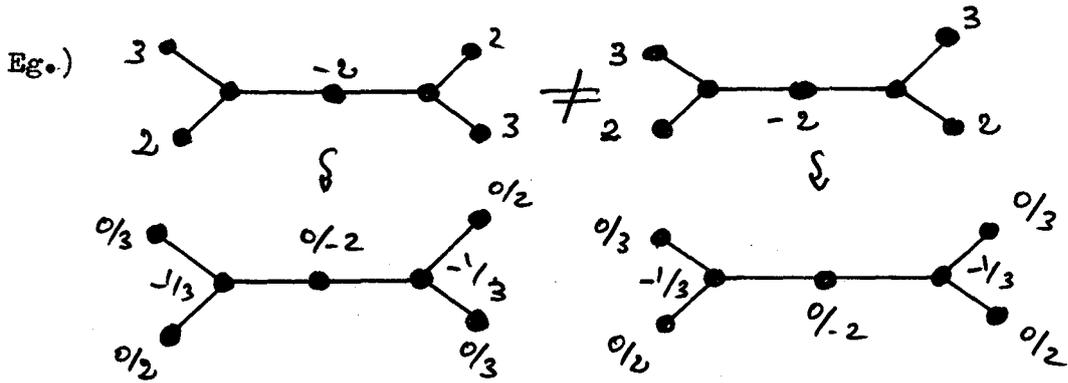
Remarque:

Nous dirons ici que les deux fractions font figure de déterminants arborescents.

nous conjecturerons :

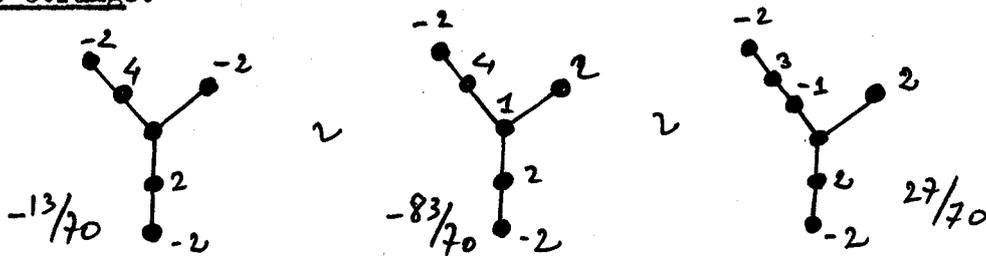
Proposition :

$$\left. \begin{array}{l} \text{même déterminant arborescent} \\ \text{même type d'arbre} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{égalité potentielle}$$



- Ici les deux enlacements ont même réduction , mais sont différents , seule la position des poids sur les bandes et l'impossibilité d'une transformation standard entre les deux éléments les différencie .

Un cas étrange:



- Des arbres égaux peuvent avoir des fractions différentes, bien que dans le cas présent :

$$13 \times 27 = 1 (70)$$

et

$$- 83 = -70 - 13$$

Problème:

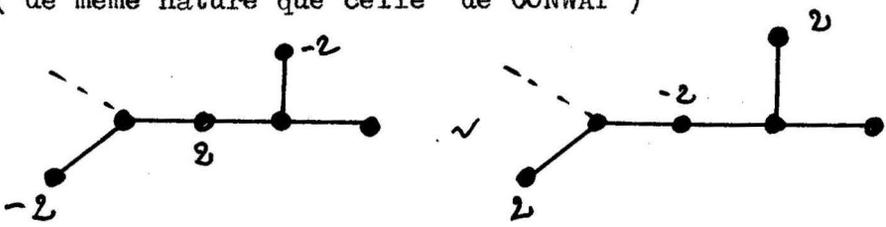
Déterminer les équivalences possibles entre déterminants arborescents (une analogie avec le cas rationnel) .

Et existe - t il une relation avec le déterminant d' ANGER ?

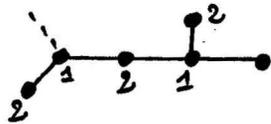
(donné dans PERKO)

Remarque pour les tabulations :

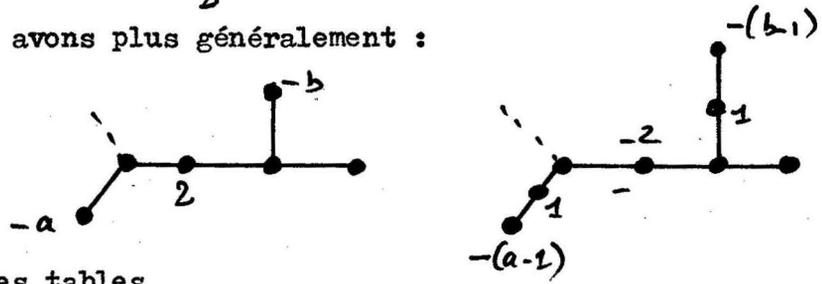
- Ces réductions nous permettent directement de trouver une grande famille d'équivalences possibles dans les tables ,
(de même nature que celle de CONWAY)



- Localement ces deux éléments donnent la même réduction ,
et de plus , il est facile par chirurgie de passer de l'un
à l'autre (modulo les règles d'orientation)



- Nous avons plus généralement :



Eg.) dans les tables

$$\alpha) (a, b-) 2 (c, d-) \sim (a, b-1) -2 (c, d-1)$$

$\beta) (a , b-) 2 , -2 , (c,d) \sim [a , (b-1)1] -2 , 2 , (c,d)$
pour β variante sur (c,d) en fonction de la règle d'orientation
et de réorientation .

MONDE POLYEDRIQUE

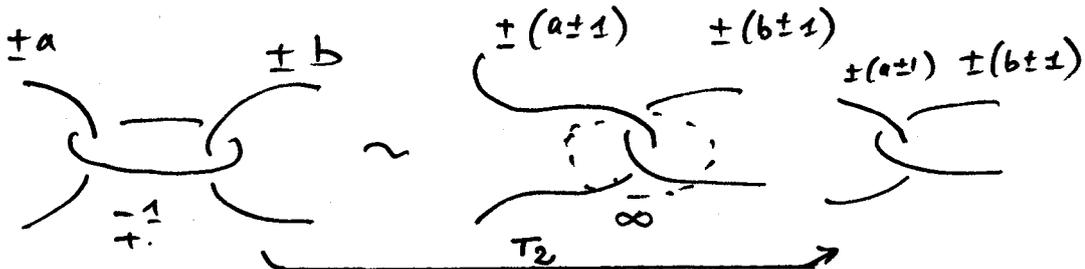
1- Relation avec le monde précédent:

-Un élément polyédrique est un enlacement qui ne peut pas avoir comme polyédre l^* , mais il existe un lien chirurgical entre les arborescents et les polyédriques.

- En effet, le monde arborescent apparaît comme un cas particulier d'un monde plus général.

2- Transformation élémentaire:

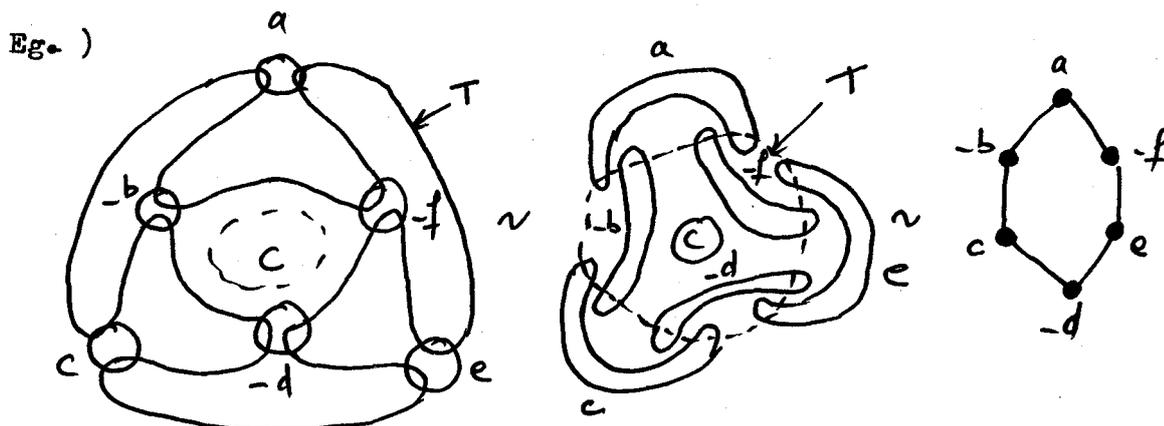
- Les classes d'équivalences des arbres définis dans le chapitre précédent relèvent d'une composition de transformations élémentaires du type " ROLFSEN " [R]



3- Recherche de l'instruction:

-La recherche de l'instruction peut se faire en utilisant une construction géométrique du type de celle utilisée par J. MONTESINOS * au besoin en restant dans un contexte cyclique.

* *Annals of Pure and Applied Mathematics* n°84.



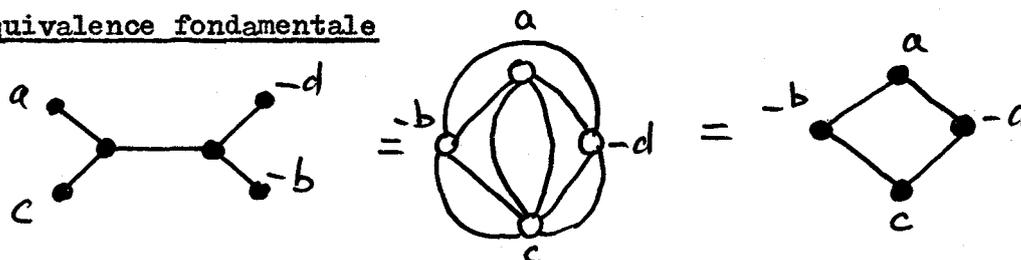
(Dans ce cas , il faudra respecter les conventions de rabatement du modèle)

Remarque

- Le choix de \otimes ou de \odot n'important pas étant donné l'équivalence $\xrightarrow{b_0} \leftrightarrow \xrightarrow{0} -b$

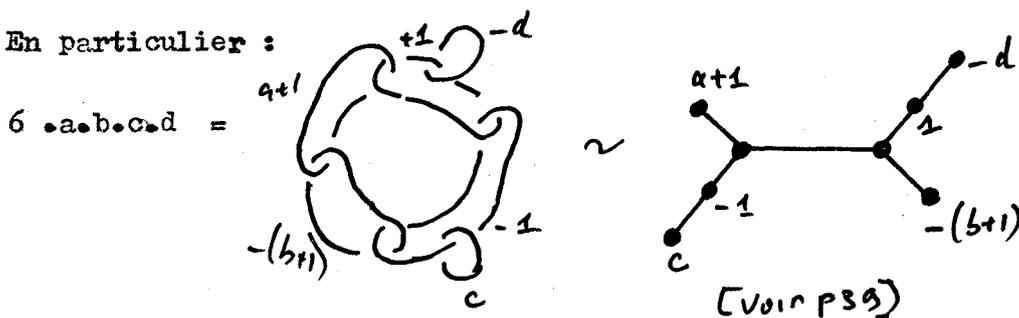
Nous avons alors l'équivalence fondamentale:

4- Equivalence fondamentale



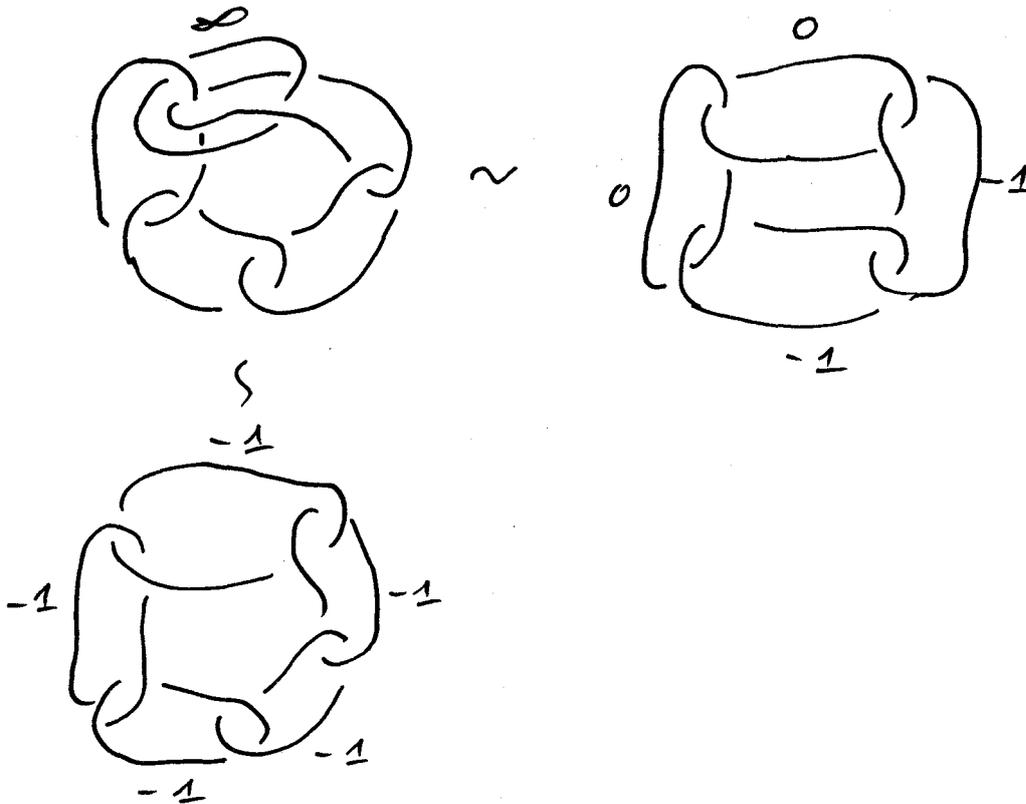
-En conséquence , un arborescent se présente comme un Turk's Head (cycle simple) ayant seulement quatre poids .

En particulier :



Dans un premier temps , remarquons que toute instruction de chirurgie cyclique peut se ramener à une instruction ayant un nombre pair d'anneaux : *

Eg.)



- Car en effet le but recherché est de simplifier suffisamment l'instruction qui cette fois comporte un cycle (ou des cycles) et ceci en analogie avec le cas arborescent .

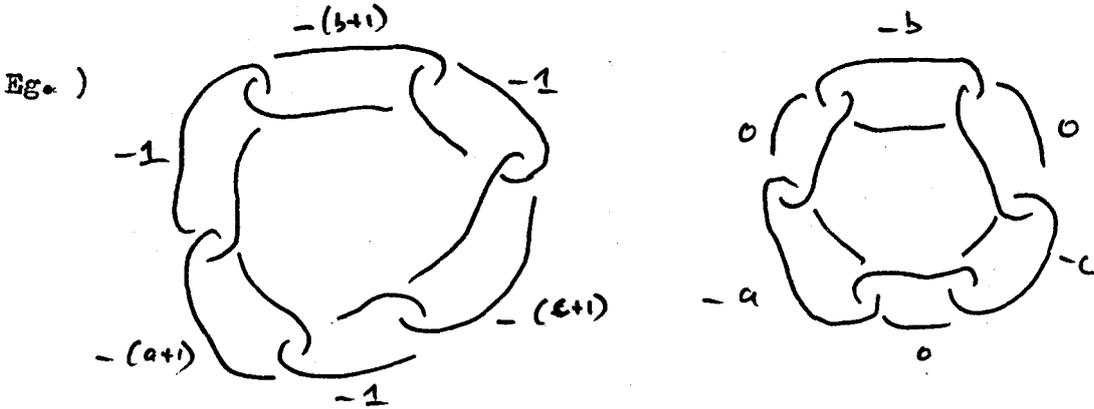
* En effet un cycle qui comporte un nombre impair de poids possède au moins une non-alternance , donc il existe au moins une transformation élémentaire T_2 qui augmente de un le nombre de poids.

5- Théorème:

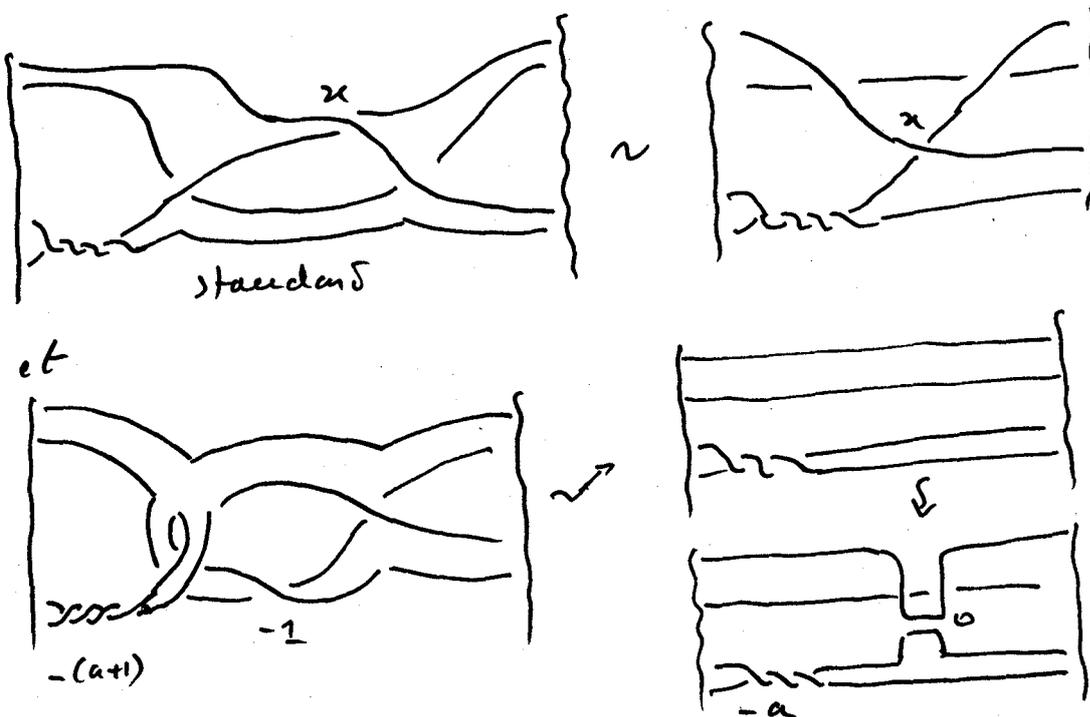
-Toute description de chirurgie ayant un nombre pair d'anneaux se ramène à une description n'ayant que des +1 ou -1 ou 0
(théorème fondamental de ROLFSEN)

Corollaire:

- Cette dernière description se ramène à une description standard .

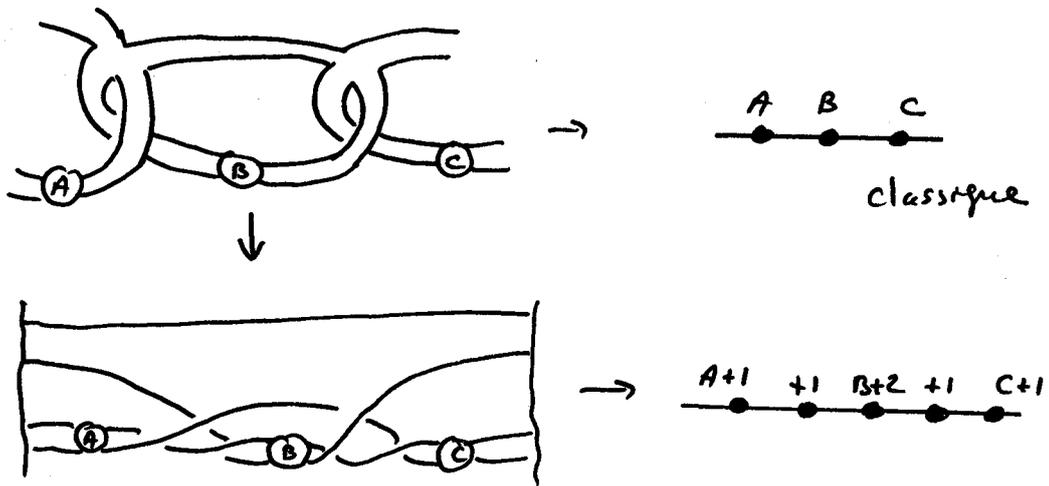


En effet , sous la forme de braids nous avons localement :



-En conséquence , nous pouvons travailler pour classifier les polyédriques uniquement travailler sur les chirurgies standards

Eg.)



6 -Théorème:

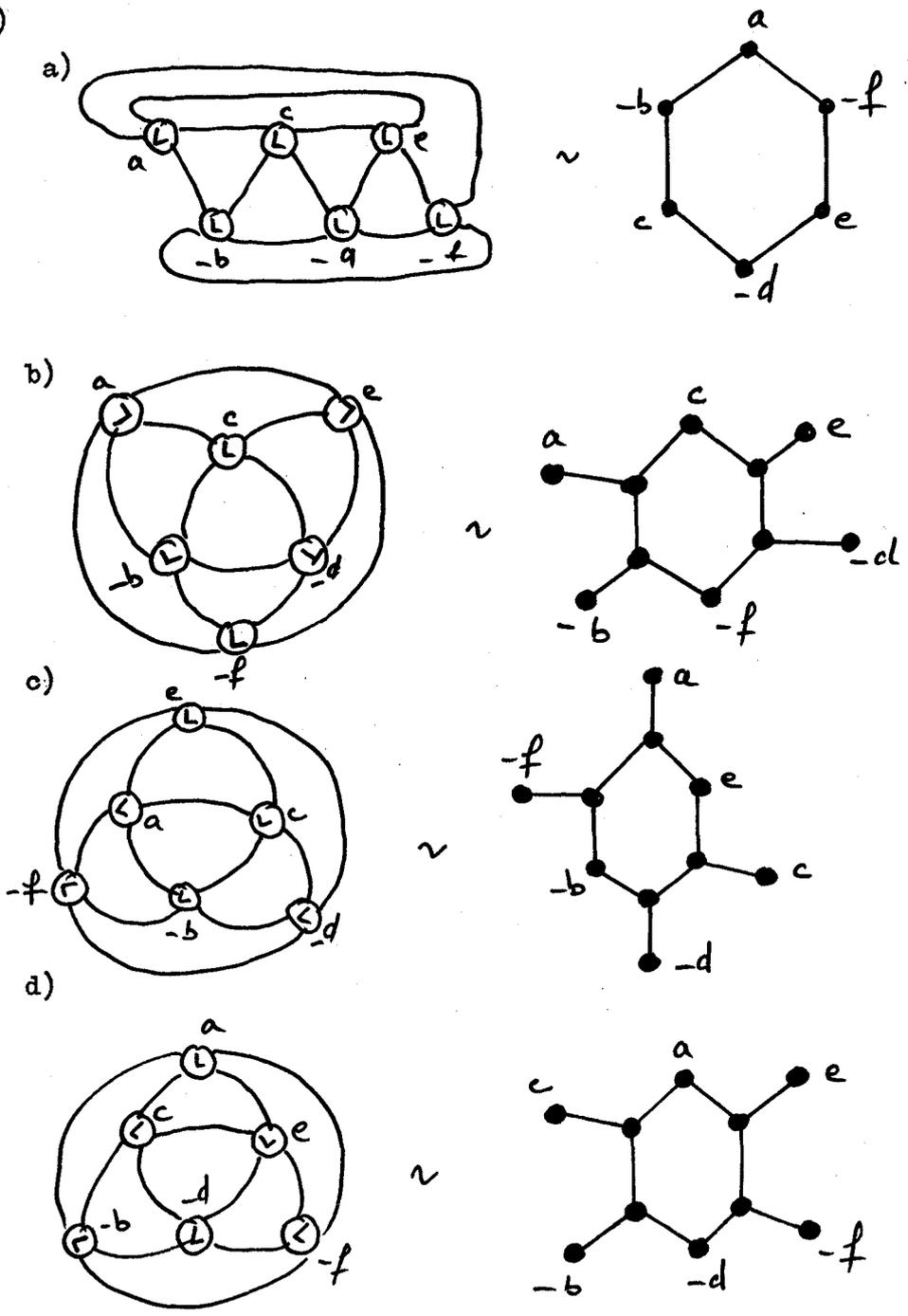
- Classifier les polyédriques et les différencier des arborescents revient à classifier les instructions de chirurgie standard ayant un ou plusieurs cycles.

- Regardons à titre d'exemple le cas 6*

7- Non-unicité :

Si l'on regarde le procédé par lequel on a associé à 6^* une description standard, on remarquera que le choix de la face du polyèdre intervient dans la forme de la description.

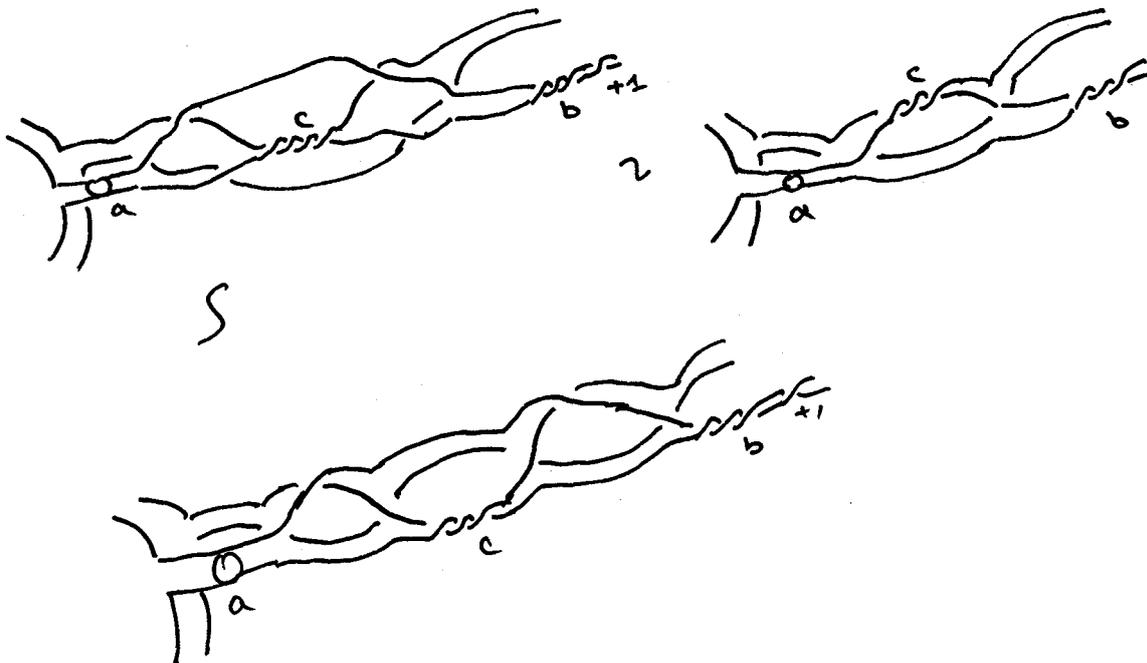
Eg.)



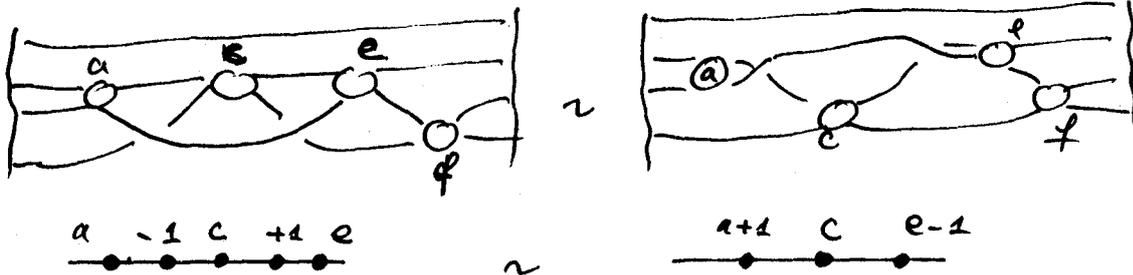
- On obtient ici quatre présentations possibles , l'échange des bords intérieurs et extérieurs ayant pour effet d'échanger bandes horizontales et bandes verticales .
- Il reste à établir entre les différentes présentations , les équivalences possibles par modifications des instructions de chirurgie standard en agissant sur un nombre pair de bandes .

8- Propriétés:

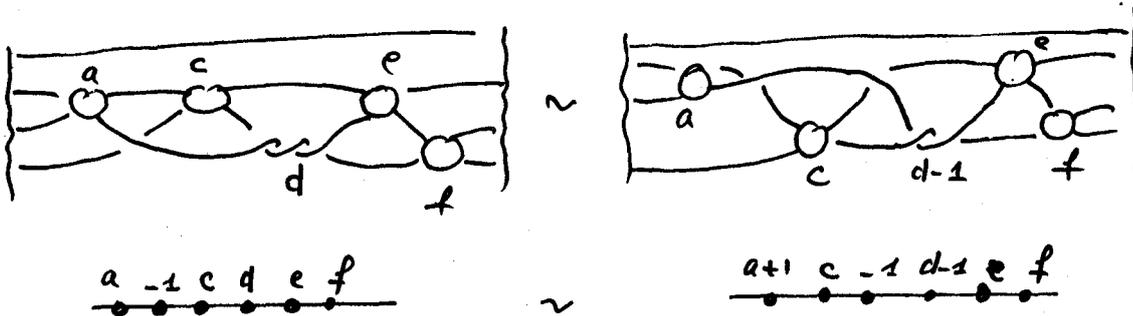
Propriété A



Propriété B (réciproque)



Propriété C :



Conséquences :

- Les propriétés A, B, C donnent avec le programme arborescent qui reste valable pour les branches, les transformations qui permettent de passer d'un 8^* , à un 6^* , à un 10^* .

L'alternance du diagramme étant donnée par une alternance des signes des poids comme dans le cas arborescent.

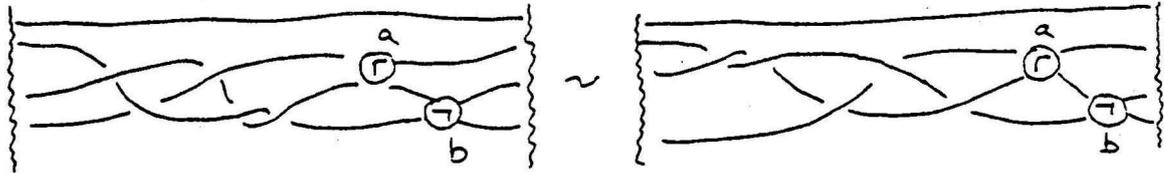
Il est bien évident, que la transformation élémentaire T_2 reste valable, mais que pour conserver le côté standard, il faut effectuer deux telles transformations et ceci simultanément.

(voir, théorèmes sur les cycles)

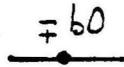
9- Applications

APPLICATION 1

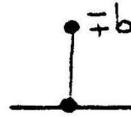
$a : b : -20 \sim -a0 : -b0 : -20$ (au signe près)



Rappel



vaut

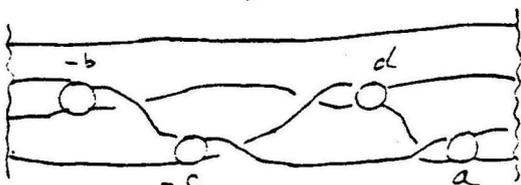
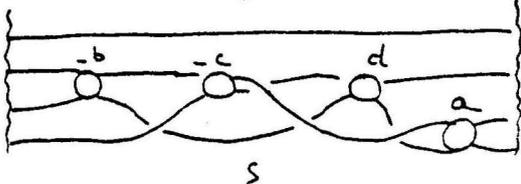
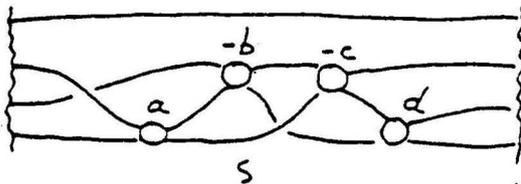


REMARQUE

Les propriétés A, B, C font que l'on ne peut rencontrer dans un type 6^{\pm} , 8^{\pm} , 10^{\pm} un tangle $+1$ ou -1 qui soit en non-alternance avec "ses voisins", un tel enlacement (Noeud) ayant une autre forme équivalente, ou plus réduite.

APPLICATION 2

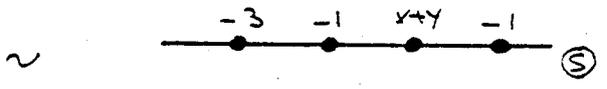
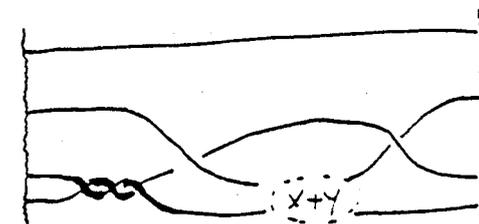
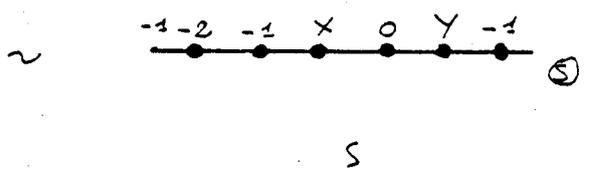
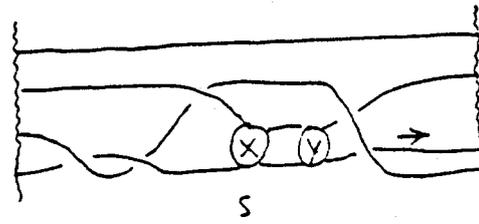
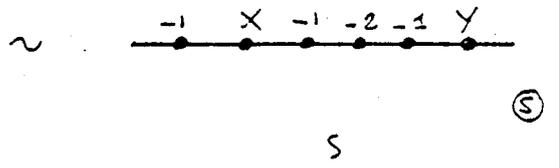
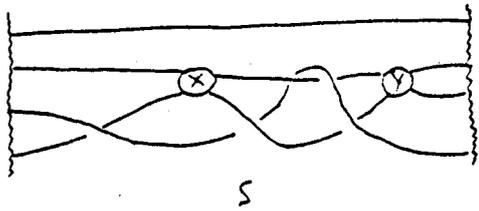
6^{\pm} Arborescent (à l'aide de A, B, C)



\sim ARBORESCENT (TR 1-3)

APPLICATION 3

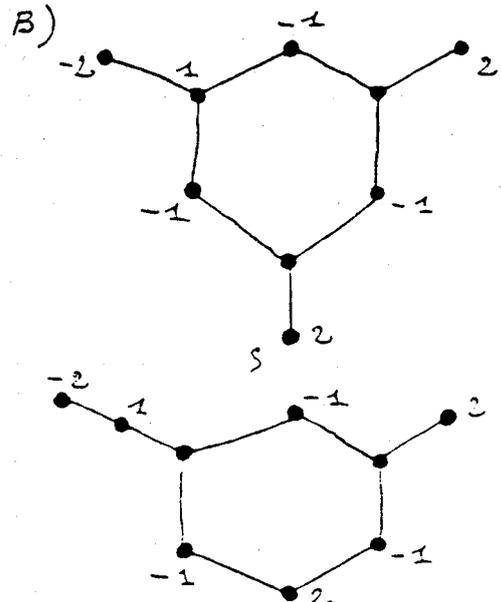
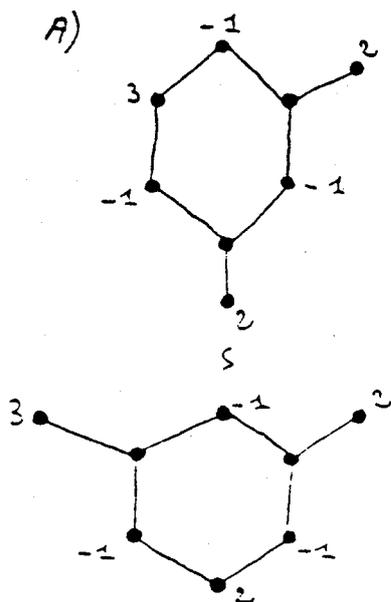
$X : Y : -2$ est arborescent



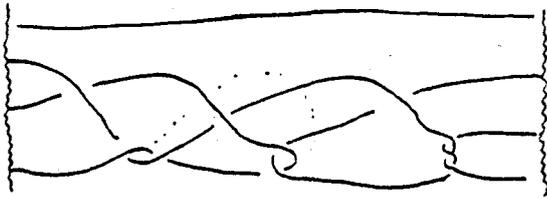
(Th 1-3)

Exemple: duplication (K. PERKO, AMS 74)

- A) $3 : -20 : -20 \sim -30 : 2 : -20$
 B) $21 : -20 : -20 \sim -210 : 2 : -20$ } d'après App 1



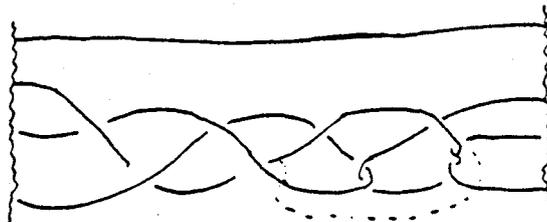
6^z



S



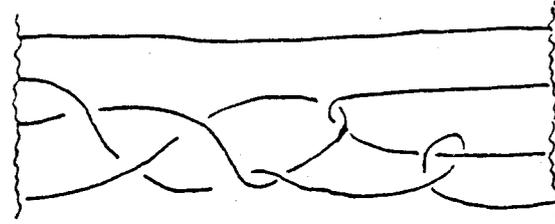
8^z



S



6^z



(une instruction de B)

EXERCICE

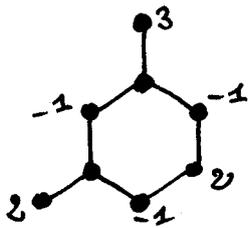
PERKOLATION

Montrer que cette transformation s'écrit algorithmiquement en fonction de la transformation élémentaire du "programme" arborescent. (T_2) avec certaines précautions, voir pages suivantes.

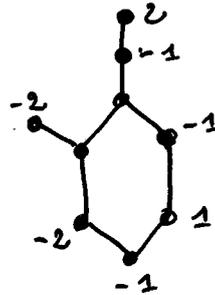
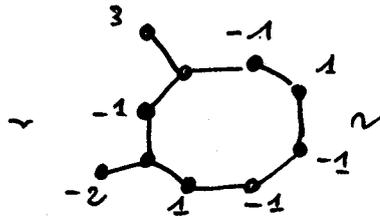
10- Conséquence:

- Pour notre classification , nous ne nous intéresserons qu'aux instructions standards , et celles -ci seront classifiées par analogie avec les instructions arborescentes .

Exemple: (app 3)



$$3 \circ -2 \circ -2 \sim -3 \circ 2 \circ -2$$



$$-2 \circ 2 \circ -2 \sim 2 \circ -2 \circ -2$$

Remarque:

-Il suffit d'adopter la règle suivante sur les instructions:

Règle:

-Pour passer d'une instruction standard à une autre ;il faut effectuer deux transformations élémentaires (2 TE) pour conserver le côté standard , mais celles-ci doivent être simultanément réalisables et de plus $\sum t = 0$;

Conséquence:

Il en résulte immédiatement un certain nombre de théorèmes .

11-Théorèmes sur les cycles :

Théorème fondamental:

- Toute modification standard sur un cycle est composition de transformations élémentaires simultanément réalisables et telles que la somme des modifications soit nulle ($\sum t = 0$)

Eg.) $\begin{array}{ccc} a & \overset{-1}{\circlearrowleft} & b \\ \bullet & \text{---} & \bullet \end{array} \xrightarrow[t = -1]{TE} \begin{array}{ccc} a+1 & & b+1 \\ \bullet & \text{---} & \bullet \end{array}$

Il en résulte les cas suivants : $a, b, c, \dots \in \mathbb{Z}$

Prop. (A, B) $\begin{array}{ccc} a & c & b \\ \bullet & \text{---} & \bullet \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{ccccccc} a+1 & \textcircled{+1} & c & \textcircled{-1} & b-1 & & \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & & \end{array}$

Prop. C $\begin{array}{ccccccc} a & -1 & c & d & e & f \\ \bullet & \text{---} & \bullet & \text{---} & \bullet & \text{---} & \bullet \\ \underbrace{\hspace{2em}} & & & & \underbrace{\hspace{2em}} & & \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{ccccccc} a+1 & c+1 & d & e-1 & \textcircled{-1} & f-1 & \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \\ \uparrow & & & & & & \\ (+2) & & & & & & \end{array}$

Prop. C' $\begin{array}{ccccccc} a & b & c & d & e \\ \bullet & \text{---} & \bullet & \text{---} & \bullet \\ \underbrace{\hspace{2em}} & & & & \underbrace{\hspace{2em}} & & \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{ccccccc} a+1 & \textcircled{+1} & b+1 & c & d-1 & \textcircled{-1} & e-1 \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \end{array}$

Prop. C'' $\begin{array}{ccccccc} a & b & c & d \\ \bullet & \text{---} & \bullet & \text{---} & \bullet \\ \underbrace{\hspace{2em}} & & & & \underbrace{\hspace{2em}} & & \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{ccccccc} a+1 & \textcircled{+1} & b+1 & c-1 & \textcircled{-1} & d-1 & \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \end{array}$

Eg.) App 1 $\begin{array}{ccccccc} 1 & -1 & 1 & 2 & a & b_0 \\ \bullet & \text{---} & \bullet & \text{---} & \bullet & \text{---} & \bullet \\ \underbrace{\hspace{2em}} & & & & & & \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{ccccccc} 2 & 1 & \textcircled{-1} & 1 & a & b_0 & \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \bullet & \\ \uparrow & & & & & & \\ (+1) & & & & & & \end{array}$

Remarque :

Il est très facile de retrouver ces transformations en termes de braids " standards " .

Dans le cadre des tabulations seuls sont intéressants les cas qui amènent des réductions du nombre de croisements ou des équivalences , c'est pourquoi , nous donnons les quatre théorèmes suivants /

Théorème 1 :

- Si un cycle comporte un nombre de poids égaux à +1 ou -1 supérieur ou égal à deux , alors l'enlacement (le noeud) possède une autre forme plus réduite en nombre de poids .
(voir 6**)

Remarque

- Le poids total peut être augmenté , diminué , ou inchangé suivant l'alternance .

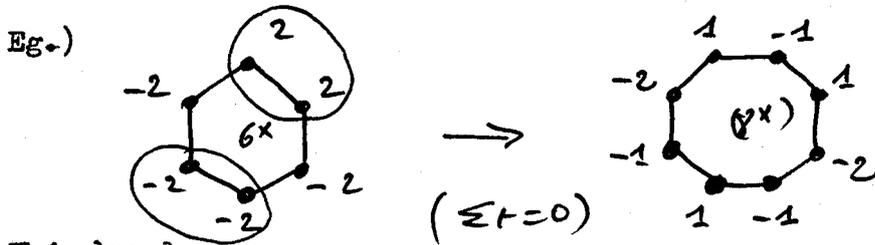
Théorème 2

- Un cycle $2P^*$ qui comporte deux non-alternances au moins possède une autre forme $2(P+1)^*$



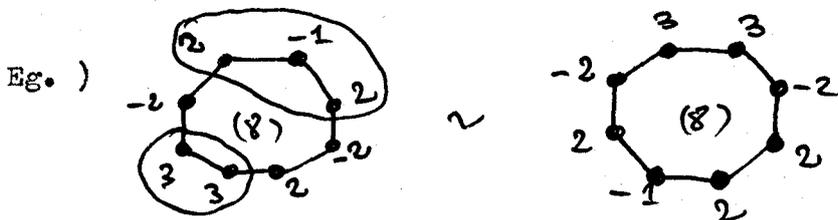
(même remarque)

Ceci permet de passer d'un 6^* à un 8^* , d'un 8^* à un 10^* et réciproquement en fonction de l'alternance de l'enlacement .



Théorème 3:

- Un cycle comportant un nombre égal de non-alternances et de séquences $\begin{matrix} \pm a, \pm b \\ \bullet \bullet \bullet \end{matrix}$ possède (au moins) une autre forme équivalente.



Théorème 4 :

Les cycles alternants $2P^*$ sont minimaux en nombre de croisements et déterminent l'enlacement.

Théorème 4' :

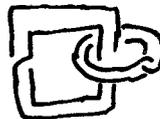
Si les quatre formes d'un type 6^* ne sont pas justifiables des Th1, Th 2 , Th 3 , alors l'enlacement correspondant est parfaitement déterminé .

Conséquence

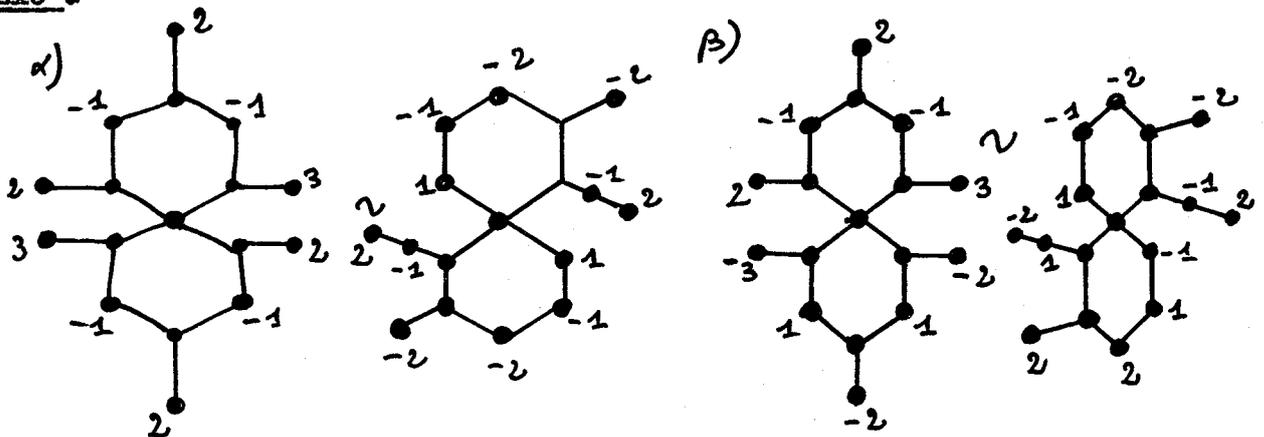
Les liens entre les modèles sont régis par les théorèmes précédents , (ils sont compositions de transformations élémentaires + transformation des branches) .

Si a cela nous ajoutons la chaîne d'équivalence et les règles d'orientation des branches arborescentes , nous avons une classification des enlacements polyédriques .

Exc. Chercher tous les modèles de l'enlacement suivant :



Exc.



(Propriétés de ces enlacements ?)

12 - Tabulations Polyédriques .

J'ai montré dans ce qui précède qu'il était possible, quitte à compléter l'enlacement (ou le noeud) par l'addition d'une composante indépendante d'arriver ainsi à définir un modèle mathématique pour les éléments polyédriques.

Dans ce paragraphe, je donne les modèles standards de squelettes qui permettent de classifier les Polyédriques des tabulations *actuelles*, et ceci directement à partir du polyèdre de Conway (ou notation).

Pour ce squelette, l'orientation des bourgeons arborescents définie est conservée, par contre pour les cycles que nous rencontrons, il est moins évident de pouvoir bénéficier d'une orientation induite, car pour ne pas avoir de problème, il faut que le nombre de poids du cycle soit divisible par quatre. (en effet, la convention de rabatement des bandes sur le plan est un phénomène périodique modulo 4).

Il faudrait donc, n'admettre pour ne pas avoir de problèmes d'orientation, n'admettre que des cycles ayant 8, 12, poids, quitte à admettre un certain nombre de poids nuls arbitrairement choisis, ceci a pour effet d'augmenter le nombre de squelettes équivalents.

$$\begin{array}{ccc} x & o & z' \\ \bullet & \circ & \bullet \\ y & o & y' \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} x+x' \\ \bullet \\ y+y' \end{array}$$

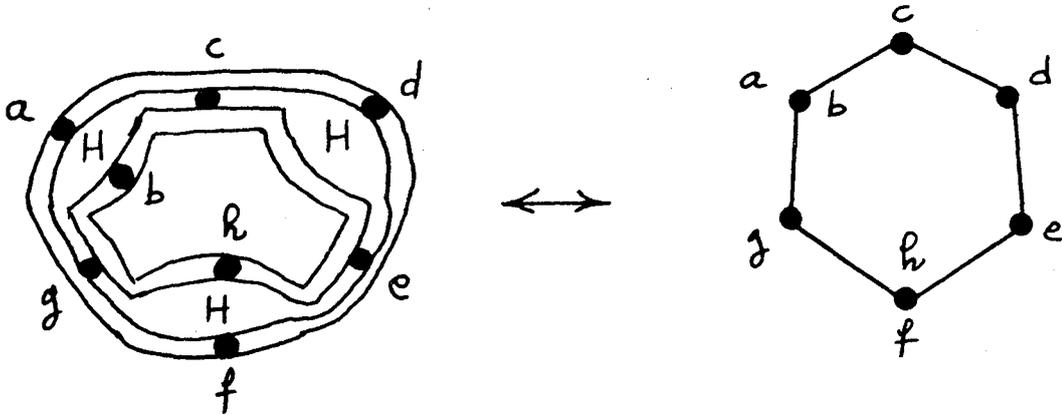
$x, y, z', y' \in \mathbb{Z}$

Pour ne pas avoir cette augmentation, étant donné qu'il n'y a qu'un cycle dans les squelettes rencontrés, je préfère choisir une convention de représentation.

Convention

Les bandes du cycle qui sont horizontales seront pondérées de façon naturelle ; les bandes verticales seront rabattues à l'extérieur si plombées en haut et à l'intérieur si plombées en bas.

Exemple Général



Remarque

Le squelette est choisi de façon à ne pas augmenter inutilement le nombre de croisements de l'élément de départ, et le ler poids sera indiqué avec la position de sa bande (centre). Les bandes horizontales du cycle seront de façon naturelle dans le plan de rabattement des bandes. Les bourgeons arborescents seront orientés naturellement par rapport aux bandes sur lesquelles ils se greffent.

Correspondance Polyèdre-Squelette.

Dans les pages suivantes, je donne les principales correspondances entre squelettes et polyèdres de type Conway .
Celles-ci sont données dans la table qui suit , pour chaque élément

. Il est remarquable d'une part, combien ces squelettes permettent de différencier les éléments et sont les seuls invariants actuels ayant une telle force de classement; d'autre part , je n'ai pas donné toutes les formes possibles et imaginables pour les squelettes d'un élément donné , car bien des squelettes sont "non-conformes" sur le plan de l'arborescence.'

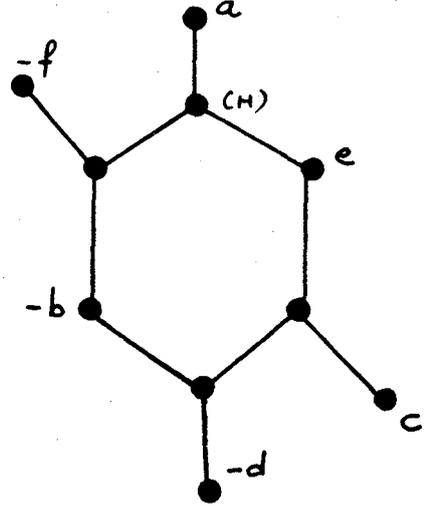
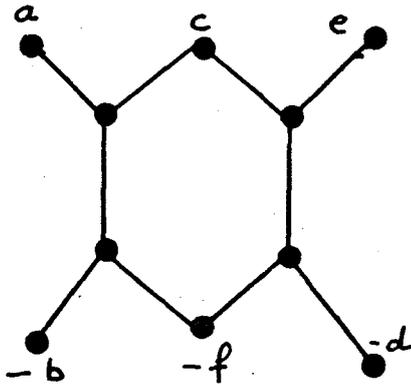
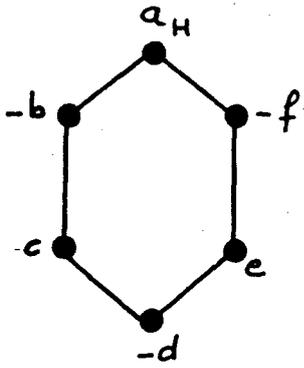
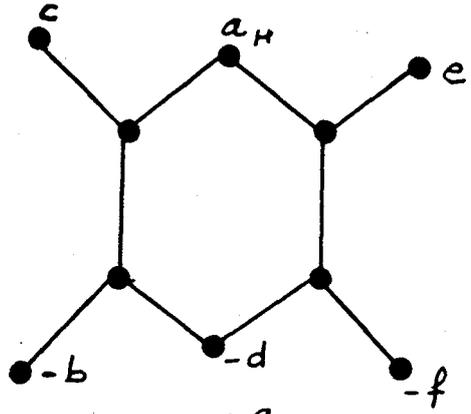
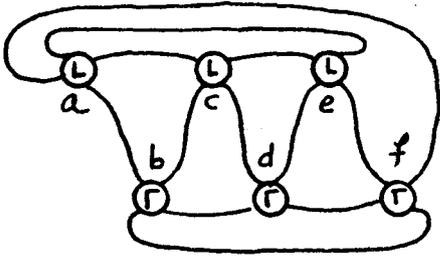
Règle

Un cycle réduit en arborescence ne peut contenir sur l'un de ses bords seulement deux poids .

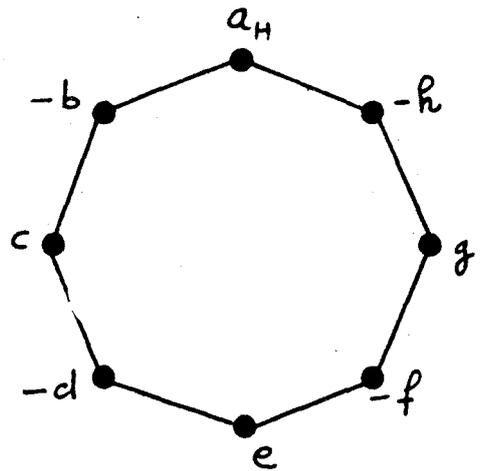
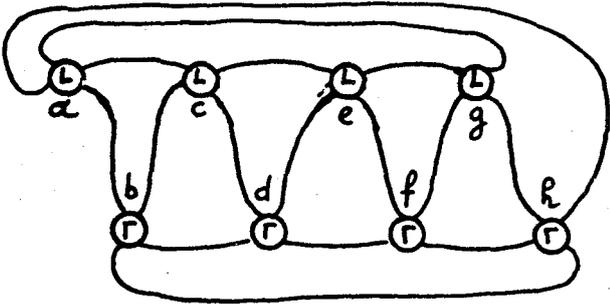
(ceci entraine immédiatement une liaison double)

SQUELETTES

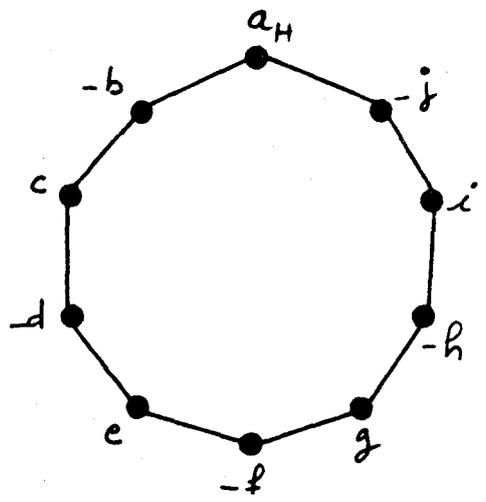
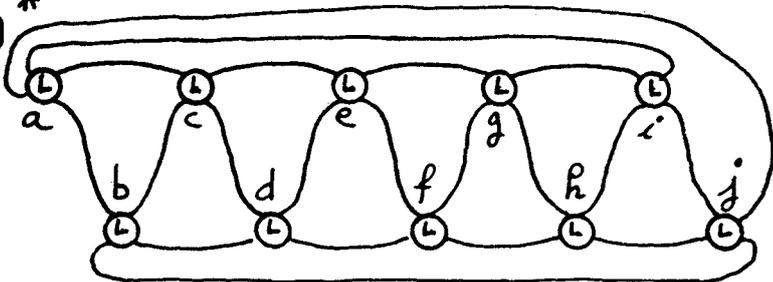
6*



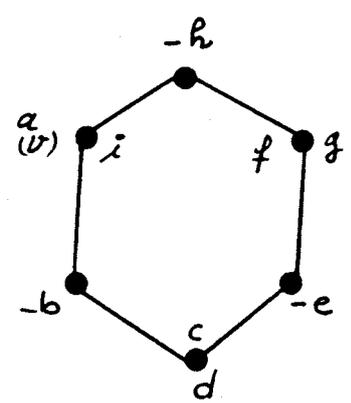
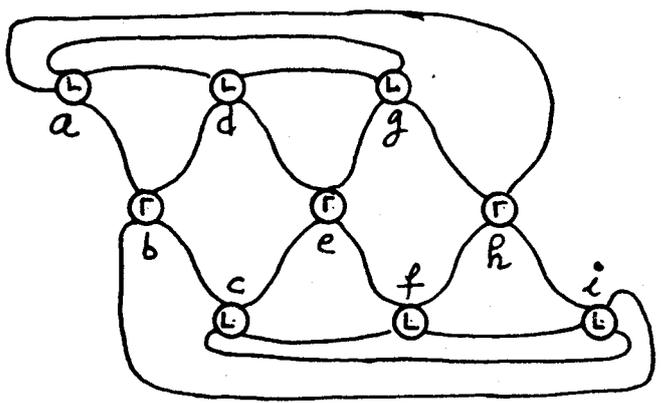
8*



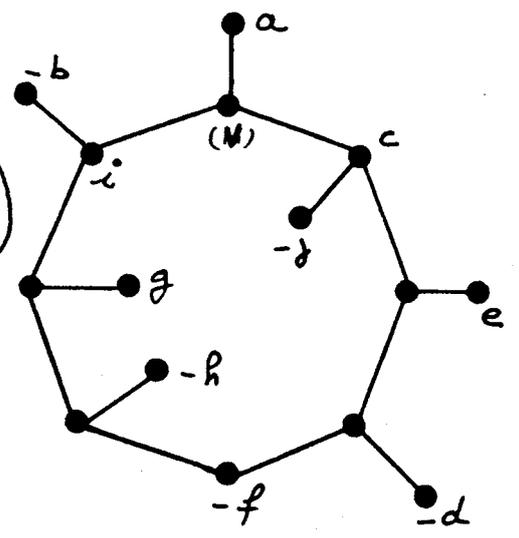
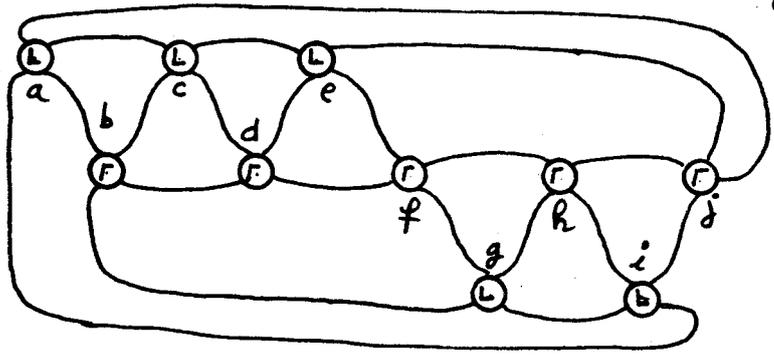
10*



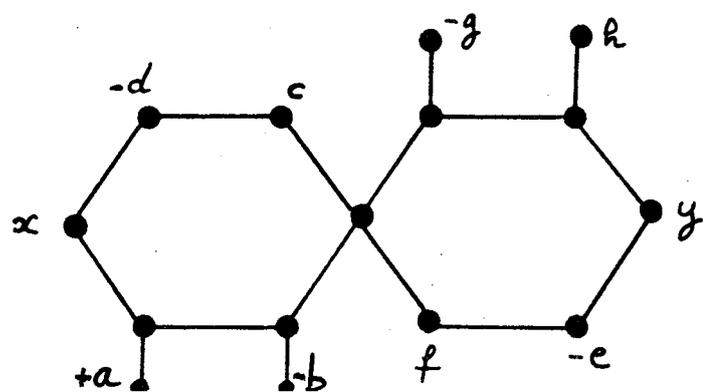
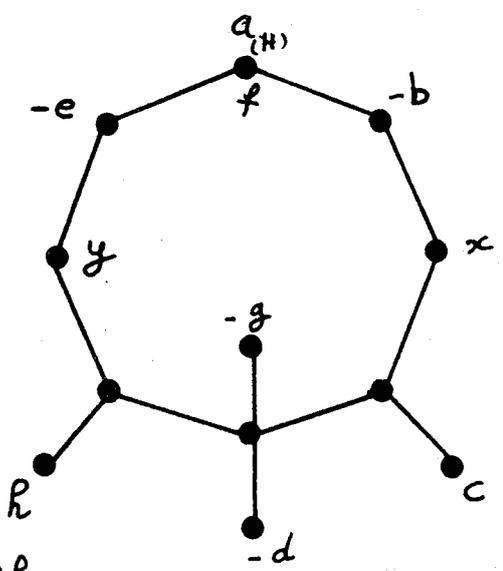
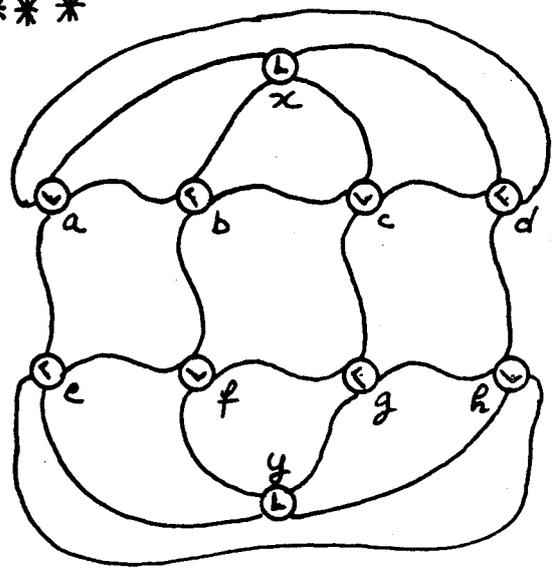
9*



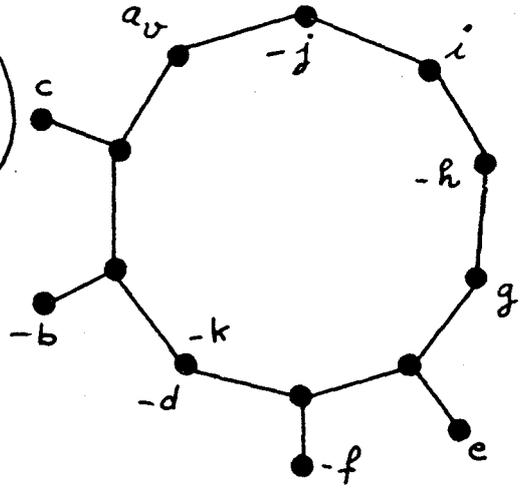
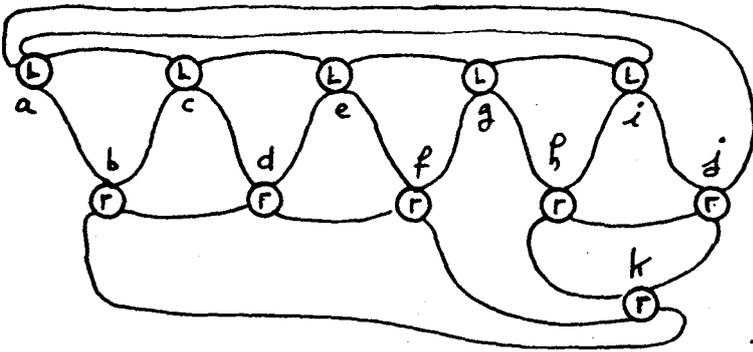
10**



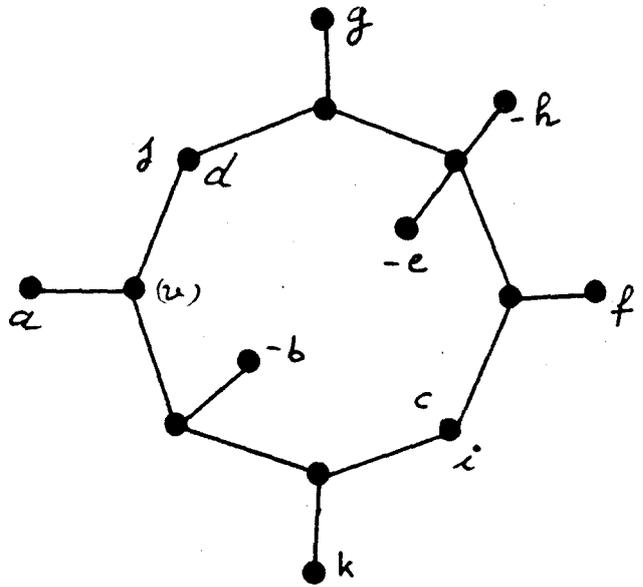
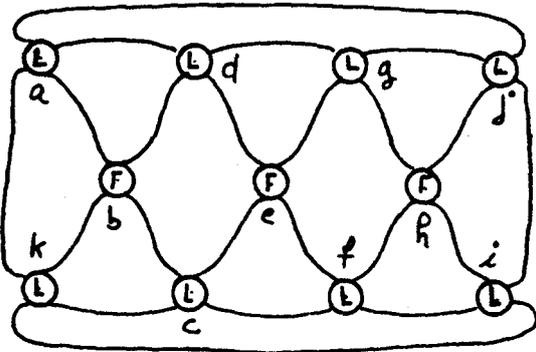
10***



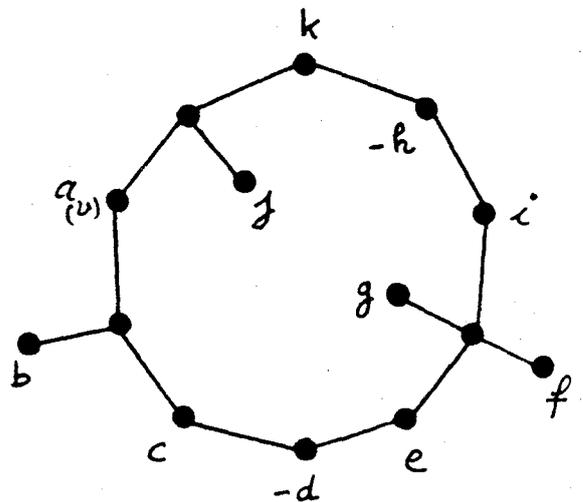
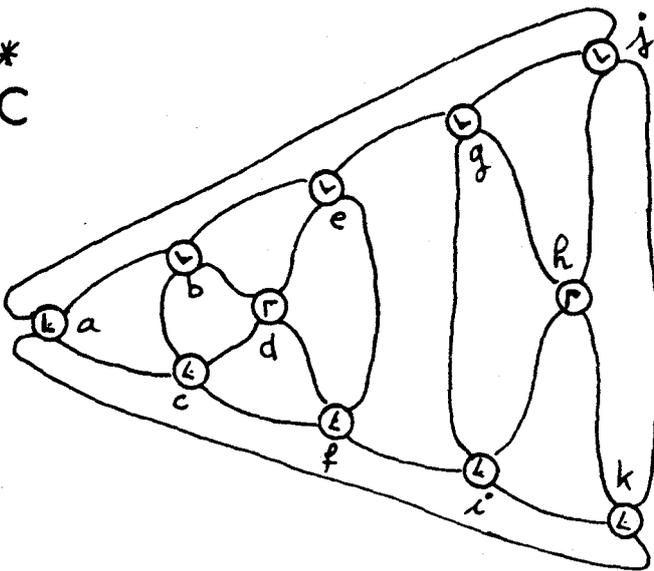
11*



11*



11*



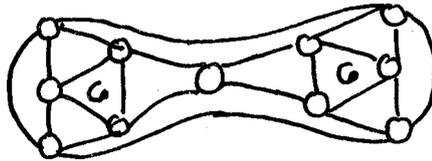
Exc

11^*c admet aussi des présentations plus générales .

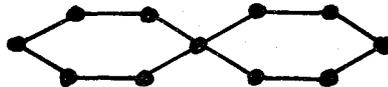
a) Montrer que 11^*c admet une présentation de la forme :



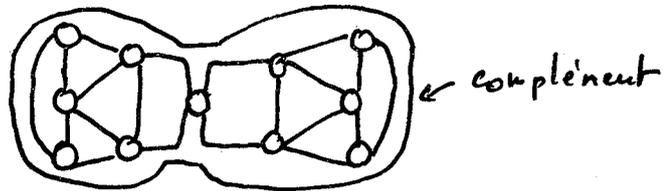
Hint:



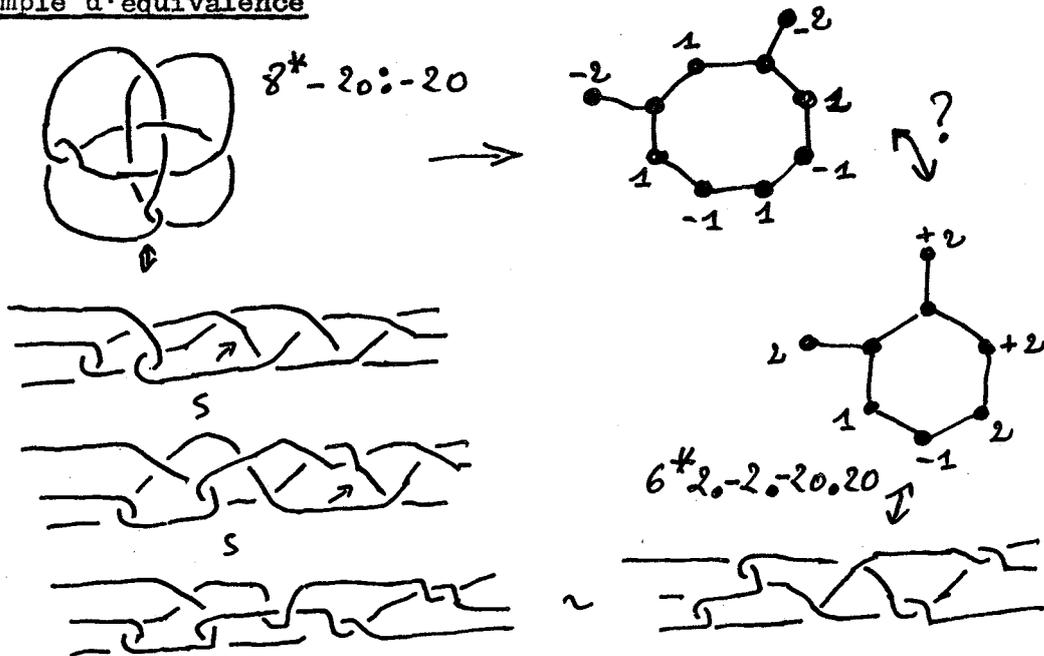
b) montrer que 11^*c admet aussi une présentation de type :



Hint:



Exemple d'équivalence

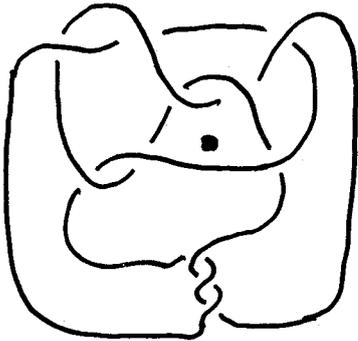


Exc. Ecrire toutes les transformations en termes de modèles en n'utilisant que des transformations élémentaires .

13- Observation sur les notations:

- Les noeuds de la tabulation de CONWAY sont en général notés par rapport à leur forme dans la tabulation de LITTLE , par conséquent il n'est pas rare d'avoir quelques difficultés pour retrouver un élément donné (par une méthode organique) .

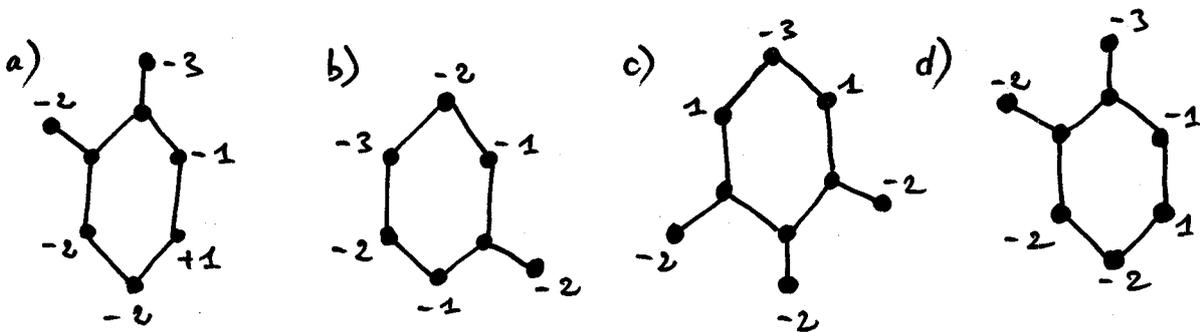
Eg.)



Il est ici naturel de noter ce noeud par rapport au triangle central et de tourner dans le sens rétrograde , afin de ne pas avoir à rencontrer de ± 1 , notre élément

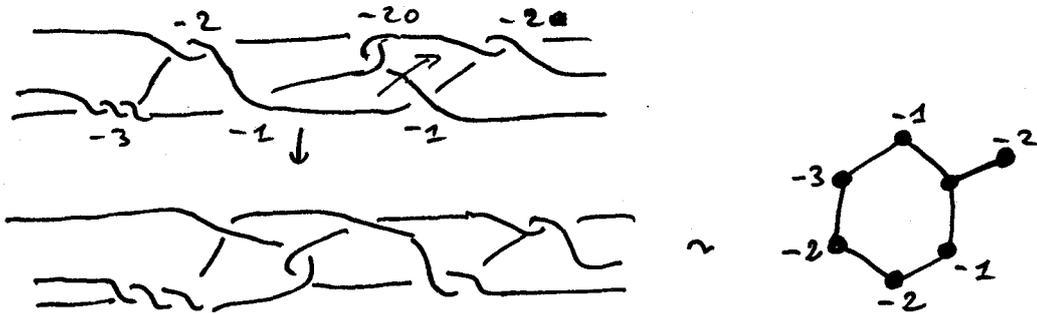
est alors le $6^* 30 . -20 . -2 . 2$, cet élément étant réduit en nombre de croisements , il est donc normal que le premier tangle appelé soit le plus important , donc $6^* 30 . - 20 . -2 . 2$ est une notation fort acceptable .

- Les différents modèles de ce noeud sont :

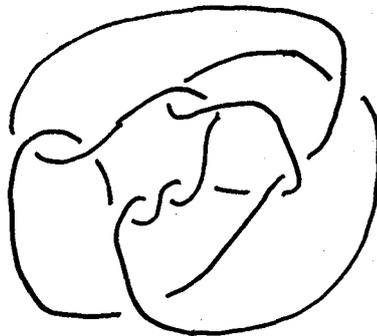


Considérons par exemple l'instruction b) :

- Cette instruction correspond au braid :



Cette dernière instruction est au signe près la 3^{ème} instruction du n° 509 (polyédrique), c'est à dire le $6^* 2 \circ -3 \circ -20 \circ 2 0$ qui est :



Conséquence:

-Lorsqu'un enlacement ou un noeud aura un modèle qui n'est pas dans la table, il faudra utiliser les théorèmes sur les $2P^*$ pour rechercher une autre forme équivalente.

Remarque :

-Le test effectué sur 300/400 notations qui ne sont pas dans la table ne m'a permis que de découvrir les noeuds 551 et 552.

14 - Construction des modèles :

- Revêtement branché double

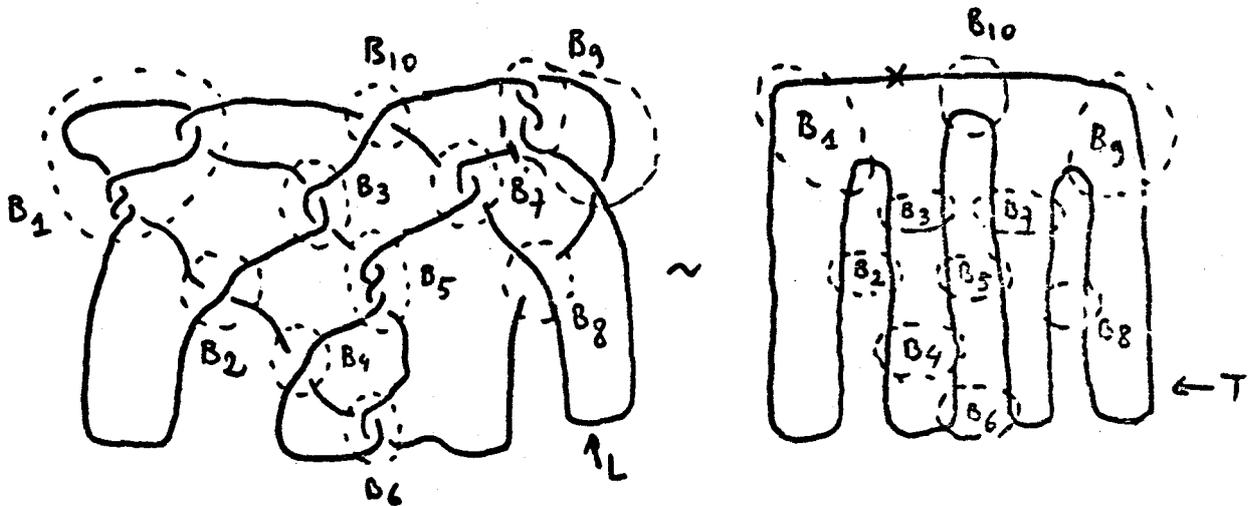
Nous avons vu dans mes précédentes notes comment différencier arborescents et *polyédriques* par un procédé simple.

En terme de revêtement, nous ne nous intéresserons donc au "Double branched covering" que lorsque l'élément considéré sera un enlacement arborescent.

Dans ce cas, alors, l'élément aura une présentation de type standard traduisible par un arbre pondéré.

Mais pour illustrer cette recherche, regardons l'exemple donné par Montésinos dans A.S. n° 84 (M_3).

Exemple : (2-fold cyclic branched covering)

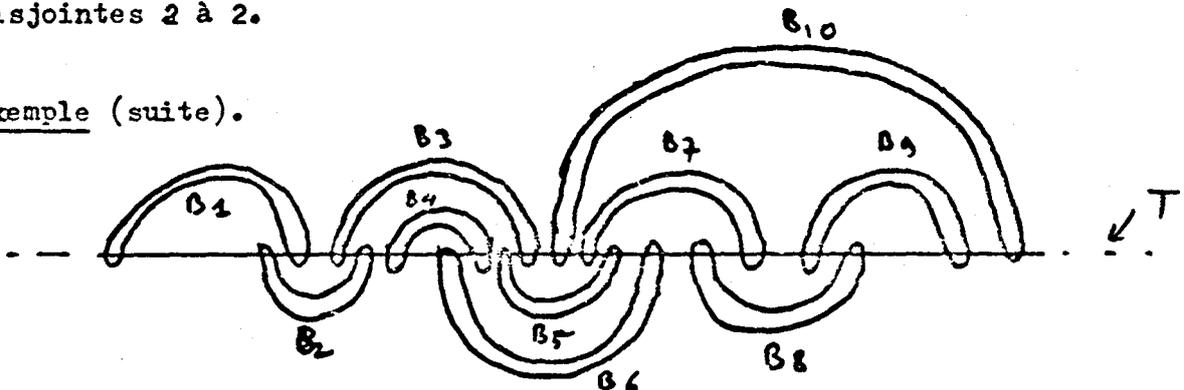


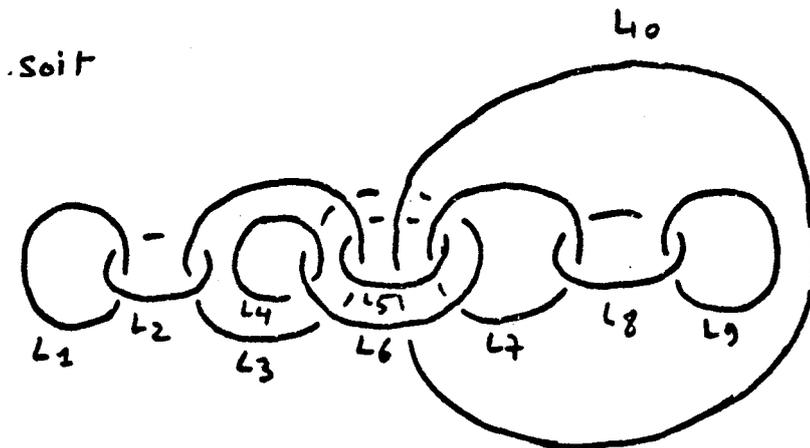
Principe :

Remplacer les tangles simples ou généralisés par des boules, et rechercher un chemin T passant par toutes ces boules (cf. exemple).

Puis, couper T en un point et tirer de façon à obtenir une présentation en arcs des boules, mais les boules devant rester disjointes 2 à 2.

Exemple (suite).





Remarque

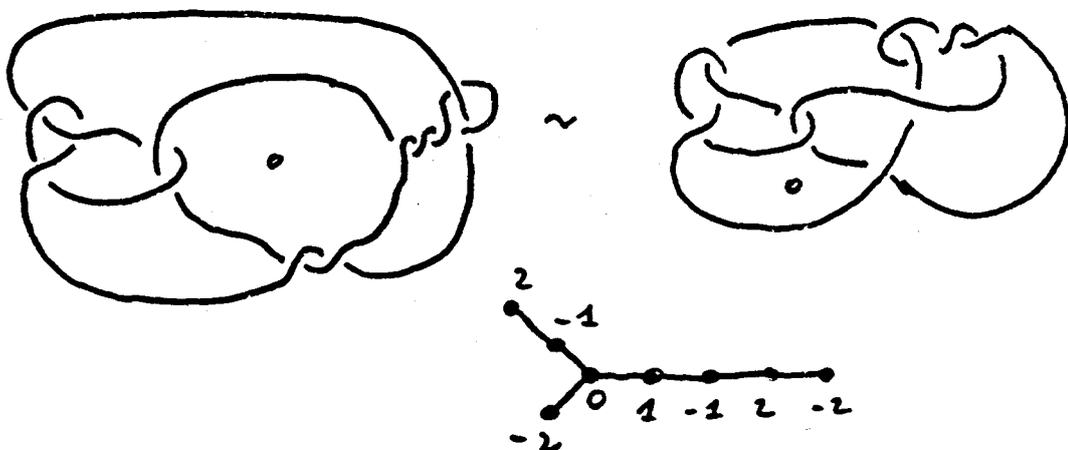
Nous remarquerons que la présentation obtenue n'est pas standard, car en effet l'enlacement arborescent de départ n'était pas réduit en nombre de croisements.

Règle

Il faut donc partir d'un diagramme réduit en nombre de croisement, tout en respectant la structure la plus simple pour l'enlacement.

Exemple (suite)

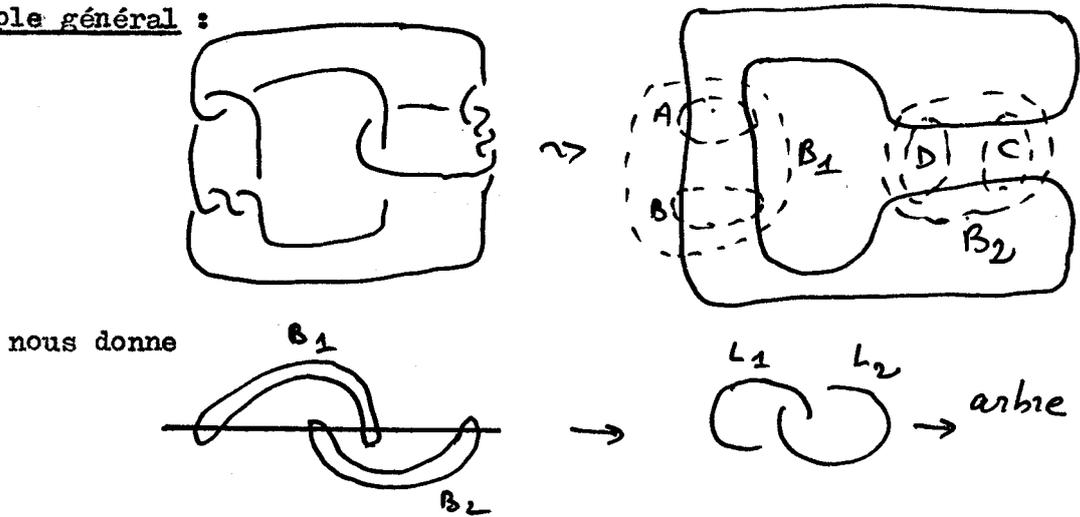
L'enlacement réduit est



Problème

L'arbre associé ici est en fait associé au revêtement double ramifié branché, donc il faut en fait partir d'un revêtement simple (forme $1^{\#}$) et remonter les ramifications ce qui revient à donner à l'enlacement sa forme plombage.

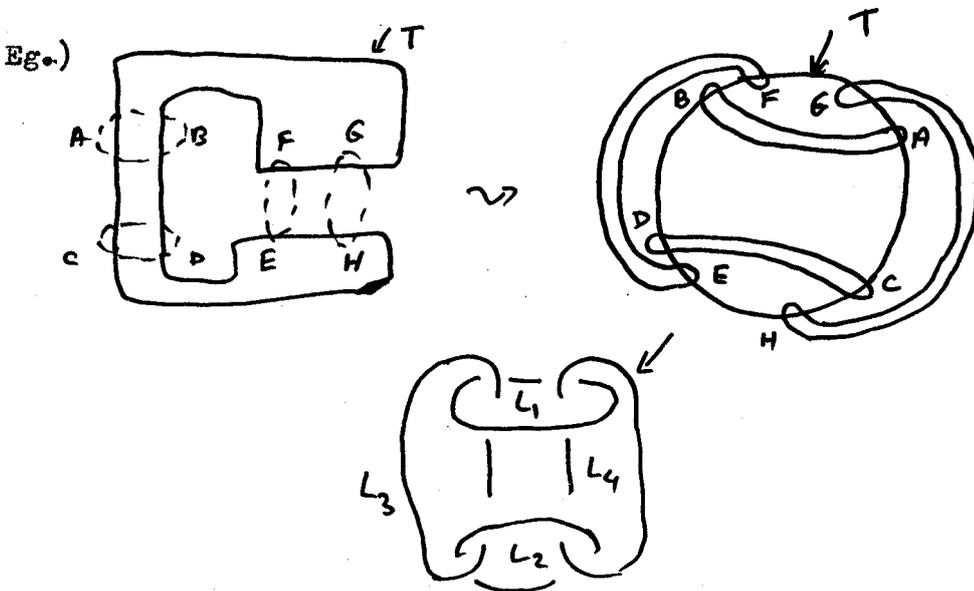
Exemple général :



L_1 et L_2 correspondant au contenu des boules B_1 et B_2 ,
il reste alors à ramifier l'instruction en utilisant les
équivalences d'instructions

Présentation : *

- Par contre nous pouvons immédiatement remarquer qu'en utilisant
la même courbe T , nous pouvons obtenir un autre type de
revêtement .



* (voir : AKBUMUT et KIRBY , BRANCHED COVERS OF SURFACES IN M^4)

Principe

Etant donné un polyèdre à p -bulles, nous rechercherons une courbe fermée (chemin) passant par toutes les bulles (ou plusieurs chemins) et nous leur donnerons une forme circulaire, la présentation obtenue sera standard si aucune boule n'intersecte une autre et si les composantes sont transverses [voir]

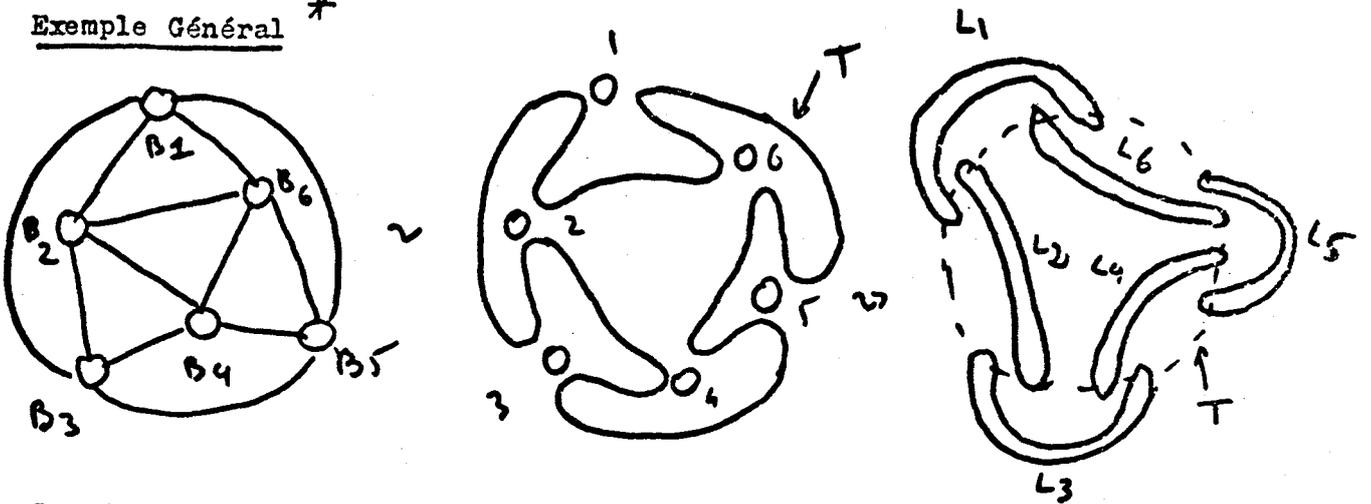
Remarque

L'assurance de trouver un chemin fermé passant par toutes les boules, revient à affirmer que tout polyèdre est au moins polyèdre d'un noeud hyperbolique.

Théorème

Tout graphe de valence 4 est recouvrable par un chemin fermé (C_3).

Exemple Général *



Conséquences

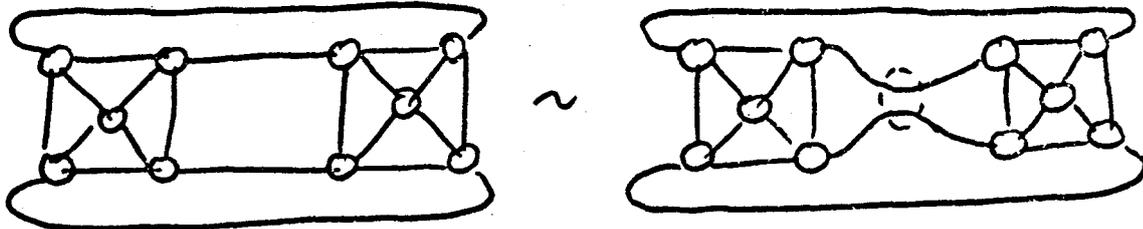
Le lecteur peut ainsi retrouver aisément, les instructions que j'ai donné dans (C_2) et comprendre la classification qui en résulte pour les enlacements, ainsi d'ailleurs que pour les types de revêtements.

Le seul problème pouvant subsister est le nombre minimal de courbes T nécessaire pour obtenir une présentation qui soit standard.

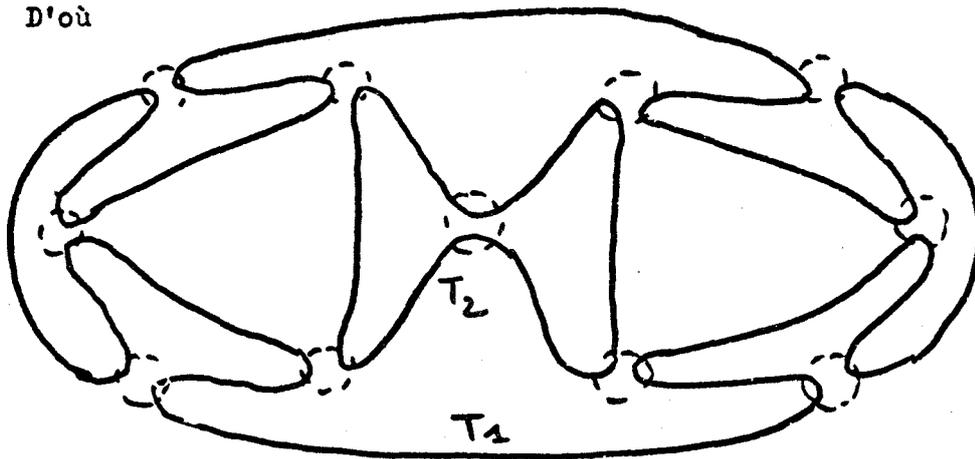
* Le choix  ou  n'a guère d'importance si l'on tient compte de $-b_0 \sim 0 \sim -b$

Exemple Général

$10^{\text{au}} \text{ est la composition de deux } 6^{\text{e}}$



D'où

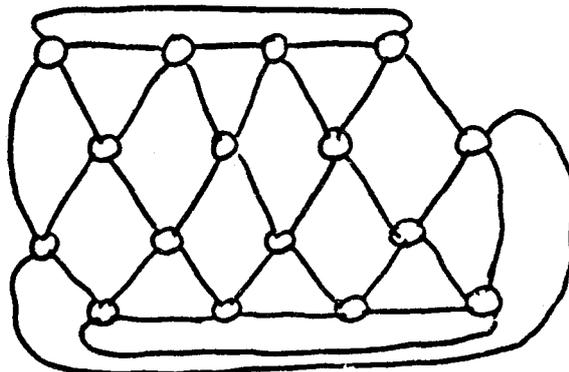


l'effacement d'un bloc 6^{e} permet de relier T_1 et T_2 .

Par contre, il est bien évident que dès que le nombre de bulles augmentera, ce procédé deviendra lui-même assez complexe, par le fait qu'il faut choisir une présentation correcte du polyèdre et un bon T (Cf. exemple).

Exemple Général

Rechercher un modèle standard pour ce polyèdre.
(ou bien un 3×6) (ou bien un 2×8). [Voir p. 277]

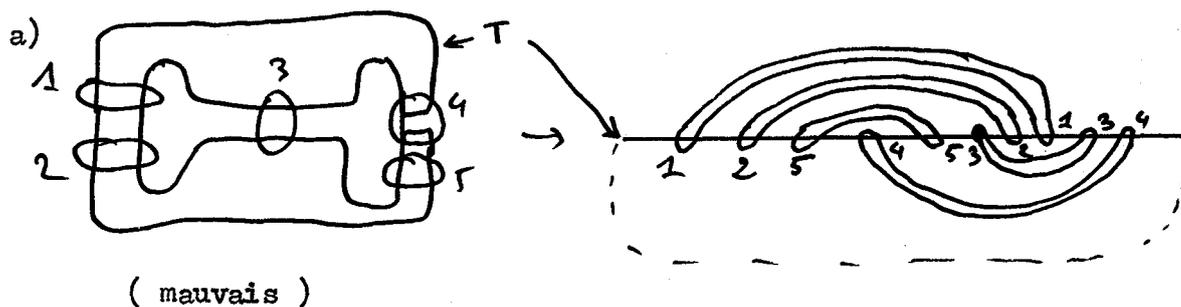


15- Bonne présentation

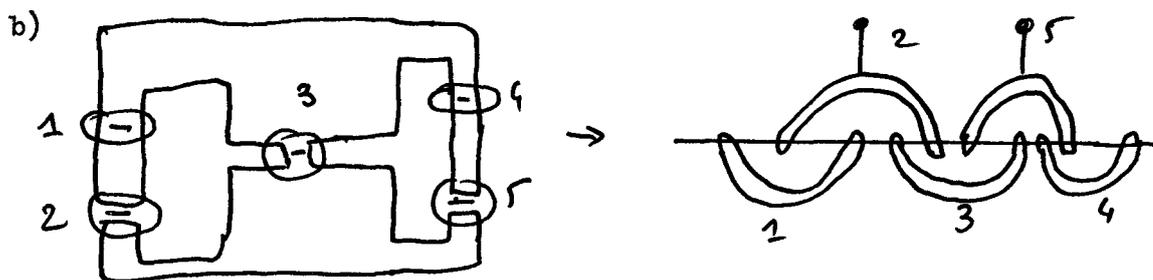
Proposition:

- En général il existe un "bon choix de T" qui mène à une linéarisation correcte standard de l'instruction réduite .
- Dans les cas simples on retrouve directement l'arbre .

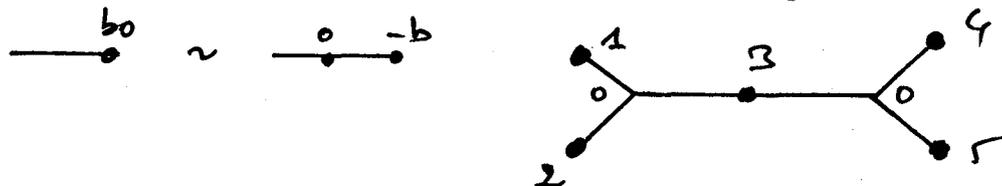
Eg.)



PB. reconnaître les arbres dans ce genre de diagrammes ?

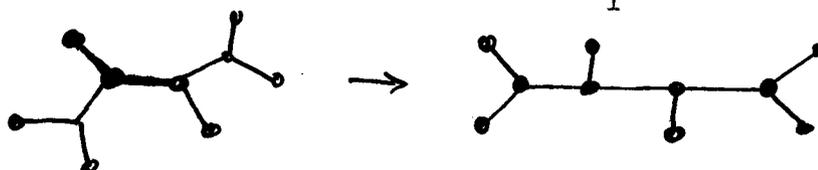


"bon choix " on retrouve l'arbre en tenant compte de



NB.

- Ceci explicite le choix d'une présentation des arbres qui comporte un maximum de linéarité (C_1)



Remarque:

Si l'on ajoute à ceci la compatibilité des règles sur les fractions continues p/q avec celles de la chirurgie standard on obtient par compression des chaînes (branches) rationnelles terminales un arbre réduit accessible par le procédé ci-avant pour tous les arborescents des tables actuelles.

Cet arbre est alors pondéré par des rationnels p/q .

Rappel :

Si a a pour fraction continue p/q , b pour fraction r/s

alors $a+b$ a pour fraction $ps+qr / qs$

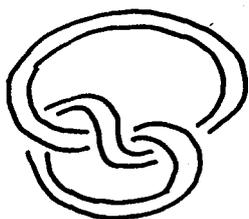
et $a \times b = a0 + b$ a pour fraction $qs + pr / ps = q/p + r/s$

avec $\overset{b0}{\text{-----}} \sim \overset{1/b}{\text{-----}}$

ELEMENTS DE TYPE GENERAL

1 - Introduction :

- Nous ne pouvons pas rencontrer au niveau des tabulations actuelles des éléments ayant des compagnons non-triviaux , en effet , le premier élément ayant le trèfle pour compagnon est :



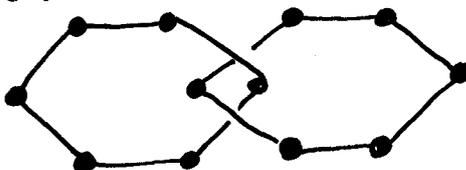
il a 12 croisements

par contre , il existe des enlacements ayant un compagnon trivial

soit localement le motif :



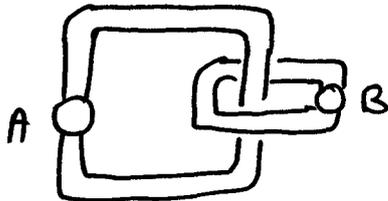
et des enlacements composés de type :



où un certain nombre de poids sont nuls ou ∞ , nous dirons que la forme est relativement " dégénérée " .

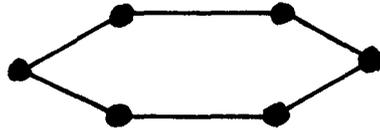
2- Enlacements composés des tabulations actuelles :

- Dans le contexte des tabulations actuelles , nous trouvons que des éléments dégénérés de la forme :



où A et B sont des tangles simples

en effet , une bande simple est susceptible d'avoir une représentation de type général de la forme :

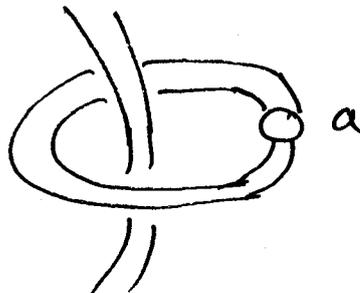


et la composition est un cas particulier de l'opération locale  de l'exemple en introduction .

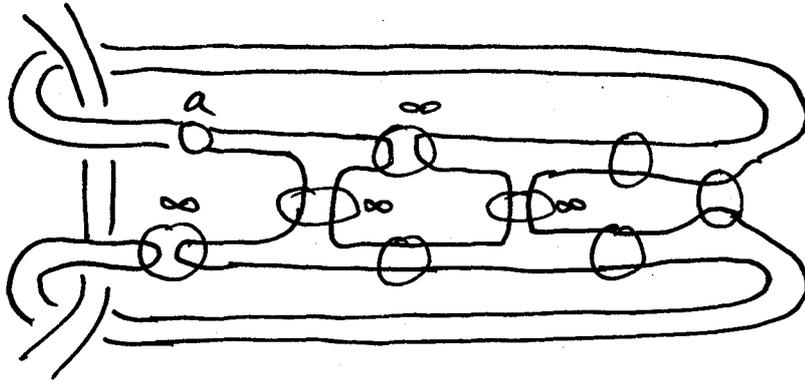
Donc regardons une composition



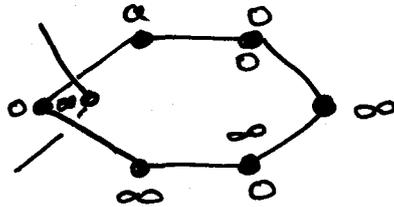
soit :



Cette composition peut se voir :



soit :

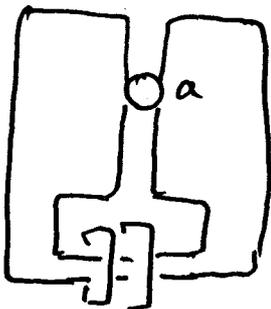


Au niveau des tabulations actuelles , nous trouvons de telles compositions , et A et B peuvent prendre les valeurs 0 , ± 1 , ± 2 .

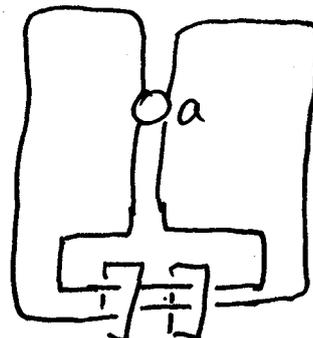
Remarque :

-Ces enlacements sont non-simples pour SCHUBERT .

1^{ère} Famille : (compagnon trivial)



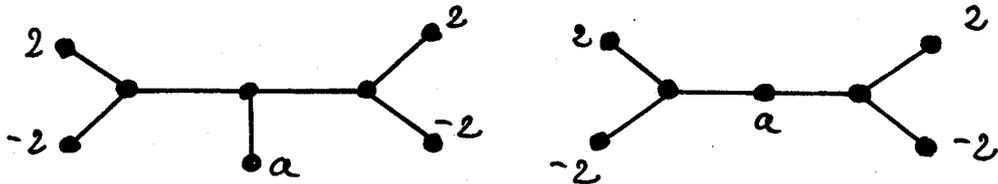
soit encore



qui est arborescent si A est un tangle arborescent .

Propriété :

Les enlacements ayant un compagnon trivial dans les tabulations sont du type :

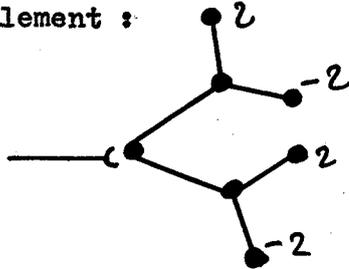


avec $a \in \mathbb{Z}$

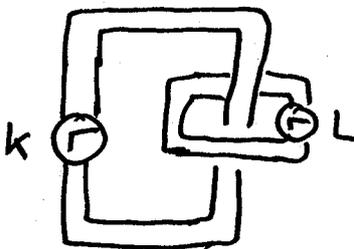
plus généralement :

Propriété :

Un arborescent possède un compagnon trivial si son arbre contient localement :



3- Enlacement de deux bandes plombées :

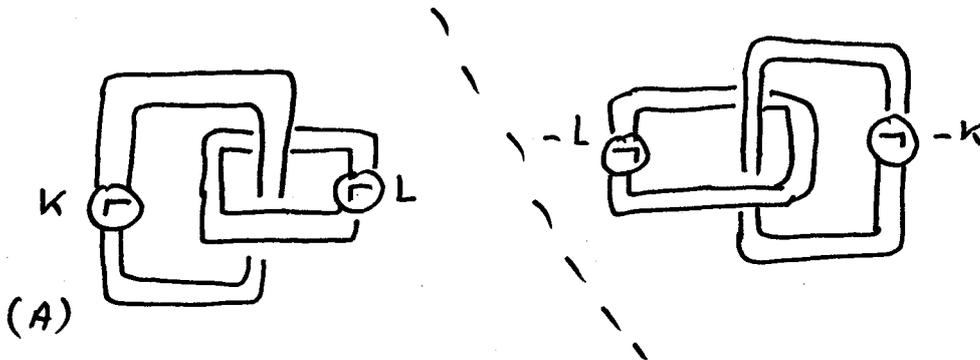


- Dans les tables K et L sont des tangles simples
- notons cette composition $\langle K, L \rangle_2$

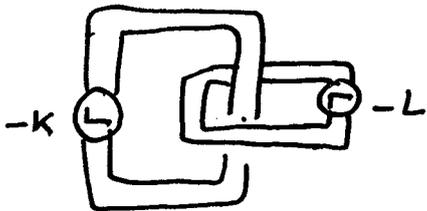
Propriété :

$$\langle K, L \rangle_2 \cong \langle -K, -L \rangle_2$$

en effet , regardons l'enlacement et son obverse , nous avons :



mais par flipe et rotation : (B) vaut



mais $-K$  vaut  $-K$ par replombage de toutes les bandes en sens inverse (avec au besoin passage d'un côté à l'autre sur une bande) dès que K est un tangle rationnel .

donc en termes de tabulations $\langle K, L \rangle_2$ vaut $\langle -K, -L \rangle_2$

nous avons finalement:

$$1 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 1} \\ \text{Diagram 2} \end{array} \right. \sim -1 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 3} \\ \text{Diagram 4} \end{array} \right. -1 = 3, 3, 3-$$

$$-1 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 5} \\ \text{Diagram 6} \end{array} \right. \sim 1 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 7} \\ \text{Diagram 8} \end{array} \right. -1 = 2, -2, -2$$

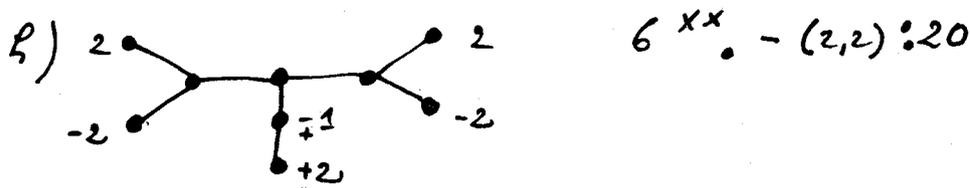
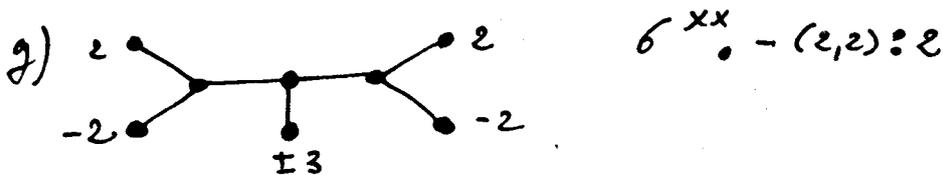
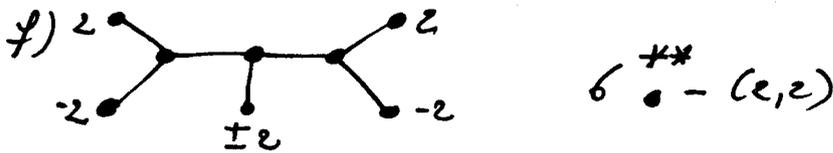
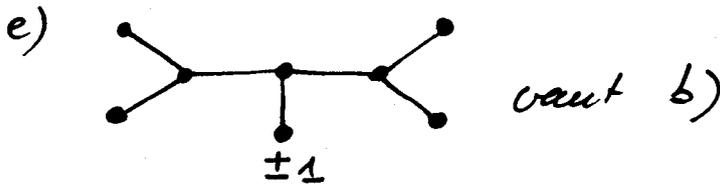
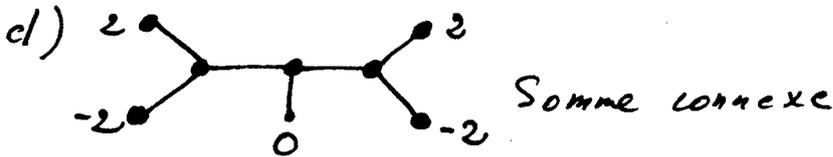
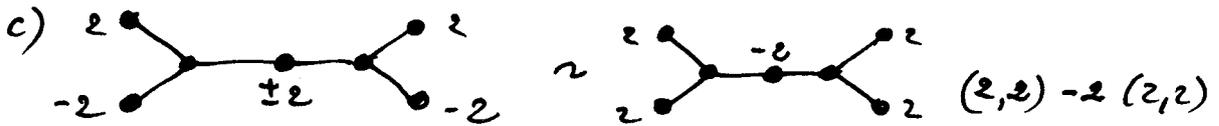
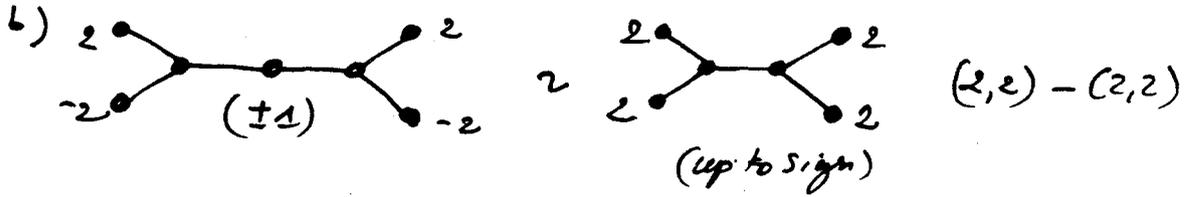
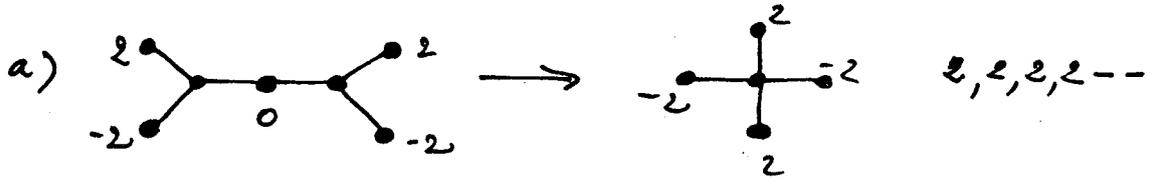
$$-2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 9} \\ \text{Diagram 10} \end{array} \right. \sim 2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 11} \\ \text{Diagram 12} \end{array} \right. -1 = 4, 4, 2-$$

$$2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 13} \\ \text{Diagram 14} \end{array} \right. \sim -2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 15} \\ \text{Diagram 16} \end{array} \right. -1 = 6^* 2, -2, -2, 2$$

$$2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 17} \\ \text{Diagram 18} \end{array} \right. \sim -2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 19} \\ \text{Diagram 20} \end{array} \right. -1 = -2, 1, 2, 2$$

$$2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 21} \\ \text{Diagram 22} \end{array} \right. -1 \sim -2 \left\{ \begin{array}{c} \text{Diagram 23} \\ \text{Diagram 24} \end{array} \right. 1 = 2, -2, -2, 2$$

↳ Compagnon trivial:

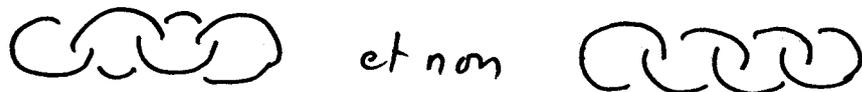


i) le $(2, 2-), +2+, (2, 2-)$ n'est pas dans la table

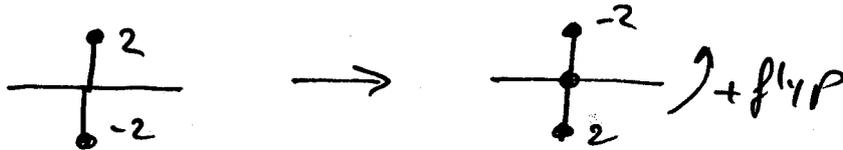
CONCLUSION

- J'ai développé dans les pages qui précèdent les raisons fondamentales de mes choix, ainsi que les conséquences qui en résultent pour la classification.

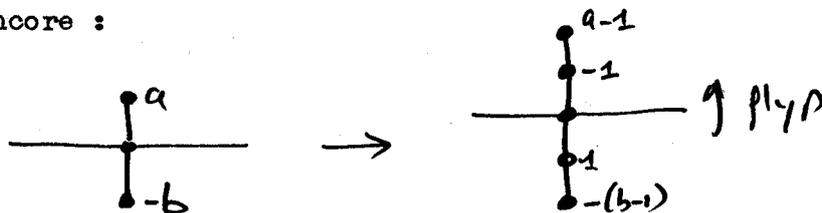
- Je rappelle qu'un modèle est standard, si pour une structure donnée (arbre ou cycle) l'instruction de chirurgie standard correspondante est réduite en poids et ses composantes transverses



Les modèles standards sont à transformation de chirurgie standards près (ROLFSEN) et à chaîne équivalence près .



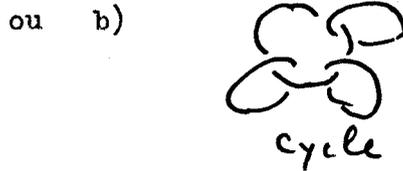
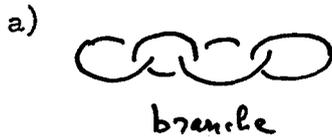
soit encore :



De plus les arbres sont projetés sur le plan et donc définis modulo les règles d'orientation et de réorientation .

1-Transformation élémentaire :

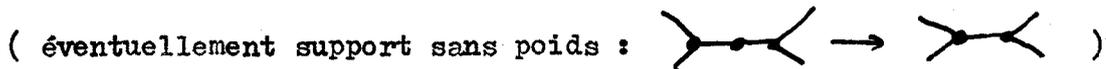
La transformation de base utilisée pour les équivalences entre modèles standards de type :



(c'est un cas particulier des relations de ROLFSEN)

Remarque :

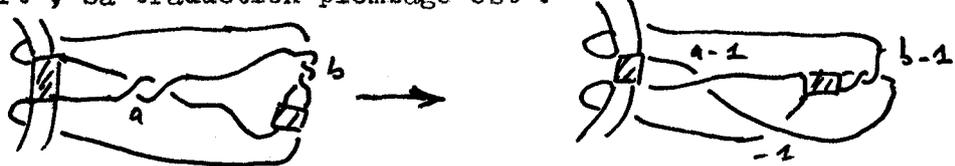
Cette transformation par définition ne peut agir que sur des composantes entrelacées de l'instruction de chirurgie $[L_k (L_i, L_j) \neq 0]$ en conséquence , dans mes modèles standards qu'ils soient de type a) ou b) la transformation ne peut qu'ajouter ou retrancher une composante entre deux autres du modèle , donc inchanger le support commun dans le squelette de l'instruction standard de chirurgie .



Il en résulte qu'un modèle standard n'est plus réductible en poids total et que son support est un invariant géométrique .

Propriété :

- La transformation T_2 ne modifie pas l'enlacement considéré au départ , sa traduction plombage est :



Par conséquent , toutes les transformations utilisées dans mes notes , compositions de cette transformation élémentaire ne modifient pas l'enlacement .

2- Proposition :

- Les modèles standards (arbres ou cycles) sont des invariants (une classe d'invariants) . C'est à dire qu'il n'existe pas de lien standard entre deux types de modèles différents (d'après la remarque) , mais par contre deux modèles équivalents sont reliés par une suite de transformations élémentaires et sont de même squelette (à orientation près et à chaîne équivalence près)

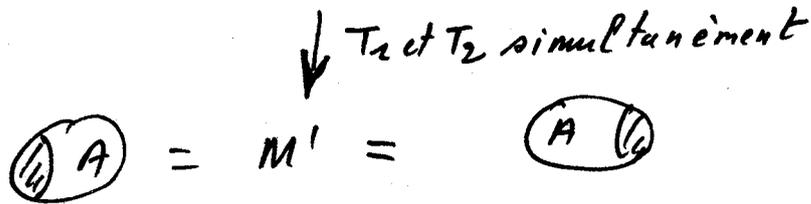
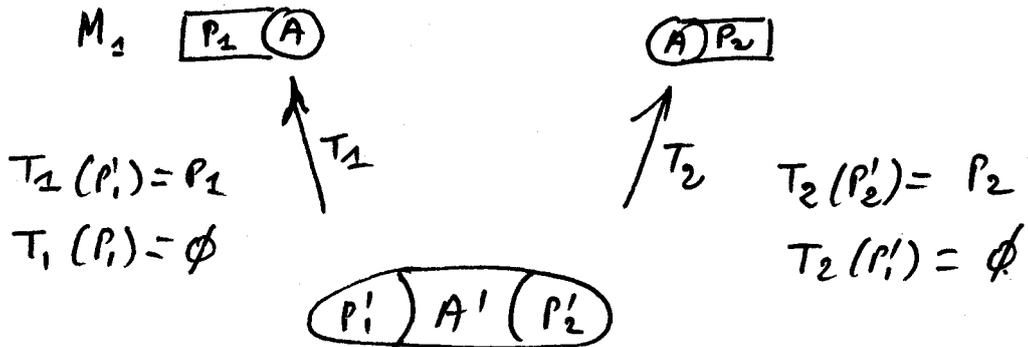
Corollaire:

- Si deux enlacements sont équivalents , ils ont au moins un modèle standard commun. (ils ont en fait , la même collection pour chaque structure possible .)

Proposition : (idée de démonstration)

- Soient deux modèles M_1 et M_2 standards de squelettes différents ; mais de même type (arbre ou cycle)

Soit A la partie commune des squelettes (au moins un point)



*A - quelque chose
car $P_2 \neq P_2$
 $P_2 \notin M_1$*

*A - quelque chose
car $P_2 \neq P_2$
 $P_2 \notin M_2$*

*M' localement plus réduit que M_1 et $M_2 \neq$
(Car M_1 et M_2 sont irréductibles)*

Remarque :

Ceci reste vrai si $A = A'$ et $P'_1 \cap P'_2 = \emptyset$, sinon le support géométrique ne disparaît pas, donc \in à A .

Maintenant, des modèles standards de même type peuvent représenter le même enlacement sans pour autant être équivalents, mais leur nombre dépend des symétries du polyèdre de l'enlacement [cf 6^x]

Problème

Trouver les transformations (éventuellement non-chirurgicales) qui relient les différents modèles associés à un 6^*

Remarque

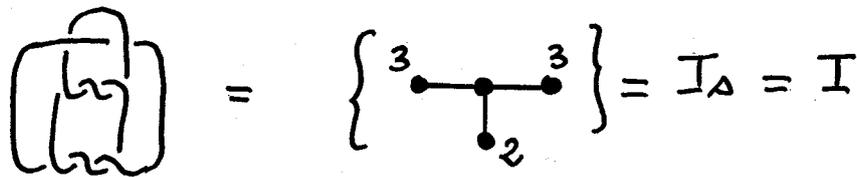
Par contre, la chaîne équivalence qui n'est pas une transformation standard est quand même une transformation générale de chirurgie (c'est à dire compression et expansion des poids).

3- Nombre de modèles

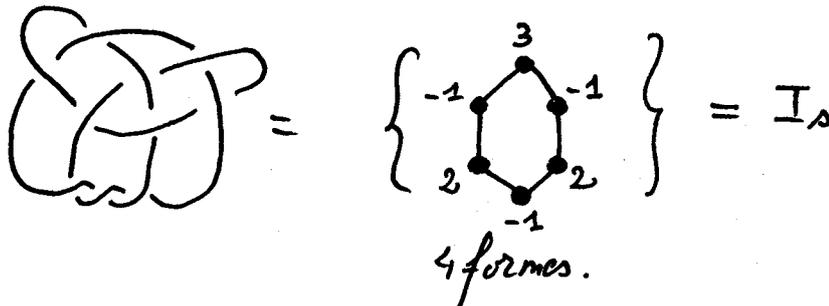
Un enlacement -ou Noeud- peut avoir plusieurs modèles, par exemple :

Eg.)

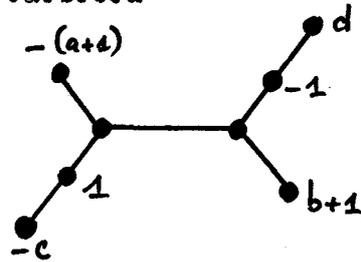
a) 3,3,2 arborescent :



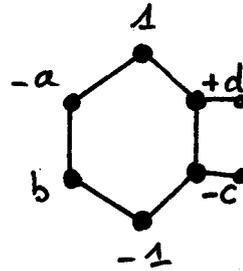
b) 3:2:2 polyédrique :



c) $6^{XX} \cdot a \cdot b \cdot c \cdot d$

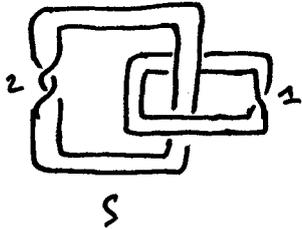


ou



(éventuellement plusieurs arbres)

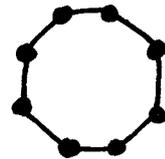
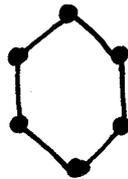
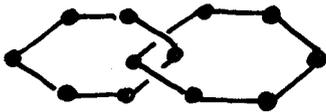
d) composé $6^* 20 \cdot -2 \cdot -20 \cdot 20 \sim 8^* -20 : -20$



$\sim 6^* \cdot 20 \cdot -2 \cdot -20 \cdot 20 \sim 8^* -20 : -20$

S

S



← Problème résultant:

Le problème résultant pour un enlacement donné est de déterminer les différents modèles possibles de types différents.

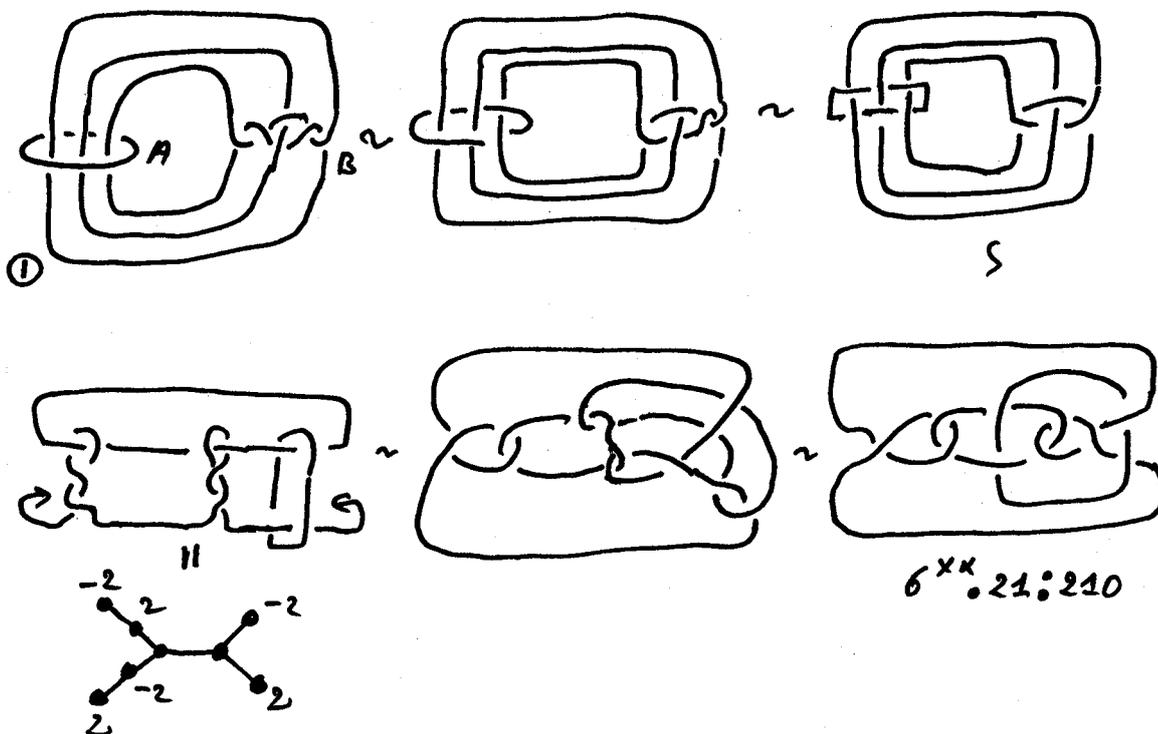
Nous avons donc au niveau des tabulations un problème de duplications à résoudre.

ELEMENTS APATRIDES

Dans ce paragraphe, nous abordons le problème des éléments apatrides, pouvant habiter dans plusieurs mondes différents.

Il nous faut donc établir le maximum de correspondances possibles entre nos mondes, afin de ne pas commettre de duplication.

Eg.) (Priorité arborescente).



L'enlacement est d'abord de type général, puis polyédrique et enfin arborescent.

DEFINITION

Dans ce cas nous dirons que la forme (1) est pseudo-caractéristique.

(cas d'une intersection entre la forme générale et l'un des mondes arborescent ou polyédrique(π -Hyperbolique)).

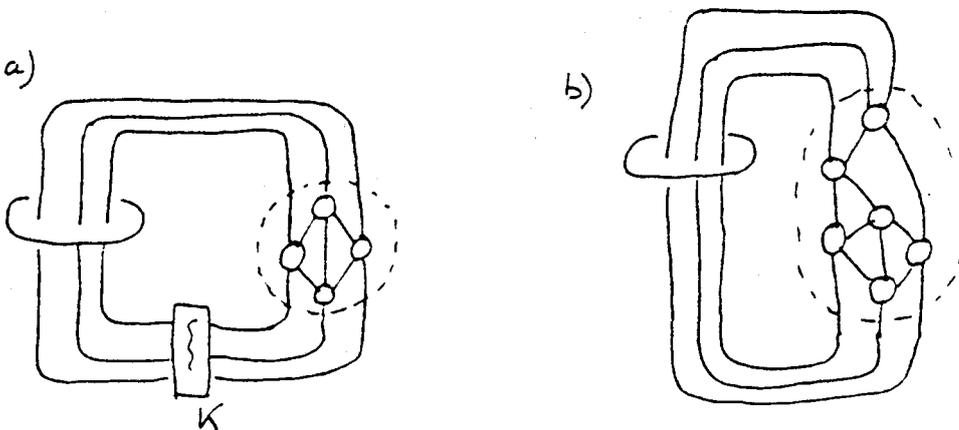
REMARQUE

Dans l'exemple, il suffit de remarquer les bandes (A) et (B).

DEFINITION

Dans le cas où aucune isotopie ne peut briser la structure du schéma général, nous le dirons "suffisamment caractéristique".

Exemple

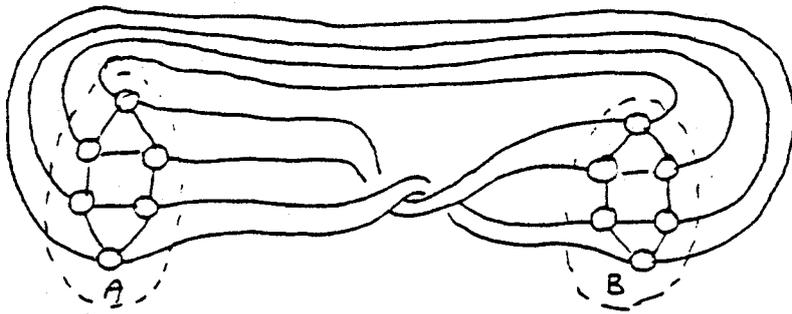
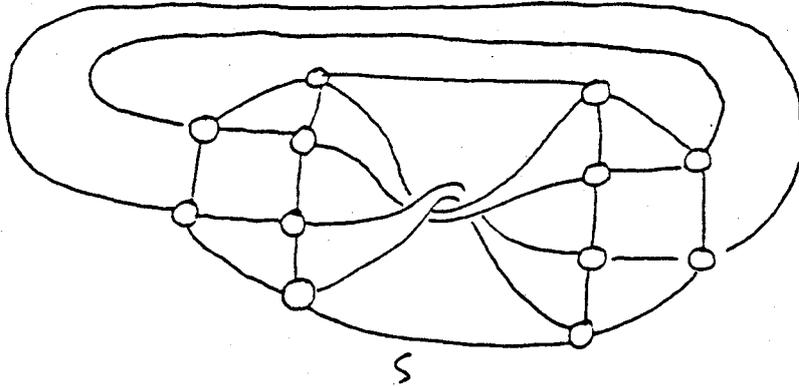


Les tangles hyperboliques étant irréductibles en nombre de ballons.

REGLE

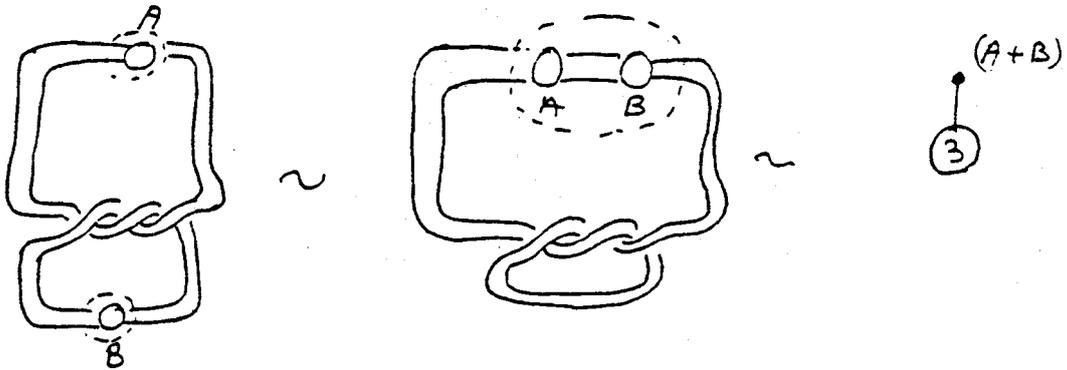
Plusieurs tangles hyperboliques ne peuvent co-exister.

EXEMPLE



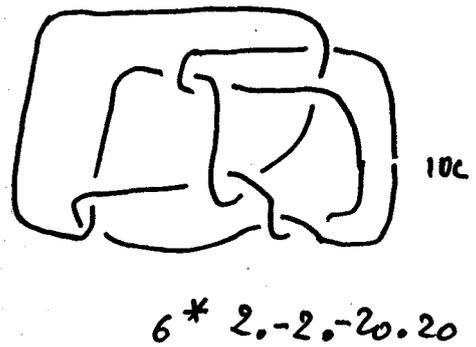
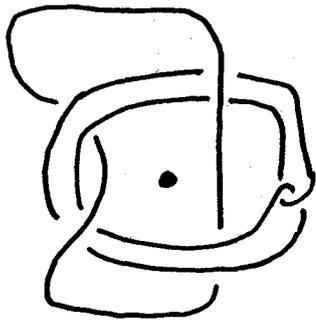
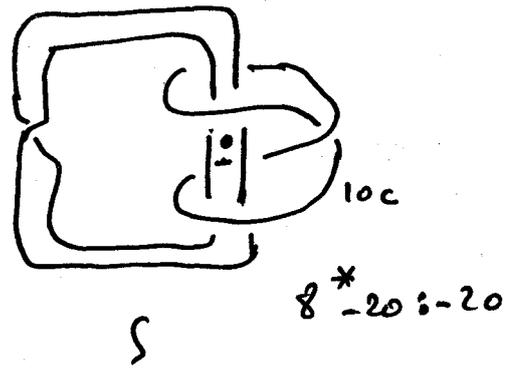
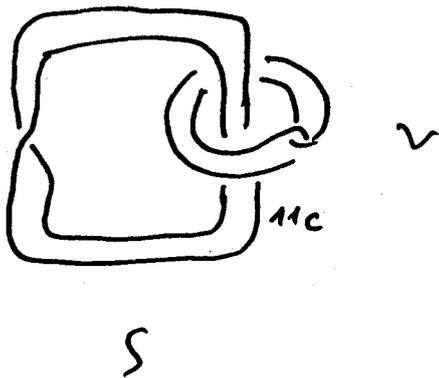
(A) et (B) devant
être regroupés

EX 2



Duplication

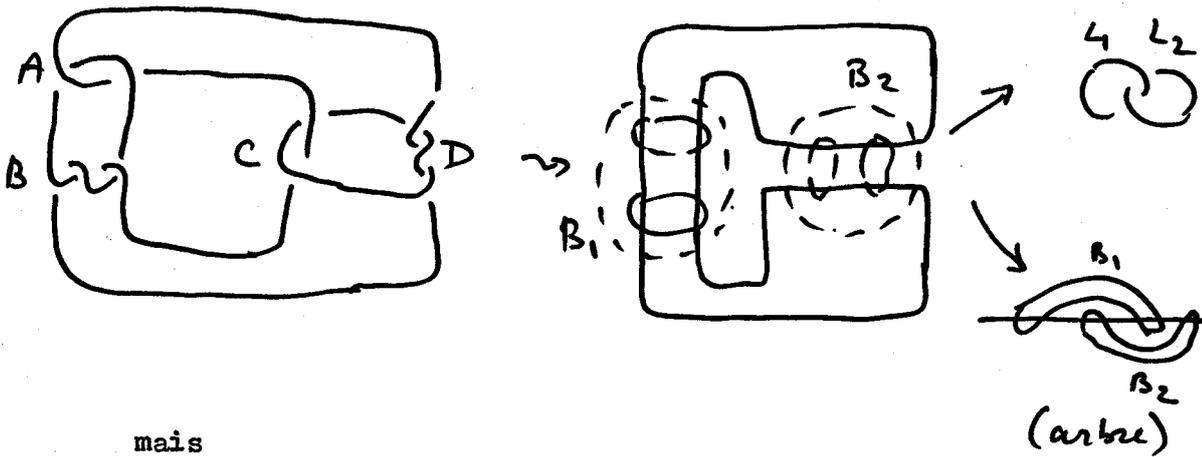
La forme pseudo-caractéristique générale permet de visualiser cette duplication de Conway.



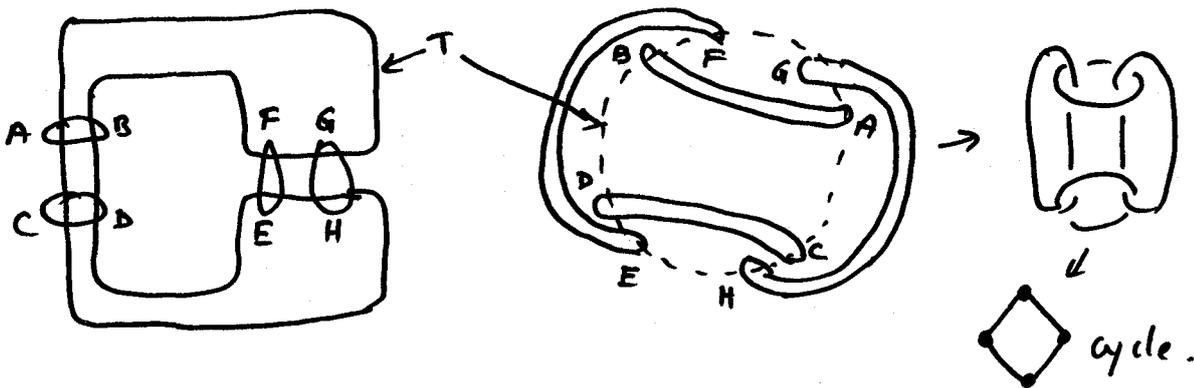
2- Commentaire sur le problème

Il est bien évident que le problème a pour départ le graphe de l'enlacement et non le schéma bullé.

Eg.)



mais



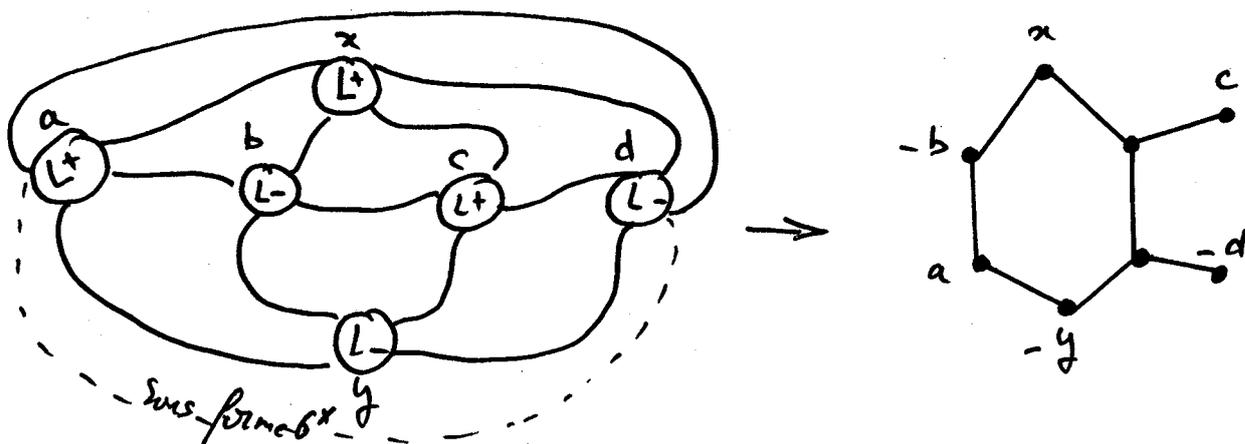
T = partie (ou tout) d'un voisinage

tubulaire de l'enlacement hors des sphères de Conway.

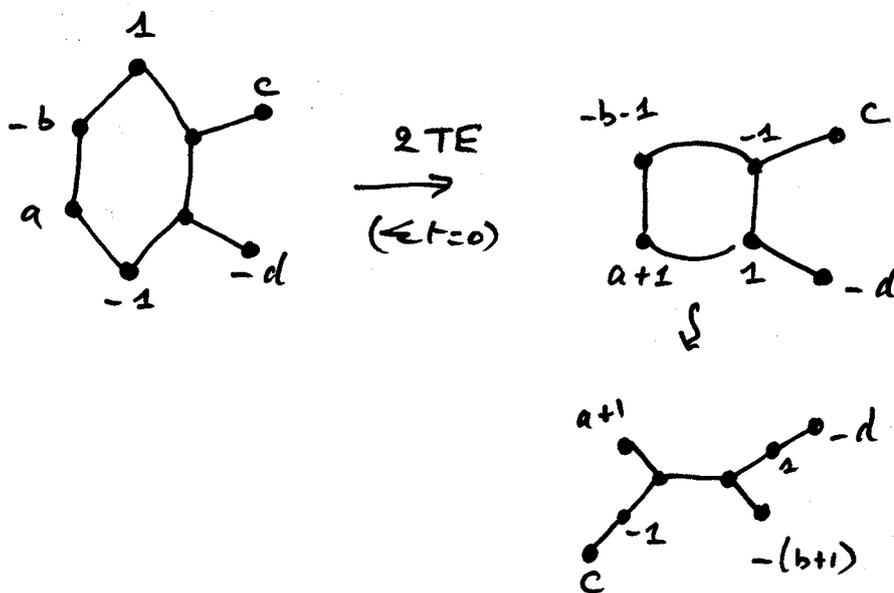
2-Polyédrique et arborescent :

Dans le cas polyédrique \rightarrow arborescent, nous savons déjà reconnaître dans beaucoup de cas (sinon tous en généralisant le processus) en terme de modèles standards, l'équivalence des modèles.

Exemple type 6^*



Dans le cas $y = x = 1$, nous avons les théorèmes sur les $2 P^*$ et :



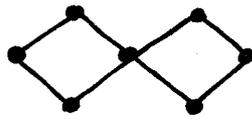
J'ai donc appliqué ici notre équivalence fondamentale.

Mais plus généralement un cycle à 4 poids traduit une arborescence.

Exercice

Montrer que 10^{xxx} admet un modèle de la forme

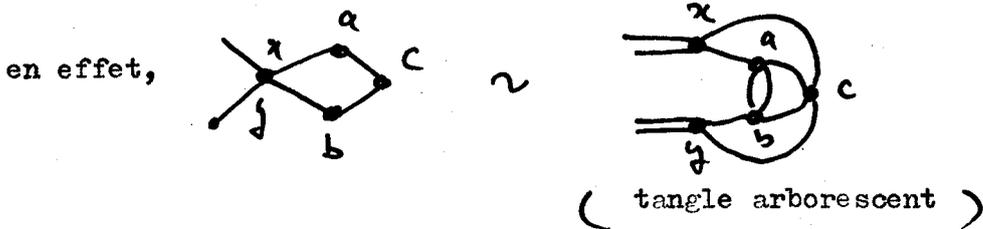
(même méthode)



Théorème

Tout cycle dans une instruction standard se ramenant localement

à un cycle de 4 poids  est un bourgeon arborescent



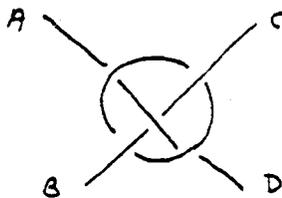
Je propose à cet effet, deux théorèmes techniques basés sur la chirurgie standard.

§.

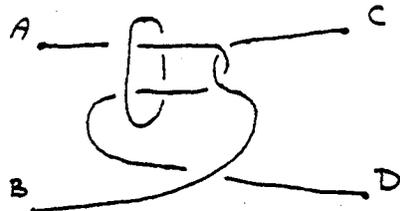
DEUX THEOREMES TECHNIQUES POUR L'ARBORESCENCE

Les difficultés éprouvées pour reconnaître un arborescent m'ont suggéré de donner quelques théorèmes très techniques pour sérier (très vite) ce problème.

EQUIVALENCE (tangles hyperboliques et arborescents).



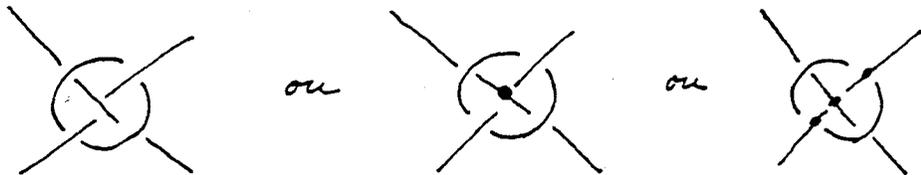
~



A, B, C, D étant fixes.

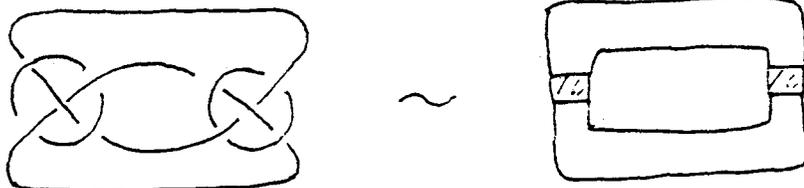
1- THEOREME DES BANDES

Si l'on remplace dans un schéma tous les tangles hyperboliques suivants (au signe près, réflexion près).



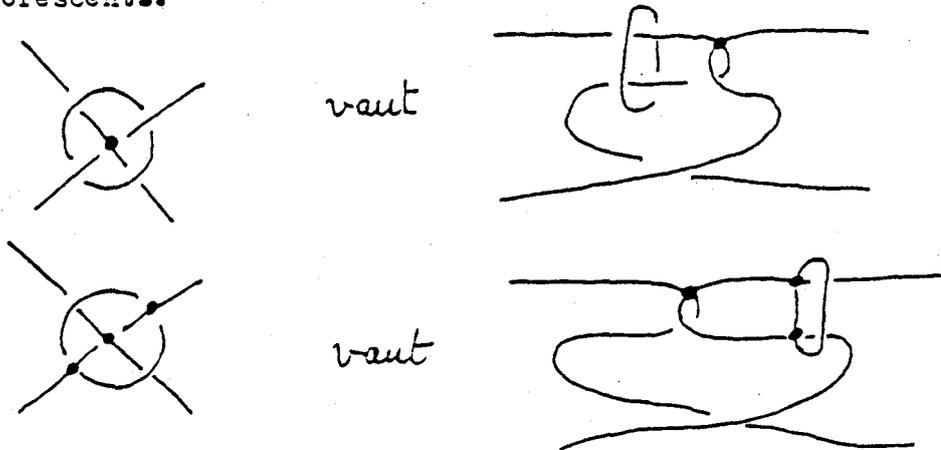
Par un "gros ballon" et si le schéma obtenu est celui d'un arborescent, alors l'enlacement de départ est arborescent.

Exemple Général.

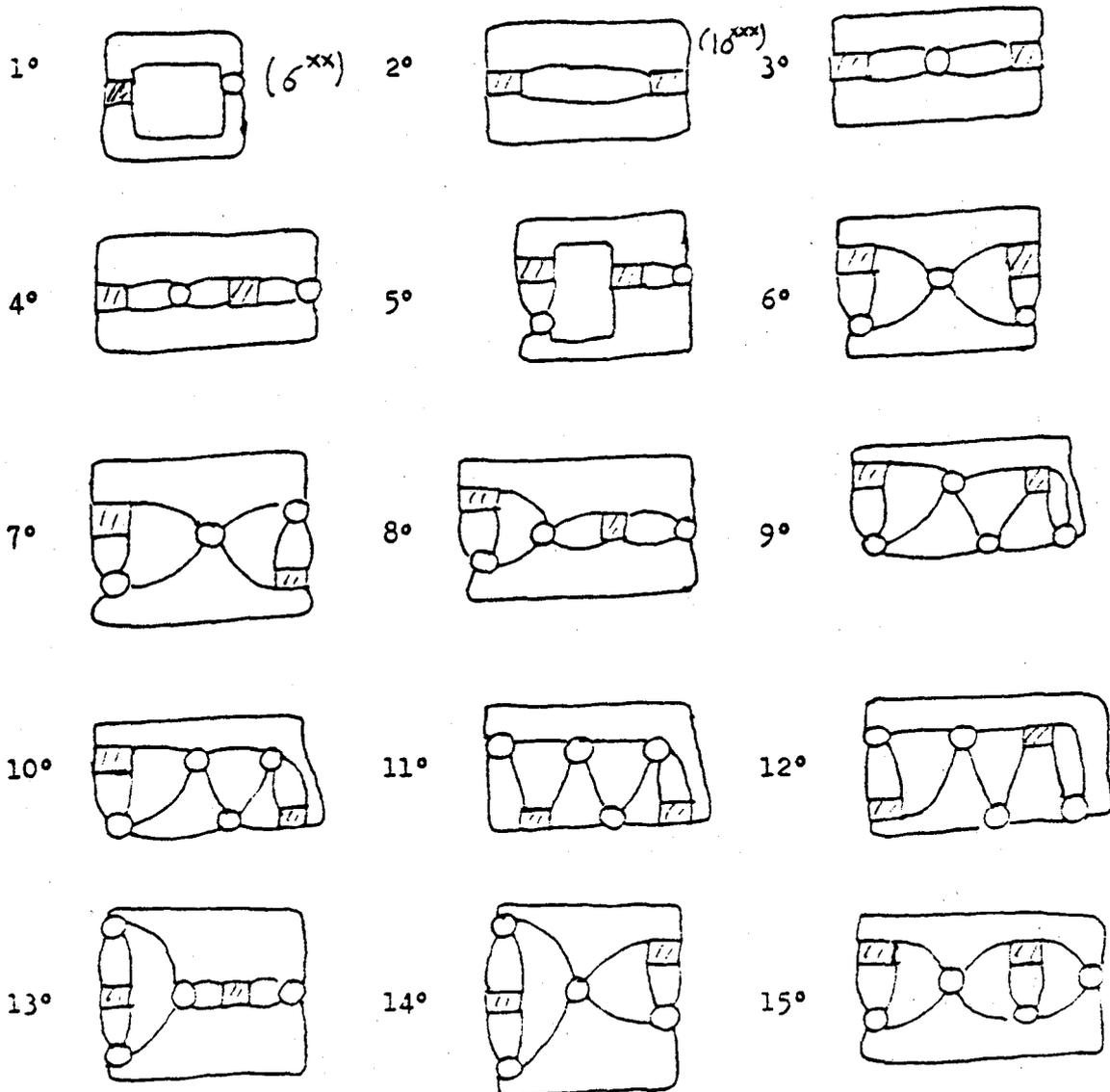


REMARQUE

Il suffit de voir que tous ces tangles sont en fait arborescents.

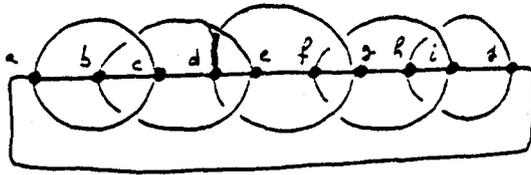


2- PREMIERS SCHEMAS D'INTERSECTIONS.



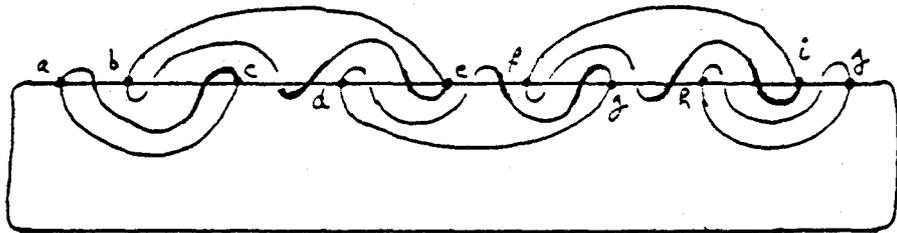
EXERCICE 1

Montrer que l'enlacement (le noeud) suivant est arborescent.

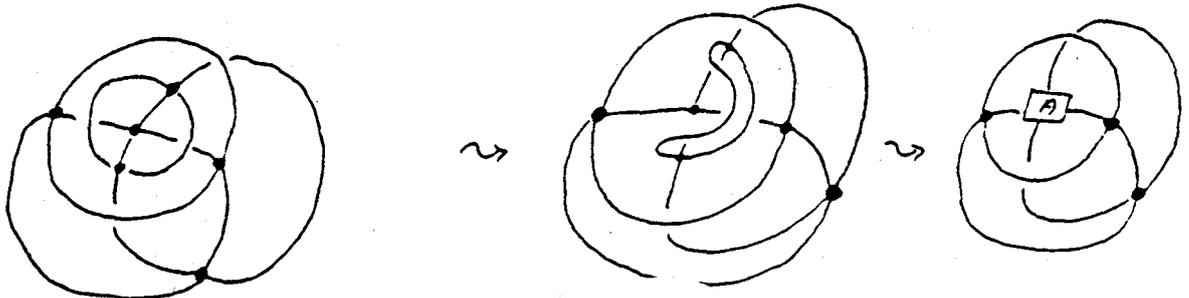


a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, étant des tangles arborescents.

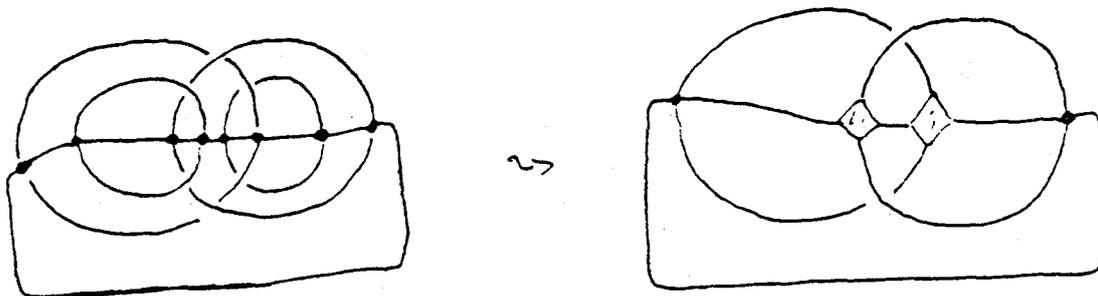
Hint : il admet la forme suivante :



EXERCICE 2 (même problème)



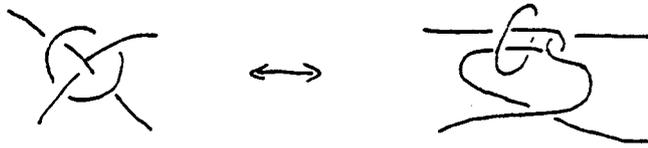
EXERCICE 3



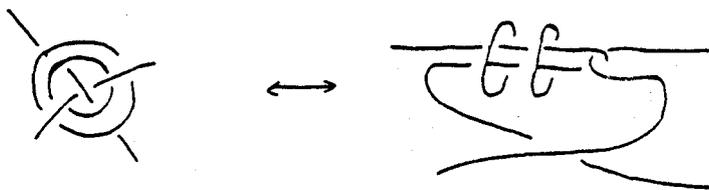
3-TANGLES HYPERBOLIQUES

Quelques exemples de "tangles" premiers, donnant des possibilités arborescentes (ou de réduction de balles).

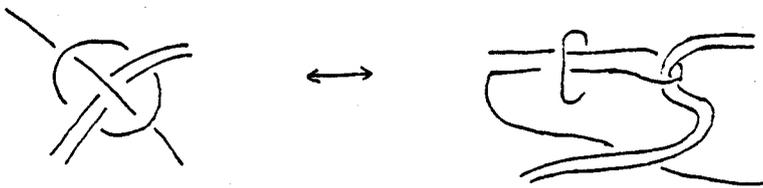
1°)



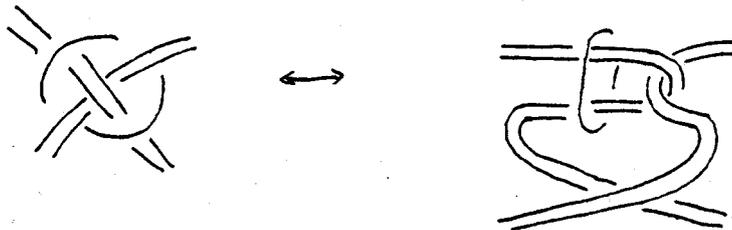
2°)



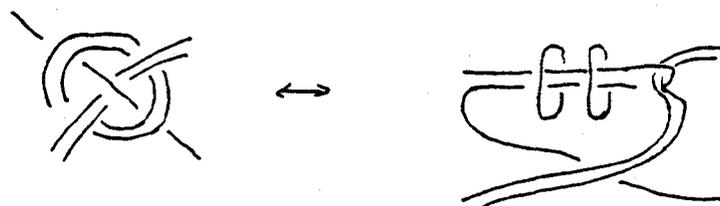
3°)



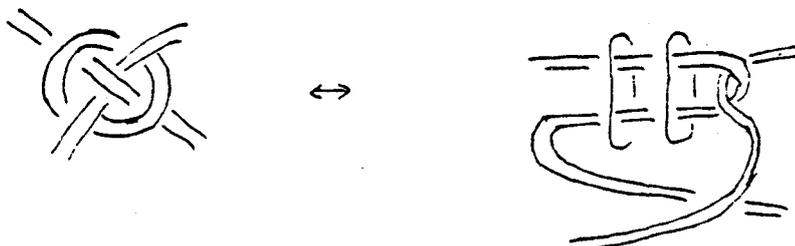
4°)



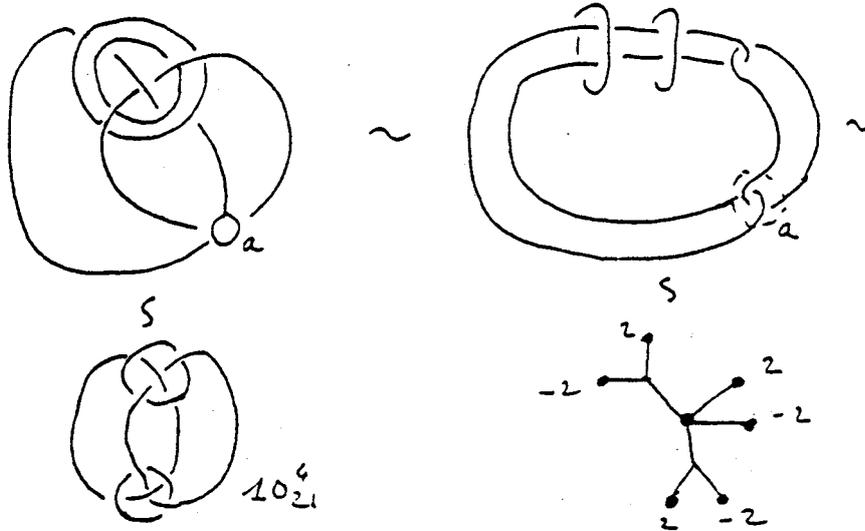
5°)



6°)



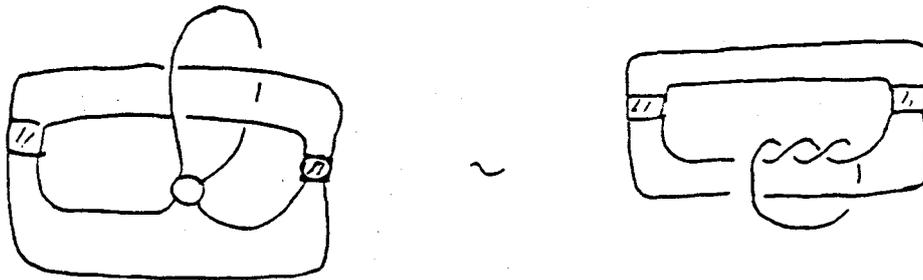
EXEMPLE (dans les tabulations actuelles).



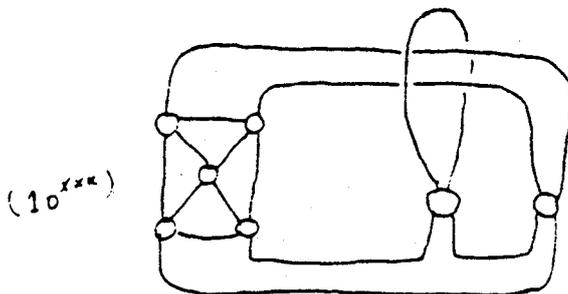
4. THEOREME DES BOUCLES

" Toute boucle doit être réduite " (comme suit)

Exemple Général.



Exemple.



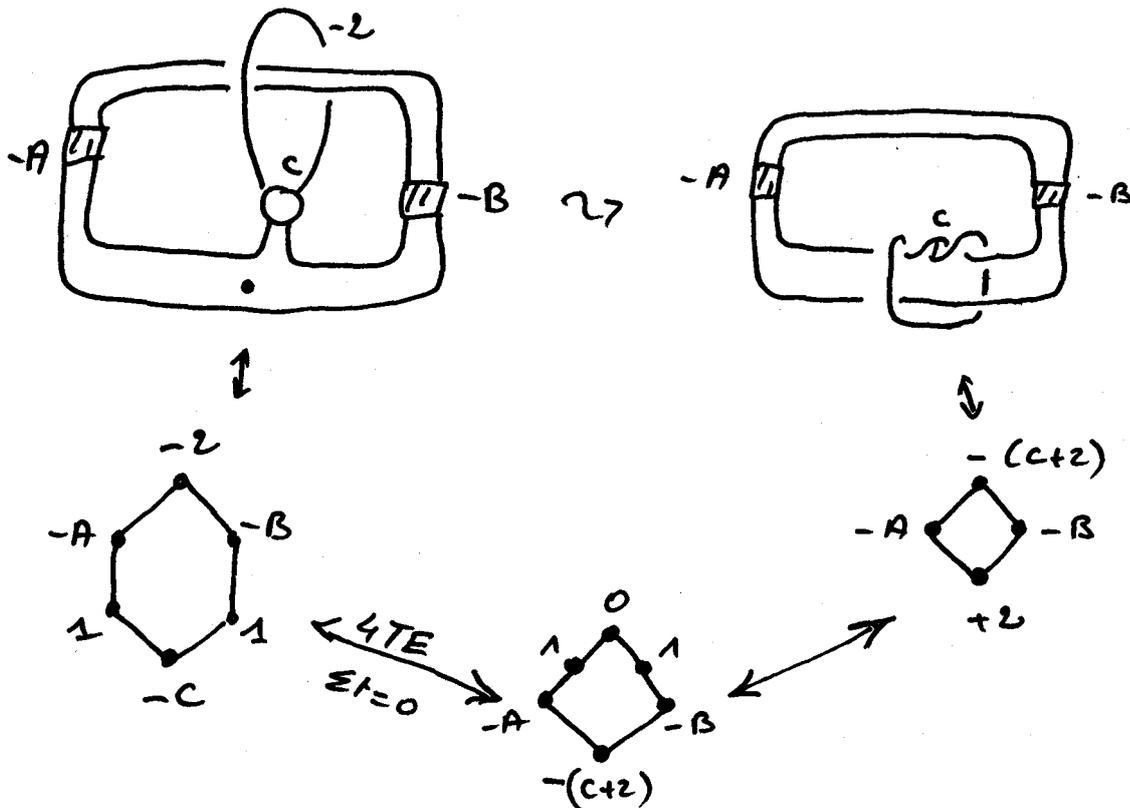
(6~~xx~~) peut mener à
ou
(6~~xxx~~) un arborescent.

5- Justification du théorème des bandes

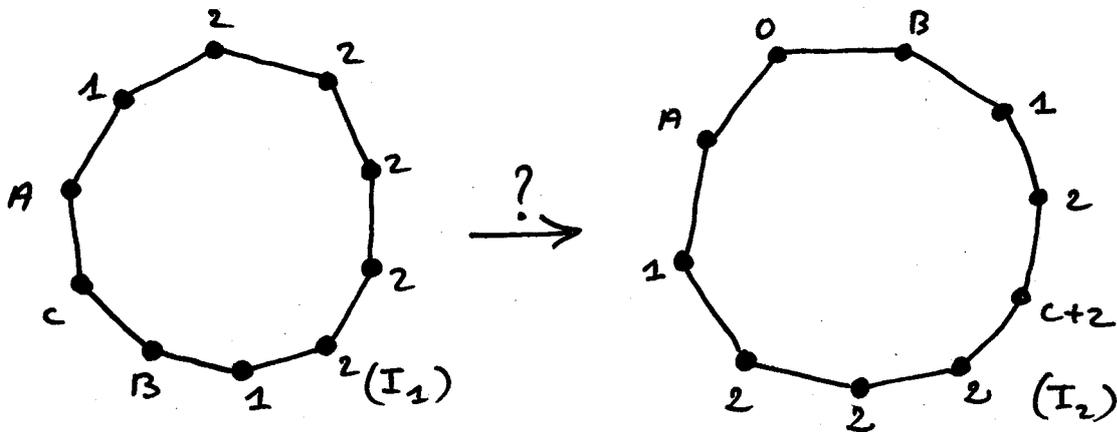
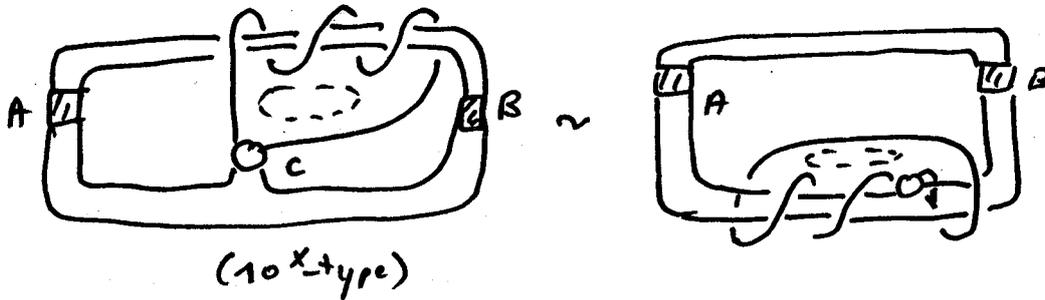
Si l'on remarque que le motif que l'on remplace par le symbole \overline{VA} est en fait un tangle arborescent caché, alors on voit immédiatement que ce théorème est justifié par le passage d'un cycle de type 6^* à un cycle à 4 poids traduisant une arborescence. Il suffit en effet de considérer que le reste du diagramme est emprisonné momentanément dans un gros ballon. La réduction est alors du type standard des polyédriques $2P^*$.

6- Théorème des boucles.

C'est aussi un théorème de nature chirurgicale:



7. Cas Général



Exercice

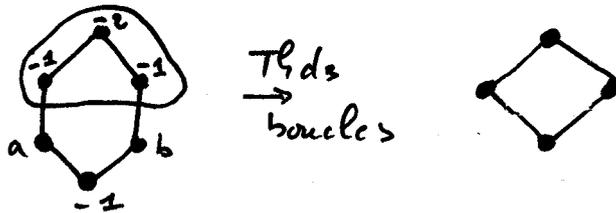
Montrer que l'on peut passer de I_1 à I_2 en utilisant (5 fois) une transformation de type double-élémentaire.

8- Conséquence :

Proposition conjecturée

Si une instruction de type polyédrique correspond à un enlacement arborescent, alors il existe une suite de transformations élémentaires qui la ramène à une composition de cycles standards à 4 poids, permettant de trouver l'arbre.

Eg.) $a:b:-2$



Ceci permet de comprendre en termes de modèles les équivalences entre polyédriques et arborescents, et de façon évidente ceci reste vrai pour les éléments rentrant en composition dans les éléments généraux.

Il reste comme problème, hors tabulations actuelles à savoir trouver les modèles des enlacements, nous aborderons ceci plus loin, ce qui précède étant suffisant pour comprendre les tabulations qui suivent.

REVÊTEMENTS DOUBLES BRANCHES

1 - Introduction

La classification de type chirurgicale utilisée pour les noeuds (enlacements) est en fait une classification en relation directe avec les revêtements doubles branchés. Cette classification modulo un certain nombre de nouveaux "moves" sur les modèles standards "peut devenir une classification pour les revêtements. (voir SEAL Combinatorial double branched cover of knots).

Remarque

Toutes les équivalences (standards) entre modèles étant des équivalences entre instructions de chirurgie de type Kirby-Rolfsen-Lickorish, la variété chirurgisée n'est pas changée pendant celles-ci, ceci est précisé pour le théorème fondamental (Rolfsen'book)

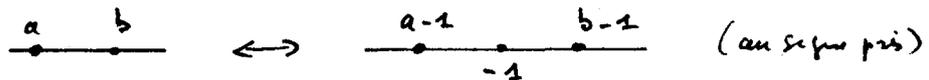
Nous avons par conséquent, déjà un certain nombre de résultats intéressants en termes de chirurgie standard.

11 - Propriétés

(se reporter aux paragraphes correspondants).

Propriété 1

Le blowing (up or down) du cas arborescent



ne change ni le revêtement, ni le noeud (enlacement).

Propriété 2

Le cyclic-blowing des cycles des Polyédriques, ne change ni le revêtement, ni le noeud (enlacement).

Propriété 3

Les isotopies de l'instruction de chirurgie ne changent pas le revêtement, mais en général modifient le noeud ou l'enlacement de base.

(Sauf, pour chain-équivalence, et pour symétries).

Exemple Général



même instruction réduite de chirurgie.

Propriété 4

La permutation dans un modèle standard de branches ou de rameaux ne change pas le revêtement, mais les noeuds (enlacements) sont en général différents.

(sauf chain-équivalence $\begin{matrix} & -2 \\ & / \\ - & \cdot \\ & \backslash \\ & 2 \end{matrix} \sim \begin{matrix} & 2 \\ & / \\ - & \cdot \\ & \backslash \\ & -2 \end{matrix})$

Remarque

Si à cela, on ajoute l'objet canonique associé au polyèdre, nous avons une classification (pré-) des revêtements double branchés.

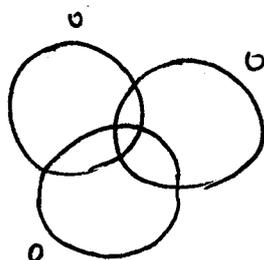
Problème

Comment se comporte les revêtements dans la redescente de l'objet canonique vers les modèles standards.

III - Problèmes

Si l'on considère le théorème fondamental de classification des variétés (Rolfsen), il en résulte une constatation importante ; il existe deux catégories de M^3 (closed, connected) - celles qui peuvent être des revêtements double branchés, et celles qui ne peuvent pas l'être.

ainsi $S_1 \times S_1 \times S_1$,



Borrowing's

n'est pas un RDB (FOX ; NEWMAN)

(Hirsch et Newman, on cyclic branched coverings of spheres, Math. Ann. 215 p. 289/291)

Il en résulte que $S_1 \times S_1 \times S_1$ ne possède pas en chirurgie de modèles standards, (nous avons donc un problème d'obstruction chirurgicale).

Théorème (conjecturé).

Si une instruction de chirurgie ne peut se ramener à une instruction standard, alors la M^3 -variété ne peut pas être un revêtement double branché.

Note

La formalisation en termes de chirurgie de cette obstruction fera l'objet d'un papier ultérieurement.

§6. NŒUDS ET ENLACEMENTS

TABLES

DE

CONWAY

AVEC

MODELES

TABLES

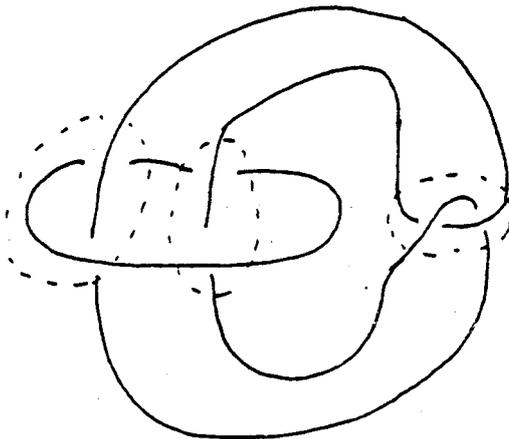
(COMMENTAIRES)

Dans les tables qui suivent, j'ai réordonné les Noeuds et Enlacements en fonction de leur structure, en donnant la préférence à la forme arborescente.

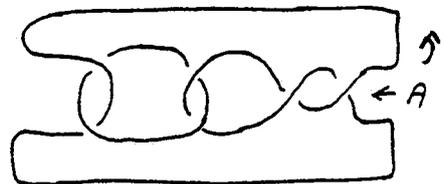
Je n'ai pas développé le sous-monde rationnel, celui-ci étant maintenant bien connu. (V. LAI)

L'ensemble des procédés et équivalences permet au lecteur de reconnaître rapidement un enlacement rationnel.

E, g)

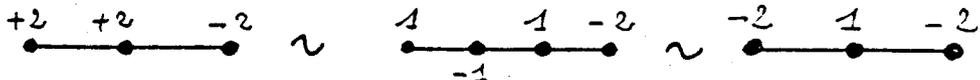


~



Ici 3 ballons, nous avons donc un type plombage.

La bande centrale A portant +2



C'est le plombage linéaire, caractéristique du monde rationnel, ici, le 212 de CONWAY.

Je souhaite aussi que dans l'avenir les Tabulations soient plus fidèles aux notations, ainsi le 9_{49} est noté dans ROLFSEN $-20 : -20 : -20$, en fait le diagramme doit être noté $-20 : 2 : 2$ ce qui le rapproche plus naturellement du 9_{39} .
Nous avons d'ailleurs plus généralement :

PROPRIETE (b,c algébriques)

$$-20 : b : c \sim -20 : -b0 : -c0$$

Le lecteur trouvera dans les tables qui suivent :

- a) un diagramme type Conway
- b) les références aux anciennes tabulations :
 - T pour TAIT
 - L pour LITTLE
 - A pour ALEXANDER-BRIGGS

REMARQUE

Les noeuds n'ayant qu'un numéro d'ordre sont indexés par le numéro d'ordre donné par K. PERKO.

Le lecteur trouvera aussi dans le cas arborescent les principaux arbres standards, et un arbre orienté canonique, volonté de L. SIEBENMANN pour arriver à un représentant unique pour chaque classe d'équivalences, celui-ci pouvant d'ailleurs être obtenu à partir du programme d'équivalences, avec quelques précautions (Jumping de sommets, chaîne-équivalence).

MODIFICATION

Le lecteur remarquera qu'un certain nombre d'éléments ont été ajoutés, 5 enlacements et 4 noeuds par rapport aux tables de Conway.

Je remercie K.PERKO pour la confirmation des deux omissions : $8^{\#} -30 : : 20$ et $6^{\#} -210 : 3 : 2$

Remarque

L'introduction des modèles m'a permis de rectifier quelques omissions et duplications dans les tabulations de Conway, (tabulations que je ne garantis pas définitives à ce jour, faute de moyen).

Ces mêmes modèles auront de nombreuses applications dans l'étude des propriétés des enlacements (exemple : amphicheiralité (C_1) , (S_3)) ou même éventuellement en physique théorique.

- Modifications en termes de structures.

A) Modifications des Tabulations depuis Little (Noeuds)

1) par J-H CONWAY : (1970)

Duplication

$L_{141} \sim L_{142}$	231212	Rationnel
------------------------	--------	-----------

Omissions

401	3111212	Rationnel
402	3,3,2+++	Stellaire
403	8*2.20.2	Polyédrique
404	8*20.2:2	⋮
405	8*20.2:20	⋮
406	9*21	⋮
407	9*.3.	⋮
408	9*.21	⋮
409	9*.30	⋮
410	10**20	⋮
411	11*	Nouveau polyèdre

2) par PERKO* (1974)

Duplication

3:-20:-20 ~ 21:-20:-20 (AMS 74)

(éléments notés $10_{161} \sim 10_{162}$ dans Rolfsen).

Remarque (faillite du nombre de twists de TAIT(8 et 10))

3) par CAUDRON (C_2) (1979)

Omissions

8*-30::20	n°551	Polyédrique
6*-210:3:2	n°552	

B) Modifications des tabulations (Enlacements)

Par PERKO : Duplication (79)

$$8^*-20:-20 \sim 6^* 2.-2.-20.20$$

(Cet enlacement est composé voir (C_1))

Par CAUDRON : (C_1) (1979)

Omissions :

$(4, 2-)(2, 2)$	Arborescent
$(31, 2-)(2, 2)$!
$(2, 2)2(2, 2-)$!
$(2, 2)-2(2, 2)$!
$(2, 2)2-(2, 2)$!

Duplication : $10^3_{72} \sim 9^3_{21}$ (Rolfsen)

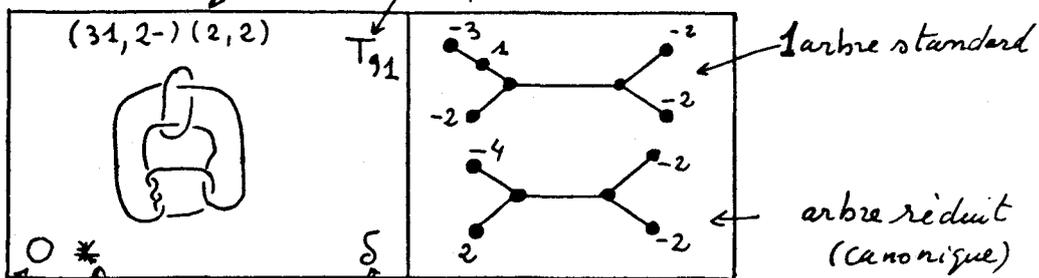
$$(2, 2-), 2, (2, 2-) \sim 6^* -(2, 2)$$

(enlacement composé) (C_1)

- Tabulations Présentations.

notation de Conway

Référence ancienne table (1)



O = omission
 D = duplication
 * composé (compagnon)
 S déterminant [P]

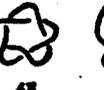
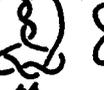
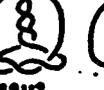
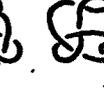
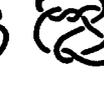
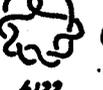
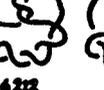
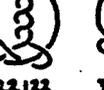
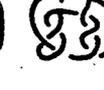
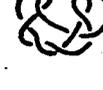
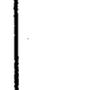
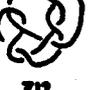
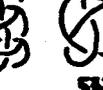
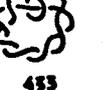
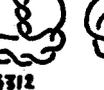
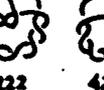
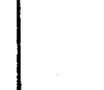
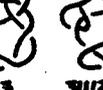
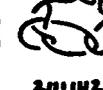
Remarque

- (1) A = Alexander Briggs
- T = TAIT
- L = LITTLE

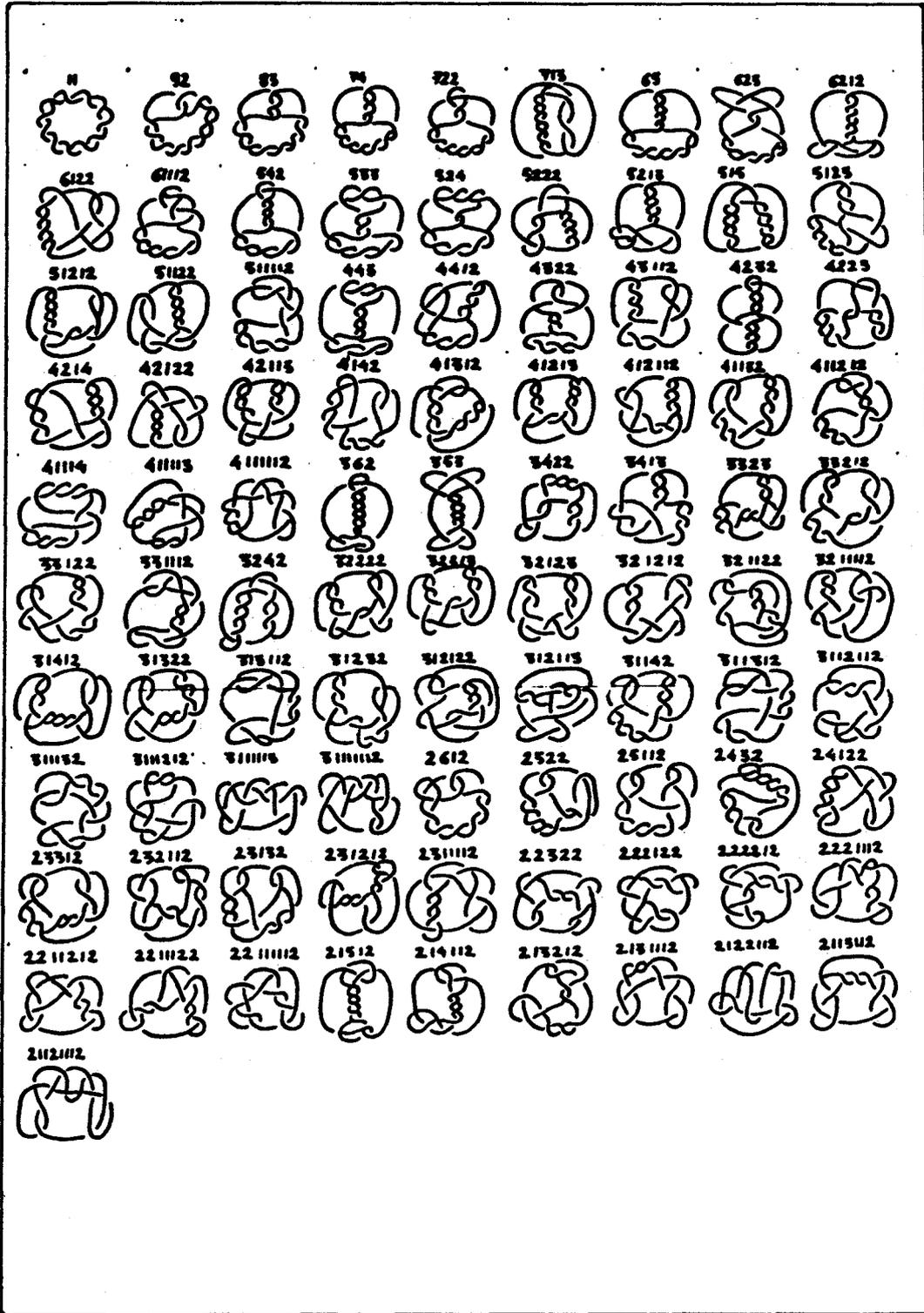
* voir dans PERKO "Invariants of li crossing-knots", un certain nombre de corrections du listing de Conway.

NOEUDS, RATIONNELS → 10c

7
8
9
10

NOEUDS.RATIONNELS 11c



ENLACEMENTS. RATIONNELS → 11c

√7

√8

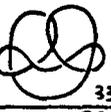
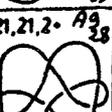
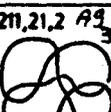
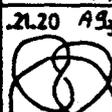
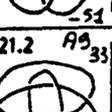
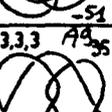
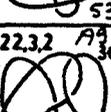
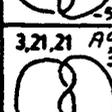
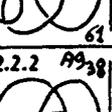
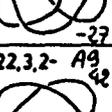
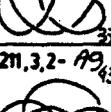
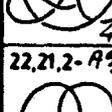
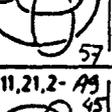
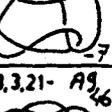
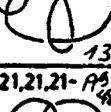
√9

√10

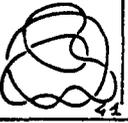
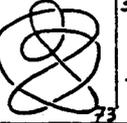
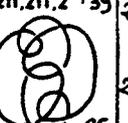
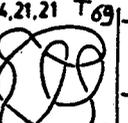
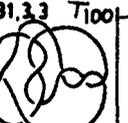
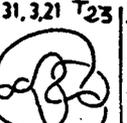
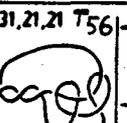
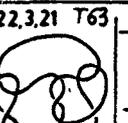
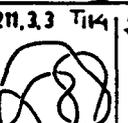
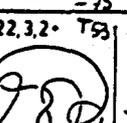
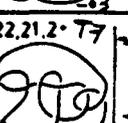
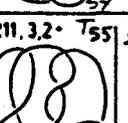
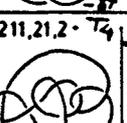
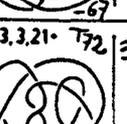
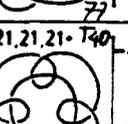
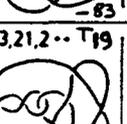
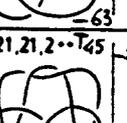
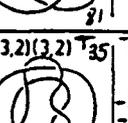
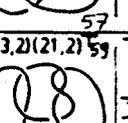
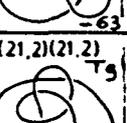
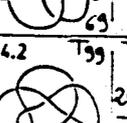
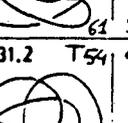
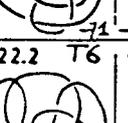
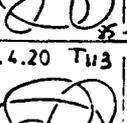
√11

	0	2	4	2 ²	6	10	222		
	412	3112	232						
	612	512	432	323	3122	242	21212	2102	
	252	2212	22012	44	415	3512	3212	512	3115
	86	75	622	55	523	5122	442	424	4215
	41212	41102	343	3512	3223	32122	3142	31215	311212
	311112	262	23212	251112	22242	221122	21412	215112	2112112
	812	712	614	622	615	516	5115	5212	5152
	5512	452	454	4155	4815	4123	421112	411122	41222
	42212	3512	34112	3532	35115	31515	32512	32152	32115
	32212	3152	31212	31242	312112	311122	272	24212	22412
	24112	23222	231122	221512	223112	2212112	2121212	2121112	2111112

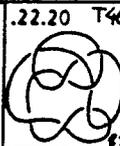
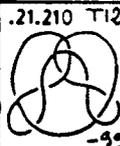
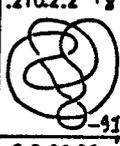
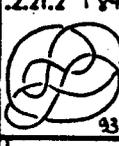
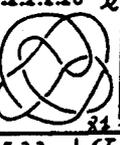
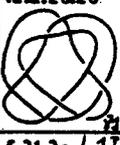
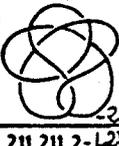
NOEUDS ARBORESCENTS 8 et 9 c

$\sqrt{8}$	<p>3,3,2 $A8_5$</p>  <p>3 3 2 3 3 2</p>	<p>3,2,1 $A8_{10}$</p>  <p>-2 1 2 3 -3 -1 2 3</p>	<p>21,21,2 $A8_{15}$</p>  <p>-2 1 1 -2 2 -3 -2 -3 2</p>	<p>2,2,0 $A8_{16}$</p>  <p>2 -3 3 -3 2 -3</p>
NA	<p>2,2 $A8_{17}$</p>  <p>-3 2 3 -3 2 3</p>	<p>3,3,2- $A8_{19}$</p>  <p>3 3 2 3 3 2</p>	<p>3,21,2- $A8_{20}$</p>  <p>3 -3 2 3 -3 2</p>	<p>21,21,2- $A8_{21}$</p>  <p>-2 1 -3 2 -3 -1 -3 2</p>
$\sqrt{9}$	<p>3,3,2 $A9_{16}$</p>  <p>3 -1 3 2 3 -1 3 2</p>	<p>211,3,2 $A9_{22}$</p>  <p>-2 -1 1 3 2 2 -2 -1 3 2</p>	<p>3,21,2- $A9_{24}$</p>  <p>-2 1 -1 2 3 -3 -2 2 3</p>	<p>22,21,2 $A9_{25}$</p>  <p>-2 2 1 -2 2 -2 -1 -3 2</p>
	<p>21,21,2- $A9_{28}$</p>  <p>-2 1 -1 -2 2 -3 -3 -3 2</p>	<p>2,2,0,2 $A9_{29}$</p>  <p>3 2 -3 2 -3 2 -3</p>	<p>211,21,2 $A9_{30}$</p>  <p>-2 1 1 -2 2 2 -2 -2 -3 2</p>	<p>21,20 $A9_{32}$</p>  <p>-2 2 2 -3 2 2 2 -3</p>
	<p>21,2 $A9_{33}$</p>  <p>2 -2 2 -3 2 -2 2 3</p>	<p>3,3,3 $A9_{35}$</p>  <p>3 3 3 3 3 3</p>	<p>22,3,2 $A9_{36}$</p>  <p>-2 2 3 2 -2 2 3 2</p>	<p>3,21,21 $A9_{37}$</p>  <p>-2 1 1 -2 3 -3 -2 -3 3</p>
NA	<p>2,2,2 $A9_{38}$</p>  <p>-3 2 3 -3 2 3</p>	<p>22,3,2- $A9_{42}$</p>  <p>-2 2 3 2 -2 2 3 2</p>	<p>211,3,2- $A9_{43}$</p>  <p>2 -2 3 2 2 -2 3 2</p>	<p>22,21,2- $A9_{44}$</p>  <p>-2 +2 -3 2 -2 2 -3 2</p>
	<p>211,21,2- $A9_{45}$</p>  <p>2 -2 1 -2 2 2 -2 -1 -3 2</p>	<p>3,3,21- $A9_{46}$</p>  <p>3 3 3 3 3 3</p>	<p>21,21,21- $A9_{48}$</p>  <p>-2 1 1 -2 -3 -3 -2 -3 3</p>	

NOEUDS ARBORESCENTS 10c

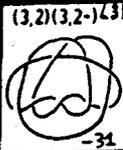
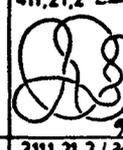
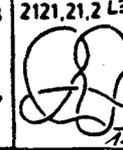
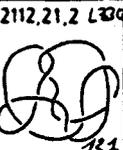
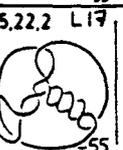
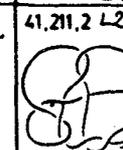
5,3,2 T123  5 3 2	5,2,1,2 T116  5 2 1 2	4,1,3,2 T36  4 1 3 2	4,1,2,1,2 T70  4 1 2 1 2
3,2,3,2 T75  3 2 3 2	3,2,2,1,2 T18  3 2 2 1 2	3,1,1,3,2 T105  3 1 1 3 2	3,1,1,2,2 T57  3 1 1 2 2
2,3,3,2 T103  2 3 3 2	2,3,2,1,2 T50  2 3 2 1 2	2,2,1,3,2 T64  2 2 1 3 2	2,2,1,2,2 T5  2 2 1 2 2
2,2,2,2,2 T47  2 2 2 2 2	2,2,2,1,1,2 T42  2 2 2 1 1 2	2,1,1,1,2,2 T39  2 1 1 1 2 2	4,3,3 T118  4 3 3
4,3,2,1 T115  4 3 2 1	4,2,1,2,1 T69  4 2 1 2 1	3,1,3,3 T100  3 1 3 3	3,1,3,2,1 T23  3 1 3 2 1
3,1,2,1,2 T56  3 1 2 1 2	2,2,3,2,1 T63  2 2 3 2 1	2,1,1,3,3 T114  2 1 1 3 3	2,1,1,2,1,2 T2  2 1 1 2 1 2
2,2,3,2 T53  2 2 3 2	2,2,2,1,2 T7  2 2 2 1 2	2,1,1,3,2 T55  2 1 1 3 2	2,1,1,2,2 T4  2 1 1 2 2
3,3,2,1 T72  3 3 2 1	2,1,2,1,2,1 T40  2 1 2 1 2 1	3,3,2 T73  3 3 2	3,2,1,2 T19  3 2 1 2
2,1,2,1,2 T45  2 1 2 1 2	(3,2)(3,2) T35  3 2 3 2	(3,2)(2,1,2) T59  3 2 2 1 2	(2,1,2)(2,1,2) T9  2 1 2 2 1 2
.4,2 T99  4 2	.3,1,2 T54  3 1 2	.2,2,2 T6  2 2 2	.4,2,0 T113  4 2 0

NOEUDS ARBORESCENTS 10c

 -63	 -11	 -10	 -99
 -72	 -73	 -93	 -67
 -74	 -91	 -93	 -94
 -74	 -73		
 -1	 -11	 -19	 -19
 -11	 -25	 -17	 -31
 -5	 -15	 -23	 -37
 -5	 -25	 -35	 -3
 -4	 -24	 -25	 -27
 -31	 -3	 -35	 -27

AN

NOEUDS ARBORESCENTS 10 et 11c

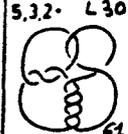
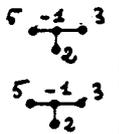
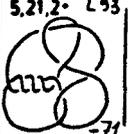
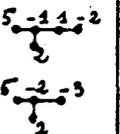
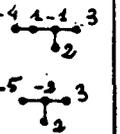
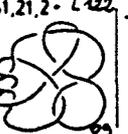
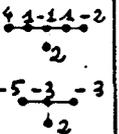
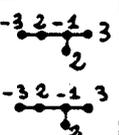
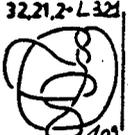
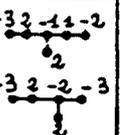
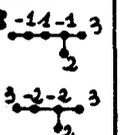
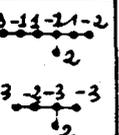
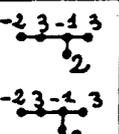
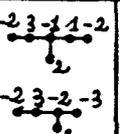
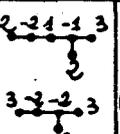
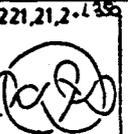
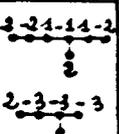
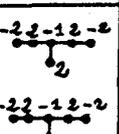
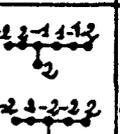
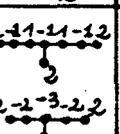
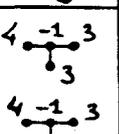
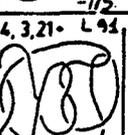
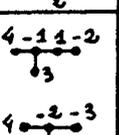
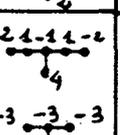
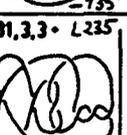
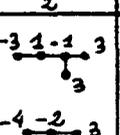
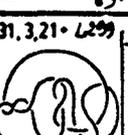
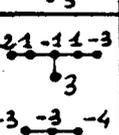
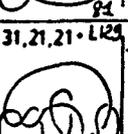
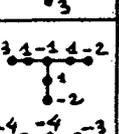
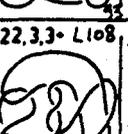
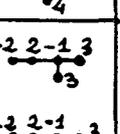
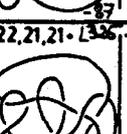
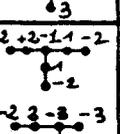
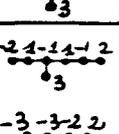
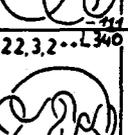
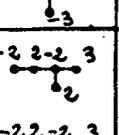
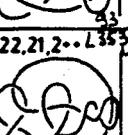
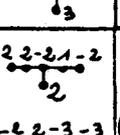
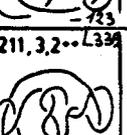
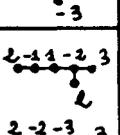
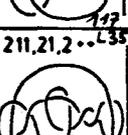
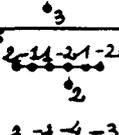
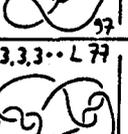
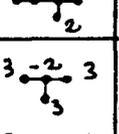
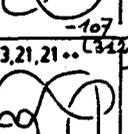
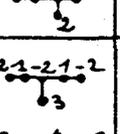
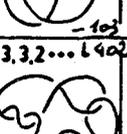
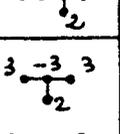
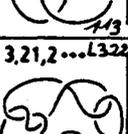
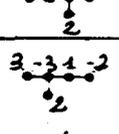
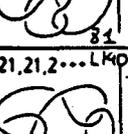
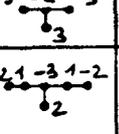
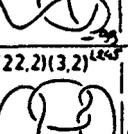
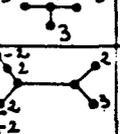
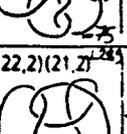
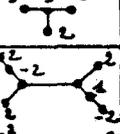
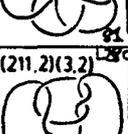
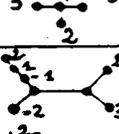
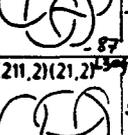
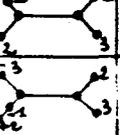
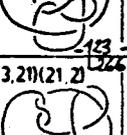
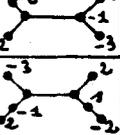
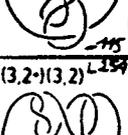
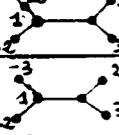
√10 A20	(3,2)(3,2)-L322 ₃₁ 	(3,2)(2,2)-L422 ₃₁ 	(21,2)(3,2)-L422 ₃₁ 	(21,2)(21,2)-L422 ₃₁ 
	(3,2)-(3,2)-L422 ₃₁ 	(3,2)-(21,2)-L422 ₃₁ 	(21,2)-(21,2)-L422 ₃₁ 	
√11	42,3,2 L231 ₆₉ 	42,21,2 L249 ₈₂ 	411,3,2 L15 ₇₅ 	411,21,2 L401 ₉₃ 
	312,3,2 L36 ₇₉ 	312,21,2 L115 ₁₀₄ 	3111,3,2 L276 ₉₇ 	3111,21,2 L308 ₁₁₂ 
	24,3,2 L28 ₅₇ 	24,21,2 L109 ₇₅ 	231,3,2 L468 ₈₇ 	231,21,2 L307 ₁₀₅ 
	213,3,2 L31 ₇₃ 	213,21,2 L131 ₉₅ 	2121,3,2 L250 ₁₀₃ 	2121,21,2 L323 ₁₂₅ 
	2112,3,2 L115 ₉₅ 	2112,21,2 L309 ₁₂₁ 	21111,3,2 L130 ₁₁₃ 	21111,21,2 L345 ₁₃₅ 
	5,22,2 L17 ₅₅ 	5,211,2 L14 ₆₅ 	41,22,2 L246 ₈₅ 	41,211,2 L261 ₉₅ 



NOEUDS ARBORESCENTS 11 c

<p>32,22,2 L282</p>	<p>32,211,2 L294</p>	<p>311,22,2 L116</p>	<p>311,211,2 L133</p>
<p>23,22,2 L126</p>	<p>23,211,2 L132</p>	<p>221,22,2 L319</p>	<p>221,211,2 L328</p>
<p>5,3,3 L2</p>	<p>5,21,21 L78</p>	<p>41,3,21 L230</p>	<p>32,3,3 L85</p>
<p>32,21,21 L281</p>	<p>311,3,21 L109</p>	<p>23,3,21 L100</p>	<p>221,3,3 L93</p>
<p>221,21,21 L301</p>	<p>212,3,3 L26</p>	<p>212,3,21 L119</p>	<p>212,21,21 L287</p>
<p>211,3,3 L82</p>	<p>2111,3,21 L306</p>	<p>2111,21,21 L302</p>	<p>4,22,3 L18</p>
<p>4,22,21 L95</p>	<p>4,211,3 L16</p>	<p>4,211,21 L102</p>	<p>31,22,3 L253</p>
<p>31,22,21 L292</p>	<p>31,211,3 L277</p>	<p>31,211,21 L309</p>	<p>22,22,3 L99</p>
<p>22,211,21 L324</p>	<p>211,211,3 L444</p>	<p>3,3,3,2 L12</p>	<p>3,3,21,2 L84</p>
<p>3,21,3,2 L357</p>	<p>3,21,21,2 L225</p>	<p>21,3,21,2 L220</p>	<p>21,21,21,2 L410</p>

NOEUDS ARBORESCENTS 11c

 5,3,2 · L30 62	 5 -1 3 2 5 -1 3 2	 5,2,1 · L93 71	 5 -1 1 -2 2 6 -2 -3 2	 4,1,3 · L249 59	 -4 1 -1 3 2 -5 -3 3 2	 4,1,2 · L222 69	 -4 1 -1 -2 2 -5 -3 -3 2
 3,2,3 · L300 95	 -3 2 -1 3 2 -3 2 -1 3 2	 3,2,2 · L321 105	 -3 2 -1 -2 2 -3 2 -2 -3 2	 3,1,3 · L124 101	 3 -1 -1 3 2 3 -2 -2 3 2	 3,1,2 · L334 105	 3 -1 -1 -2 2 3 -2 -3 -3 2
 2,3,3 · L120 89	 -2 3 -1 3 2 -2 3 -1 3 2	 2,3,2 · L333 103	 -2 3 -1 -2 2 -2 3 -2 -3 2	 2,2,3 · L319 107	 2 -2 -1 3 2 3 -2 -2 3 2	 2,2,2 · L355 121	 2 -2 -1 -1 -2 2 2 -3 -3 -3 2
 2,2,2 · L317 115	 -2 2 -1 2 -2 2 -2 2 -1 2 -2 2	 2,2,1 · L348 85	 -2 2 -1 -1 -2 2 -2 2 -2 2 -2 2	 2,1,2 · L393 135	 2 -1 -1 -1 -2 2 2 -1 -3 -2 -2 2	 4,3,3 · L15 67	 4 -1 3 3 4 -1 3 3
 4,3,2 · L94 81	 4 -1 1 -2 3 4 -2 -3 3	 4,2,2 · L270 45	 -2 1 -1 1 -2 4 -3 -3 -3 4	 3,1,3 · L235 87	 -3 1 -1 3 3 -4 -2 3 3	 3,1,2 · L299 99	 -2 1 -1 1 -3 3 -3 -3 -4 3
 3,1,2 · L125 71	 -3 1 -1 1 -2 1 -4 -2 -3 3	 2,2,3 · L108 43	 -2 2 -1 3 3 -3 2 -1 3 3	 2,2,2 · L326 123	 -2 2 -1 -1 -2 1 -2 2 -2 -3 -3	 2,1,3 · L337 117	 -2 1 -1 1 -2 3 -3 -3 -2 2 3
 2,2,3 · L340 97	 -2 2 -2 3 2 -2 2 -2 3 2	 2,2,2 · L353 107	 -2 2 -2 1 -2 2 -2 2 -3 -3 2	 2,1,3 · L334 105	 2 -1 1 -2 3 2 2 -2 -3 3 2	 2,1,2 · L356 113	 2 -1 1 -2 -2 2 3 -1 -4 -3 2
 3,3,3 · L77 81	 3 -2 3 3 3 -2 3 3	 3,2,1 · L342 99	 -2 1 -2 1 -2 3 -3 -4 -3 3	 3,3,2 · L402 75	 3 -3 3 2 3 -3 3 2	 3,2,2 · L322 81	 3 -3 1 -2 2 3 -4 -3 2
 2,1,2 · L140 87	 -2 1 -3 1 -2 2 -3 -5 -3 2	 (2,2)(3,2) · L64 105	 -2 2 2 2 -2 2 2 2	 (2,2)(2,2) · L24 123	 -2 -2 2 2 -2 -2 2 2	 (2,1)(3,2) · L80 115	 -2 1 1 2 -2 2 2 2
 (2,1)(2,2) · L24 137	 -2 1 1 2 -2 2 2 2	 (3,2)(3,2) · L39 94	 -3 3 3 3 -3 3 3 3	 (3,2)(2,2) · L26 117	 -3 3 3 2 -3 3 3 2	 (3,2)(3,2) · L29 94	 -3 3 3 2 -3 3 3 2

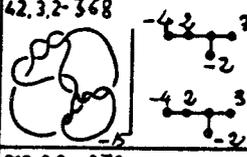
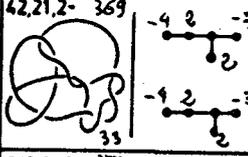
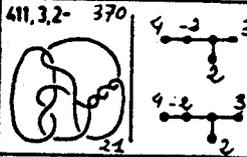
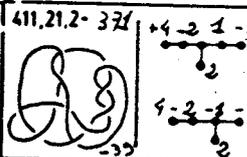
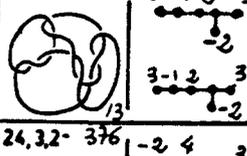
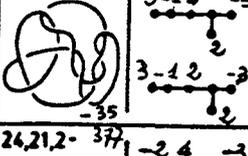
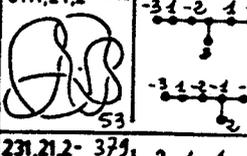
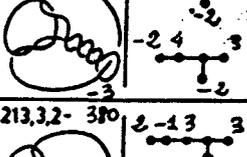
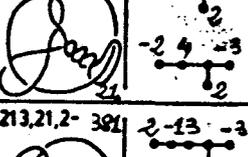
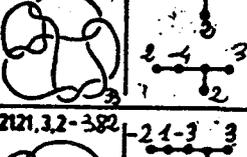
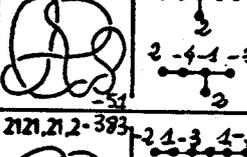
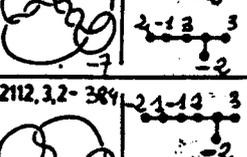
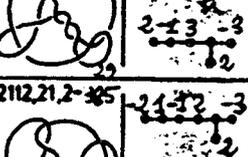
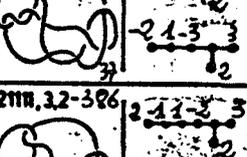
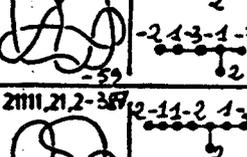
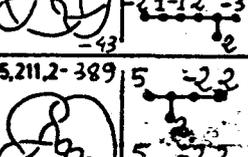
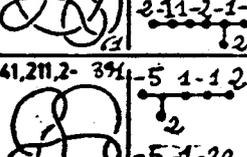
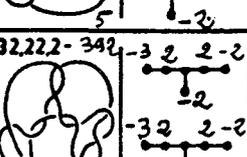
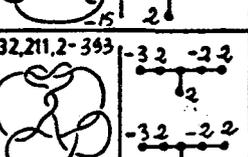
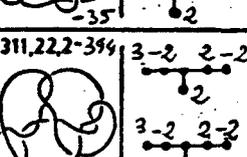
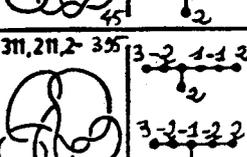
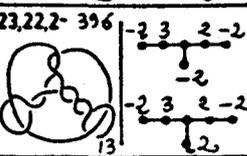
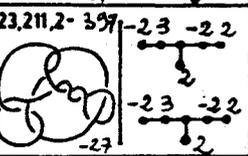
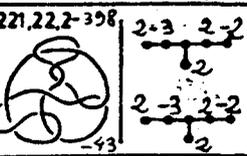
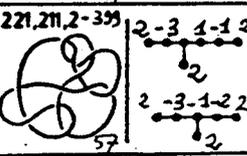
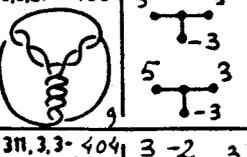
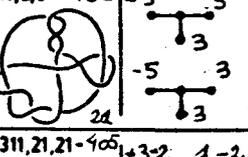
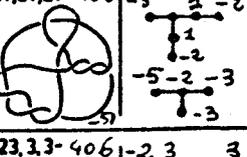
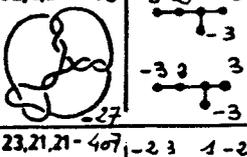
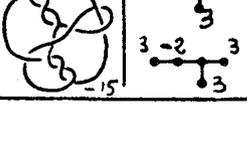
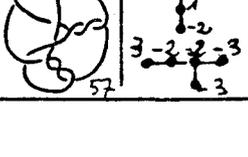
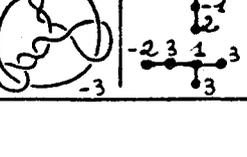
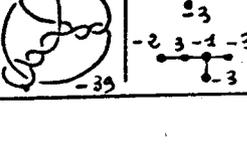
NOEUDS ARBORESCENTS 11c

<p>(3,2)-(21,2) L254 -3 2 113</p>	<p>(21,2)-(3,2) L42 2 1 2 101</p>	<p>(21,2)-(21,2) L334 2 1 2 127</p>	<p>(3,2)(3,2) L25 1 2 85</p>
<p>(3,2)(21,2) L86 2 107</p>	<p>(21,2)(21,2) L238 2 133</p>		
<p>.41.2 L75 2 102</p>	<p>.41.20 L229 2 107</p>	<p>.311.2 L264 2 -2 135</p>	<p>.311.20 L98 2 127</p>
<p>.23.2 L263 2 118</p>	<p>.23.20 L97 2 103</p>	<p>.212.2 L288 2 132</p>	<p>.212.20 L440 2 137</p>
<p>.211.2 L303 2 112</p>	<p>.211.20 L305 2 132</p>	<p>.4.210 L76 2 112</p>	<p>.4.21 L74 2 103</p>
<p>.31.210 L267 2 139</p>	<p>.31.21 L265 2 141</p>	<p>.22.210 L286 2 137</p>	<p>.22.21 L285 2 143</p>
<p>.4.2.2 L58 2 77</p>	<p>.31.2.2 L219 2 131</p>	<p>.211.2.2 L256 2 157</p>	<p>.22.2.20 L444 2 127</p>
<p>.211.2.20 L264 2 132</p>	<p>.4.20.2 L44 2 83</p>	<p>.31.20.2 L228 2 121</p>	<p>.211.20.2 L95 2 137</p>
<p>.220.2.2 L243 2 125</p>	<p>.2110.2.2 L260 2 123</p>	<p>.2.4.2 L186 2 107</p>	<p>.2.31.2 L54 2 127</p>
<p>.2.22.2 L213 2 135</p>	<p>.2.40.2 L40 2 84</p>	<p>.2.310.2 L84 2 123</p>	<p>.2.220.2 L72 2 117</p>

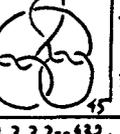
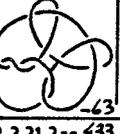
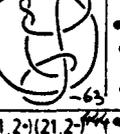
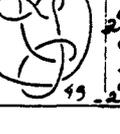
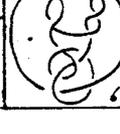
NOEUDS ARBORESCENTS 11 c

<p>.3.21.2 L66 -4 -125</p>	<p>.3.21.20 L224 -4 -141</p>	<p>.21.21.20 L255 -2 -149</p>	<p>.3.210.2 L70 -4 -148</p>
<p>.30.21.2 L215 -2 -119</p>	<p>.210.21.2 L258 -2 -151</p>	<p>.3.2.21 L218 -2 -127</p>	<p>.21.2.21 L236 -2 -155</p>
<p>.3.2.210 L222 -4 -123</p>	<p>.3.20.21 L68 -3 -113</p>	<p>.21.20.21 L239 -2 -145</p>	<p>.30.2.21 L83 -2 -117</p>
<p>.3.2.2.2 L175 -4 -123</p>	<p>.21.2.2.2 L159 -2 -147</p>	<p>.21.2.2.20 L211 -2 -125</p>	<p>.3.2.20.2 L162 -4 -141</p>
<p>.30.2.2.2 L52 -4 -105</p>	<p>.21.2.20.20 L219 -2 -135</p>	<p>.21.20.2.20 L43 -2 -123</p>	<p>.3.20.2.20 L7 -4 -113</p>
<p>.(3,2).2 L50 -2 -131</p>	<p>.(21,21).2 L200 -2 -157</p>	<p>.2.(3,2) L51 -2 -117</p>	<p>.2.(21,2) L145 -2 -157</p>
<p>.(3,2).20 L178 -2 -133</p>	<p>.(21,21).20 L204 -2 -155</p>	<p>.20.(3,2) L177 -2 -133</p>	<p>.20.(21,2) L157 -2 -155</p>

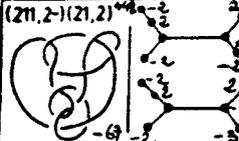
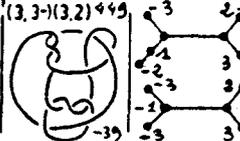
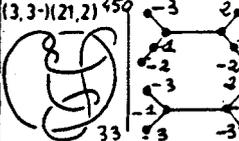
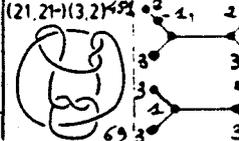
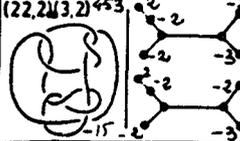
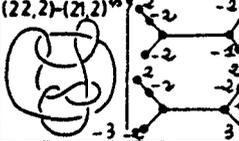
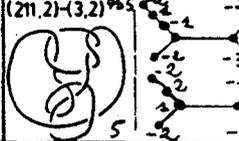
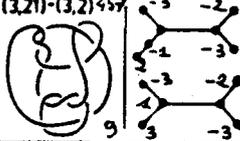
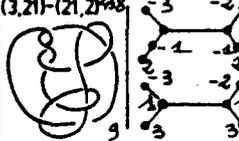
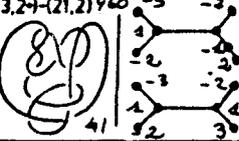
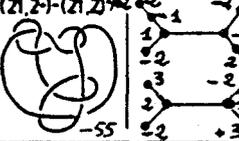
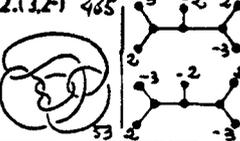
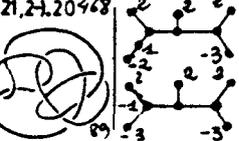
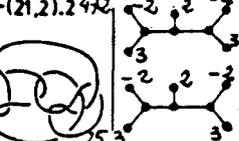
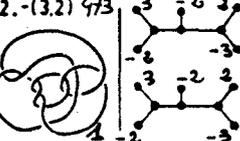
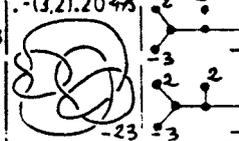
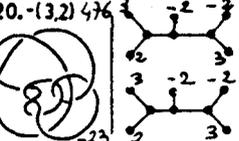
NOEUDS ARBORESCENTS 11c non-alt.

42,3,2-368  -4 2 3 -2 -4 2 3 -2	42,21,2-369  -4 2 3 -3 -4 2 3 -2	411,3,2-370  4 -2 3 -3 4 -2 3 -2	411,21,2-371  +4 -2 1 -2 -3 4 -2 1 -3 -2
312,3,2-372  8 -1 2 3 -2 3 -1 2 3 -2	312,21,2-373  3 -1 2 3 -3 3 -1 2 3 -2	3111,3,2-374  -3 1 -2 3 -3 -3 1 -2 3 -2	3111,21,2-375  -3 1 -2 1 -2 -3 -3 1 -2 1 -3 -2
24,3,2-376  -2 4 3 -2 -2 4 3 -2	24,21,2-377  -2 4 3 -3 -2 4 3 -2	231,3,2-378  2 -4 3 -3 2 -4 3 -2	231,21,2-379  2 -4 1 -2 -3 2 -4 1 -3 -2
213,3,2-380  2 -1 3 3 -2 2 -1 3 3 -2	213,21,2-381  2 -1 3 3 -3 2 -1 3 3 -2	2121,3,2-382  -2 1 -3 3 -3 -2 1 -3 3 -2	2121,21,2-383  -2 1 -3 1 -2 -3 -2 1 -3 1 -3 -2
2112,3,2-384  -2 1 -1 3 3 -2 -2 1 -1 3 3 -2	2112,21,2-385  -2 1 -1 3 3 -3 -2 1 -1 3 3 -2	2111,3,2-386  -2 1 -1 3 3 -3 -2 1 -1 3 3 -2	2111,21,2-387  -2 1 -1 2 1 -2 -3 -2 1 -1 2 1 -3 -2
5,22,2-388  5 2 2 -2 5 2 2 -2	5,211,2-389  5 2 2 -2 5 2 2 -2	41,22,2-390  5 2 2 -3 5 2 2 -2	41,211,2-391  -5 1 1 2 -2 -5 1 2 2 -2
32,22,2-392  -3 2 2 2 -2 -3 2 2 2 -2	32,211,2-393  -3 2 2 2 -2 -3 2 2 2 -2	311,22,2-394  3 2 2 2 -2 3 2 2 2 -2	311,211,2-395  3 2 1 1 2 -2 3 2 1 2 2 -2
23,22,2-396  -2 3 2 2 -2 -2 3 2 2 -2	23,211,2-397  -2 3 2 2 -2 -2 3 2 2 -2	221,22,2-398  2 3 2 2 -2 2 3 2 2 -2	221,211,2-399  2 3 1 1 2 -2 2 3 1 2 2 -2
5,3,21-400  5 3 -3 5 3 -3	41,3,3-401  -5 3 -3 -5 3 -3	41,21,21-402  -5 1 2 -3 -5 2 3 -3	32,3,21-403  -3 2 3 -3 -3 3 3 -3
311,3,3-404  3 2 3 -3 3 2 3 -3	311,21,21-405  +3 2 1 2 -3 3 2 2 3 -3	23,3,3-406  -2 3 3 -3 -2 3 1 3 -3	23,21,21-407  -2 3 1 2 -3 -2 3 1 3 -3

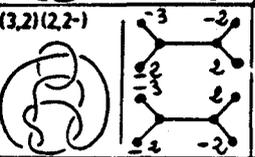
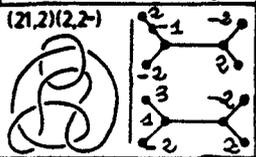
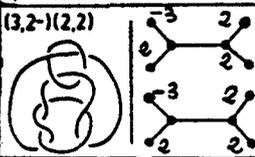
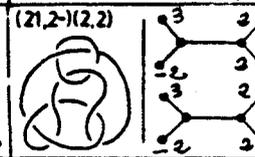
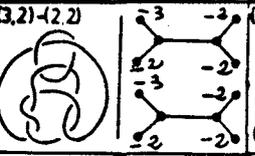
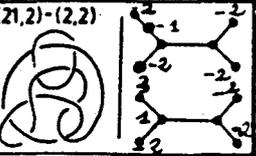
NOEUDS ARBORESCENTS 11c non-alt.

21,221,3-408  45	212,3,3-409  -3	212,3,21-410  -27	212,21,21-411  -51
2111,3,3-412  21	2111,3,21-413  45	2111,21,21-414  63	4,22,3-415  1
4,211,3-417  -7	4,22,21-416  -15	4,211,21-418  -31	31,22,3-419  29
31,211,3-421  41	31,22,21-420  49	31,211,21-422  61	22,22,21-423  -35
22,211,3-424  25	211,211,21-425  65	3,3,3,2-426  -27	3,3,21,2-427  45
3,21,3,2-428  45	3,21,21,2-429  -63	21,3,21,2-430  -63	21,21,21,2-431  81
3,3,3,2-432  -27	3,3,21,2-433  9	3,21,3,2-434  9	(22,2)(3,2)-435  -57
(22,2)(21,2)-436  63	(211,2)(3,2)-437  49	(211,2)(21,2)-438  -71	(3,21)(3,2)-439  45
(3,21)(21,2)-440  -63	(3,2)(3,2)-441  25	(3,2)(21,2)-442  -77	(21,2)(3,2)-443  -23
(21,2)(21,2)-444  49	(22,2)(3,2)-445  -55	(22,2)(21,2)-446  53	(211,2)(3,2)-447  65

NOEUDS ARBORESCENTS 11c non-alt

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 2comp.

$\sqrt{9}$.3:20 	.21:20 	.2.2.20 	
$\sqrt{9}$ A	5,2,2- 	41,2,2- 	32,2,2- 	311,2,2-
	23,2,2- 	221,2,2- 	4,3,2- 	4,21,2-
	31,3,2- 	31,21,2- 	3,3,3- 	3,21,21-
	(3,21)(2,2-) 	(21,21)(2,2-) 	(3,2-)(2,2) 	(21,2-)(2,2) 
	(3,21)-(2,2) 	(21,21)-(2,2) 		
$\sqrt{10}$	4,2,2,2 	411,2,2 	312,2,2 	3111,2,2
	2,4,2,2 	231,2,2 	213,2,2 	2121,2,2
	2112,2,2 	2111,2,2 	4,2,2,2 	4,211,2
	31,2,2,2 	31,211,2 	212,3,2 	212,21,2

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 2comp.

10	2111, 3,2 	2111, 21,2 	22, 3,3 	22, 21, 21
	211, 3, 21 	3, 3, 2, 2 	3, 21, 2, 2 	21, 21, 2, 2
	3, 2, 3, 2 	3, 2, 21, 2 	21, 2, 21, 2 	5, 2, 2
	41, 2, 2 	23, 2, 2 	311, 2, 2 	32, 2, 2
	221, 2, 2 	4, 3, 2 	4, 21, 2 	31, 3, 2
	31, 21, 2 	3, 3, 3 	3, 21, 21 	22, 2, 2
	211, 2, 2 	3, 2, 2 	21, 2, 2 	(22, 2)(2, 2)
	(211, 21)(2, 2) 	(3, 21)(2, 2) 	(3, 2)(2, 2) 	(21, 2)(2, 2)
	(3, 2)(2, 2) 	(21, 2)(2, 2) 	(21, 21)(2, 2) 	(3, 21)(2, 2)
	.41 	.311 	.23 	.212

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 2comp.

NO A	.2111			.211.2			.211.20			.3.21		
	.3.210			.4.2			.31.2			.211:2		
	.22:20			.211:20			.3:21			.3:210		
	.21:21			.21.2.2			.21.20.2			.2.3.2		
	.2.30.2			.2.21.20			.2.2.2.2			.2.20.2.20		
	.(3.2)			.(21.2)			.(2.2).2			.(2.2).20		
NO A	4.2.2.2-			411.2.2-			312.2.2-			3111.2.2-		
	24.2.2-			231.2.2-			213.2.2-			2121.2.2-		
	2112.2.2-			2111.2.2-			4.2.2.2-			4.211.2-		
	31.2.2.2-			31.211.2-			212.3.2-			212.21.2-		

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 2comp.

10 A	$2111, 3, 2^-$ 	$2111, 21, 2^-$ 	$22, 3, 21^-$ 	$211, 3, 3^-$
	$211, 21, 21^-$ 	$3, 3, 2, 2^-$ 	$3, 21, 2, 2^-$ 	$21, 21, 2, 2^-$
	$3, 2, 3, 2^-$ 	$3, 2, 21, 2^-$ 	$21, 2, 21, 2^-$ 	$3, 3, 2, 2^-$
	$3, 21, 2, 2^-$ 	$3, 2, 3, 2^-$ 	$3, 2, 21, 2^-$ 	$(22, 2)(2, 2)$
	$(211, 2)(2, 2)$ 	$(22, 2)-(2, 2)$ 	$(211, 2)-(2, 2)$ 	$(3, 21)(2, 2)$
	$(21, 21)-(2, 2)$ 	$(3, 2)-(2, 2)$ 	$(3, 3)-(2, 2)$ 	$(21, 2)-(2, 2)$
	$(2, 2)-(3, 2)$ 	$(2, 2)-(21, 2)$ 	$(22, 2)-(2, 2)$ 	$(211, 21)-(2, 2)$
	$(3, 21)-(2, 2)$ 	$(3, 2)-(2, 2)$ 	$(21, 2)-(2, 2)$ 	$(2, 2)-(3, 2)$
	$(2, 2)-(21, 2)$ 	$-(2, 2)-1, 2$ 	$-(2, 2)-1, 20$ 	$-(2, 2)-2$
	$-(2, 21), 20$ 			

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 3 comp.

$\sqrt{6}$	$2,2,2$ $+2$ $+2$	$0,1$ -2 -2	$2,2,2^-$ 2 2	
$\sqrt{7}$	$2,2,2^0$ 2 -4 2 2 			
$\sqrt{8}$	$4,2,2$ 4 2 4 	$3,1,2,2$ -3 4 2 -4 -1 	$2,2,2^{00}$ 2 -2 2 	$(2,2)(2,2)$ 2 2 -2
	$.3$ -4 2 -4 	$.2:20$ -3 -2 3 	$4,2,2^-$ 4 2 4 	$3,1,2,2^-$ -4 2 -4
	$(2,2)(2,2^-)$ -2 2 2 	$(2,2)-(2,2)$ -2 -2 -2 		
$\sqrt{9}$	$2,1,2,2,2$ 2 -1 	$2,1,1,2,2$ -1 -1 	$3,2,2,2$ 3 2 3 	$2,1,2,2,2$ -2 4
\sqrt{A}	$4,2,2^0$ 4 -1 	$3,1,2,2^0$ -3 4 	$2,2,2^{000}$ 2 -3 	$(2,2)(2,2)$ 2 -2
	$(2,2)(1)(2,2)$ 2 2 	$.2,1,1$ -1 -2 	$.2,1:2$ 2 -2 	$(2,2)$ 2 -1
$\sqrt{9}$	$2,1,2,2,2^-$ 2 -1 	$2,1,1,1,2,2^-$ -1 -2 	$3,2,2,2,2^-$ 3 2 3 	$2,1,2,2,2^-$ -3 2
\sqrt{A}	$3,2,2,2,2^{00}$ 3 2 3 	$(2,2)(2,2^-)$ 2 2 	$(2,2)-(2,2)$ -2 -2 	$(2,2^-)$ 2 -1

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 3comp.

9 NA	$\cdot(2,2)$ 				
10 A	6,2,2 	51,2,2 	33,2,2 	321,2,2 	
	222,2,2 	2211,2,2 	4,4,2 	4,31,2 	
	31,31,2 	222,2,2 	211,2,2,2 	212,2,2 	
	2111,2,2 	3,2,2,2 	21,2,2,2 	4,2,2 	
	31,2,2 	2,2,2,2 	(4,2)(2,2) 	(31,2)(2,2) 	
	(3,3)(2,2) 	(21,21)(2,2) 	(2,2)(2,2) 	(2,2)(2,2) 	
	(2,2)(2,2) 	(2,2),2,(2,2) 	.5 	.32 	
	.221 	.3:3 	.3:30 	.3:3 	
	.3:30 	.21:210 	.4:20 	.31:20 	

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 3 comp.

IO A	.22:2 	.2.3.20 	.(2,2):20 	(2,2)
IO A	6,2,2- 	51,2,2- 	33,2,2- 	321,2,2-
	222,2,2- 	2211,2,2- 	4,4,2- 	4,31,2-
	31,31,2- 	222,2,2- 	211,2,2,2- 	222,2,2-
	(4,2)(2,2-) 	(31,2)(2,2-) 	(3,3)(2,2-) 	(21,21)(2,2-)
	(21,3)(2,2) 	(4,2-)(2,2) 	(31,2-)(2,2) 	(2,2-)(2,2-)
	(4,2)-(2,2) 	(31,2)-(2,2) 	(3,3)-(2,2) 	(21,21)-(2,2)
	(2,2-)(2,2) 	(2,2),2,(2,2) 	(2,2),-2,(2,2) 	(2,2),2,-(2,2)
	.(2,2):20 	-(2,2):20 		

ENLACEMENTS ARBORESCENTS 4/5cp.

$\sqrt{8}$	$2,2,2,2$ 	$2,2,2,2^-$ 	$2,2,2,2^{--}$ 	
$\sqrt{9}$	$2,2,2,2^+$ 			
$\sqrt{10}$ A	$4,2,2,2$ 	$3,2,2,2$ 	$2,2,2,2^{++}$ 	$(2,2,2)(2,2)$
	$(2,2)2(2,2)$ 	$(2,2)1(2,2)$ 	$(2,2)1$ 	$(2,2):2$
$\sqrt{10}$ A	10^{+++} 	$4,2,2,2^-$ 	$3,2,2,2^-$ 	$4,2,2,2^{--}$
	$(2,2,2)(2,2^-)$ 	$(2,2,2^-)(2,2)$ 	$(2,2,2^-)(2,2^-)$ 	$(2,2,2^-)(2,2)$
	$(2,2,2)-(2,2)$ 	$(2,2)-1$ 	$(2,2^-):2$ 	$-(2,2):2$
	10^{+++} 	$(2,2)2(2,2^-)$ 	$(2,2)-2(2,2)$ 	$(2,2)2-(2,2)$
$\sqrt{5}$ A	$2,2,2,2,2$ 	$2,2,2,2,2^-$ 	$2,2,2,2,2^{--}$ 	

C L A S S I F I C A T I O N

D E S

P O L Y E D R I Q U E S

(S q u e l e t t e s .)

A. CAUPRON

NOEUDS

2:2:20 A 939					
20:20:20 A 941					
2:2:-20 A 949					
3:2:2 T 112					
21:2:2 T 90					
3:2:20 T 98					
30:2:2 T 34					
3:20:20 T 32					
21:20:20 T 83					
30:2:20 T 96					

210:2:20 T 10					
30:20:20 T 110					
2.2.2.2 T 27					
2.2.2.20 T 89					
2.2.20.2 T 91					
-3:2:2 L 2VII					
-3:2:20 L 3X					
-3:20:20 L 4VII					
-30:2:2 L 2VIII					
-30:2:20 L 3VIII					

11c

-30:20:20 L 4V					
3:-20:-20 L 5II ~L 6VI					
-30:-20:-20 L 2 IX					
22:2:2 L 73					
211:2:2 L 65					
4:2:20 L 59					
31:2:20 L 226					
211:2:20 L 262					
40:2:2 L 170					
310:2:2 L 71					

2110:2:2 L 209					
22:20:20 L 206					
211:20:20 L 205					
220:2:20 L 242					
2110:2:20 L 257					
40:20:20 L 9					
310:20:20 L 227					
2110:20:20 L 63					
3:21:2 L 69					
3:21:20 L 217					

21:21:20 L 237					
3:210:2 L 86					
21:210:2 L 259					
3D:21:2 L 223					
3:210:20 L 221					
30:210:2 L 216					
30:21:20 L 87					
30:210:20 L 67					
210:210:20 L 241					
21.2.2.2 L 194					

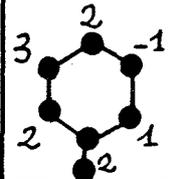
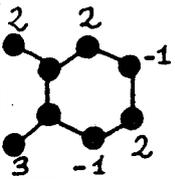
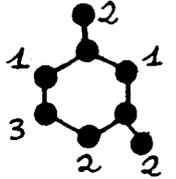
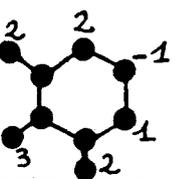
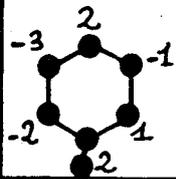
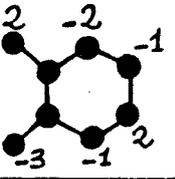
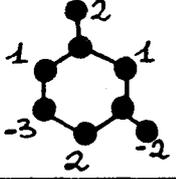
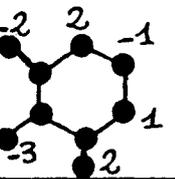
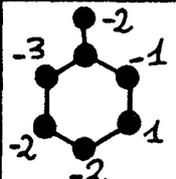
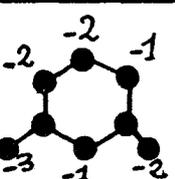
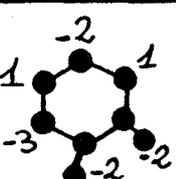
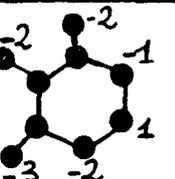
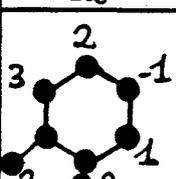
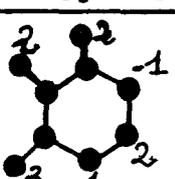
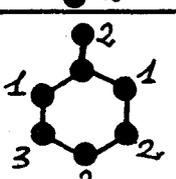
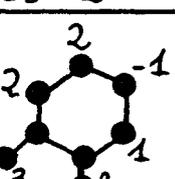
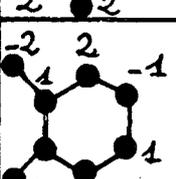
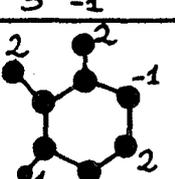
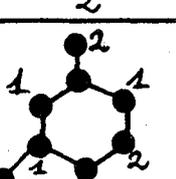
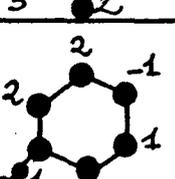
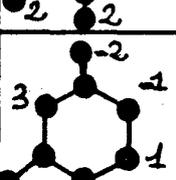
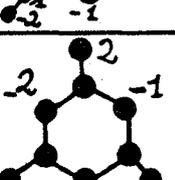
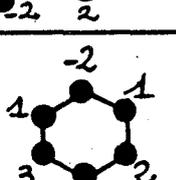
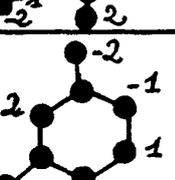
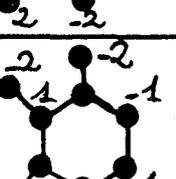
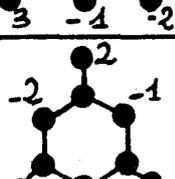
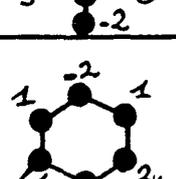
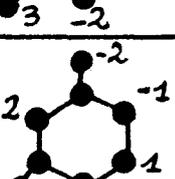
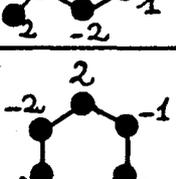
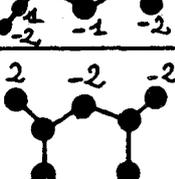
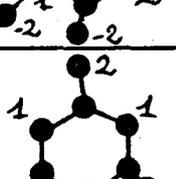
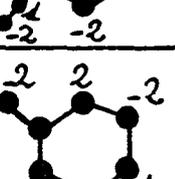
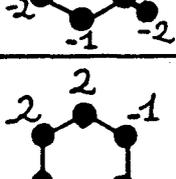
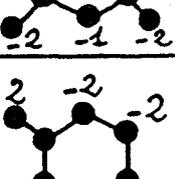
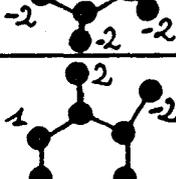
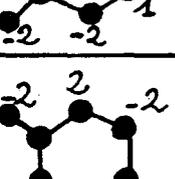
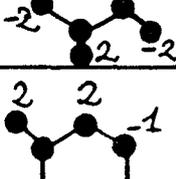
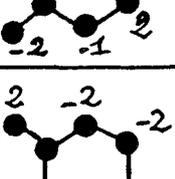
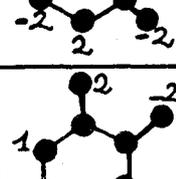
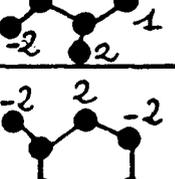
3.2.2.20 L 56					
3.2.20.2 L 181					
3.20.2.2 L 55					
210.2.2.2 L 202					
30.2.2.20 L 180					
210.2.2.20 L 207					
30.2.20.2 L 6					
210.2.20.2 L 45					
30.20.2.2 L 179					
210.20.2.2 L 160					

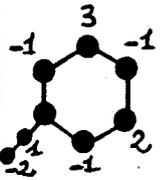
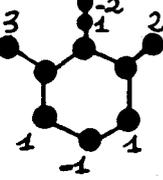
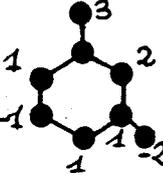
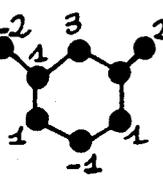
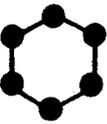
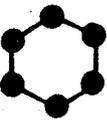
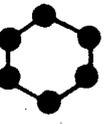
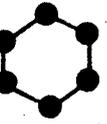
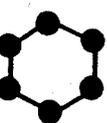
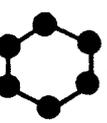
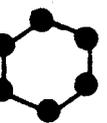
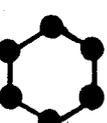
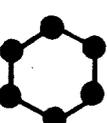
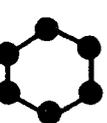
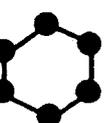
2.21.2.2 L 203					
2.3.2.20 L 183					
2.21.20.2 L 208					
20.3.2.2 L 53					
2.3.20.20 L 176					
2.21.20.20 L 196					
20.3.20.2 L 8					
20.21.20.2 L 64					
2.2.2.2.20 L 167					
2.2.2.20.20 L 157					

2.20.2.2.20 L169					
-2.2:2:2 477					
-2.20:2:20 478					
-2.2:20:20 479					
-2.2:-20:20 480					
2.2:-20:-20 481					
-2.11:2:2 482					
-2.10:2:20 483					
-2.11:20:20 484					
-2.11:-20:20 485					

-40:2:2 486					
-4:2:20 487					
-40:20:20 488					
-40:20:20 489					
-310:2:2 490					
-310:20:20 491					
-310:20:20 492					
-2110:2:2 493					
-211:2:20 494					
-2110:20:20 495					

-210:20:20 496					
-30:21:2 497					
-30:21:20 498					
-30:21:2 499					
-210:30:2 500					
-210:30:20 501					
-210:21:2 502					
-210:21:20 503					
2.21.2.2 504					
2.21.2.2 505					

2.-3.2.20 506					
2.3.-2.20 507					
20.3.-2.2 508					
2.-3.-20.20 509					
2.-21.-20.20 510					
20.-3.-20.2 511					
20.-21.-20.2 512					
2.2.-2.2.20 513					
2.2.-2.20.20 514					
2.20.-2.2.20 515					

<p>-210:3:2</p> <p>552</p>					
					
					
					

8^* A 8 ₁₈			8^*20 A 9 ₃₄		
8^*20 A 9 ₄₇			8^*3 T 94		
8^*21 T 30			8^*30 T 93		
$8^*20,20$ T 29			$8^*2:2$ T 88		
$8^*2:20$ T 25			$8^*2::2$ T 26		
$8^*2::20$ T 85			$8^*20::20$ T 82		
8^*-30 L 3VI			$8^*2:20$ L 1V		
$8^*2::20$ L 4IV			8^*22 L 212		
8^*211 L 191			8^*40 L 61		
8^*310 L 214			8^*210 L 188		

$8^*_{3.20}$ L 48			$8^*_{21.20}$ L 190		
$8^*_{30.20}$ L 173			$8^*_{21:2}$ L 198		
$8^*_{3:20}$ L 172			$8^*_{210:2}$ L 192		
$8^*_{30:20}$ L 47			$8^*_{210:20}$ L 199		
$8^*_{21::2}$ L 193			$8^*_{3::20}$ L 49		
$8^*_{210::2}$ L 201			$8^*_{30:20}$ L 174		
$8^*_{210::20}$ L 189			$8^*_{3::20}$ L 171		
$8^*_{21::20}$ L 146			$8^*_{30::20}$ L 46		
$8^*_{2.20.2}$ L 403			$8^*_{2.20.20}$ L 154		
$8^*_{2.20:2}$ L 166			$8^*_{2.20:20}$ L 40		

$8^*_{20.2:2}$ L 404			$8^*_{20.2:20}$ L 405		
$8^*_{20.20:20}$ L 156			$8^*_{20.2:2}$ L 164		
$8^*_{20.2:20}$ L 41			$8^*_{20.20:2}$ L 158		
$8^*_{2:2:20}$ L 165			$8^*_{2:20:20}$ L 162		
$8^*_{20:20:20}$ L 62			$8^*_{2:20:2}$ L 42		
$8^*_{2:2:20}$ L 152			8^*_{-40} 516		
8^*_{-310} 517			8^*_{-2110} 518		
$8^*_{-30.20}$ 519			$8^*_{-3:-20}$ 520		
$8^*_{-210:2}$ 521			$8^*_{-30:20}$ 522		
$8^*_{-30:-20}$ 523			$8^*_{-210:20}$ 524		

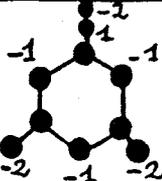
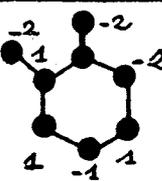
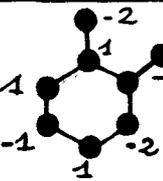
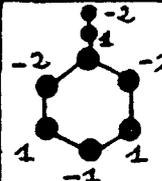
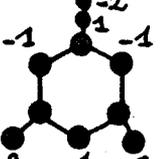
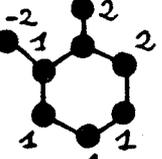
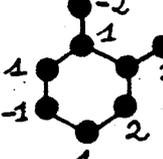
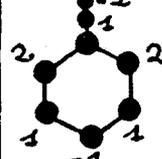
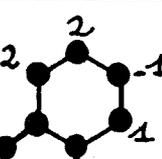
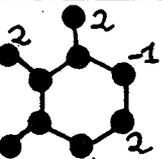
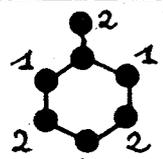
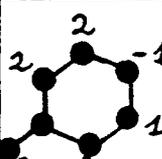
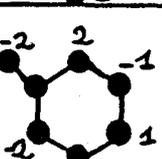
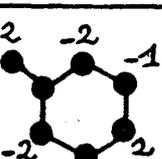
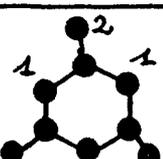
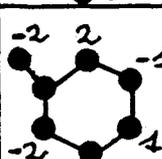
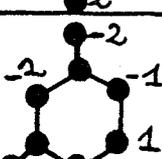
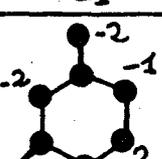
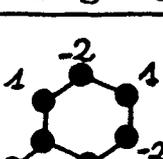
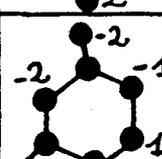
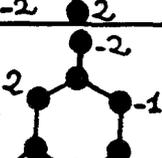
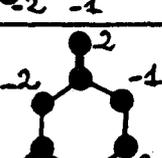
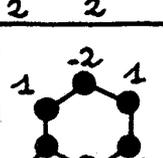
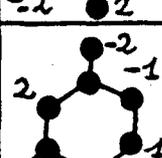
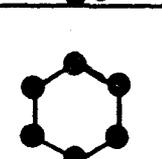
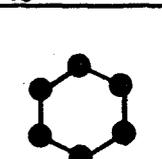
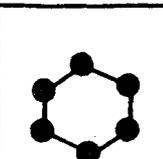
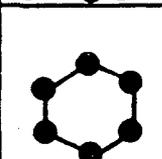
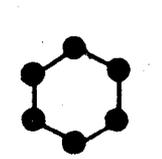
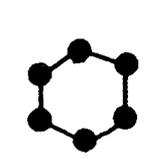
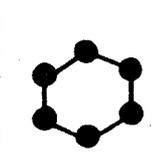
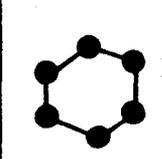
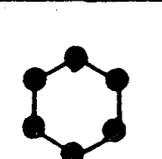
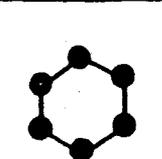
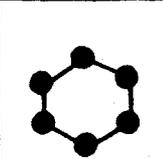
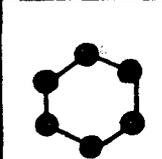
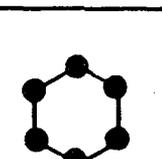
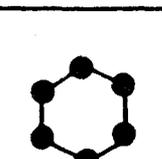
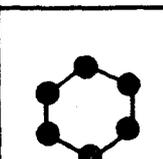
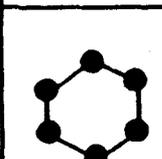
$8^*_{210:-20}$ 550			$8^*_{-30::20}$ 526		
$8^*_{-210::20}$ 525			$8^*_{30::20}$ 527		
$8^*_3::20$ 528			$8^*_{21::20}$ 529		
8^*_2-20-2 530			$8^*_2-20-20$ 531		
$8^*_2-20-20$ 532			$8^*_2:2:-20$ 533		
$8^*_2:20:-20$ 534			$8^*_2-20:20$ 535		
$8^*_20:-20:20$ 536			$8^*_20:20:-20$ 537		
$8^*_2:-20:2$ 538			$8^*_2:2:20$ 539		
$8^*_{-210::2}$ 549			$8^*_{-30::20}$ 551		

9^* A 940			9^*_{20} T 28		
9^*_{20} T 87			9^*_3 L 57		
9^*_{21} L 406			9^*_{30} L 185		
9^*_3 L 407			9^*_{21} L 408		
9^*_{30} L 409			$9^*_{2.2}$ L 155		
$9^*_{2.20}$ L 44			$9^*_{20.2}$ L 149		
$9^*_{2:2}$ L 39			$9^*_{2:20}$ L 161		
$9^*_{20:20}$ L 168			$9^*_{2:2}$ L 145		
$9^*_{2:20}$ L 153			$9^*_{20.20}$ L 147		
$9^*_{20:20}$ L 163			9^*_{-3} 540		

$9^*_{\bullet-21}$ 541			$9^*_{2.-2}$ 542		
$9^*_{20.-2}$ 543			$9^*_{2\bullet-2}$ 544		
$9^*_{\bullet-2\bullet-2}$ 545			$9^*_{20\bullet-2}$ 546		
10^* T 38			10^*_{20} L 148		
10^*_{-20} 547					
10^{**2} L 150			10^{**20} L 410		
$10^{**\bullet 2}$ L 151			$10^{**\bullet 20}$ L 144		
10^{**}_{-20} 548					
11^* L 411					

ENLACEMENTS - 157 -

2:2:2					
2:20:20					
2:-20:-20 *					
21:2:20					
210:2:2					
210:20:20					
2.2.2020					
2.20.2.20					
20.2.2.20					
-210:2:2					

<p>-210:20:20</p> <p>*</p>					
<p>-210:-20:-20</p>					
<p>2.-2.-20.20</p> <p>*</p>					
<p>2.-20.-2.20</p>					
<p>20.2.20.20</p>					
<p>20.-2.-20.20</p> <p>* D</p>					
					
					
					
					

8^*2			8^*210		
$8^*2.20$			$8^*20:20$		
$8^*20::20$			$8^*2::20$		
$8^*2.-20$			$8^*20:-20$		
$8^*20::20$					
$8^*2.2$			$8^*2::2$		
9^*2			$9^*.2$		
$9^*.-2$					
10^{**}					

- 160 -

3^{ème} PARTIE

MONDE ARBORESCENT

\S_1 - NOEUDS ET ENLACEMENTS

DE MOINS DE 13c

NB Je montre ici seulement qu'elle belle éclosoin arborescente nous trouvons à la limite des tabulations actuelles. (ces tables ne sont données qu'à titre indicatif et nécessite une vérification si possible informatique).

A. CAUDRON

COMMENTAIRES SUR LE MONDE ARBORESCENT

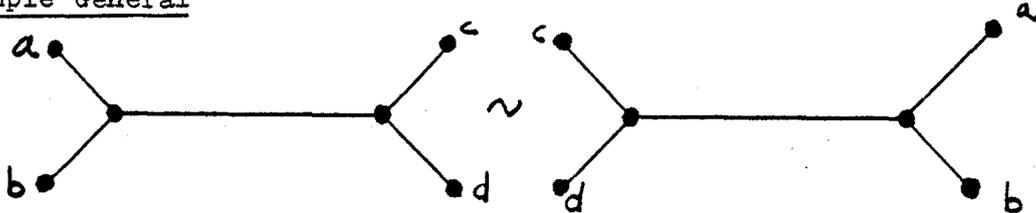
(Algorithme et invariants)

I - Algorithme

J'ai utilisé pour construire les tables qui suivent du monde arborescent, un algorithme basé essentiellement sur le fait que le poids des branches est un invariant pour les arbres standards.

De plus, il m'est apparu très rapidement que pour avoir un algorithme maniable, il est nécessaire d'ordonner les poids des branches des arbres, ceci afin d'éliminer les duplications dues à des symétries de représentation.

Exemple Général



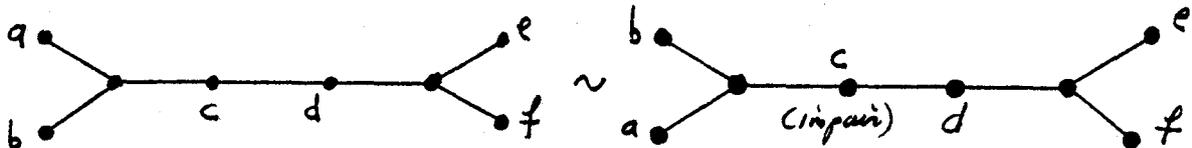
donc $(a,b) \gg (c,d) \Leftrightarrow a+b \gg c+d$

et de même, on peut choisir $a \gg b, c \gg d$ pour éliminer certains flypings.

Remarque

Dans cet algorithme, je n'ai pas tenu compte volontairement de certaines transformations générales sur les arbres du type :

Exemple Général

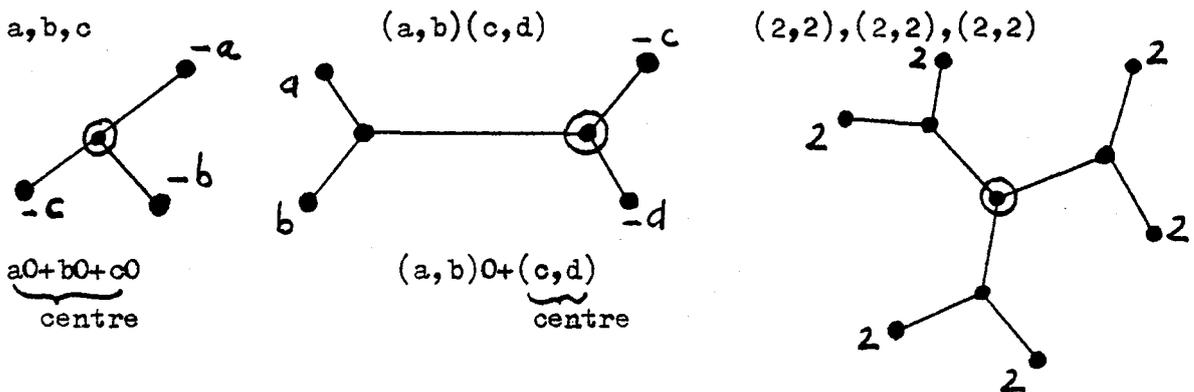


De même, j'ai volontairement, pour ne pas alourdir les listings, assimilé K et son obverse, reverse, inverse; mais, dans le cas de la recherche d'applications de cette classification aux variétés et sous-variétés, il sera très certainement nécessaire de les distinguer, phénomène non utile dans une classification par notation.

Centre de notation

Dans le cas des arborescents, il suffit de définir pour être en correspondance avec les constructions de Conway, un centre de notation.

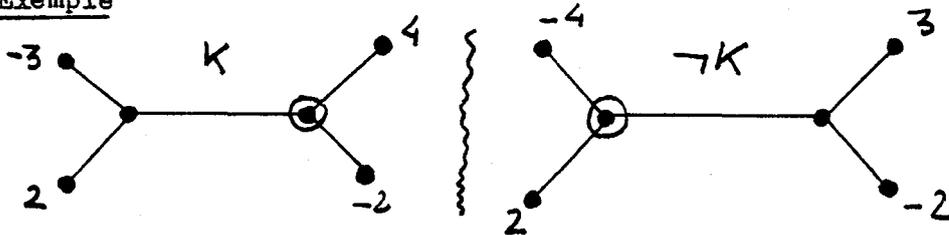
Exemple Général.



Règle

Pour un enlacement (Noeud) arborescent, le poids (s'il existe) d'un centre de notation est positif. [Sauf $-(2,2+)$]

Exemple

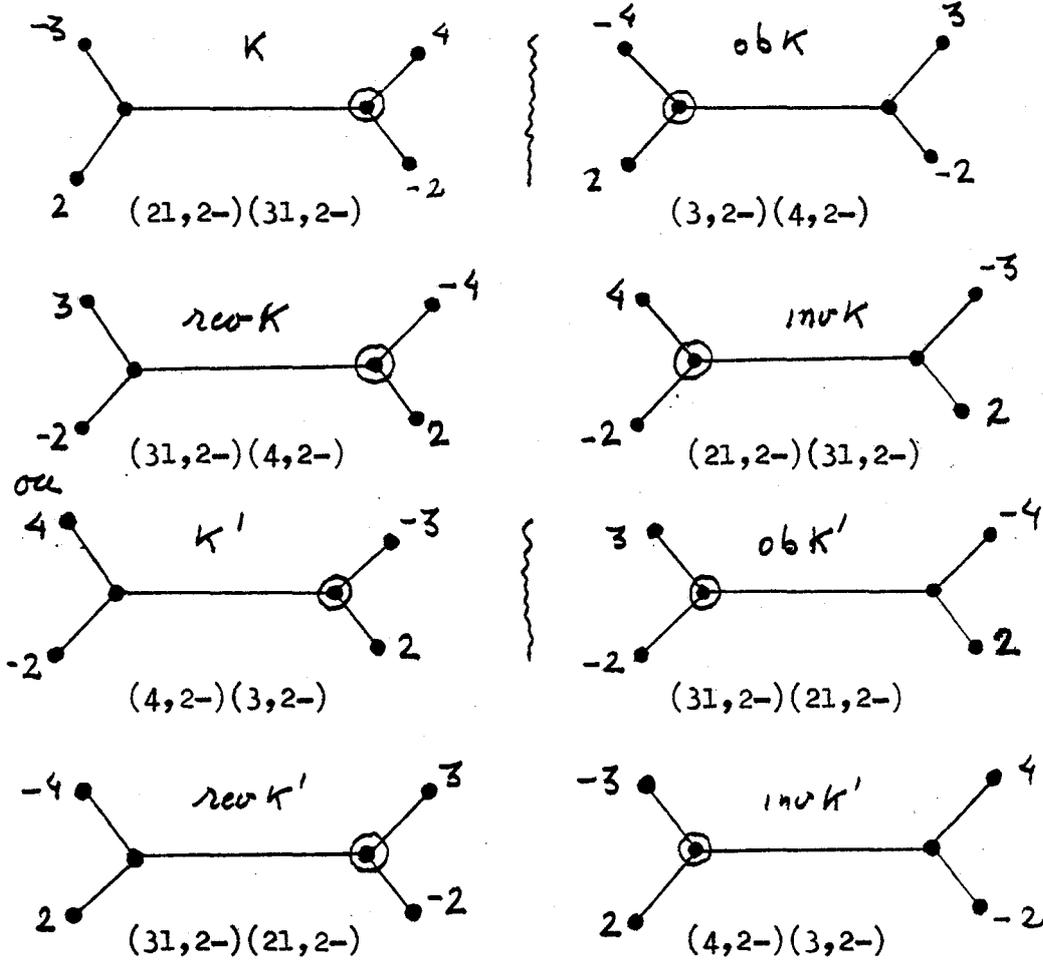


$(21,2-) (31,2-) \leftrightarrow (3,2-) (4,2-)$

Remarque

Mais si l'on change le centre de notation, alors pour K et $\neg K$ on échange les notations, ceci montre encore une fois la grande dualité entre K et $\neg K$, et que au delà des conventions de base, une même notation peut représenter K ou $\neg K$ (choix de ± 1 pour \neg et $-$)

Centre et Arbres



Propriété : (changement de centre)

A partir d'un centre donné par changement de centre sur un arbre, on obtient :

- a) K à distance paire
- b) $-K$ à distance impaire.

Remarque

Tous les arbres ci-dessus seront donc dans les tables symbolisés par :



De plus, il faut donc considérer dans un premier temps que la notation obtenue est globale pour tous les arbres ayant une forme donnée, les éléments "oubliés" pouvant être retrouvés par

des sous-programmes basés sur les transformations générales.* La notation donnée en listing correspond à l'arbre dont les poids sont placés frontalement en respectant l'orientation.

Remarque

Il est plus facile de procéder ainsi, que de générer initialement tous les arbres possibles, et effectuer après un programme de tri basé sur les flypings.

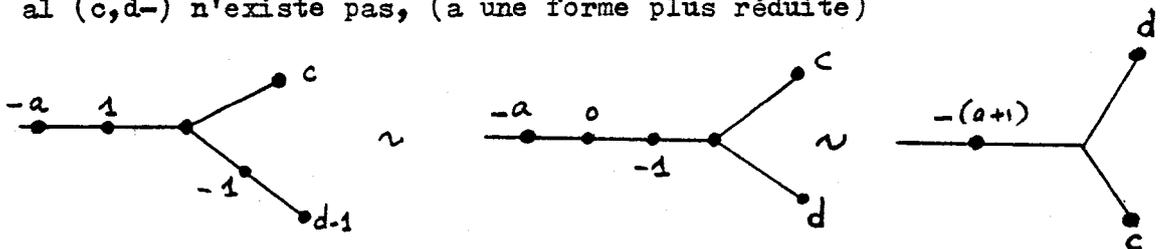
Ainsi, jusqu'à 13 croisements, seulement quelques dizaines d'éléments échappent à l'ordre établi (sur plus de 15000 éléments).

II - Passage alternants- non alternants.

Pour obtenir à partir d'un listing du monde arborescent alternant celui du monde arborescent non-alternant, il suffit en fait seulement de quelques théorèmes techniques généraux, tenant compte des réductions de poids dues aux non-alternances.

Théorème 1

al (c,d-) n'existe pas, (a une forme plus réduite)



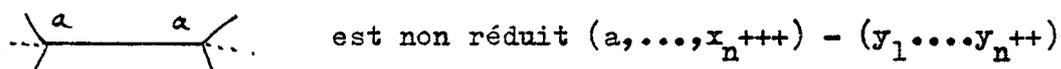
Théorème 2

(de même) al - (c,d) , -(al) (c,d) ont des formes plus réduites.

Théorème 3

(2,2+)-a est non réduit.

Théorème 4



* Règle 1 et 2 p 32/33

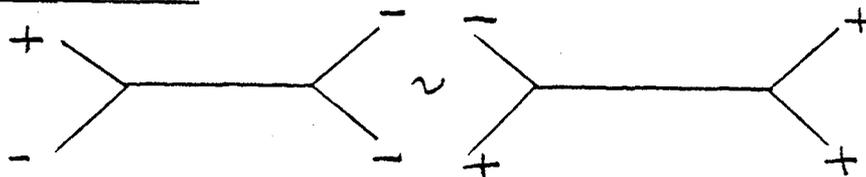
Remarque

Tous ces théorèmes sont justifiés par l'algorithme de réduction, et leur maniabilité fait d'ailleurs, qu'il est très facile d'obtenir directement le monde non-alternant en respectant un choix de signes sur une notation de type globale. (voir invariant).

Règle 1 (choix)

Le nombre de signes moins, introduisables ne peut dépasser $\lfloor n/2 \rfloor$ (partie entière) n étant le nombre de branches.

Exemple Général



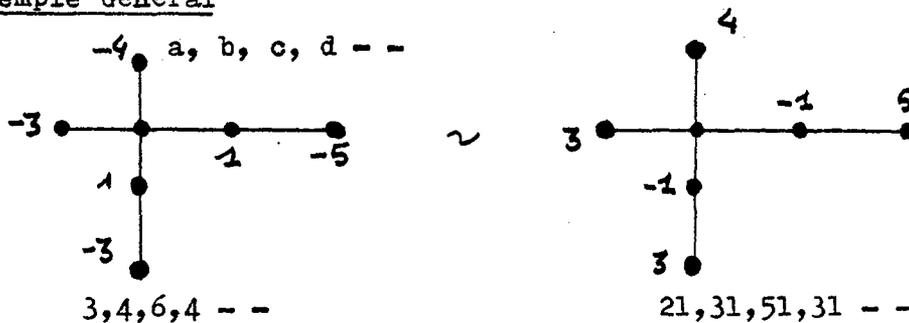
(dualité du miroir)

donc pour chaque arbre, il suffit d'avoir un nombre donné de grilles de signes, que l'on appliquera à l'arbre alternant de départ.

Règle 2

Le seul cas où il reste une ambiguïté est celui où le nombre de signes moins est égal à la moitié du nombre de branches.

Exemple Général



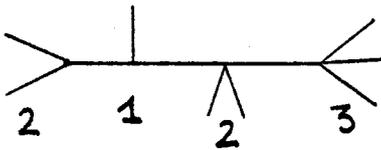
L'ambiguïté peut alors être levée en demandant à ce que le nombre de 1, près du sommet soit inférieur ou égal au nombre de branches (ordre triangulaire), *negatives*.

III - Génération des arbres modèles.

Le monde arborescent est donc informatisable totalement dès que l'on peut donner un programme permettant de construire tous les types d'arbres.

Une telle génération peut être obtenue, en se basant sur la plus grande branche possible.

Exemple Général



et en utilisant au départ les notations des rationnels.

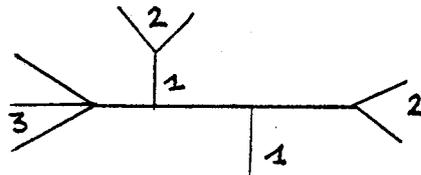
Il suffit alors pour continuer de considérer chaque nombre comme un nombre de branches arrivant au sommet.

Ceci permet de supprimer déjà bien des symétries
 $2123 \sim 3212$

Mais c'est une notation globale ; il faut en fait remarquer que chaque type d'arbre possède une notation de type arborescent (en nombre de branches).

Exemple Général

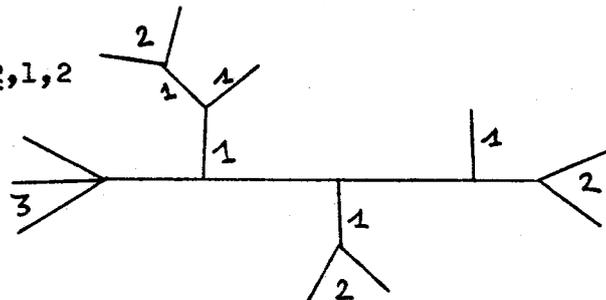
$3, 21, \underline{1}, 2$



noter 1 au dessus, 1 au dessous.

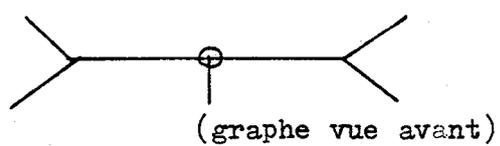
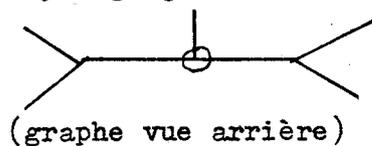
Exemple Général

$3, 1(1,12), \underline{12}, 1, 2$



noter : $12 \sim 1(1,1)$

Il ne reste plus alors qu'à tenir compte de certains flypings généraux du type



SOUS-MONDE RATIONNEL $\leq 10c$

NOEUDS			ENLACEMENTS	
1	342	41122	0	221112
3	2412	41113		
22	423	352	2	10
5	333	3412		73
32	4122	3313	4	622
	4212	33112		55
42	3213	3232	212	523
312	41112	32212		5122
2112	2322	32113	6	442
	21312	321112	33	424
7	3222	31312	222	4213
52	23112	31222		41212
43	31212	312112	412	411112
313	31122	31132	3112	343
322	22122	311113	232	3322
2212	311112	311122		3223
21112	212112	2512	8	32122
62	2111112	2422	53	3142
512		24112	422	31213
44	82	2332	323	311212
413	712	23122	3122	3111112
332	64	22312	242	262
4112	613	222112	21212	23212
2312	6112	221212	211112	231112
3113	532	2121112		22222
3212	5212	21111112	612	221122
2222	514	2211112	5112	21412
31112	5113	212212	432	213112
22112	51112		414	2112112
	433		4113	
9	4312		3312	
72	4222		32112	
63	42112		3132	
54	4132		31113	
513	4123		252	
522	4114		22212	

SOUS-MONDE RATIONNEL à 11c

NOEUDS			ENLACEMENTS	
11	4111112	24122	812	241112
92	41114	214112	7112	23222
83	42122	23312	614	231122
74	362	23132	632	221312
713	353	22322	6113	223112
722	3413	232112	5114	2212112
65	3422	231212	51113	2121212
623	3242	213212	52112	21211112
6122	31412	2311112	5132	21111112
6212	31142	2131112	5312	
61112	3323	2113112	452	
515	33212	222212	434	
542	33122	222122	4133	
524	31322	2221112	4313	
533	31232	2211212	41123	
5123	31223	2211122	421112	
511112	32123	2122112	411122	
51122	331112	22111112	41222	
51212	313112	21121112	42212	
5213	312113		3512	
5222	311312		34112	
443	311132		3332	
4412	3111113		33113	
4142	32222		31313	
4124	321212		32312	
4322	321122		32132	
4232	312122		321113	
4223	3211112		322112	
43112	3112112		3152	
42113	3111212		312212	
41312	31111112		311222	
41213	2612		3121112	
41132	2522		3111122	
411113	25112		272	
412112	21512		24212	
411212	2432		22412	

SOUS-MONDE RATIONNEL à 12c

NOEUDS				
102	51132	412212	332112	25122
912	511113	412122	331122	2442
84	512112	411222	322113	24132
813	511122	4211112	321312	224112
8112	51114	4121112	321132	214122
714	51222	4111212	321123	24312
732	52212	4111122	323112	23322
7212	453	41111112	313122	242112
7113	4512	372	312312	241212
71112	4152	3612	312213	223212
66	4314	3513	312132	222312
615	4143	3252	311322	222132
633	4422	35112	3211113	221232
6123	4242	31512	3121113	2411112
6114	4224	31152	322212	2231112
61113	44112	3432	321222	2213112
61122	42114	34113	3221112	2211312
62112	41142	34212	3212112	2211132
6132	4332	32412	3211122	232212
6312	4323	31242	3122112	22222
6222	43113	31422	3121212	2321112
552	41313	341112	3112212	2311212
534	41133	314112	3112122	2222112
5115	43122	311142	3111222	2221122
5412	41322	3333	31211112	2212212
5214	41223	33312	31121112	23111112
5133	42312	33132	31111212	22121112
5313	42213	33123	31111122	22112112
5232	42132	32313	311111112	22111122
53112	421113	31332	2712	214212
52113	411123	331113	2622	2141112
521112	411213	313113	2532	2131212
51312	422112	33222	26112	2123112
51123	421212	32232	22512	21311112

SOUS-MONDE RATIONNEL à 10 c

ENLACEMENTS

21131112	12	421122	23232
21212112	93	4112112	231312
21211212	822	363	231132
212111112	75	3162	233112
211211112	723	3522	223122
2111111112	7122	3423	2312112
	642	3342	2221212
	624	31413	2212122
	611112	34122	22211112
	61212	32142	22111212
	6213	311412	221111112
	525	33213	21612
	543	32322	215112
	5142	32223	2114112
	5124	331212	213312
	5322	321213	2132112
	5223	313212	2122212
	51213	311232	21221112
	511212	3311112	21122112
	5111112	3131112	211121112
	52122	3113112	
	462	3112113	
	444	3111312	
	4413	3111132	
	41412	31111113	
	41214	322122	
	411114	312222	
	4233	3211212	
	43212	3121122	
	41232	32111112	
	42123	31112112	
	431112	282	
	413112	25212	
	412113	23412	
	411312	24222	
	411132	22422	
	4111113	251112	
	42222	241122	

SOUS-MONDE RATIONNEL à 13c

NOEUDS

13	611113	5111113	43132	4122112
112	612112	52222	42313	4121122
103	611212	521122	42133	4112212
94	6111112	521212	41332	4111222
913	61114	512122	41233	42111112
922	62122	5211112	431113	41121112
85	562	5112112	413113	41112112
823	553	5111212	411313	41111122
8122	535	5111112	411133	382
8212	544	463	42322	373
81112	5215	4612	42223	3262
76	5413	4162	432112	3613
715	5143	4522	431212	3622
742	5422	4252	421213	3523
724	5242	45112	421123'	3442
733	5224	41512	413212	32413
7123	51412	41152	412312	32143
711112	51214	4414	412132	35212
71122	51124	4432	412123	35122
71212	51142	4423	411232	33412
7213	511114	4342	4311112	33142
7222	5323	4324	4131112	32242
625	5233	4243	4121113	32422
643	53212	44113	4113112	351112
6412	53122	43114	4112113	321412
6142	51322	41314	4111312	321142
6124	51232	41413	4111123	3433
6214	51223	44122	4111132	34213
6322	52123	42124	41111113	32323
6232	52213	42142	422212	32233
6223	531112	414112	422122	34222
63112	513112	412114	421222	33322
62113	512113	411412	412222	33232
61312	511312	4111114	4221112	341212
61213	511132	43312	4211212	341122
61132	511213	43213	4211122	332113

SOUS - MONDE RATIONNEL a 13c

331312	31432	31112212	2321122	214312
331213	31342	31111222	2312212	2151112
331132	314113	312111112	2312122	2124112
333112	314122	311121112	2311222	2142112
323212	312142	311112112	24111112	2131312
323122	3114112	311111122	23121112	2133112
322213	3111412	2812	23112112	2122312
322123	313312	2632	23111122	21321112
321322	313213	2722	22522	21312112
321232	313132	27112	224212	21222112
3411112	311332	23512	224122	21221212
3311113	3131113	25132	222412	212211112
3231112	3113113	2542	2241112	212121112
3213112	312322	26122	2211412	212111212
3212113	312232	24142	223222	2121111112
3211312	3132112	234112	2231212	2115112
3211213	3131212	231412	2231122	21141112
3211132	3121213	25312	2221312	21132112
32111113	3113212	23332	2223112	211221112
332122	3112312	24322	2213212	211212112
322222	3112132	252112	2213122	2111211112
3312112	3111232	251212	22311112	21111111112
3311212	31311112	233212	22131112	
3221212	31131112	232312	22113112	
3221122	31121113	232132	22111312	
3212122	31113112	2511112	2222122	
33111112	31111312	2331112	22212112	
32211112	31111132	2313112	22211212	
32112112	311111113	2311312	22121212	
32111212	3122212	2311132	22121122	
321111112	3122122	242212	222111112	
31612	3121222	242122	221211112	
31162	3112222	241222	221112112	
31522	31221112	232222	221111212	
31252	31211212	2421112	2211111112	
315112	31211122	2411212	21712	
311512	31122112	2411122	216112	
311152	31121122	2322112	215212	

SOUS - MONDE RATIONNEL à 13c

ENLACEMENTS

1012	511123	4212112	32121112	243112
9112	522112	4121212	32111122	233122
814	512212	4112122	3172	231322
832	511222	41211112	31513	2412112
8113	5121112	41111212	314212	2321212
7114	5111122	411111112	312412	23211112
71113	472	3712	311242	23111212
72112	454	3352	311422	231111112
7132	4513	36112	3141112	22612
7312	4153	32512	3111142	225112
616	41143	32152	313222	221512
652	44212	3532	3131122	2214112
634	42412	35113	3122113	223312
6115	42214	324112	3121312	2232112
6133	41242	34312	3121132	2212312
6313	41422	34132	3123112	2222212
61123	441112	33313	3113122	2221222
621112	421114	33133	3111322	22221112
611122	411142	32332	31211113	22211122
61222	4333	341113	31212112	22122112
62212	43123	323113	31121212	22112212
5512	41323	321313	31112122	221121112
5152	43222	321133	311211112	221111122
51115	42232	342112	311111212	21411112
5314	431122	322312	3111111112	2121412
5134	422113	322132	292	2123212
54112	421312	3221113	26212	21231112
52114	421132	3211123	24412	21213112
5332	423112	332212	23242	21211312
53113	413122	331222	23422	213111112
51313	412213	3321112	261112	212112112
51133	411322	3311122	231142	211311112
52312	411223	3222112	25222	211131112
52132	4211113	3212212	251122	2112111112
521113	4111213	3211222	241312	

SOUS-MONDE STELLAIRE Alternant $\leq 10c$

2,2,2	4,3,2	211,3,2+	32,21,2	3,2,3,2
	31,3,2	4,21,2+	23,21,2	3,2,21,2
2,2,2+	22,3,2	31,21,2+	221,21,2	21,2,21,2
3,2,2	211,3,2	22,21,2+	212,21,2	2,2,2,2,2
21,2,2	4,21,2	211,21,2+	311,21,2	
	31,21,2	3,3,3+	2111,21,2	
2,2,2++	22,21,2	3,3,21+	4,4,2	
3,2,2+	211,21,2	3,21,21+	4,31,2	
21,2,2+	3,3,3	21,21,21+	4,22,2	
4,2,2	3,3,21	3,2,2,2+	4,211,2	
31,2,2	3,21,21	21,2,2,2+	31,31,2	
22,2,2	21,21,21	6,2,2	31,22,2	
211,2,2	3,2,2,2	51,2,2	31,211,2	
3,3,2	21,2,2,2	42,2,2	22,22,2	
3,21,2		411,2,2	22,211,2	
21,21,2	2,2,2++++	33,2,2	211,211,2	
2,2,2,2	3,2,2+++	321,2,2	4,3,3	
	21,2,2+++	312,2,2	4,3,21	
2,2,2+++	4,2,2++	3111,2,2	4,21,21	
3,2,2++	31,2,2++	24,2,2	31,3,3	
21,2,2++	22,2,2++	231,2,2	31,3,21	
4,2,2+	211,2,2++	213,2,2	31,21,21	
31,2,2+	3,3,2++	222,2,2	22,3,3	
22,2,2+	3,21,2++	2211,2,2	22,3,21	
211,2,2+	21,21,2++	2121,2,2	22,21,21	
3,3,2+	2,2,2,2++	2112,2,2	211,3,3	
3,21,2+	5,2,2+	21111,2,2	211,3,21	
21,21,2+	41,2,2+	5,3,2	211,21,21	
2,2,2,2+	32,2,2+	41,3,2	4,2,2,2	
5,2,2	23,2,2+	32,3,2	31,2,2,2	
41,2,2	311,2,2+	23,3,2	22,2,2,2	
32,2,2	221,2,2+	221,3,2	211,2,2,2	
23,2,2	212,2,2+	212,3,2	3,3,2,2	
311,2,2	2111,2,2+	311,3,2	3,21,2,2	
221,2,2	4,3,2+	2111,3,2	21,21,2,2	
212,2,2	31,3,2+	5,21,2		
2111,2,2	22,3,2+	41,21,2		

SOUS-MONDE STELLAIRE Alternant à 11c

2,2,2+++++	6,2,2+	4,22,2+	511,2,2	312,3,2
3,2,2++++	51,2,2+	4,211,2+	43,2,2	321,3,2
21,2,2++++	42,2,2+	31,31,2+	421,2,2	3111,3,2
4,2,2+++	411,2,2+	31,22,2+	412,2,2	24,3,2
31,2,2+++	33,2,2+	31,211,2+	4111,2,2	231,3,2
22,2,2+++	321,2,2+	22,22,2+	34,2,2	213,3,2
211,2,2+++	312,2,2+	22,211,2+	331,2,2	222,3,2
3,3,2+++	3111,2,2+	211,211,2+	313,2,2	2211,3,2
3,21,2+++	24,2,2+	4,3,3+	322,2,2	2121,3,2
21,21,2+++	231,2,2+	4,3,21+	3211,2,2	2112,3,2
2,2,2,2+++	213,2,2+	4,21,21+	3121,2,2	21111,3,2
5,2,2++	222,2,2+	31,3,3+	3112,2,2	6,21,2
41,2,2++	2211,2,2+	31,3,21+	31111,2,2	51,21,2
32,2,2++	2121,2,2+	31,21,21+	25,2,2	42,21,2
23,2,2++	2112,2,2+	22,3,3+	241,2,2	411,21,2
311,2,2++	21111,2,2+	22,3,21+	214,2,2	33,21,2
221,2,2++	5,3,2+	22,21,21+	232,2,2	321,21,2
212,2,2++	41,3,2+	211,3,3+	223,2,2	312,21,2
2111,2,2++	32,3,2+	211,3,21+	2311,2,2	3111,21,2
4,3,2++	23,3,2+	211,21,21+	2131,2,2	24,21,2
31,3,2++	311,3,2+	4,2,2,2+	2113,2,2	231,21,2
22,3,2++	221,3,2+	31,2,2,2+	2221,2,2	213,21,2
211,3,2++	212,3,2+	22,2,2,2+	2212,2,2	222,21,2
4,21,2++	2111,3,2+	2111,2,2,2+	2122,2,2	2211,21,2
31,21,2++	5,21,2+	3,3,2,2+	22111,2,2	2121,21,2
22,21,2++	41,21,2+	3,21,2,2+	21211,2,2	2112,21,2
211,21,2++	32,21,2+	21,21,2,2+	21121,2,2	21111,21,2
3,3,3++	311,21,2+	3,2,3,2+	21112,2,2	5,4,2
3,3,21++	23,21,2+	3,2,21,2+	211111,2,2	41,4,2
3,21,21++	221,21,2+	21,2,21,2+	6,3,2	32,4,2
21,21,21++	212,21,2+	2,2,2,2,2+	51,3,2	311,4,2
3,2,2,2++	2111,21,2+	7,2,2	42,3,2	23,4,2
21,2,2,2++	4,4,2+	61,2,2	411,3,2	221,4,2
	4,31,2+	52,2,2	33,3,2	212,4,2
				2111,4,2

SOUS - MONDE STELLAIRE Alternant à 11c

5,31,2	221,3,21	212,2,2,2
41,31,2	212,3,21	2111,2,2,2
32,31,2	2111,3,21	4,3,2,2
311,31,2	5,21,21	31,3,2,2
23,31,2	41,21,21	22,3,2,2
221,31,2	32,21,21	211,3,2,2
212,31,2	311,21,21	4,21,2,2
2111,31,2	23,21,21	31,21,2,2
5,22,2	221,21,21	22,21,2,2
41,22,2	212,21,21	211,21,2,2
32,22,2	2111,21,21	4,2,3,2
311,22,2	4,4,3	31,2,3,2
23,22,2	4,31,3	22,2,3,2
221,22,2	4,22,3	211,2,3,2
212,22,2	4,211,3	4,2,21,2
2111,22,2	4,4,21	31,2,21,2
5,211,2	4,31,21	22,2,21,2
41,211,2	4,22,21	211,2,21,2
32,211,2	4,211,21	3,3,3,2
311,211,2	31,31,3	3,3,21,2
23,211,2	31,22,3	3,21,3,2
221,211,2	31,211,3	3,21,21,2
2111,211,2	31,31,21	3,21,2,21
212,211,2	31,22,21	21,21,21,2
5,3,3	31,211,21	3,2,2,2,2
41,3,3	22,22,3	21,2,2,2,2
32,3,3	22,211,3	
311,3,3	22,22,21	
23,3,3	22,211,21	
221,3,3	211,211,3	
212,3,3	211,211,21	
2111,3,3	5,2,2,2	
5,3,21	41,2,2,2	
41,3,21	32,2,2,2	
32,3,21	311,2,2,2	
311,3,21	23,2,2,2	
23,3,21	221,2,2,2	

N.B. a partir de maintenant
je noterai \textcircled{y} pour designer
"de poids total y", par
exemple la notation
 $\textcircled{5}, 2, 2$ remplace l'enu-
meration

5,2,2
41,2,2
32,2,2
311,2,2
23,2,2
221,2,2
212,2,2
2111,2,2

} = $\textcircled{5}, 2, 2$

Propriete : \textcircled{y}, \dots repre-
sente dans les tabulations
 2^{y-2} elements distincts

SOUS MONDE STELLAIRE ALTERNANT à 12c

2,2,2++++++
3,2,2+++++
21,2,2+++++
④,2,2++++
2,2,2,2++++
⑤,2,2+++
④,3,2+++
④,21,2+++
3,3,3+++
3,3,21+++
3,21,21+++
21,21,21+++
3,2,2,2+++
21,2,2,2+++
⑥,2,2++
⑤,3,2++
⑤,21,2++
4,④,2++
31,31,2++
31,22,2++
31,211,2++
22,22,2++
22,211,2++
211,211,2++
④,3,3++
④,3,21++
④,21,21++
④,2,2,2++
3,3,2,2++
3,21,2,2++
21,21,2,2++
3,2,3,2++
3,2,21,2++
21,2,21,2++
2,2,2,2,2++

⑦,2,2+
⑥,3,2+
⑥,21,2+
⑤,4,2+
⑤,31,2+
⑤,22,2+
⑤,211,2+
⑤,3,3+
⑤,3,21+
⑤,21,21+
4,④,3+
4,④,21+
31,31,3+
31,22,3+
31,211,3+
31,31,21+
31,22,21+
31,211,21+
22,22,3+
22,211,3+
22,22,21+
22,211,21+
211,211,3+
211,211,21+
⑤,2,2,2+
④,3,2,2+
④,21,2,2+
④,2,3,2+
④,2,21,2+
3,3,3,2+
3,3,21,2+
3,21,3,2+
3,21,21,2+
3,21,2,21+
21,21,21,2+
3,2,2,2,2+
21,2,2,2,2+

⑧,2,2
⑦,3,2
⑦,21,2
⑥,4,2
⑥,31,2
⑥,22,2
⑥,211,2
⑥,3,3
⑥,3,21
⑥,21,21
5,⑤,2
41,41,2
32,41,2
41,311,2
41,23,2
41,221,2
41,212,2
41,2111,2
32,32,2
32,311,2
32,23,2
32,221,2
32,212,2
32,2111,2
311,311,2
311,23,2
311,221,2
311,212,2
311,2111,2
23,23,2
23,221,2
23,212,2
23,2111,2
221,221,2
221,212,2
221,2111,2
212,212,2

212,2111,2
2111,2111,2
⑤,4,3
⑤,31,3
⑤,22,3
⑤,211,3
⑤,4,21
⑤,31,21
⑤,22,21
⑤,211,21
④,4,4
4,31,31
4,31,22
4,31,211
4,22,22
4,22,211
4,211,211
31,31,31
31,31,22
31,31,211
31,22,22
31,22,211
31,211,211
22,22,22
22,22,211
22,211,211
211,211,211

SOUS MONDE STELLAIRE Alternant à 12c

- | | |
|----------------|------------------|
| ⑥, 2, 2, 2 | ④, 2, 2, 2, 2 |
| ⑤, 3, 2, 2 | 3, 3, 2, 2, 2 |
| ⑤, 21, 2, 2 | 3, 21, 2, 2, 2 |
| ⑤, 2, 3, 2 | 3, 2, 3, 2, 2 |
| ⑤, 2, 21, 2 | 3, 2, 21, 2, 2 |
| 4, ④, 2, 2 | 21, 21, 2, 2, 2 |
| 4, 2, ④, 2 | 21, 2, 21, 2, 2 |
| 31, 31, 2, 2 | 2, 2, 2, 2, 2, 2 |
| 31, 22, 2, 2 | |
| 31, 211, 2, 2 | |
| 31, 2, 31, 2 | |
| 31, 2, 22, 2 | |
| 31, 2, 211, 2 | |
| 22, 22, 2, 2 | |
| 22, 211, 2, 2 | |
| 22, 2, 22, 2 | |
| 22, 2, 211, 2 | |
| 211, 211, 2, 2 | |
| 211, 2, 211, 2 | |
| ④, 3, 3, 2 | |
| ④, 3, 21, 2 | |
| ④, 21, 21, 2 | |
| ④, 3, 2, 3 | |
| ④, 3, 2, 21 | |
| ④, 21, 2, 21 | |
| ④, 2, 3, 21 | |
| 3, 3, 3, 3 | |
| 3, 3, 3, 21 | |
| 3, 3, 21, 21 | |
| 3, 21, 21, 21 | |
| 21, 21, 21, 21 | |
| 3, 21, 3, 21 | |

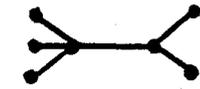
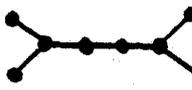
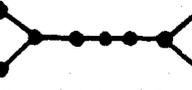
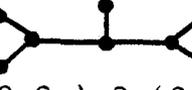
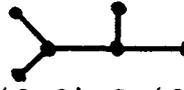
SOUS MONDE STELLAIRE Alternant à 13c

⑥ , 2, 2, 2, 2+	2, 2, 2, 2, 2, 2+	32, 221, 3	23, 221, 21
⑤ , 3, 2, 2+	⑨ , 2, 2	32, 212, 3	23, 212, 21
⑤ , 21, 2, 2+	⑧ , 3, 2	32, 2111, 3	23, 2111, 21
⑤ , 2, 3, 2+	⑥ , 21, 2	311, 311, 3	221, 221, 21
⑤ , 2, 21, 2+	⑦ , 4, 2	311, 23, 3	221, 212, 21
4, 2, ④ , 2+	⑦ , 31, 2	311, 221, 3	221, 2111, 21
31, 31, 2, 2+	⑦ , 22, 2	311, 212, 3	212, 212, 21
31, 22, 2, 2+	⑦ , 211, 2	311, 2111, 3	212, 2111, 21
31, 2111, 2, 2+	⑦ , 3, 3	23, 23, 3	2111, 2111, 21
31, 2, 31, 2+	⑦ , 3, 21	23, 221, 3	4, ④ , 2, 2+
31, 2, 22, 2+	⑦ , 21, 21	23, 212, 3	
31, 2, 211 , 2+	⑤ , 5, 2	23, 2111, 3	
22, 22, 2, 2+	④ , 41, 2	221, 221, 3	
22, 211, 2, 2+	⑥ , 32, 2	221, 212, 3	
211, 211, 2, 2+	⑤ , 311, 2	221, 2111, 3	
22, 2, 22, 2+	⑤ , 23, 2	212, 212, 3	
22, 2, 211, 2+	⑥ , 221, 2	212, 2111, 3	
211, 2, 211, 2+	⑥ , 212, 2	2111, 2111, 3	
④ , 3, 3, 2+	⑥ , 2111, 2	⑤ , 5, 21	
④ , 3, 21, 2+	⑥ , 4, 3	41, 41, 21	
④ , 21, 21, 2+	⑥ , 31, 3	41, 32, 21	
④ , 3, 2, 3+	⑤ , 22, 3	41, 311, 21	
④ , 3, 2, 21+	⑥ , 211, 3	41, 23, 21	
④ , 21, 2, 21+	⑥ , 4, 21	41, 221, 21	
④ , 2, 3, 21+	⑥ , 31, 21	41, 212, 21	
3, 3, 3, 3+	⑥ , 22, 21	41, 2111, 21	
3, 3, 3, 21+	⑥ , 211, 21	32, 32, 21	
3, 3, 21, 21+	⑤ , 5, 3	32, 311, 21	
3, 21, 21, 21+	41, 41, 3	32, 23, 21	
21, 21, 21, 21+	41, 32, 3	32, 221, 21	
3, 21, 3, 21+	41, 311, 3	32, 212, 21	
④ , 2, 2, 2, 2+	41, 23, 3	32, 2111, 21	
3, 3, 2, 2, 2+	41, 221, 3	311, 311, 21	
3, 21, 2, 2, 2+	41, 212, 3	311, 23, 21	
21, 21, 2, 2, 2+	41, 2111, 3	311, 221, 21	
3, 2, 3, 2, 2+	32, 32, 3	311, 212, 21	
3, 2, 21, 2, 2+	32, 311, 3	311, 2111, 21	
21, 2, 21, 2, 2+	32, 23, 3	23, 23, 21	

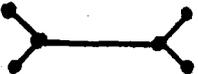
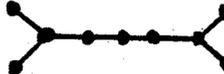
SOUS MONDE STELLAIRE Alternant à 13c

⑤,4,4	4,31,3,2	22,22,3,2	21,2,21,3,2
⑤,4,31	4,31,21,2	22,22,21,2	21,21,21,2,2
⑤,4,22	4,31,2,3	22,3,22,2	21,21,2,21,2
⑤,4,211	4,31,2,21	22,21,22,2	3,2,2,2,2,2
⑤,31,31	4,3,31,2	22,211,3,2	21,2,2,2,2,2
⑤,31,22	4,21,31,2	22,211,21,2	
⑤,31,211	4,22,3,2	22,211,2,3	
⑤,22,22	4,22,21,2	22,211,2,21	
⑤,22,211	4,22,2,3	22,3,211,2	
⑤,211,211	4,22,2,21	22,21,211,2	
⑦,2,2,2	4,3,22,2	211,211,3,2	
⑥,3,2,2	4,21,22,2	211,211,21,2	
⑥,21,2,2	4,211,3,2	211,3,211,2	
⑥,2,3,2	4,211,21,2	211,21,211,2	
⑥,2,21,2	4,211,2,3	④,3,3,3	
⑤,4,2,2	4,211,2,21	④,3,3,21	
⑤,31,2,2	4,3,211,2	④,3,21,3	
⑤,22,2,2	4,21,211,2	④,3,21,21	
⑤,211,2,2	31,31,3,2	④,21,3,21	
⑤,2,4,2	31,31,21,2	④,21,21,21	
⑤,2,31,2	31,3,31,2	⑤,2,2,2,2	
⑤,2,22,2	31,21,31,2	④,3,2,2,2	
⑤,2,211,2	31,22,3,2	④,2,3,2,2	
⑤,3,3,2	31,22,21,2	④,21,2,2,2	
⑤,3,2,3	31,3,22,2	④,2,21,2,2	
⑤,3,21,2	31,21,22,2	3,3,3,2,2	
⑤,3,2,21	31,22,2,3	3,3,2,3,2	
⑤,21,3,2	31,22,2,21	3,3,21,2,2	
⑤,21,2,21	31,211,3,2	3,21,3,2,2	
4,4,3,2	31,211,21,2	3,3,2,21,2	
4,4,21,2	31,211,2,3	3,2,3,21,2	
4,3,4,2	31,211,2,21	3,21,21,2,2	
4,21,4,2	31,3,211,2	21,3,21,2,2	
	31,21,211,2	21,21,2,3,2	

ARBORESCENTS GENERALISES à $\leq 11c$ Alternants

			
(2,2)(2,2)	(2,2,2)(2,2)	(2,2++) \mathbb{A} (2,2)	(2,2,2+)(2,2)
(2,2+)(2,2)		(2,2+)1(2,2+)	(2,2,2)(2,2+)
(3,2)(2,2)	(2,2++) (2,2+)	(3,2+)1(2,2)	(3,2,2)(2,2)
(21,2)(2,2)	(2,2)(2,2+++)	(21,2+)1(2,2)	(21,2,2)(2,2)
	(3,2++) (2,2)	(3,2)1(2,2+)	(2,3,2)(2,2)
(2,2)1(2,2)	(3,2+) (2,2+)	(21,2)1(2,2+)	(2,21,2)(2,2)
	(3,2)(2,2++)	(2,2+)2(2,2)	(2,2,2)(3,2)
(2,2+) (2,2+)	(21,2++) (2,2)	($\textcircled{4}$, 2)1(2,2)	(2,2,2)(21,2)
(2,2)(2,2++)	(21,2+) (2,2+)	(3,3)1(2,2)	
(3,2+) (2,2)	(21,2) (2,2++)	(3,21)1(2,2)	(2,2,2)1(2,2)
(3,2)(2,2+)	($\textcircled{4}$, 2+) (2,2)	(21,21)1(2,2)	
(21,2+) (2,2)	($\textcircled{4}$, 2) (2,2+)	(3,2)1(3,2)	(2,2)1,2,(2,2)
(21,2) (2,2+)	(3,3+) (2,2)	(3,2)1(21,2)	
($\textcircled{4}$, 2) (2,2)	(3,21+) (2,2)	(21,2)1(21,2)	
(3,3) (2,2)	(21,21+) (2,2)	(3,2)2(2,2)	
(3,21) (2,2)	(3,3) (2,2+)	(21,2)2(2,2)	
(21,21) (2,2)	(3,21) (2,2+)	(2,2)3(2,2)	
(3,2) (3,2)	(21,21) (2,2+)		
(3,2) (21,2)	(3,2+) (3,2)	(2,2+)11(2,2)	
(21,2) (21,2)	(3,2+) (21,2)	(2,2)21(2,2)	
	(21,2+) (3,2)	(3,2)11(2,2)	
(2,2+)1(2,2)	(21,2+) (21,2)	(21,2)11(2,2)	
(3,2)1(2,2)	($\textcircled{5}$, 2) (2,2)		
(21,2)1(2,2)	($\textcircled{4}$, 3) (2,2)	(2,2)111(2,2)	
(2,2)2(2,2)	($\textcircled{4}$, 21) (2,2)		
	($\textcircled{4}$, 2) (3,2)	(2,2+), 2, (2,2)	
(2,2)11(2,2)	($\textcircled{4}$, 2) (21,2)	(2,2), 2+, (2,2)	
	(3,3) (3,2)	(3,2), 2, (2,2)	
(2,2), 2, (2,2)	(3,21) (3,2)	(21,2), 2, (2,2)	
	(21,21) (3,2)	(2,2), 2, (2,2)	
	(3,3) (21,2)	(2,2), 3, (2,2)	
	(3,21) (21,2)	(2,2), 21, (2,2)	
	(21,21) (21,2)		

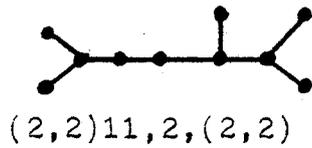
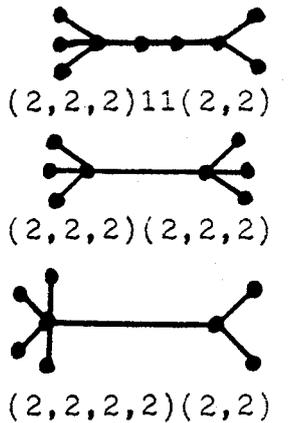
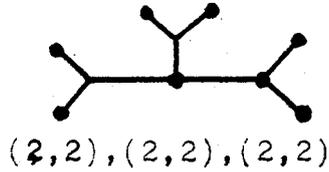
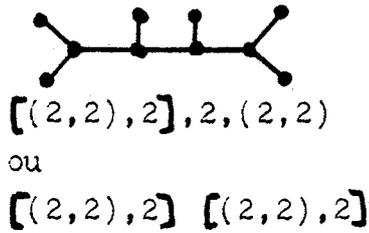
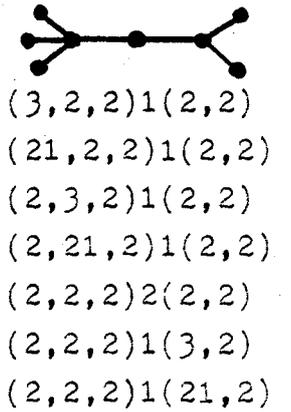
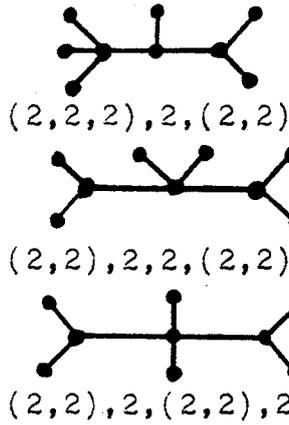
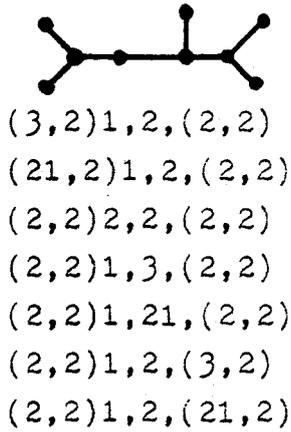
ARBORESCENTS GENERALISES Alternants à 12c

		
(2,2+++)(2,2+)	(3,2++)1(2,2)	(3,21)(3,2+)
(2,2++)(2,2++)	(3,2+)1(2,2+)	(21,21+)(3,2)
(2,2)(2,2++++)	(3,2)1(2,2++)	(21,21)(3,2+)
(3,2+++)(2,2)	(21,2++)1(2,2)	(3,3+)(21,2)
(21,2+++)(2,2)	(21,2+)1(2,2+)	(3,3)(21,2+)
(3,2++)(2,2+)	(21,2)1(2,2++)	(3,21+)(21,2)
(21,2++)(2,2+)	(2,2++)2(2,2)	(3,21)(21,2+)
(3,2+)(2,2++)	(2,2+)2(2,2+)	(21,21+)(21,2)
(21,2+)(2,2++)		(21,21)(21,2+)
(3,2)(2,2+++)	(2,2++)11(2,2)	
(21,2)(2,2+++)	(2,2+)11(2,2+)	(3,2,2+)(2,2)
		(21,2,2+)(2,2)
(2,2+++)(2,2)	(2,2++),2,(2,2)	(2,3,2+)(2,2)
(2,2++)1(2,2+)	(2,2+),2,(2,2+)	(2,21,2+)(2,2)
	(2,2),2++,(2,2)	(3,2,2)(2,2+)
(4,2++)(2,2)	(2,2+),2+,(2,2)	(21,2,2)(2,2+)
(4,2+)(2,2+)		(2,3,2)(2,2+)
(4,2)(2,2+)	(2,2,2++)1(2,2)	(2,21,2)(2,2+)
(3,3++)(2,2)	(2,2,2+)(2,2+)	(2,2,2+)(3,2)
(3,21++)(2,2)	(2,2,2)(2,2++)	(2,2,2+)(21,2)
(21,21++)(2,2)		(2,2,2)(21,2+)
(3,3+)(2,2+)	(5,2+)(2,2)	
(3,21+)(2,2+)	(5,2)(2,2+)	(2,2+)21(2,2)
(21,21+)(2,2+)	(4,3+)(2,2)	(2,2)21(2,2+)
(3,3)(2,2++)	(4,3)(2,2+)	(3,2+)11(2,2)
(3,21)(2,2++)	(4,21+)(2,2)	(21,2+)11(2,2)
(21,21)(2,2++)	(4,21)(2,2+)	(3,2)11(2,2+)
(3,2++)(3,2)	(4,2+)(3,2)	(21,2)11(2,2+)
(21,2++)(3,2)	(4,2)(3,2+)	
(3,2++)(21,2)	(4,2+)(21,2)	(2,2+)111(2,2)
(21,2++)(21,2)	(4,2)(21,2+)	
(3,2+)(3,2+)	(4,2)(21,2+)	(2,2+)1,2,(2,2)
(21,2+)(3,2+)	(3,3+)(3,2)	(2,2)1,2+,(2,2)
(21,2+)(21,2+)	(3,3)(3,2+)	(2,2)1,2,(2,2+)
	(3,21+)(3,2)	

ARBORESCENTS GENERALISES Alternants à 12c

(2, 2, 2+)1(2, 2)	($\textcircled{4}$, 2, 2)(2, 2)	($\textcircled{5}$, 2)1(2, 2)	(21, 2)21(2, 2)
(2, 2, 2)1(2, 2+)	(2, $\textcircled{4}$, 2)(2, 2)	($\textcircled{4}$, 3)1(2, 2)	(21, 2)12(2, 2)
	(2, 2, 2)($\textcircled{4}$, 2)	($\textcircled{4}$, 21)1(2, 2)	(2, 2)31(2, 2)
($\textcircled{6}$, 2)(2, 2)	(3, 3, 2)(2, 2)	($\textcircled{4}$, 2)1(3, 2)	(2, 2)22(2, 2)
($\textcircled{5}$, 3)(2, 2)	(3, 2, 3)(2, 2)	($\textcircled{4}$, 2)1(21, 2)	
($\textcircled{5}$, 21)(2, 2)	(3, 2, 2)(3, 2)	(3, 3)1(3, 2)	(2, 2)211(2, 2)
($\textcircled{5}$, 2)(3, 2)	(2, 3, 2)(3, 2)	(3, 3)1(21, 2)	(2, 2)121(2, 2)
($\textcircled{5}$, 2)(21, 2)	(3, 2, 2)(21, 2)	(3, 21)1(3, 2)	(3, 2)111(2, 2)
(4, $\textcircled{4}$)(2, 2)	(2, 3, 2)(21, 2)	(3, 21)1(21, 2)	(21, 2)111(2, 2)
(31, 31)(2, 2)	(3, 21, 2)(2, 2)	(21, 21)1(3, 2)	(2, 2)1111(2, 2)
(31, 22)(2, 2)	(3, 2, 21)(2, 2)	(21, 21)1(21, 2)	
(31, 211)(2, 2)	(21, 3, 2)(2, 2)	($\textcircled{4}$, 2)2(2, 2)	
(22, 22)(2, 2)	(21, 2, 2)(3, 2)	(3, 2)2(3, 2)	
(22, 211)(2, 2)	(21, 2, 2)(21, 2)	(3, 2)2(2, 3)	
(211, 211)(2, 2)	(2, 21, 2)(3, 2)	(3, 2)2(21, 2)	
($\textcircled{4}$, 3)(3, 2)	(2, 21, 2)(21, 3)	(3, 2)2(2, 21)	
($\textcircled{4}$, 21)(3, 2)	(21, 21, 2)(2, 2)	(21, 2)2(21, 2)	
($\textcircled{4}$, 3)(21, 2)	(21, 2, 21)(2, 2)	(21, 2)2(2, 21)	
($\textcircled{4}$, 21)(21, 2)	(2, 2, 2)(3, 3)	(3, 3)2(2, 2)	
(4, 2)($\textcircled{4}$, 2)	((2, 2, 2)(3, 21)	(3, 21)2(2, 2)	
(31, 2)(31, 2)	(2, 2, 2)(21, 21)	(21, 21)2(2, 2)	
(31, 2)(22, 2)		(3, 2)3(2, 2)	
(31, 2)(211, 2)	($\textcircled{4}$, 2)2(2, 2)	(21, 2)3(2, 2)	
(22, 2)(22, 2)	(2, 2), ($\textcircled{4}$, (2, 2)	(2, 2)4(2, 2)	
(22, 2)(211, 2)	(3, 3), 2, (2, 2)		
(211, 2)(211, 2)	(3, 21), 2, (2, 2)	($\textcircled{4}$, 2)11(2, 2)	
($\textcircled{4}$, 2)(3, 3)	(21, 21), 2, (2, 2)	(3, 2)11(3, 2)	
($\textcircled{4}$, 2)(3, 21)	(3, 2), 2, (3, 2)	(3, 2)11(2, 3)	
($\textcircled{4}$, 2)(21, 21)	(3, 2), 2, (2, 3)	(3, 2)11(21, 2)	
(3, 3)(3, 3)	(3, 2), 2, (21, 2)	(3, 2)11(2, 21)	
(3, 3)(3, 21)	(3, 2), 2, (2, 21)	(21, 2)11(21, 2)	
(3, 3)(21, 21)	(21, 2), 2, (21, 2)	(21, 2)11(2, 21)	
(3, 21)(3, 21)	(21, 2), 2, (2, 21)	(3, 3)11(2, 2)	
(3, 21)(21, 21)	(3, 2), 3, (2, 2)	(3, 21)11(2, 2)	
(21, 21)(21, 21)	(3, 2), 21, (2, 2)	(21, 21)11(2, 2)	
	(21, 2), 3, (2, 2)	(3, 2)21(2, 2)	
	(21, 2), 21, (2, 2)	(3, 2)12(2, 2)	

ARBORESCENTS GENERALISÉS Alternants à 12c



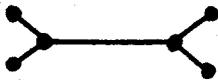
ARBORESCENTS GENERALISES à 13c



- (2,2)(2,2++++)
- (2,2+)(2,2++++)
- (2,2++)(2,2+++)
- (3,2++++)(2,2)
- (21,2++++)(2,2)
- (3,2+++)(2,2+)
- (21,2+++)(2,2+)
- (3,2++)(2,2++)
- (21,2++)(2,2++)
- (3,2+)(2,2+++)
- (21,2+)(2,2+++)
- (3,2)(2,2++++)
- (21,2)(2,2++++)



- (2,2++++)1(2,2)
- (2,2+++)+1(2,2+)
- (2,2++)1(2,2++)



- (4,2+++)(2,2)
- (4,2++)(2,2+)
- (4,2+)(2,2++)
- (4,2)(2,2+++)
- (3,3+++)(2,2)
- (3,3++)(2,2+)
- (3,3+)(2,2++)
- (3,3)(2,2+++)
- (3,21+++)(2,2)
- (3,21++)(2,2+)
- (3,21+)(2,2++)
- (3,21)(2,2+++)
- (21,21+++)(2,2)
- (21,21++)(2,2+)
- (21,21+)(2,2++)

- (21,21)(2,2+++)
- (3,2+++)(3,2)
- (3,2++)(3,2+)
- (21,2+++)(3,2)
- (21,2++)(3,2+)
- (21,2+)(3,2++)
- (21,2+++)(21,2)
- (21,2)(3,2+++)
- (21,2++)(21,2+)



- (3,2+++)+1(2,2)
- (21,2+++)+1(2,2)
- (3,2++)+1(2,2+)
- (21,2++)+1(2,2+)
- (3,2+)+1(2,2++)
- (21,2+)+1(2,2++)
- (21,2)+1(2,2+++)
- (2,2+++)+2(2,2)
- (2,2++)+2(2,2+)



- (2,2+++)+11(2,2)
- (2,2++)+11(2,2+)



- (2,2+++),2,(2,2)
- (2,2++),2,(2,2+)
- (2,2++),2+,(2,2)
- (2,2+),2+,(2,2+)
- (2,2+),2++,(2,2)
- (2,2),2+++,(2,2)

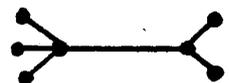


- (2,2,2+++)(2,2)
- (2,2,2++)(2,2+)
- (2,2,2+)(2,2++)
- (2,2,2)(2,2+++)



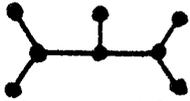
- (5,2++)(2,2)
- (5,2+)(2,2+)
- (5,2)(2,2++)
- (4,3++)(2,2)
- (4,3+)(2,2+)
- (4,3)(2,2++)
- (4,21++)(2,2)
- (4,21+)(2,2+)
- (4,21)(2,2++)
- (4,2++)(3,2)
- (4,2+)(3,2+)
- (4,2)(3,2++)
- (4,2++)(21,2)
- (4,2+)(21,2+)
- (4,2)(21,2++)

- (3,3+++)(3,2)
- (3,3+)(3,2+)
- (3,3)(3,2++)
- (3,3+++)(21,2)
- (3,3+)(21,2+)
- (3,3)(21,2++)
- (3,21+++)(3,2)
- (3,21+)(3,2+)
- (3,21)(3,2++)
- (3,21+++)(21,2)
- (3,21+)(21,2+)
- (3,21)(21,2++)
- (21,21+++)(3,2)
- (21,21+)(3,2+)



- (3,2,2++)(2,2)
- (21,2,2++)(2,2)
- (3,2,2+)(2,2+)
- (21,2,2+)(2,2+)
- (3,2,2)(2,2++)
- (21,2,2)(2,2++)
- (2,3,2++)(2,2)
- (2,21,2++)(2,2)
- (2,3,2+)(2,2+)
- (2,21,2+)(2,2+)
- (2,3,2)(2,2++)
- (2,21,2)(2,2++)
- (2,2,2++)(3,2)
- (2,2,2++)(21,2)
- (2,2,2+)(3,2+)
- (2,2,2+)(21,2+)
- (2,2,2)(3,2++)
- (2,2,2)(21,2++)

ARBORESCENTS GENERALISES Alternants à 13c



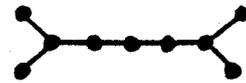
- (3, 2++, 2, (2, 2)) (3, 2+)1(21, 2+)
- (21, 2++), 2, (2, 2) (3, 2)1(21, 2++)
- (3, 2+), 2+, (2, 2) (21, 2++)1(21, 2)
- (21, 2+), 2+, (2, 2) (21, 2+)1(21, 2+)
- (3, 2), 2++, (2, 2) (3, 2++)2(2, 2)
- (21, 2), 2++, (2, 2) (21, 2++)2(2, 2)
- (3, 2+), 2, (2, 2+) (3, 2+)2(2, 2+)
- (21, 2+), 2, (2, 2+) (21, 2+)2(2, 2+)
- (3, 2), 2+, (2, 2+) (3, 2)2(2, 2++)
- (21, 2), 2+, (2, 2+) (21, 2)2(2, 2++)
- (3, 2), 2, (2, 2++) (2, 2++)3(2, 2)
- (21, 2), 2, (2, 2++) (2, 2++)3(2, 2+)



- (2, 2++), 3, (2, 2)
- (2, 2++), 21, (2, 2) (2, 2++)21(2, 2)
- (2, 2+), 3, (2, 2+) (2, 2+)21(2, 2+)
- ((2, 2+), 21, (2, 2+)) (2, 2)21(2, 2++)
- (2, 2+), 3+, (2, 2) (3, 2++)11(2, 2)
- (2, 2+), 21+, (2, 2) (21, 2++)11(2, 2)
- (2, 2), 3++, (2, 2) (3, 2+)11(2, 2+)
- (2, 2), 21++, (2, 2) (21, 2+)11(2, 2+)



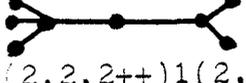
- (4, 2++)1(2, 2)
- (4, 2+)1(2, 2+)
- (4, 2)1(2, 2++)
- (3, 3++)1(2, 2)
- (3, 21++)1(2, 2)
- (21, 21++)1(2, 2)



- (3, 2)11(2, 2++)
- (21, 2)11(2, 2++)
- (2, 2++)111(2, 2)
- (2, 2+)111(2, 2+)



- (3, 3+)1(2, 2+)
- (3, 21+)1(2, 2+)
- (21, 21+)1(2, 2+)
- (3, 3)1(2, 2++)
- (3, 21)1(2, 2++)
- (21, 21)1(2, 2++)
- (3, 2++)1(3, 2)
- (3, 2++)1(21, 2)
- (3, 2+)1(3, 2+)



- (2, 2++)1, 2, (2, 2)
- (2, 2+)1, 2+, (2, 2)
- (2, 2+)1, 2, (2, 2+)
- (2, 2)1, 2++, (2, 2)
- (2, 2)1, 2+, (2, 2+)
- (2, 2)1, 2, (2, 2++)
- (2, 2, 2++)1(2, 2)
- (2, 2, 2+)1(2, 2+)
- (2, 2, 2)1(2, 2++)

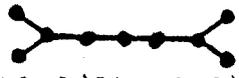


- (6, 2+)(2, 2) (31, 2+)(22, 2)
- (6, 2)(2, 2+) (31, 2+)(211, 2)
- (5, 3+)(2, 2) (31, 2)(22, 2+)
- (5, 21+)(2, 2) (31, 2)(211, 2+)
- (5, 3)(2, 2+) (22, 2+)(22, 2)
- (5, 21)(2, 2+) (22, 2+)(211, 2)
- (4, 4+)(2, 2) (22, 2)(211, 2+)
- (4, 4)(2, 2+) (211, 2+)(211, 2)
- (31, 31+)(2, 2) (4, 2+)(3, 3)
- (31, 22+)(2, 2) (4, 2+)(3, 21)
- (31, 211+)(2, 2) (4, 2+)(21, 21)
- (22, 22+)(2, 2) (4, 2)(3, 3+)
- (22, 211+)(2, 2) (4, 2)(3, 21+)
- (211, 211+)(2, 2) (4, 2)(21, 21+)
- (31, 31)(2, 2+) (3, 3+)(3, 3)
- (31, 22)(2, 2+) (3, 3+)(3, 21)
- (31, 211)(2, 2+) (3, 3)(3, 21+)
- (22, 22)(2, 2+) (3, 3+)(21, 21)
- (22, 211)(2, 2+) (3, 3)(21, 21+)
- (211, 211)(2, 2+) (3, 21+)(3, 21)
- (5, 2+)(3, 2) (3, 21+)(21, 21)
- (5, 2)(3, 2+) (3, 21)(21, 21+)
- (5, 2+)(21, 2) (21, 21+)(21, 21)
- (5, 2)(21, 2+) (5, 2)(21, 2+)
- (4, 3+)(3, 2) (4, 3)(3, 2+)
- (4, 3)(3, 2+) (4, 21+)(3, 2)
- (4, 21)(3, 2+) (4, 3+)(21, 2)
- (4, 3)(21, 2+) (4, 21+)(21, 2)
- (4, 21)(21, 2+) (4, 2+)(4, 2)
- (4, 2)(31, 2+) (4, 2)(22, 2+)
- (4, 2)(211, 2+) (31, 2+)(31, 2)



- (4, 2, 2+)(2, 2)
- (4, 2, 2)(2, 2+)
- (2, 4, 2+)(2, 2)
- (2, 4, 2)(2, 2+)
- (3, 3, 2+)(2, 2)
- (3, 3, 2)(2, 2+)
- (3, 2, 3+)(2, 2)
- (3, 2, 3)(2, 2+)
- (3, 2, 2+)(3, 2)
- (3, 2, 2)(3, 2+)
- (2, 3, 2+)(3, 2)
- (2, 3, 2)(3, 2+)

ARBORESCENCES GENERALISEES Alternants à 13e

(2,3,2+)(21,2)	(3,21+),2,(2,2)	(4,21+)1(2,2)	(2,2+)4(2,2)
(2,3,2)(21,2+)	(3,21),2+,(2,2)	(4,21)1(2,2+)	
(3,2,2+)(21,2)	(3,21),2,(2,2+)	(4,2+)1(3,2)	(4,2+)11(2,2)
(3,2,2)(21,2+)	(21,21+),2,(2,2)	(4,2)1(3,2+)	(4,2)11(2,2+)
(21,2,2+)(3,2)	(21,21),2+,(2,2)	(4,2+)1(21,2)	(3,2+)11(3,2)
(21,2,2)(21,2+)	(21,21),2,(2,2+)	(4,2)1(21,2+)	(3,2+)11(2,3)
(21,2,2)(3,2+)	(3,2+),2,(3,2)	(3,3+)1(3,2)	(3,2+)11(21,2)
(21,2,2+)(21,2)	(3,2+),2,(2,3)	(3,3)1(3,2+)	(3,2+)11(2,21)
(2,21,2+)(21,2)	(3,2+),2,(21,2)	(3,3+)1(21,2)	(3,2)11(21,2+)
(2,21,2)(21,2+)	(3,2+),2,(2,21)	(3,3)1(21,2+)	(3,2)11(2,21+)
(2,21,2+)(3,2)	(21,2+),2,(21,2)	(3,21+)1(3,2)	(21,2+)11(21,2)
(2,21,2)(3,2+)	(21,2+),2,(2,21)	(3,21)1(3,2+)	(21,2+)11(2,21)
(3,21,2+)(2,2)	(3,2),2+,(3,2)	(3,21+)1(21,2)	(3,3+)11(2,2)
(3,21,2)(2,2+)	(3,2),2+,(2,3)	(3,21)1(21,2+)	(3,3)11(2,2+)
(21,3,2+)(2,2)	(3,2),2+,(21,2)	(21,21+)1(3,2)	(3,21+)11(2,2)
(21,3,2)(2,2+)	(3,2),2+,(2,21)	(21,21)1(3,2+)	(3,21)11(2,2+)
(3,2,21+)(2,2)	(21,2),2+,(21,2)	(21,21+)1(21,2)	(21,21+)11(2,2)
(3,2,21)(2,2+)	(21,2),2+,(2,21)	(21,21)1(21,2+)	(21,21)11(2,2+)
(21,21,2+)(2,2)	(3,2),2,(21,2+)	(4,2+)2(2,2)	(3,2+)21(2,2)
(21,21,2)(2,2+)	(3,2),2,(2,21+)	(4,2)2(2,2+)	(3,2)21(2,2+)
(21,2,21+)(2,2)	(3,2+),3,(2,2)	(3,2+)2(3,2)	(3,2)12(2,2)
(21,2,21)(2,2+)	(3,2),3+,(2,2)	(3,2)2(21,2+)	(3,2)12(2,2+)
(2,2,2+)(3,3)	(3,3),3,(2,2+)	(3,2+)2(21,2)	(21,2+)21(2,2)
(2,2,2)(3,3+)	(3,2+),21,(2,2)	(21,2+)2(21,2)	(21,2)21(2,2+)
(2,2,2+)(3,21)	(3,2),21+,(2,2)	(3,2+)2(2,3)	(21,2+)12(2,2)
(2,2,2)(3,21+)	(3,2),21,(2,2+)	(3,2+)2(2,21)	(21,2)12(2,2+)
(2,2,2+)(21,21)	(21,2+),3,(2,2)	(3,2)2(2,21+)	(2,2+)31(2,2)
(2,2,2)(21,21+)	(21,2),3+,(2,2)	(21,2+)2(2,21)	(2,2+)13(2,2)
	(21,2),3,(2,2+)	(3,3+)2(2,2)	(2,2+)22(2,2)
(4,2+),2,(2,2)	(21,2),21+,(2,2)	(3,3)2(2,2+)	
(4,2),2+,(2,2)	(21,2+),21,(2,2)	(3,21+)2(2,2)	(2,2+)211(2,2)
(4,2),2,(2,2+)	(21,2),21,(2,2+)	(3,21)2(2,2+)	(2,2+)112(2,2)
(2,2+),4,(2,2)		(21,21+)2(2,2)	(2,2+)121(2,2)
(2,2),4+,(2,2)	(5,2+)1(2,2)	(21,21)2(2,2+)	
(3,3+),2,(2,2)	(5,2)1(2,2+)	(3,2+)3(2,2)	
(3,3),2+,(2,2)	(4,3+)1(2,2)	(3,2)3(2,2+)	
(3,3),2,(2,2+)	(4,3)1(2,2+)	(21,2+)3(2,2)	
		(21,2)3(2,2+)	

ARBORESCENTS GENERALISES Alternants à 13c

(3,2+)111(2,2)				
(3,2)111(2,2+)	(3,2,2+)1(2,2)	(3,2,2)1(2,2+)	$[(2,2+), 2][(2,2), 2]$	$[(2,2), 2+][(2,2), 2]$
(21,2+)111(2,2)	(2,3,2+)1(2,2)	(2,3,2)1(2,2+)		
(21,2)111(2,2+)	(2,2,2+)1(2,2)	(21,2,2+)1(2,2)	(2,2+), (2,2), (2,2)	(2,2), (2,2), (2,2)+
	(2,21,2+)1(2,2)	(2,21,2)1(2,2+)		
(2,2+)1111(2,2)	(2,21,1)1(2,2+)	(2,21,1)1(2,2+)	(7,2)(2,2)	(211,211)(21,2)
	(2,2,2+)2(2,2)	(2,2,2+)2(2,2)	(6,3)(2,2)	(4,3)(4,2)
(3,2+)1,2,(2,2)	(2,2,2)2(2,2+)	(2,2,2)2(2,2+)	(6,21)(2,2)	(4,3)(31,2)
(3,2)1,2+,(2,2)	(2,2,2+)1(3,2)	(2,2,2+)1(3,2)	(6,2)(3,2)	(4,3)(22,2)
(3,2)1,2,(2,2+)	(2,2,2)1(3,2+)	(2,2,2)1(3,2+)	(6,2)(21,2)	(4,3)(211,2)
(21,2+)1,2,(2,2)	(2,2,2+)1(21,2)	(2,2,2+)1(21,2)	(5,4)(2,2)	(4,21)(4,2)
(21,2)1,2+,(2,2)	(2,2,2)1(21,2+)	(2,2,2)1(21,2+)	(5,31)(2,2)	(4,21)(31,2)
(21,2)1,2,(2,2+)			(5,22)(2,2)	(4,21)(22,2)
(2,2+)2,2(2,2)	(2,2,2+)11(2,2)	(2,2,2+)11(2,2)	(5,211)(2,2)	(4,21)(211,2)
(2,2)2,2+,(2,2)	(2,2,2)11(2,2+)	(2,2,2)11(2,2+)	(5,2)(4,2)	(4,3)(3,3)
(2,2)2,2,(2,2+)			(5,2)(31,2)	(4,21)(3,3)
(2,2+)1,3,(2,2)			(5,2)(22,2)	(4,3)(3,21)
(2,2)1,3+,(2,2)	(2,2,2+) (2,2,2)	(2,2,2+) (2,2,2)	(5,2)(211,2)	(4,21)(3,21)
(2,2)1,3,(2,2+)			(5,3)(3,2)	(4,3)(21,21)
(2,2+)1,21,(2,2)	(2,2,2,2+) (2,2)	(2,2,2,2+) (2,2)	(5,21)(3,2)	(4,21)(21,21)
(2,2)1,21+,(2,2)	(2,2,2,2) (2,2+)	(2,2,2,2) (2,2+)	(5,3)(21,2)	
(2,2)1,21,(2,2+)			(5,21)(21,2)	
(2,2+)1,2,(3,2)			(4,4)(3,2)	
(2,2)1,2+,(3,2)	(2,2,2+) , 2, (2,2)	(2,2,2+) , 2, (2,2)	(4,4)(21,2)	
(2,2)1,2,(3,2+)	(2,2,2) , 2+ , (2,2)	(2,2,2) , 2+ , (2,2)	(31,31)(3,2)	
(2,2+)1,2,(21,2)	(2,2,2) , 2, (2,2+)	(2,2,2) , 2, (2,2+)	(31,22)(3,2)	
(2,2)1,2+,(21,2)			(31,211)(3,2)	
(2,2)1,2,(21,2+)	(2,2+) , 2, 2, (2,2)	(2,2+) , 2, 2, (2,2)	(31,31)(21,2)	
	(2,2) , 2, 2, (2,2)+	(2,2) , 2, 2, (2,2)+	(31,22)(21,2)	
(2,2+)1,2,1(2,2)			(31,211)(21,2)	
(2,2)1,2+,1(2,2)			(22,22)(3,2)	
	(2,2+) , 2, (2,2) , 2	(2,2+) , 2, (2,2) , 2	(22,211)(3,2)	
	(2,2) , 2, (2,2) , 2+	(2,2) , 2, (2,2) , 2+	(211,211)(3,2)	
(2,2+)11,2,(2,2)			(22,22)(21,2)	
(2,2)11,2+,(2,2)			(22,211)(21,2)	
(2,2)11,2,(2,2+)				

ARBORESCENTS GENERALISES Alternants à 13c

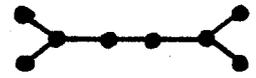
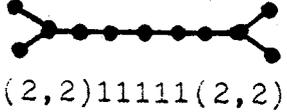
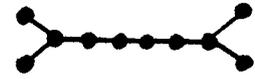


- (5, 2)1(2, 2)
- (5, 3)1(2, 2)
- (5, 21)1(2, 2)
- (4, 4)1(2, 2)
- (31, 31)1(2, 2)
- (31, 22)1(2, 2)
- (31, 211)1(2, 2)
- (22, 22)1(2, 2)
- (22, 211)1(2, 2)
- (211, 211)1(2, 2)
- (5, 2)1(3, 2)
- (5, 2)1(21, 2)
- (4, 3)1(3, 2)
- (4, 3)1(21, 2)
- (4, 21)1(3, 2)
- (4, 21)1(21, 2)
- (4, 2)1(4, 2)
- (31, 2)1(31, 2)
- (31, 2)1(22, 2)
- (31, 2)1(211, 2)
- (22, 2)1(22, 2)
- (22, 2)1(211, 2)
- (211, 2)1(211, 2)
- (4, 2)1(3, 3)
- (4, 2)1(3, 21)
- (4, 2)1(21, 21)
- (3, 3)1(3, 3)
- (3, 3)1(3, 21)
- (3, 3)1(21, 21)
- (3, 21)1(3, 21)
- (3, 21)1(21, 21)
- (21, 21)1(21, 21)
- (5, 2)2(2, 2)
- (4, 3)2(2, 2)
- (4, 21)2(2, 2)
- (4, 2)2(3, 2)

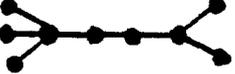
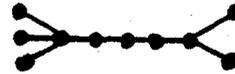
- (4, 2)2(2, 3)
- (4, 2)2(21, 2)
- (4, 2)2(2, 21)
- (3, 3)2(3, 2)
- (3, 3)2(21, 2)
- (3, 21)2(3, 2)
- (3, 21)2(2, 3)
- (3, 21)2(21, 2)
- (3, 21)2(2, 21)
- (21, 21)2(3, 2)
- (21, 21)2(21, 2)
- (4, 2)3(2, 2)
- (3, 3)3(2, 2)
- (3, 21)3(2, 2)
- (21, 21)3(2, 2)
- (3, 2)3(3, 2)
- (3, 2)3(21, 2)
- (21, 2)3(21, 2)
- (3, 2)4(2, 2)
- (21, 2)4(2, 2)
- (2, 2)5(2, 2)
- (5, 2)11(2, 2)
- (4, 3)11(2, 2)
- (4, 21)11(2, 2)
- (4, 2)11(3, 2)
- (4, 2)11(21, 2)
- (4, 2)11(2, 3)
- (4, 2)11(2, 21)
- (3, 3)11(3, 2)
- (3, 3)11(21, 2)
- (3, 21)11(3, 2)
- (3, 21)11(2, 3)
- (3, 21)11(21, 2)
- (3, 21)11(2, 21)
- (21, 21)11(3, 2)
- (21, 21)11(2, 3)
- (21, 21)11(21, 2)
- (21, 21)11(2, 21)
- (21, 21)11(3, 2)
- (21, 21)11(21, 2)
- (21, 21)11(2, 2)

- (4, 2)21(2, 2)
- (3, 3)21(2, 2)
- (3, 21)21(2, 2)
- (21, 21)21(2, 2)
- (3, 2)21(3, 2)
- (3, 2)21(21, 2)
- (21, 2)21(21, 2)
- (4, 2)12(2, 2)
- (3, 3)12(2, 2)
- (3, 21)12(2, 2)
- (21, 21)12(2, 2)
- (3, 2)12(21, 2)
- (3, 2)31(2, 2)
- (21, 2)31(2, 2)
- (3, 2)13(2, 2)
- (21, 2)13(2, 2)
- (3, 2)22(2, 2)
- (21, 2)22(2, 2)
- (2, 2)14(2, 2)
- (2, 2)23(2, 2)
- (4, 2)111(2, 2)
- (3, 3)111(2, 2)
- (3, 21)111(2, 2)
- (21, 21)111(2, 2)
- (3, 2)111(3, 2)
- (3, 2)111(2, 3)
- (3, 2)111(21, 2)
- (3, 2)111(2, 21)
- (21, 2)111(21, 2)
- (21, 2)111(2, 21)
- (3, 2)211(2, 2)
- (3, 2)121(2, 2)
- (3, 2)112(2, 2)
- (21, 2)211(2, 2)
- (21, 2)121(2, 2)
- (21, 2)112(2, 2)

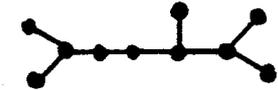
- (2, 2)311(2, 2)
- (2, 2)131(2, 2)
- (2, 2)221(2, 2)
- (2, 2)212(2, 2)
- (3, 2)1111(2, 2)
- (21, 2)1111(2, 2)
- (2, 2)2111(2, 2)
- (2, 2)1211(2, 2)
- (2, 2)11111(2, 2)
- (5, 2, 2)(2, 2)
- (2, 5, 2)(2, 2)
- (4, 3, 2)(2, 2)
- (4, 21, 2)(2, 2)
- (3, 4, 2)(2, 2)
- (21, 4, 2)(2, 2)
- (4, 2, 3)(2, 2)
- (4, 2, 21)(2, 2)
- (3, 3, 3)(2, 2)
- (3, 3, 21)(2, 2)
- (3, 21, 3)(2, 2)
- (3, 21, 21)(2, 2)
- (21, 3, 21)(2, 2)
- (21, 21, 21)(2, 2)
- (4, 2, 2)(3, 2)
- (4, 2, 2)(21, 2)
- (2, 4, 2)(3, 2)
- (2, 4, 2)(21, 2)
- (3, 3, 2)(3, 2)
- (3, 2, 3)(3, 2)
- (3, 3, 2)(21, 2)
- (3, 2, 3)(21, 2)
- (3, 21, 2)(3, 2)



ARBORESCENTS GENERALISES Alternants à 13c

(3,2,21)(3,2)	(21,2,2)1(3,2)		(3,2),3,(2,21)
(21,3,2)(3,2)	(21,2,2)1(21,2)	(3,2,2)(2,2,2)	(3,2),21,(21,2)
(3,21,2)(21,2)	(2,21,2)1(3,2)	(21,2,2)(2,2,2)	(3,2),21,(2,21)
(3,2,21)(21,2)	(2,21,2)1(21,2)	(2,3,2)(2,2,2)	(21,2),3,(21,2)
(21,3,2)(21,2)	(2,2,2)1(4,2)	(2,21,2)(2,2,2)	(21,2),3,(2,21)
(3,2,2)(4,2)	(2,2,2)1(3,3)		(21,2),21,(21,2)
(2,3,2)(4,2)	(2,2,2)1(3,21)	(2,2,2)1(2,2,2)	(21,2),21(2,21)
(21,2,2)(4,2)	(2,2,2)1(21,21)		(3,2),4,(2,2)
(2,21,2)(4,2)	(3,2,2)2(2,2)	(5,2),2,(2,2)	(21,2),4,(2,2)
(3,2,2)(3,3)	(2,3,2)2(2,2)	(2,2),5,(2,2)	
(21,2,2)(3,3)	(21,2,2)2(2,2)	(4,3),2,(2,2)	(4,2)1,2,(2,2)
(3,2,2)(3,21)	(2,21,2)2(2,2)	(4,21),2,(2,2)	(3,3)1,2,(2,2)
(21,2,2)(3,21)	(2,2,2)2(3,2)	(4,2),3,(2,2)	(3,21)1,2,(2,2)
(3,2,2)(21,21)	(2,2,2)2(21,2)	(4,2),21,(2,2)	(21,21)1,2,(2,2)
(21,2,2)(21,21)	(2,2,2)3(2,2)	(4,2),2,(3,2)	(3,2)1,3,(2,2)
(2,3,2)(3,3)		(4,2),2,(21,2)	(3,2)1,21,(2,2)
(2,21,2)(3,3)	(3,2,2)11(2,2)	(4,2),2,(2,3)	(3,2)1,2,(3,2)
(2,3,2)(3,21)	(2,3,2)11(2,2)	(4,2),2,(2,21)	(3,2)1,2,(21,2)
(2,21,2)(3,21)	(21,2,2)11(2,2)	(3,3),3,(2,2)	(21,2)1,3,(2,2)
(2,3,2)(21,21)	(2,2,2)11(3,2)	(3,3),21,(2,2)	(21,2)1,21,(2,2)
(2,21,2)(21,21)	(2,21,2)11(2,2)	(3,3),2,(3,2)	(21,2)1,2,(3,2)
(2,2,2)(5,2)	(2,2,2)11(21,2)	(3,3),2,(21,2)	(21,2)1,2,(21,2)
(2,2,2)(4,3)	(2,2,2)21(2,2)	(3,21),3,(2,2)	(2,2)1,3,(3,2)
(2,2,2)(4,21)	(2,2,2)12(2,2)	(3,21),21,(2,2)	(2,2)1,21,(3,2)
		(3,21),2,(3,2)	(2,2)1,3,(21,2)
(4,2,2)1(2,2)	(2,2,2)111(2,2)	(3,21),2,(2,3)	(2,2)1,21,(21,2)
(2,4,2)1(2,2)		(3,21),2,(21,2)	(2,2)1,4,(2,2)
(3,3,2)1(2,2)	(3,2,2,2)(2,2)	(3,21),2,(2,21)	(2,2)1,2,(4,2)
(3,2,3)1(2,2)	(2,3,2,2)(2,2)	(21,21),3,(2,2)	(3,2)2,2,(2,2)
(3,21,2)1(2,2)	(21,2,2,2)(2,2)	(21,21),21,(2,2)	(21,2)2,2,(2,2)
(3,2,21)1(2,2)	(2,21,2,2)(2,2)	(21,21),2,(3,2)	(2,2)2,3,(2,2)
(21,3,2)1(2,2)	(2,21,2,2)(2,2)	(21,21),2,(21,2)	(2,2)2,21,(2,2)
(21,21,2)1(2,2)	(2,2,2,2)(3,2)	(3,2),3,(3,2)	(2,2)2,2,(3,2)
(21,2,21)1(2,2)	(2,2,2,2)(21,2)	(3,2),3,(2,3)	(2,2)2,2,(21,2)
(3,2,2)1(3,2)		(3,2),21,(3,2)	(2,2)3,2,(2,2)
(3,2,2)1(21,2)	(2,2,2,2)1(2,2)	(3,2),21,(2,3)	
(2,3,2)1(3,2)		(3,2),3,(21,2)	
(2,3,2)1(21,2)			

ARBORESCENCES GENERALISEES Alternants à 13c



(3,2)11,2,(2,2)

(21,2)11,2,(2,2)

(2,2)11,21,(2,2)

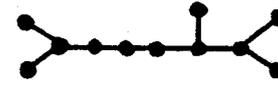
(2,2)11,21,(2,2)

(2,2)11,2,(3,2)

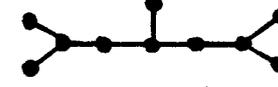
(2,2)11,2,(21,2)

(2,2)21,2,(2,2)

(2,2)12,2,(2,2)



(2,2)111,2,(2,2)



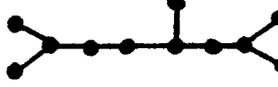
(3,2)1,2,1(2,2)

(21,2)1,2,1(2,2)

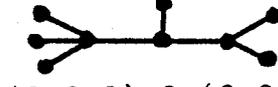
(2,2)1,3,1(2,2)

(2,2)1,21,1(2,2)

(2,2)2,2,1(2,2)



(2,2)11,2,1(2,2)



(3,2,2),2,(2,2)

(21,2,2),2,(2,2)

(2,3,2),2,(2,2)

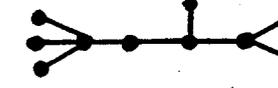
(2,21,2),2,(2,2)

(2,2,2),3,(2,2)

(2,2,2),21,(2,2)

(2,2,2),2,(3,2)

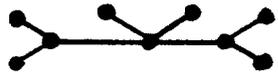
(2,2,2),2,(21,2)



(2,2,2)1,2,(2,2)



(2,2,2),2,1(2,2)

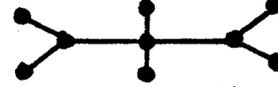


(3,2),2,2,(2,2)

(21,2),2,2,(2,2)

(2,2),3,2,(2,2)

(2,2),21,2,(2,2)



(3,2),2,(2,2),2

(21,2),2,(2,2),2

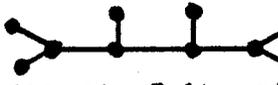
(2,2),3,(2,2),2

(2,2),21,(2,2),2



(3,2),(2,2),(2,2)

(21,2),(2,2),(2,2)

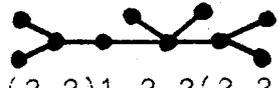


[(3,2),2][(2,2),2]

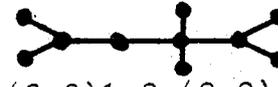
[(21,2),2][(2,2),2]

[(2,2),3][(2,2),2]

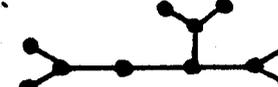
[(2,2),21][(2,2),2]



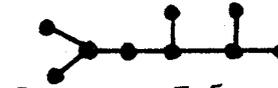
(2,2)1,2,2(2,2)



(2,2)1,2,(2,2),2



[(2,2)1],(2,2),(2,2)



[(2,2)1,2][(2,2),2]



[(2,2),2]1[(2,2),2]

NOEUDS ET ENLACEMENTS

ARBORESCENTS

NON-ALTERNANTS

ARBORESCENTS STELLAIRES Non-alternants à 11c

2,2,2-	4,2,2,2-	⑦ 2,2-	3,3,3,2-
3,2,2-	31,2,2,2-	⑥ ,3,2-	3,3,21,2-
21,2,2-	22,2,2,2-	⑥ ,21,2-	3,21,3,2-
④ ,2,2-	211,2,2,2-	⑤ ,4,2-	3,21,21,2-
3,3,2-	4,2,2,2--	⑤ ,31,2-	3,21,2,21-
3,21,2-	22,2,2,2--	⑤ ,22,2-	21,21,21,2-
21,21,2-	3,3,2,2-	⑤ ,211,2-	3,2,2,2,2-
2,2,2,2-	3,3,2,2--	⑤ ,3,3-	21,2,2,2,2-
2,2,2,2--	3,21,2,2-	⑤ ,3,21-	
⑤ ,2,2-	3,21,2,2--	⑤ ,21,21-	5,2,2,2--
④ ,3,2-	21,21,2,2-	4, ④ ,3-	32,2,2,2--
④ ,21,2-	3,2,3,2-	4, ④ ,21-	23,2,2,2--
3,3,3-	3,2,3,2--	31,31,3-	212,2,2,2--
3,3,21-	3,2,21,2-	31,22,3-	④ ,2,3,2--
3,21,21-	3,2,21,2--	31,211,3-	④ ,3,2,2--
21,21,21-	21,2,21,2-	31,31,21-	3,3,3,2--
3,2,2,2-	2,2,2,2,2-	31,22,21-	3,3,21,2--
21,2,2,2-	2,2,2,2,2--	31,211,21-	3,21,3,2--
3,2,2,2--		22,22,3-	3,2,2,2,2--
		22,22,21-	21,2,2,2,2--
⑥ ,2,2-		22,211,21-	
⑤ ,3,2-		22,211,3-	
⑤ ,21,2-		211,211,3-	
4, ④ ,2-		211,211,21-	
31,31,2-		⑤ ,2,2,2-	
31,22,2-		④ ,3,2,2-	
31,211,2-		④ ,21,2,2-	
22,22,2-		④ ,2,3,2-	
22,211,2-		④ ,2,21,2-	
211,211,2-			
④ ,3,3-			
④ ,3,21-			
④ ,21,21-			

ARBORESCENTS STELLAIRES Non-alternants à 12c

③, 2, 2-	2111, 2111, 2-	31, 2, 22, 2-	6, 2, 2, 2--
⑦, 3, 2-	⑤, 4, 3-	31, 2, 211, 2-	42, 2, 2, 2--
⑦, 21, 2-	⑤, 31, 3-	22, 22, 2, 2-	33, 2, 2, 2--
⑥, 4, 2-	⑤, 22, 3-	22, 211, 2, 2-	312, 2, 2, 2--
⑥, 31, 2-	⑤, 211, 3-	211, 211, 2, 2-	24, 2, 2, 2--
⑥, 22, 2-	⑤, 4, 21-	22, 2, 22, 2-	213, 2, 2, 2--
⑥, 211, 2-	⑤, 31 21-	22, 2, 211, 2-	222, 2, 2, 2--
⑥, 3, 3-	⑤, 22, 21-	211, 2, 211, 2-	2112, 2, 2, 2--
⑥, 3, 21-	⑤, 211, 21-	④, 3, 3, 2-	⑤, 3, 2, 2--
⑥, 21, 21-	4, 4, ④-	④, 3, 21, 2-	⑤, 2, 3, 2--
5, ⑤, 2-	4, 31, 31-	④, 21, 21, 2-	4, 4, 2, 2--
41, 41, 2-	4, 31, 22-	④, 3, 2, 3-	4, 31, 2, 2--
41, 32, 2-	4, 31, 211-	④, 3, 2, 21-	4, 22, 2, 2--
41, 311, 2-	4, 22, 22-	④, 21, 2, 21-	4, 211, 2, 2--
41, 23, 2-	4, 22, 211-	④, 2, 3, 21-	22, 22, 2, 2--
41, 221, 2-	4, 211, 211-	3, 3, 3, 3-	22, 211, 2, 2--
41, 212, 2-	31, 31, 31-	3, 3, 3, 21-	4, 2, ④, 2--
41, 2111, 2-	31, 31, 22-	3, 3, 21, 21-	22, 2, 22, 2--
32, 32, 2-	31, 31, 211-	3, 21, 21, 21-	22, 2, 211, 2--
32, 311, 2-	31, 22, 22-	21, 21, 21, 21-	④, 3, 3, 2--
32, 23, 2-	31, 22, 211-	3, 21, 3, 21-	④, 3, 21, 2--
32, 221, 2-	31, 211, 211-	④, 2, 2, 2, 2-	④, 3, 2, 3--
32, 212, 2-	22, 22, 22-	3, 3, 2, 2, 2-	④, 3, 2, 21--
32, 2111, 2-	22, 22, 211-	3, 21, 2, 2, 2-	4, 3, 2, 21--
311, 311, 2-	22, 211, 211-	3, 2, 3, 2, 2-	22, 3, 2, 21--
311, 23, 2-	211, 211, 211-	3, 2, 21, 2, 2-	3, 3, 3, 3--
311, 221, 2-	⑥, 2, 2, 2-	21, 21, 2, 2, 2-	3, 3, 3, 21--
311, 212, 2-	⑤, 3, 2, 2-	21, 2, 21, 2, 2-	3, 3, 21, 21--
311, 2111, 2-	⑤, 21, 2, 2-	2, 2, 2, 2, 2, 2-	3, 21, 3, 21--
23, 23, 2-	⑤, 2, 3, 2-		④, 2, 2, 2, 2--
23, 221, 2-	⑤, 2, 21, 1-		3, 3, 2, 2, 2--
23, 212, 2-	④, 4, 2, 2-		3, 21, 2, 2, 2--
23, 2111, 2-	④, 2, 4, 2-		3, 2, 3, 2, 2--
221, 221, 2-	31, 31, 2, 2-		3, 2, 21, 2, 2--
221, 212, 2-	31, 22, 2, 2-		21, 21, 2, 2, 2--
221, 2111, 2-	31, 211, 2, 2-		21, 2, 21, 2, 2--
212, 212, 2-	31, 2, 31, 2-		2, 2, 2, 2, 2, 2--
212, 2111, 2-			2, 2, 2, 2, 2, 2---

ARBORESCENCES STELLAIRES Non-alternants à 13c

⑨, 2, 2-	41, 311, 21-	23, 23, 21-	⑤, 21, 3, 2-
⑧, 3, 2-	41, 23, 21-	23, 221, 21-	⑤, 21, 2, 3-
⑧, 21, 2-	41, 221, 21-	23, 212, 21-	⑤, 21, 21, 2-
⑦, 31, 2-	41, 212, 21-	23, 2111, 21-	⑤, 21, 2, 21-
⑦, 4, 2-	41, 2111, 21-	221, 221, 21-	4, 43, 2-
⑦, 22, 2-	32, 32, 3-	221, 212, 21-	4, 3, 4, 2-
⑦, 211, 2-	32, 311, 3-	221, 2111, 21-	4, 4, 21, 2-
⑦, 3, 3-	32, 23, 3-	212, 212, 21-	4, 21, 4, 2-
⑦, 3, 21-	32, 221, 3-	212, 2111, 21-	4, 31, 3, 2-
⑦, 21, 21-	32, 212, 3-	2111, 2111, 21-	4, 31, 21, 2-
⑥, 5, 2-	32, 2111, 3-	⑤, 4, 4-	4, 3, 31, 2-
⑥, 41, 2-	311, 311, 3-	⑤, 4, 31-	4, 31, 2, 3-
⑥, 32, 2-	311, 23, 3-	⑤, 4, 22-	4, 21, 31, 2-
⑥, 311, 2-	311, 221, 3-	⑤, 4, 211-	4, 31, 2, 21-
⑥, 23, 2-	311, 212, 3-	⑤, 31, 31-	4, 22, 3, 2-
⑥, 221, 2-	311, 2111, 3-	⑤, 31, 22-	4, 22, 21, 2-
⑥, 212, 2-	23, 23, 3-	⑤, 31, 211-	4, 22, 2, 3-
⑥, 2111, 2-	23, 221, 3-	⑤, 22, 22-	4, 22, 2, 21-
⑥, 4, 3-	23, 212, 3-	⑤, 22, 211-	4, 3, 22, 2-
⑥, 4, 21-	23, 2111, 3-	⑤, 211, 211-	4, 21, 22, 2-
⑥, 31, 21-	221, 221, 3-	⑦, 2, 2, 2-	4, 211, 3, 2-
⑥, 31, 3-	221, 212, 3-	⑥, 3, 2, 2-	4, 211, 21, 2-
⑥, 22, 3-	221, 2111, 3-	⑥, 2, 3, 2-	4, 211, 2, 3-
⑥, 22, 21-	212, 212, 3-	⑥, 21, 2, 2-	4, 211, 2, 21-
⑥, 211, 3-	212, 2111, 3-	⑥, 2, 21, 2-	4, 3, 211, 2-
⑥, 211, 21-	2111, 2111, 3-	⑤, 4, 2, 2-	4, 21, 211, 2-
⑤, 5, 3-	32, 32, 21-	⑤, 31, 2, 2-	31, 31, 3, 2-
⑤, 5, 21-	32, 311, 21-	⑤, 22, 2, 2-	31, 31, 21, 2-
41, 41, 3-	32, 23, 21-	⑤, 211, 2, 2-	31, 3, 31, 2-
41, 32, 3-	32, 221, 21-	⑤, 2, 4, 2-	31, 21, 31, 2-
41, 311, 3-	32, 212, 21-	⑤, 2, 31, 2-	31, 22, 3, 2-
41, 23, 3-	32, 2111, 21-	⑤, 2, 22, 2-	31, 22, 21, 2-
41, 221, 3-	311, 311, 21-	⑤, 2, 211, 2-	31, 3, 22, 2-
41, 212, 3-	311, 23, 21-	⑤, 3, 3, 2-	31, 21, 22, 2-
41, 2111, 3-	311, 221, 21-	⑤, 3, 2, 3-	31, 22, 2, 3-
41, 41, 21-	311, 212, 21-	⑤, 3, 21, 2-	31, 22, 2, 21-
41, 32, 21-	311, 2111, 21-		31, 211, 3, 2-

ARBORESCENTS STELLAIRES Non-alternants à 13c

31, 211, 21, 2-	232, 2, 2, 2--	4, 21, 211, 2--	21, 3, 21, 2, 2--
31, 211, 2, 3-	2122, 2, 2, 2--	22, 22, 3, 2--	21, 21, 2, 3, 2-
31, 211, 2, 21-	2212, 2, 2, 2--	22, 22, 21, 2--	21, 21, 2, 3, 2--
31, 3, 211, 2-	2113, 2, 2, 2--	22, 3, 22, 2--	21, 2, 21, 3, 2-
31, 21, 211, 2-	21112, 2, 2, 2--	22, 21, 22, 2--	21, 2, 21, 3, 2--
22, 22, 3, 2-	⑥, 3, 2, 2--	22, 211, 3, 2--	21, 21, 21, 2, 2-
22, 22, 21, 2-	⑥, 2, 3, 2--	22, 211, 21, 2--	21, 21, 21, 2, 2--
22, 3, 22, 2-	⑤, 4, 2, 2--	22, 3, 211, 2--	21, 21, 2, 21, 2-
22, 21, 22, 2-	⑤, 22, 2, 2--	④, 3, 3, 3--	21, 21, 2, 21, 2--
22, 211, 3, 2-	⑤, 2, 4, 2--	④, 3, 3, 21--	3, 2, 2, 2, 2, 2-
22, 211, 21, 2-	⑤, 2, 22, 2--	④, 3, 21, 3--	21, 2, 2, 2, 2, 2-
22, 3, 211, 2-	⑤, 3, 3, 2--		3, 2, 2, 2, 2, 2--
22, 21, 211, 2-	⑤, 3, 2, 3--	⑤, 2, 2, 2, 2-	21, 2, 2, 2, 2, 2--
22, 211, 2, 3-	⑤, 3, 21, 2--	⑤, 2, 2, 2, 2--	3, 2, 2, 2, 2, 2---
22, 211, 2, 21-	5, 3, 2, 21--	④, 3, 2, 2, 2-	
211, 211, 3, 2-	32, 3, 2, 21--	④, 3, 2, 2, 2--	
211, 211, 21, 2-	23, 3, 2, 21--	④, 2, 3, 22-	
211, 3, 211, 2-	212, 3, 2, 21--	④, 2, 3, 22--	
211, 21, 211, 2-	4, 4, 3, 2--	④, 21, 2, 2, 2-	
④, 3, 3, 3-	4, 4, 21, 2--	④, 21, 2, 2, 2--	
④, 3, 3, 21-	4, 3, 4, 2--	④, 2, 21, 2, 2-	
④, 3, 21, 3-	4, 21, 4, 2--	④, 2, 21, 2, 2--	
④, 3, 21, 21-	4, 31, 3, 2--	3, 3, 3, 2, 2-	
④, 21, 3, 21-	4, 31, 21, 2--	3, 3, 3, 2, 2--	
④, 21, 21, 21-	4, 3, 31, 2--	3, 3, 2, 3, 2-	
	4, 21, 31, 2--	3, 3, 2, 3, 2--	
7, 2, 2, 2--	4, 22, 3, 2--	3, 3, 21, 2, 2-	
52, 2, 2, 2--	4, 22, 21, 2--	3, 3, 21, 2, 2--	
43, 2, 2, 2--	4, 22, 2, 3--	3, 21, 3, 2, 2-	
412, 2, 2, 2--	4, 22, 2, 21--	3, 21, 3, 2, 2--	
34, 2, 2, 2--	4, 3, 22, 2--	3, 3, 2, 21, 2-	
313, 2, 2, 2--	4, 21, 22, 2--	3, 3, 2, 21, 2--	
322, 2, 2, 2--	4, 211, 3, 2--	3, 2, 3, 21, 2-	
3112, 2, 2, 2--	4, 211, 21, 2--	3, 2, 3, 21, 2--	
25, 2, 2, 2--	4, 211, 2, 3--	3, 21, 21, 2, 2-	
214, 2, 2, 2--	4, 211, 2, 21--	3, 21, 21, 2, 2--	
222, 2, 2, 2--	4, 3, 211, 2--	21, 3, 21, 2, 2-	



- $(2, 2-)(2, 2)$
- $(2, 2-)(2, 2-)$
- $(2, 2)-(2, 2)$

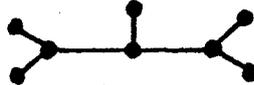
- $(3, 2-)(2, 2)$
- $(21, 2-)(2, 2)$
- $(3, 2)(2, 2-)$
- $(21, 2)(2, 2-)$
- $(3, 2)-(2, 2)$
- $(21, 2)-(2, 2)$
- $(3, 2-)(2, 2-)$
- $(2, 2-)(2, 2+)$
- $(2, 2+)-(2, 2)$
- $(2, 2-)(2, 2++)$
- $(3, 2+)(2, 2-)$
- $(2, 2+)(3, 2-)$
- $(21, 2+)(2, 2-)$
- $(2, 2+)(21, 2-)$
- $(2, 2++)-(2, 2)$
- $(3, 2+)-(2, 2)$
- $(21, 2+)-(2, 2)$
- $(2, 2+)-(3, 2)$
- $(2, 2+)-(21, 2)$
- $(\textcircled{4}, 2-)(2, 2)$
- $(\textcircled{4}, 2)(2, 2-)$
- $(\textcircled{4}, 2)-(2, 2)$
- $(4, 2-)(2, 2-)$
- $(22, 2-)(2, 2-)$
- $(3, 3-)(2, 2)$
- $(3, 21-)(2, 2)$
- $(21, 21-)(2, 2)$
- $(3, 3)(2, 2-)$
- $(3, 21)(2, 2-)$
- $(21, 21)(2, 2-)$
- $(3, 3)-(2, 2)$

- $(3, 21)-(2, 2)$
- $(21, 21)-(2, 2)$
- $(3, 3-)(2, 2-)$
- $(3, 21-)(2, 2-)$
- $(3, 2-)(3, 2)$
- $(3, 2-)(21, 2)$
- $(21, 2-)(3, 2)$
- $(21, 2-)(21, 2)$
- $(3, 2-)(3, 2-)$
- $(3, 2-)(21, 2-)$
- $(3, 2)-(3, 2)$
- $(3, 2)-(21, 2)$
- $(21, 2)-(21, 2)$



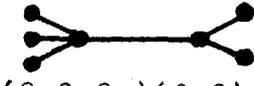
- $(2, 2-)(2, 2)$
- $(2, 2)-(2, 2)$
- $(2, 2-)(2, 2-)$
- $(2, 2)2-(2, 2)$
- $(2, 2-)-2(2, 2)$
- $(2, 2-)(2, 2)$
- $(2, 2-)-2(2, 2)$

- $(2, 2-)(2, 2)$
- $(2, 2)-(2, 2)$
- $(2, 2-)(2, 2-)$
- $(2, 2)2-(2, 2)$
- $(2, 2-)-2(2, 2)$



- $(2, 2-), 2, (2, 2)$
- $(2, 2), -2, (2, 2)$
- $(2, 2-), 2, (2, 2-)$
- $(2, 2-), -2, (2, 2)$
- $(2, 2), 2, -(2, 2)$

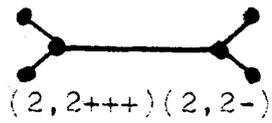
- $(2, 2-), 2, (2, 2)$
- $(2, 2), -2, (2, 2)$
- $(2, 2-), 2, (2, 2-)$
- $(2, 2-), -2, (2, 2)$
- $(2, 2), 2, -(2, 2)$



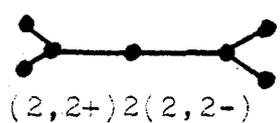
- $(2, 2, 2-)(2, 2)$
- $(2, 2, 2)(2, 2-)$
- $(2, 2, 2)-(2, 2)$
- $(2, 2, 2-)(2, 2-)$
- $(2, 2, 2--)(2, 2)$

- $(2, 2, 2-)(2, 2)$
- $(2, 2, 2)(2, 2-)$
- $(2, 2, 2)-(2, 2)$
- $(2, 2, 2-)(2, 2-)$
- $(2, 2, 2--)(2, 2)$

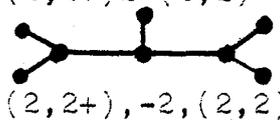
ARBORESCENIS GENERALISÉS Non-alternants à 11c



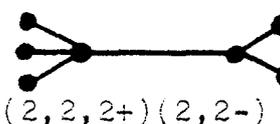
- (2,2+++)(2,2-)
- (2,2+++)-(2,2)
- (3,2++)(2,2-)
- (21,2++)(2,2-)
- (3,2++)-(2,2)
- (21,2++)-(2,2)
- (2,2++)(3,2-)
- (2,2++)(21,2-)
- (2,2++)-(3,2)
- (2,2++)-(21,2)
- (4,2+)(2,2-)
- (4,2+)-(2,2)
- (3,3+)(2,2-)
- (3,3+)-(2,2)
- (3,21+)(2,2-)
- (3,21+)-(2,2)
- (21,21+)(2,2-)
- (21,21+)-(2,2)
- (3,2+)(3,2-)
- (3,2+)-(3,2)
- (3,2+)(21,2-)
- (3,2+)-(21,2)
- (21,2+)(3,2-)
- (21,2+)-(3,2)
- (21,2+)(21,2-)
- (21,2+)-(21,2)
- (2,2+)(4,2-)
- (2,2+)-(4,2)



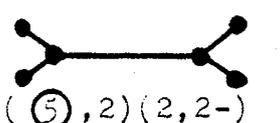
- (2,2+)2(2,2-)
- (2,2+)2-(2,2)
- (2,2+),-2,(2,2)
- (2,2+),2,(2,2-)
- (2,2+),-2,(2,2-)
- (2,2+),2,-(2,2)
- (-2,2+),2,(2,2)
- (2,2-),2+,(2,2)
- (2,2-),2+,(2,2-)
- (2,2),-2+,(2,2)
- (2,2,2+)(2,2-)
- (2,2,2+)-(2,2)
- (2,2+)(2,2,2-)
- (2,2+)(2,2,2--)
- (2,2,2)-(2,2+)
- (5,2)(2,2-)
- (5,2-)(2,2)
- (5,2-)(2,2-)
- (5,2-)(2,2-)
- (32,2-)(2,2-)
- (23,2-)(2,2-)
- (212,2-)(2,2-)
- (4,3-)(2,2)
- (4,3)(2,2-)



- (2,2+),-2,(2,2)
- (2,2+),2,(2,2-)
- (2,2+),-2,(2,2-)
- (2,2+),2,-(2,2)
- (-2,2+),2,(2,2)
- (2,2-),2+,(2,2)
- (2,2-),2+,(2,2-)
- (2,2),-2+,(2,2)

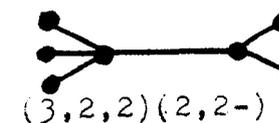


- (2,2,2+)(2,2-)
- (2,2,2+)-(2,2)
- (2,2+)(2,2,2-)
- (2,2+)(2,2,2--)
- (2,2,2)-(2,2+)



- (5,2)(2,2-)
- (5,2-)(2,2)
- (5,2-)(2,2-)
- (5,2-)(2,2-)
- (32,2-)(2,2-)
- (23,2-)(2,2-)
- (212,2-)(2,2-)
- (4,3-)(2,2)
- (4,3)(2,2-)

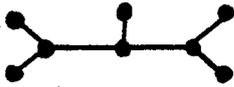
- (4,2)(21,2-)
- (4,2-)(21,2)
- (4,2)-(21,2)
- (4,2-)(3,2-)
- (3,3)(3,2-)
- (3,3-)(3,2)
- (3,3)(21,2-)
- (3,3-)(21,2)
- (3,3)-(3,2)
- (3,3)-(21,2)
- (3,21)(3,2-)
- (3,21-)(3,2)
- (3,21)(21,2-)
- (3,21-)(21,2)
- (3,21)-(3,2)
- (3,21)-(21,2)
- (21,21)(3,2-)
- (21,21-)(3,2)
- (21,21)(21,2-)
- (21,21-)(21,2)
- (21,21)-(3,2)
- (21,21)-(21,2)
- (3,3-)(3,2-)
- (3,3-)(21,2-)
- (3,21-)(3,2-)



- (3,2,2)(2,2-)
- (21,2,2)(2,2-)

- (2,3,2)(2,2-)
- (2,21,2)(2,2-)
- (2,3,2-)(2,2)
- (2,21,2-)(2,2)
- (2,3,2)-(2,2)
- (2,21,2)-(2,2)
- (2,3,2--)(2,2)
- (2,21,2)-(2,2)
- (2,3,2-)(2,2-)
- (2,21,2-)(2,2-)
- (2,2,2)(3,2-)
- (2,2,2)(21,2-)
- (2,2,2-)(3,2)
- (2,2,2-)(21,2)
- (2,2,2)-(3,2)
- (2,2,2)-(21,2)
- (2,2,2--)(3,2)
- (2,2,2--)(21,2)
- (2,2,2-)(3,2-)
- (2,2,2-)(21,2-)

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 11c



- (3,2), 2, (2,2-)
- (3,2-), 2, (2,2)
- (3,2), -2, (2,2)
- (3,2), 2, -(2,2)
- (3,2), 2, (2,2)
- (3,2-), -2, (2,2)
- (3,2), -2, (2,2-)
- (3,2-), 2, (2,2-)
- (21,2), 2, (2,2-)
- (21,2-), 2, (2,2)
- (21,2), -2, (2,2)
- (21,2-), 2, (2,2-)
- (21,2), 2, -(2,2)
- (21,2), 2, (2,2)

$-(21,2)2(2,2)$

$(3,2-)-2(2,2)$

$(21,2-)-2(2,2)$

$(3,2)-2(2,2-)$

$(21,2)-2(2,2-)$

$(2,2)3(2,2-)$

$(2,2)-3(2,2)$

$(2,2)3-(2,2)$

$(2,2-)3(2,2-)$

$(2,2)-3(2,2-)$

$(2,2)21(2,2-)$

$-(2,2)21(2,2)$



- (21,2-), -2, (2,2)
- (21,2), -2, (2,2-)
- (2,2), 3, (2,2-)
- (2,2), -3, (2,2)
- (2,2), 3, -(2,2)
- (2,2), -3, (2,2-)
- (2,2-), 3, (2,2-)
- (2,2), 21, (2,2-)
- (2,2), -21, (2,2)
- (2,2), 21, -(2,2)
- (2,2-), 21, (2,2-)
- (2,2), -21, (2,2-)

$(2,2)1, 2, (2,2-)$

$(2,2)1, 2, -(2,2)$



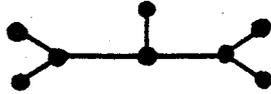
- (3,2)2(2,2-)
- (21,2)2(2,2-)
- (3,2-)2(2,2)
- (21,2-)2(2,2)
- (3,2)-2(2,2)
- (21,2)-2(2,2)
- (3,2)2-(2,2)
- (21,2)-(2,2)
- (3,2)2(2,2)



- (2,2++++)(2,2-)
- (2,2++++)-(2,2)
- (3,2+++)(2,2-)
- (21,2+++)(2,2-)
- (3,2+++)-(2,2)
- (21,2+++)-(2,2)
- (2,2+++)(3,2-)
- (2,2+++)-(3,2)
- (2,2+++)(21,2-)
- (2,2+++)-(21,2)
- (4,2++)(2,2-)
- (4,2++)-(2,2)
- (2,2+)(4,2-)
- (2,2+)-(4,2)
- (3,3+)(2,2-)
- (3,21+)(2,2-)
- (21,21+)(2,2-)
- (3,3+)-(2,2)
- (3,21+)-(2,2)
- (21,21+)-(2,2)
- (2,2+)(3,3-)
- (2,2+)(3,21-)
- (2,2+)(21,21-)
- (2,2+)-(3,3)
- (2,2+)-(3,21)
- (2,2+)-(21,21)
- (3,2+)(3,2-)
- (3,2+)(21,2-)
- (3,2+)-(3,2)
- (3,2+)-(21,2)
- (21,2+)(3,2-)
- (21,2+)-(3,2)
- (21,2+)-(21,2)
- (3,2+)(21,21-)
- (3,2+)-(21,21)
- (21,2+)(21,2-)
- (21,2+)-(21,21)



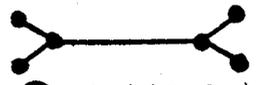
- (2,2++)2(2,2-)
- (2,2++)2-(2,2)
- (2,2+),2,(2,2-)
- (2,2+),2,-(2,2)
- (2,2+),-2,(2,2)
- (2,2+),-2,(2,2-)
- (2,2+),2,(2,2)
- (2,2+),2,-(2,2+)
- (2,2+),-2,(2,2+)
- (2,2),2++,(2,2-)
- (2,2),2+,-(2,2)
- (2,2-),2+,(2,2-)
- (2,2),-2+,(2,2)
- (2,2),-2+,(2,2-)
- (2,2+),2+,(2,2-)
- (2,2+),2+,-(2,2)



- (2,2+),2,(2,2-)
- (2,2+),2,-(2,2)
- (2,2+),-2,(2,2)
- (2,2+),-2,(2,2-)
- (2,2+),2,(2,2)
- (2,2+),2,-(2,2+)
- (2,2+),-2,(2,2+)
- (2,2),2++,(2,2-)
- (2,2),2+,-(2,2)
- (2,2-),2+,(2,2-)
- (2,2),-2+,(2,2)
- (2,2),-2+,(2,2-)
- (2,2+),2+,(2,2-)
- (2,2+),2+,-(2,2)



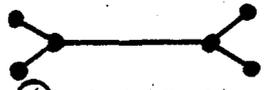
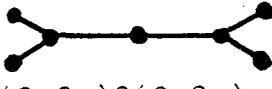
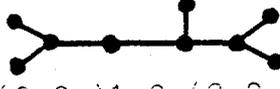
- (2,2,2+)(2,2-)
- (2,2,2+)-(2,2)
- (2,2,2-)(2,2+)
- (2,2,2--)(2,2+)
- (2,2,2)-(2,2+)



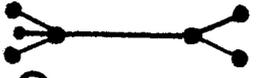
- (5,2+)(2,2-)
- (5,2+)-(2,2)
- (4,3+)(2,2-)
- (4,3+)-(2,2)
- (2,2+)(4,3-)
- (2,2+)-(4,3)
- (4,21+)(2,2-)
- (4,21+)-(2,2)
- (2,2+)(4,21-)
- (2,2+)-(4,21)

- (4,2+)(3,2-)
- (4,2+)-(3,2)
- (4,2+)(21,2-)
- (4,2+)-(21,2)
- (3,2+)(4,2-)
- (3,2+)-(4,2)
- (21,2+)(4,2-)
- (21,2+)-(4,2)
- (3,3+)(3,2-)
- (3,3+)-(3,2)
- (3,3+)(21,2-)
- (3,3+)-(21,2)
- (3,2+)(3,3-)
- (21,2+)(3,3-)
- (3,2+)-(3,3)
- (21,2+)-(3,3)
- (3,21+)(3,2-)
- (3,21+)-(3,2)
- (3,21+)(21,2-)
- (3,21+)-(21,2)
- (3,2+)(3,21-)
- (3,2+)-(3,21)
- (21,2+)(3,21-)
- (21,2+)-(3,21)
- (21,21+)(3,2-)
- (21,21+)(21,2-)
- (21,21+)-(3,2)
- (21,21+)-(21,2)
- (3,2+)(21,21-)
- (3,2+)-(21,21)
- (21,2+)-(21,21)
- (3,2,2+)(2,2-)
- (21,2,2+)(2,2-)
- (3,2,2+)-(2,2)
- (2,2,2+)-(21,2)
- (3,2+)(2,2,2-)
- (21,2+)(2,2,2-)
- (3,2+)(2,2,2--)
- (21,2+)(2,2,2--)
- (2,2,2)-(3,2+)
- (2,2,2)-(21,2+)

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 12c

(3,2+), 2, (2,2-)	(2,2+), 3, (2,2-)	(2,2+)1, 2, -(2,2)	(22,211-)(2,2)
(21,2+), 2, (2,2-)	(2,2+), 21, (2,2-)	(2,2)1, 2+, (2,2-)	(211,211-)(2,2)
(3,2+), -2, (2,2)	(2,2+), -3, (2,2)	(2,2)1, 2+, -(2,2)	(22,22)(2,2-)
(21,2+), -2, (2,2)	(2,2+), -21, (2,2)	(2,2)1, 2, -(2,2+)	(22,211)(2,2-)
(3,2+), -2, (2,2-)	(2,2+), -3, (2,2-)		(211,211)(2,2-)
(21,2+), -2, (2,2-)	(2,2+), -21, (2,2-)	(5, 2-)(2,2)	(22,22)-(2,2)
(3,2+), 2, -(2,2)	(2,2+), 3, -(2,2)	(6, 2)(2,2-)	(22,211)-(2,2)
(21,2+), 2, -(2,2)	(2,2+), 21, -(2,2)	(6, 2)-(2,2)	(211,211)-(2,2)
-(3,2+), 2, (2,2)	-(2,2+), 3, (2,2)	(6, 2-)(2,2-)	(4, 4-)(2,2-)
-(21,2+), 2, (2,2)	-(2,2+), 21, (2,2)	(42, 2-)(2,2-)	(22,22-)(2,2-)
(3,2), 2+, (2,2-)	(2,2), 3+, (2,2-)	(33, 2-)(2,2-)	(22,211-)(2,2-)
(21,2), 2+, (2,2-)	(2,2), 21+, (2,2-)	(312, 2-)(2,2-)	(5, 2-)(3,2)
(3,2-), 2+, (2,2)	(2,2), 3+, -(2,2)	(24, 2-)(2,2-)	(5, 2-)(21,2)
(21,2-), 2+, (2,2)	(2,2), 21+, -(2,2)	(213, 2-)(2,2-)	(5, 2)(3,2-)
(3,2), 2+, -(2,2)	(2,2-), 3+, (2,2-)	(222, 2-)(2,2-)	(5, 2)(21,2-)
(21,2), 2+, -(2,2)	(2,2-), 21+, (2,2-)	(2112, 2-)(2,2-)	(5, 2)-(3,2)
(3,2), -2+, (2,2)	(2,2), -3+, (2,2)	(5, 3-)(2,2)	(5, 2)-(21,2)
(21,2), -2+, (2,2)	(2,2), -21+, (2,2)	(5, 3)(2,2-)	(5, 2-)(3,2-)
-(3,2), 2+, (2,2)	(2,2-), -3+, (2,2)	(5, 3)-(2,2)	(4, 3-)(3,2)
-(21,2), 2+, (2,2)	(2,2-), -21+, (2,2)	(5, 3-)(2,2-)	(4, 21-)(3,2)
(3,2-), -2+, (2,2)		(5, 21-)(2,2)	(4, 3)(3,2-)
(21,2-), -2+, (2,2)	(3,2+)2(2,2-)	(5, 21)(2,2-)	(4, 21)(3,2-)
(3,2-), 2+, (2,2-)	(21,2+)2(2,2-)	(5, 21)-(2,2)	(4, 21-)(21,2)
(21,2-), 2+, (2,2-)	(3,2+)2-(2,2)	(4, 4-)(2,2)	(4, 21)-(21,2)
(3,2), -2+, (2,2-)	(21,2+)2-(2,2)	(4, 4)(2,2-)	(4, 3-)(21,2)
(21,2), -2+, (2,2-)	(3,2-)2(2,2+)	(4, 4)-(2,2)	(4, 3-)(3,2-)
(3,2-), 2, (2,2+)	(21,2-)2(2,2+)	(31,31-)(2,2)	(4, 3-)(21,2-)
(21,2-), 2, (2,2+)	-(3,2)2(2,2+)	(31,22-)(2,2)	(4, 2-)(4, 2)
(3,2), -2, (2,2+)	-(21,2)2(2,2+)	(31,211-)(2,2)	(4, 2)(31,2-)
(21,2), -2, (2,2+)	(2,2+)3(2,2-)	(31,31)(2,2-)	(4, 2)(22,2-)
-(3,2), 2, (2,2+)	(2,2+)3-(2,2)	(31,22)(2,2-)	(4, 2)(211,2-)
-(21,2), 2, (2,2+)	(2,2-)21(2,2+)	(31,211)(2,2-)	(4, 2)-(4, 2)
(3,2-), -2, (2,2+)	-(2,2)21(2,2+)	(31,31)-(2,2)	(31,2-)(31,2)
(21,2-), -2, (2,2+)		(31,22)-(2,2)	(31,2-)(22,2)
(3,2), 2, -(2,2+)	(2,2+)1, 2, (2,2-)	(31,211)-(2,2)	(31,2-)(211,2)
(21,2), 2, -(2,2+)		(22,22-)(2,2)	(31,2)(22,2-)

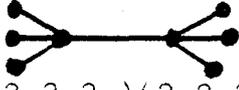
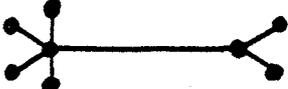
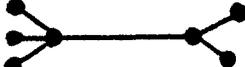
ARBORESCENTES GENERALISES NON-ALTERNANTES à 12c

(31,2)(211,2-)	(3,21-)(3,21)	(2,21,2-)(21,2)	(2,21,2)(21,2-)
(31,2)-(31,2)	(3,21)-(3,21)	(21,21,2-)(2,2)	(21,21,2)(2,2-)
(31,2)-(22,2)	(3,21-)(3,21-)	(21,2,21-)(2,2)	(21,2,21)(2,2-)
(31,2)-(211,2)	(3,21-)(21,21)	(2,2,2-)(3,3)	(2,2,2)(3,3-)
(22,2-)(22,2)	(3,21)(21,21-)	(2,2,2-)(3,21)	(2,2,2)(3,21-)
(22,2-)(211,2)	(3,21)-(21,21)	(2,2,2-)(21,21)	(2,2,2)(21,21-)
(22,2)-(22,2)	(21,21-)(21,21)	(3,3,2--)(2,2)	(3,3,2-)(2,2-)
(22,2)-(211,2)	(21,21)-(21,21)	(3,2,3--)(2,2)	(3,2,3-)(2,2-)
(22,2)(211,2-)		(3,2,2--)(3,2)	(3,2,2-)(3,2-)
(211,2-)(211,2)	($\textcircled{4}$,2,2-)(2,2)	(2,3,2--)(3,2)	(2,3,2-)(3,2-)
(211,2)-(211,2)	($\textcircled{4}$,2,2--)(2,2)	(3,2,2--)(21,2)	(3,2,2-)(21,2-)
($\textcircled{4}$,2-)(4,2-)	($\textcircled{4}$,2,2)(2,2-)	(2,3,2--)(21,2)	(2,3,2-)(21,2-)
(22,2-)(22,2-)	($\textcircled{4}$,2,2-)(2,2-)	(3,21,2--)(2,2)	(3,21,2-)(2,2-)
(22,2-)(211,2-)	($\textcircled{4}$,2,2)-(2,2)	(21,3,2--)(2,2)	(21,3,2-)(2,2-)
($\textcircled{4}$,2-)(3,3)	(2, $\textcircled{4}$,2-)(2,2)	(3,2,21--)(2,2)	(3,2,21-)(2,2-)
($\textcircled{4}$,2)(3,3-)	(2, $\textcircled{4}$,2--)(2,2)	(21,2,2--)(3,2)	(21,2,2-)(3,2-)
($\textcircled{4}$,2)-(3,3)	(2, $\textcircled{4}$,2-)(2,2-)	(2,21,2--)(21,2)	(2,21,2-)(3,2-)
($\textcircled{4}$,2)(3,21-)	(2, $\textcircled{4}$,2)(2,2-)	(21,2,2--)(21,2)	(21,2,2-)(21,2-)
($\textcircled{4}$,2-)(3,21)	(2, $\textcircled{4}$,2)-(2,2)	(2,21,2--)(3,2)	(2,21,2-)(21,2-)
($\textcircled{4}$,2)-(3,21)	(2,2,2-)($\textcircled{4}$,2)	(21,21,2--)(2,2)	(21,21,2-)(2,2-)
($\textcircled{4}$,2-)(21,21)	(2,2,2--)($\textcircled{4}$,2)	(21,2,21--)(2,2)	(21,2,21-)(2,2-)
($\textcircled{4}$,2)(21,21-)	(2,2,2)($\textcircled{4}$,2-)	(2,2,2--)(3,3)	(2,2,2-)(3,3-)
($\textcircled{4}$,2)-(21,21)	(2,2,2-)($\textcircled{4}$,2-)	(2,2,2--)(3,21)	(2,2,2-)(3,21-)
($\textcircled{4}$,2-)(3,3-)	(2,2,2)-(4,2)	(2,2,2--)(21,21)	(2,2,2-)(21,21-)
(4,2-)(3,21-)	(3,3,2-)(2,2)	(3,3,2)(2,2-)	(3,3,2)-(2,2)
(22,2-)(3,21-)	(3,2,3-)(2,2)	(3,2,3)(2,2-)	(3,2,3)-(2,2)
(3,3-)(3,3)	(3,2,2-)(3,2)	(3,2,2)(3,2-)	(3,2,2)-(3,2)
(3,3)-(3,3)	(2,3,2-)(3,2)	(2,3,2)(3,2-)	(2,3,2)-(3,2)
(3,3-)(3,3-)	(3,2,2-)(21,2)	(3,2,2)(21,2-)	(3,2,2)-(21,2)
(3,3-)(3,31)	(2,3,2-)(21,2)	(2,3,2)(21,2-)	(2,3,2)-(21,2)
(3,3)(3,21-)	(3,21,2-)(2,2)	(3,21,2)(2,2-)	(3,21,2)-(2,2)
(3,3)-(3,21)	(21,3,2-)(2,2)	(21,3,2)(2,2-)	(21,3,2)-(2,2)
(3,3-)(21,21)	(3,2,21-)(2,2)	(3,2,21)(2,2-)	(3,2,21)-(2,2)
(3,3)(21,21-)	(21,2,2-)(3,2)	(21,2,2)(3,2-)	(21,2,2)-(3,2)
(3,3)-(21,21)	(2,21,2-)(3,2)	(2,21,2)(3,2-)	(2,21,2)-(3,2)
	(21,2,2-)(21,2)	(21,2,2)(21,2-)	(21,2,2)-(21,2)

ARBORESCENCES GENERALISEES NON-ALTERNANTES à 12c

$(2, 21, 2) - (21, 2)$	$(3, 2), -2, (3, 2)$	$(3, 21-), -2, (2, 2)$	$(3, 2-), 21, (2, 2-)$
$(21, 21, 2) - (2, 2)$	$(21, 2), -2, (3, 2)$	$(21, 21-), -2, (2, 2)$	$(21, 2-), 3, (2, 2-)$
$(21, 2, 21) - (2, 2)$	$(21, 2), -2, (21, 2)$	$(3, 2), -2, (3, 2)$	$(21, 2-), 21, (2, 2-)$
$(2, 2, 2) - (3, 3)$	$(3, 2), -2, (2, 3)$	$(3, 2-), -2, (21, 2)$	
$(2, 2, 2) - (3, 21)$	$(21, 2), -2, (2, 3)$	$(21, 2-), -2, (21, 2)$	$(\textcircled{4}, 2-) 2(2, 2)$
$(2, 2, 2) - (21, 21)$	$(21, 2), -2, (2, 21)$	$(3, 2-), -3, (2, 2)$	$(\textcircled{4}, 2) - 2(2, 2-)$
	$(3, 2), -3, (2, 2)$	$(21, 2-), -3, (2, 2)$	$(\textcircled{4}, 2) - 2(2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2-), 2, (2, 2)$	$(3, 2), -21, (2, 2)$	$(3, 2-), -21, (2, 2)$	$(\textcircled{4}, 2) 2(2, 2-)$
$(\textcircled{4}, 2), -2, (2, 2)$	$(21, 2), -3, (2, 2)$	$(21, 2-), -21, (2, 2)$	$(\textcircled{4}, 2) 2 - (2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2), 2, (2, 2-)$	$(21, 2), -21, (2, 2)$	$(3, 3), -2, (2, 2-)$	$(\textcircled{4}, 2) 2(2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2), 2, (2, 2)$	$(3, 3), 2, (2, 2-)$	$(3, 21), -2, (2, 2-)$	$-(\textcircled{4}, 2) 2(2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2-), -2, (2, 2)$	$(3, 21), 2, (2, 2-)$	$(21, 21), -2, (2, 2-)$	$(\textcircled{4}, 2-) - 2(2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2), -2, (2, 2-)$	$(21, 21), 2, (2, 2-)$	$(3, 2), -2, (21, 2-)$	$(3, 2-) 2(3, 2)$
$(\textcircled{4}, 2), 2, -(2, 2)$	$(3, 2-), 2, (21, 2)$	$(3, 2), -2, (2, 21-)$	$(3, 2-) 2(2, 3)$
$(\textcircled{4}, 2-), 2, (2, 2-)$	$(3, 2-), 2, (2, 21)$	$(3, 2), -3, (2, 2-)$	$(3, 2) - 2(3, 2)$
$(2, 2-), \textcircled{4}, (2, 2)$	$(3, 2), 3, (2, 2-)$	$(3, 2), -21, (2, 2-)$	$(3, 2) - 2(2, 2)$
$(2, 2), \textcircled{4}, (2, 2)$	$(21, 2), 3, (2, 2-)$	$(21, 2), -3, (2, 2-)$	$(3, 2) 2 - (3, 2)$
$(2, 2), \textcircled{4}, -(2, 2)$	$(3, 2), 21, (2, 2-)$	$(21, 2), -21, (2, 2-)$	$(3, 2) 2 - (2, 3)$
$(2, 2-), \textcircled{4}, (2, 2-)$	$(21, 2), 21, (2, 2-)$	$(3, 3), 2, -(2, 2)$	$(3, 2) - 2(3, 2-)$
$(3, 3-), 2, (2, 2)$	$-(3, 3), 2, (2, 2)$	$(3, 21), 2, -(2, 2)$	$(3, 2) - 2(2, 3-)$
$(3, 21-), 2, (2, 2)$	$-(3, 21), 2, (2, 2)$	$(21, 21), 2, -(2, 2)$	
$(21, 21-), 2, (2, 2)$	$-(21, 21), 2, (2, 2)$	$(3, 2), 3, -(2, 2)$	
$(3, 2-), 2, (3, 2)$	$(3, 2), 2, -(3, 2)$	$(3, 2), 21, -(2, 2)$	
$(21, 2-), 2, (3, 2)$	$(21, 2), 2, -(3, 2)$	$(21, 2), 3, -(2, 2)$	$(3, 2-) 2(21, 2)$
$(21, 2-), 2, (21, 2)$	$(21, 2), 2, -(21, 2)$	$(21, 2), 21, -(2, 2)$	$(3, 2-) 2(2, 21)$
$(3, 2-), 2, (2, 3)$	$(3, 2), 2, -(21, 2)$	$(3, 3-), 2, (2, 2-)$	$(3, 2) - 2(21, 2)$
$(21, 2-), 2, (2, 3)$	$(3, 2), 2, -(2, 3)$	$(3, 21-), 2, 2(2, 2-)$	$(3, 2) - 2(2, 21)$
$(21, 2-), 2, (2, 21)$	$(21, 2), 2, -(2, 3)$	$(21, 21-), 2, (2, 2-)$	$(3, 2) 2(21, 2-)$
$(3, 2-), 3, (2, 2)$	$(21, 2), 2, -) 2, 21)$	$(3, 2-), 2, (3, 2-)$	$(3, 2) 2(2, 21-)$
$(3, 2-), 21, (2, 2)$	$(3, 2), 2, -(2, 21)$	$(3, 2-), 2, (2, 3-)$	$(3, 2) 2 - (21, 2)$
$(21, 2-), 3, (2, 2)$	$-(3, 2), 3, (2, 2)$	$(3, 2-), 2, (21, 2-)$	$(3, 2) 2 - (2, 21)$
$(21, 2-), 21, (2, 2)$	$-(21, 2), 3, (2, 2)$	$(3, 2-), 2, (2, 21-)$	$-(3, 2) 2(21, 2)$
$(3, 3), -2, (2, 2)$	$-(3, 2), 21, (2, 2)$	$(21, 2-), 2, (21, 2-)$	$-(3, 2) 2(2, 21)$
$(3, 21), -2, (2, 2)$	$-(21, 2), 21, (2, 2)$	$(21, 2-), 2, (2, 21-)$	$(3, 2-) 2(21, 2-)$
$(21, 21), -2, (2, 2)$	$(3, 3-), -2, (2, 2)$	$(3, 2-), 3, (2, 2-)$	$(3, 2-) 2(2, 21-)$

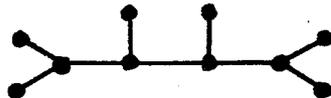
ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 12c

$(3, 2-)-2(21, 2)$	$(3, 2-)^3(2, 2)$		$(2, 2, 2)2-(2, 2)$
$(3, 2-)-2(2, 21)$	$(3, 2)-3(2, 2)$	$(3, 2)1, 2, (2, 2-)$	(
$(3, 2)-2(21, 2-)$	$(3, 2)^3(2, 2-)$	$(3, 2)1, 2, -(2, 2)$	
$(3, 2)-2(2, 21-)$	$(3, 2)^3-(2, 2)$	$(21, 2)1, 2, (2, 2-)$	$-(2, 2, 2)2(2, 2)$
$(21, 2-)^2(21, 2)$	$(3, 2)-3(2, 2-)$	$(21, 2)1, 2, -(2, 2)$	
$(21, 2-)^2(2, 21)$	$(3, 2-)-3(2, 2)$	$(2, 2-)^2, 2, (2, 2)$	$(2, 2, 2-)(2, 2, 2)$
$(21, 2)-2(21, 2)$	$-(3, 2)^3(2, 2)$	$(2, 2)-2, 2, (2, 2)$	$(2, 2, 2--)(2, 2, 2)$
$(21, 2)-2(2, 21)$	$(3, 2-)^3(2, 2-)$	$(2, 2)2, -2, (2, 2)$	$(2, 2, 2-)(2, 2, 2-)$
$(21, 2)-2(21, 2-)$	$(21, 2-)^3(2, 2)$	$(2, 2)2, 2, (2, 2-)$	$(2, 2, 2)-(2, 2, 2)$
$(21, 2)-2(2, 21-)$	$(21, 2)-3(2, 2)$	$-(2, 2)2, 2, (2, 2)$	$(2, 2, 2--)(2, 2, 2-)$
$(21, 2)2-(21, 2)$	$(21, 2)^3(2, 2-)$		
$(21, 2)2-(2, 21)$	$(21, 2)^3-(2, 2)$	$(2, 2)-2, -2, (2, 2)$	
) $(21, 2)-3(2, 2-)$	$(2, 2)2, -2, (2, 2-)$	$(2, 2, 2, 2-)(2, 2)$
$(21, 2)2(2, 21-)$	$(21, 2-)-3(2, 2)$	$(2, 2)2, 2, -(2, 2)$	$(2, 2, 2, 2)(2, 2-)$
$(3, 3-)^2(2, 2)$	$-(21, 2)^3(2, 2)$	$(2, 2-)^2, 2, (2, 2-)$	$(2, 2, 2, 2--)(2, 2)$
$(3, 3)-2(2, 2)$	$(21, 2-)^3(2, 2-)$	$(2, 2)-2, 2, (2, 2-)$	$(2, 2, 2, 2-)(2, 2-)$
$(3, 3)2(2, 2-)$	$(3, 2-)^21(2, 2)$	$-(2, 2)^2, 2, (2, 2-)$	$(2, 2, 2, 2)-(2, 2)$
$(3, 3)2-(2, 2)$	$-(3, 2)21(2, 2)$	$(2, 2)-2, 2, -(2, 2)$	$(2, 2, 2, 2---)(2, 2)$
$(3, 3)2(2, 2)$	$(3, 2)12(2, 2-)$	$(2, 2-)^-2, 2, (2, 2)$	$(2, 2, 2, 2--)(2, 2-)$
$(3, 3-)^-2(2, 2)$	$(3, 2)12-(2, 2)$		
$(3, 3-)^2(2, 2-)$	$(21, 2-)^21(2, 2)$	$-(2, 2)^2, 2, (2, 2-)$	
$(3, 3)-2(2, 2-)$	$-(21, 2)21(2, 2)$	$(2, 2)1, 3, (2, 2-)$	
$(3, 21-)^2(2, 2)$	$(21, 2)12(2, 2-)$	$(2, 2)1, 3, -(2, 2)$	
$(3, 21)2(2, 2-)$	$(21, 2)12-(2, 2)$	$(2, 2)1, 21, (2, 2-)$	
$(3, 21)^-2(2, 2)$	$(2, 2-)^4(2, 2)$	$(2, 2)1, 21, -(2, 2)$	
$(3, 21)2-(2, 2)$	$(2, 2)^-4(2, 2)$	$(2, 2)1, 2, (3, 2-)$	
$(3, 21-)^2(2, 2-)$	$(2, 2)^4(2, 2-)$	$(2, 2)1, 2, -(3, 2)$	
$(3, 21-)^-2(2, 2)$	$(2, 2)^-4(2, 2-)$	$(2, 2)1, 2, (21, 2-)$	
$-(3, 21)2(2, 2)$	$(2, 2-)^4(2, 2-)$	$(2, 2)1, 2, -(21, 2)$	
	$(2, 2-)^31(2, 2)$		
$(21, 21-)^2(2, 2)$	$-(2, 2)^31(2, 2)$	$(2, 2, 2-)^2(2, 2)$	
$(21, 21)^-2(2, 2)$	$(2, 2-)^22(2, 2)$	$(2, 2, 2--)^2(2, 2)$	
$(21, 21)2(2, 2-)$	$(2, 2)22-(2, 2)$	$(2, 2, 2)^-2(2, 2)$	
$(21, 21)2-(2, 2)$	$(2, 2)^-22(2, 2)$	$(2, 2, 2)2(2, 2-)$	
$(21, 21)^-2(2, 2-)$	$(2, 2)^-22(2, 2-)$	$(2, 2, 2-)^-2(2, 2)$	
$(21, 21-)^-2(2, 2)$	$(2, 2-)^22(2, 2-)$	(
$-(21, 21)2(2, 2)$	$(2, 2-)^211(2, 2)$	$(2, 2, 2)^-2(2, 2-)$	
) $-(2, 2)^211(2, 2)$		

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 12c



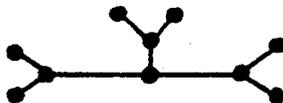
- (2,2,2-), 2, (2,2)
- (2,2,2), -2, (2,2)
- (2,2,2), 2, (2,2-)
- (2,2,2--), 2, (2,2)
- (2,2,2-), -2, (2,2)
- (2,2,2-), 2, (2,2-)
- (2,2,2), 2, -(2,2)
- (2,2,2), -2, (2,2-)
- (2,2,2), 2, (2,2)
- (2,2,2--), -2, (2,2)
- (2,2,2--), 2, (2,2-)



- ((2,2-), 2)((2,2), 2.)
- ((2,2), -2)((2,2), 2)
- (2,2), 2)((2,2), 2)
- ((2,2-), -2)((2,2), 2)
- ((2,2-), 2)((2,2-), 2)
- ((2,2-), 2)((2,2), -2)
- ((2,2), -2)((2,2), -2)
- ((2,2), 2)-((2,2), 2)
- (2,2), 2)((2,2-), 2)
- (2,2), 2)((2,2), -2)
- ((2,2-), -2)((2,2), -2)
- ((2,2-), -2)((2,2-), 2)



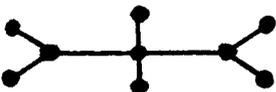
- (2,2-), 2, 2, (2,2)
- (2,2), -2, 2, (2,2)
- (2,2), 2, 2, (2,2)
- (2,2-), -2, 2, (2,2)
- (2,2-), 2, 2, (2,2-)
- (2,2), -2, 2, (2,2)
- (2,2), 2, 2, (2,2-)
- (2,2), -2, -2, (2,2)
- (2,2-), -2, 2, (2,2-)



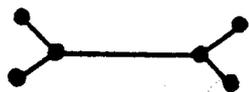
- (2,2), (2,2), (2,2-)
- (2,2), -(2,2), (2,2)
- (2,2-), (2,2-), (2,2)
- (2,2-), -(2,2), (2,2)
- (2,2-), (2,2-), (2,2-)



- (2,2)11, 2, (2,2-)
- (2,2)11, 2, -(2,2)



- (2,2-), 2, (2,2), 2
- (2,2), -2, (2,2), 2
- (2,2-), -2, (2,2), 2
- (2,2), 2, (2,2), 2
- (2,2-), 2, (2,2-), 2
- (2,2), -2, (2,2), -2
- (2,2), -2, (2,2), 2
- (2,2), 2, (2,2-), 2
- (2,2-), -2, (2,2-), 2



- (2, 2++++)(2, 2-)
- (2, 2++++)-(2, 2)
- (3, 2++++)(2, 2-)
- (21, 2++++)(2, 2-)
- (3, 2++++)-(2, 2)
- (21, 2++++)-(2, 2)
- (2, 2++++)(3, 2-)
- (2, 2++++)(21, 2-)
- (2, 2++++)-(3, 2)
- (2, 2++++)-(21, 2)
- ($\textcircled{4}$, 2++++)(2, 2-)
- ($\textcircled{4}$, 2++++)-(2, 2)
- (2, 2++++)($\textcircled{4}$, 2-)
- (2, 2++++)-($\textcircled{4}$, 2)
- (3, 3++)(2, 2-)
- (3, 3++)-(2, 2)
- (2, 2++++)(3, 3-)
- (2, 2++++)-(3, 3)
- (3, 21+++)(2, 2-)
- (3, 21+++)-(2, 2)
- (2, 2++++)(3, 21-)
- (2, 2++++)-(3, 21)
- (21, 21+++)(2, 2-)
- (21, 21+++)-(2, 2)
- (2, 2++++)(21, 21-)
- (2, 2++++)-(21, 21)
- (3, 2++++)(3, 2-)
- (3, 2++++)-(3, 2)
- (21, 2++++)(3, 2-)
- (21, 2++++)-(3, 2)
- (3, 2++++)(21, 2-)
- (3, 2++++)-(21, 2)
- (21, 2++++)(21, 2-)
- (21, 2++++)-(21, 2)



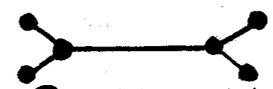
- (2, 2++++)2(2, 2-)
- (3, 2++++)3-(2, 2)
- (2, 2++++), 2, (2, 2-)
- (2, 2++++), 2, -(2, 2)
- (2, 2++++), -2, (2, 2)
- (2, 2++++), -2, (2, 2-)
- (2, 2++++), -2, -(2, 2)
- (2, 2++), -2, (2, 2+)
- (2, 2++), 2, -(2, 2+)
- (2, 2++), 2+, (2, 2-)
- (2, 2++), 2+, -(2, 2)
- (2, 2+), 2++, (2, 2-)
- (2, 2+), 2++, -(2, 2)
- (2, 2), 2++++, (2, 2-)
- (2, 2), 2++++, -(2, 2)
- (2, 2-), 2++++, (2, 2-)
- (2, 2-), 2++++, -(2, 2)
- (2, 2), -2++++, (2, 2)
- (2, 2), -2++++, (2, 2-)



- (2, 2, 2++), 2, (2, 2-)
- (2, 2, 2++), 2, -(2, 2)
- (2, 2, 2++), -2, (2, 2)
- (2, 2, 2++), -2, (2, 2-)
- (2, 2, 2+), -2, (2, 2+)
- (2, 2, 2+), 2, -(2, 2+)
- (2, 2, 2+), 2+, (2, 2-)
- (2, 2, 2+), 2+, -(2, 2)
- (2, 2, 2+), 2++, (2, 2-)
- (2, 2, 2+), 2++, -(2, 2)
- (2, 2, 2-), 2++++, (2, 2-)
- (2, 2, 2-), 2++++, -(2, 2)
- (2, 2, 2-), -2++++, (2, 2)
- (2, 2, 2-), -2++++, (2, 2-)



- (2, 2, 2++++)(2, 2-)
- (2, 2, 2++++)-(2, 2)
- (2, 2, 2-)(2, 2++++)
- (2, 2, 2--)(2, 2++++)
- (2, 2, 2)-(2, 2++++)

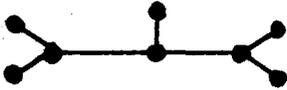


- ($\textcircled{5}$, 2-)(2, 2++)
- ($\textcircled{5}$, 2)(2, 2++)
- ($\textcircled{5}$, 2++)(2, 2-)
- ($\textcircled{5}$, 2++)-(2, 2)
- ($\textcircled{4}$, 3++)(2, 2-)
- ($\textcircled{4}$, 3++)-(2, 2)

- ($\textcircled{4}$, 3-)(2, 2++)
- ($\textcircled{4}$, 3)-(2, 2++)
- ($\textcircled{4}$, 21++)(2, 2-)
- ($\textcircled{4}$, 21++)-(2, 2)
- ($\textcircled{4}$, 21-)(2, 2++)
- ($\textcircled{4}$, 21)-(2, 2++)
- ($\textcircled{4}$, 2++)(3, 2-)
- ($\textcircled{4}$, 2++)-(3, 2)
- ($\textcircled{4}$, 2-)(3, 2++)
- ($\textcircled{4}$, 2)-(3, 2++)
- ($\textcircled{4}$, 2++)(21, 2-)
- ($\textcircled{4}$, 2++)-(21, 2)
- ($\textcircled{4}$, 2-)(21, 2++)
- ($\textcircled{4}$, 2)-(21, 2++)
- (3, 3++)(3, 2-)
- (3, 3++)-(3, 2)
- (3, 3-)(3, 2++)
- (3, 3)(3, 2++)
- (3, 3++)(21, 2-)
- (3, 3++)-(21, 2)
- (3, 3-)(21, 2++)
- (3, 3)(21, 2++)
- (3, 21++)(3, 2-)
- (3, 21++)-(3, 2)
- (3, 21-)(3, 2++)
- (3, 21)(3, 2++)
- (3, 21++)(21, 2-)
- (3, 21++)-(21, 2)
- (3, 21-)(21, 2++)
- (3, 21)(21, 2++)
- (21, 21++)(3, 2-)
- (21, 21++)-(3, 2)
- (21, 21-)(3, 2++)
- (21, 21)-(3, 2++)
- (21, 21++)(21, 2-)
- (21, 21++)-(21, 2)

- (3, 2, 2++)(2, 2-)
- (3, 2, 2++)-(2, 2)
- (21, 2, 2++)(2, 2-)
- (21, 2, 2++)-(2, 2)
- (3, 2, 2-)(2, 2++)
- (21, 2, 2-)(2, 2++)
- (3, 2, 2--)(2, 2++)
- (21, 2, 2--)(2, 2++)
- (3, 2, 2)-(2, 2++)
- (21, 2, 2)-(2, 2++)
- (2, 3, 2++)(2, 2-)
- (2, 3, 2++)-(2, 2)
- (2, 3, 2-)(2, 2++)
- (2, 3, 2--)(2, 2++)
- (2, 3, 2)-(2, 2++)
- (2, 3, 2--)(2, 2++)
- (2, 2, 2-)(2, 2++)
- (2, 2, 2--)(2, 2++)
- (2, 2, 2)-(2, 2++)
- (2, 2, 2--)(2, 2++)
- (2, 2, 2)-(2, 2++)
- (2, 2, 2)-(2, 2++)

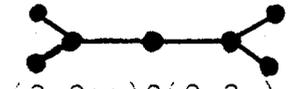
ARBORESCENCES GENERALISEES Non-alternants à 13c



- (3,2++),2,(2,2-)
- (21,2++),2,(2,2-)
- (3,2++),2,-(2,2)
- (21,2++),2,-(2,2)
- (3,2++),-2,(2,2)
- (21,2++),-2,(2,2)
- (3,2++),-2,(2,2-)
- (21,2++),-2,(2,2-)
- (3,2++),-2,-(2,2)
- (21,2++),-2,-(2,2)
- (3,2+),2+,(2,2-)
- (21,2+),2+,(2,2-)
- (3,2+),2+,-(2,2)
- (21,2+),2+,-(2,2)
- (3,2-),2++,(2,2)
- (21,2-),2++,(2,2)
- (3,2),2++,(2,2-)
- (21,2),2++,(2,2-)
- (3,2),2++,(2,2)
- (21,2),2++,(2,2)
- (3,2),-2++,(2,2)
- (21,2),-2++,(2,2)
- (3,2),2++,-(2,2)
- (21,2),2++,-(2,2)
- (3,2-),2++,(2,2-)
- (21,2-),2++,(2,2-)
- (3,2),2++,(2,2-)
- (21,2),2++,(2,2-)
- (3,2-),2++,-(2,2)
- (21,2-),2++,-(2,2)
- (3,2+),-2,(2,2+)
- (21,2+),-2,(2,2+)
- (3,2+),2,(2,2+)
- (21,2+),2,(2,2+)
- (3,2+),2,-(2,2+)
- (21,2+),2,-(2,2+)

- (3,2-),2+,(2,2+)
- (21,2-),2+,(2,2+)
- (3,2),2+,(2,2+)
- (21,2),2+,(2,2+)
- (3,2-),2,(2,2++)
- (21,2-),2,(2,2++)
- (3,2),2,(2,2++)
- (21,2),2,(2,2++)
- (3,2),-2,(2,2++)
- (21,2),-2,(2,2++)
- (3,2-),-2,(2,2++)
- (21,2-),-2,(2,2++)
- (3,2),2,-(2,2++)
- (21,2),2,-(2,2++)
- (2,2++),3,(2,2-)
- (2,2++),3,-(2,2)
- (2,2++),-3,(2,2)
- (2,2++),21,(2,2-)
- (2,2++),-21,(2,2)
- (2,2++),21,-(2,2)
- (2,2++),-3,(2,2-)
- (2,2++),-21,(2,2-)
- (2,2++),3,(2,2)
- (2,2++),21,(2,2)
- (2,2+),-3,(2,2+)
- (2,2+),-21,(2,2+)
- (2,2+),3,-(2,2+)
- (2,2+),21,-(2,2+)
- (2,2+),3+,(2,2-)
- (2,2+),21+,(2,2-)
- (2,2+),3+,-(2,2)
- (2,2+),21+,-(2,2)
- (2,2),3++,(2,2-)
- (2,2),21++,(2,2-)
- (2,2),3++,-(2,2)
- (2,2),21++,-(2,2)

- (2,2-),3++,(2,2-)
- (2,2-),21++,(2,2-)
- (2,2),-3++,(2,2)
- (2,2),-21++,(2,2)
- (2,2-),3++,-(2,2)
- (2,2-),21++,-(2,2)
- (3,2++),2(2,2-)
- (21,2++),2(2,2-)
- (3,2++),2-(2,2)
- (21,2++),2-(2,2)
- (3,2-),2(2,2++)
- (21,2-),2(2,2++)
- (3,2),2(2,2++)
- (21,2),2(2,2++)
- (2,2++),3(2,2-)
- (2,2++),12(2,2-)
- (2,2++),3-(2,2)
- (2,2++),12-(2,2)
- (2,2++),1,2,(2,2-)
- (2,2++),1,2,-(2,2)
- (2,2+),1,2+,(2,2-)
- (2,2+),1,2+,-(2,2)
- (2,2+),1,2,-(2,2+)
- (2,2),1,2++,(2,2+)
- (2,2),1,2++,-(2,2)



- (5,3-)(2,2+)
- (5,3)-(2,2+)
- (5,21+)(2,2-)
- (5,21+)-(2,2)
- (5,21-)(2,2+)
- (5,21)-(2,2+)
- (5,2+)(3,2-)
- (5,2+)-(3,2)
- (5,2+)(21,2-)
- (5,2+)-(21,2)
- (5,2-)(3,2+)
- (5,2)-(3,2+)
- (5,2-)(21,2+)
- (5,2)-(21,2+)
- (4,3+)(3,2-)
- (4,3+)-(3,2)
- (4,3-)(3,2+)
- (4,3)-(3,2+)
- (4,3+)(21,2-)
- (4,3+)-(21,2)
- (4,3-)(21,2+)
- (4,3)-(21,2+)
- (4,21+)(3,2-)
- (4,21+)-(3,2)
- (4,21-)(3,2+)
- (4,21)-(3,2+)
- (4,21+)(21,2-)
- (4,21+)-(21,2)
- (4,21-)(21,2+)
- (4,21)-(21,2+)

- (6,2+)(2,2-)
- (6,2+)-(2,2)
- (2,2+)(6,2-)
- (2,2+)-(6,2)
- (5,3+)(2,2-)
- (5,3+)-(2,2)

$(4, \textcircled{4}^+)(2, 2^-)$	$(31, 2^+)(31, 2^-)$	$(21, 21^+)(21, 21^-)$	$(21, 21, 2^{--})(2, 2^+)$
$(4, \textcircled{4}^+)-(2, 2)$	$(31, 2^+)-(31, 2)$	$(21, 21^+)-(21, 21)$	$(21, 2, 21^+)(2, 2^-)$
$(4, \textcircled{4}^-)(2, 2^+)$	$(31, 2^-)(22, 2^+)$		$(21, 2, 21^+)-(2, 2)$
$(4, \textcircled{4}^-)-(2, 2^+)$	$(31, 2^-)(211, 2^+)$		$(21, 2, 21^-)(2, 2^+)$
$(31, 31^+)(2, 2^-)$	$(22, 2^+)(22, 2^-)$	$(\textcircled{4}, 2, 2^+)(2, 2^-)$	$(21, 2, 21^{--})(2, 2^+)$
$(31, 22^+)(2, 2^-)$	$(211, 2^+)(22, 2^-)$	$(\textcircled{4}, 2, 2^+)-(2, 2)$	$(21, 2, 21)(2, 2^+)$
$(31, 211^+)(2, 2^-)$	$(211, 2^+)-(22, 2)$	$(\textcircled{4}, 2, 2^-)(2, 2^+)$	$(3, 2, 2^+)(3, 2^-)$
$(31, 31^+)-(2, 2)$	$(211, 2^+)(211, 2^-)$	$(\textcircled{4}, 2, 2^{--})(2, 2^+)$	$(3, 2, 2^+)(21, 2^-)$
$(31, 22^+)-(2, 2)$	$(211, 2^+)-(211, 2)$	$(\textcircled{4}, 2, 2)(2, 2^+)$	$(21, 2, 2^+)(3, 2^-)$
$(31, 211^+)-(2, 2)$	$(\textcircled{4}, 2^+)(3, 3^-)$	$(2, \textcircled{4}, 2^+)(2, 2^-)$	$(21, 2, 2^+)(21, 2^-)$
$(31, 31^-)(2, 2^+)$	$(\textcircled{4}, 2^+)-(3, 3)$	$(2, \textcircled{4}, 2^+)-(2, 2)$	$(3, 2, 2^-)(3, 2^+)$
$(31, 22^-)(2, 2^+)$	$(\textcircled{4}, 2^+)(3, 21^-)$	$(2, \textcircled{4}, 2^-)(2, 2^+)$	$(3, 2, 2^-)(21, 2^+)$
$(31, 211^-)(2, 2^+)$	$(\textcircled{4}, 2^+)-(3, 21)$	$(2, \textcircled{4}, 2^{--})(2, 2^+)$	$(21, 2, 2^-)(3, 2^+)$
$(31, 31^-)-(2, 2^+)$	$(\textcircled{4}, 2^+)(21, 21^-)$	$(2, \textcircled{4}, 2)(2, 2^+)$	$(21, 2, 2^-)(21, 2^+)$
$(31, 22^-)-(2, 2^+)$	$(\textcircled{4}, 2^+)-(21, 21)$	$(3, 3, 2^+)(2, 2^-)$	$(3, 2, 2^+)-(3, 2)$
$(31, 211^-)-(2, 2^+)$	$(\textcircled{4}, 2^-)(3, 3^+)$	$(3, 21, 2^+)(2, 2^-)$	$(21, 2, 2^+)-(3, 2)$
$(22, 22^+)(2, 2^-)$	$(3, 3^+)-(\textcircled{4}, 2)$	$(3, 21, 2^+)-(2, 2)$	$(3, 2, 2^+)-(21, 2)$
$(22, 211^+)(2, 2^-)$	$(\textcircled{4}, 2^-)(3, 21^+)$	$(3, 3, 2^+)-(2, 2)$	$(21, 2, 2^+)-(21, 2)$
$(211, 211^+)(2, 2^-)$	$(3, 21^+)-(\textcircled{4}, 2)$	$(3, 3, 2^-)(2, 2^+)$	$(3, 2, 2^{--})(3, 2^+)$
$(22, 22^+)-(2, 2)$	$(\textcircled{4}, 2^-)(21, 21^+)$	$(3, 21, 2^-)(2, 2^+)$	$(21, 2, 2^{--})(3, 2^+)$
$(22, 211^+)-(2, 2)$	$(21, 21^+)-(\textcircled{4}, 2)$	$(3, 3, 2^{--})(2, 2^+)$	$(3, 2, 2^{--})(21, 2^+)$
$(211, 211^+)-(2, 2)$	$(3, 3^+)(3, 3^-)$	$(3, 21, 2^{--})(2, 2^+)$	$(21, 2, 2^{--})(21, 2^+)$
$(22, 22^-)(2, 2^+)$	$(3, 3^+)-(3, 3)$	$(3, 3, 2)(2, 2^+)$	$(3, 2, 2)-(3, 2^+)$
$(22, 211^-)(2, 2^+)$	$(3, 3^+)(3, 21^-)$	$(3, 21, 2)(2, 2^+)$	$(21, 2, 2)-(21, 2^+)$
$(211, 211^-)(2, 2^+)$	$(3, 3^+)-(3, 21)$	$(3, 2, 3^+)(2, 2^-)$	$(3, 2, 2)-(21, 2^+)$
$(22, 22^-)-(2, 2^+)$	$(3, 3^+)(21, 21^-)$	$(3, 2, 21^+)(2, 2^-)$	$(21, 2, 2)-(3, 2^+)$
$(22, 211^-)-(2, 2^+)$	$(3, 3^+)-(21, 21)$	$(3, 2, 3^+)-(2, 2)$	$(2, 3, 2^+)(3, 2^-)$
$(211, 211^-)-(2, 2^+)$	$(3, 21^+)(3, 3^-)$	$(3, 2, 21^+)+(2, 2)$	$(2, 21, 2^+)(3, 2^-)$
$(4, 2^+)(\textcircled{4}, 2^-)$	$(3, 21^+)-(3, 3)$	$(3, 2, 3)(2, 2^+)$	$(2, 3, 2^+)(21, 2^-)$
$(4, 2^+)-(\textcircled{4}, 2)$	$(3, 21^+)(3, 21^-)$	$(3, 2, 21)(2, 2^+)$	$(2, 21, 2^+)(21, 2^-)$
$(4, 2^-)(31, 2^+)$	$(3, 21^+)-(3, 21)$	$(3, 2, 3^-)(2, 2^+)$	$(2, 3, 2^+)-(3, 2)$
$(4, 2^-)(22, 2^+)$	$(3, 21^+)(21, 21^-)$	$(3, 2, 21^-)(2, 2^+)$	$(2, 21, 2^+)-(3, 2)$
$(4, 2^-)(211, 2^+)$	$(3, 21^+)-(21, 21)$	$(3, 2, 3^{--})(2, 2^+)$	$(2, 3, 2^+)-(21, 2)$
$(31, 2^+)-(\textcircled{4}, 2)$	$(21, 21^+)(3, 3^-)$	$(3, 2, 21^{--})(2, 2^+)$	$(2, 21, 2^+)-(21, 2)$
$(22, 2^+)-(\textcircled{4}, 2)$	$(21, 21^+)-(3, 3)$	$(21, 21, 2^+)(2, 2^-)$	$(2, 3, 2^-)(3, 2^+)$
$(211, 2^+)-(\textcircled{4}, 2)$	$(21, 21^+)(3, 21^-)$	$(21, 21, 2^-)(2, 2^+)$	$(2, 21, 2^-)(3, 2^+)$
	$(21, 21^+)-(3, 21)$	$(21, 21, 2)(2, 2^+)$	$(2, 3, 2^-)(21, 2^+)$

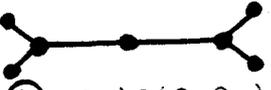
ARBORESCENTS GENERALISES NON-ALTERNANTS à 1)c

$(2, 21, 2-)(21, 2+)$	$(\textcircled{4}, 2-), 2+, -(2, 2)$	$(3, 3-), 2+, (2, 2)$
$(2, 3, 2--)(3, 2+)$	$-(\textcircled{4}, 2), 2+, (2, 2-)$	$(3, 21-), 2+, (2, 2)$
$(2, 21, 2--)(3, 2+)$	$(\textcircled{4}, 2), 2+, (2, 2-)$	$(2, 2), 2+, -(3, 3)$
$(2, 3, 2--)(21, 2+)$	$(\textcircled{4}, 2-), 2, (2, 2+)$	$(2, 2), 2+, -(3, 21)$
$(2, 21, 2--)(21, 2+)$	$-(\textcircled{4}, 2), 2, (2, 2+)$	$(3, 3-), 2+, (2, 2-)$
$(2, 3, 2)-(3, 2+)$	$(\textcircled{4}, 2), -2, (2, 2+)$	$(3, 21-), 2+, (2, 2-)$
$(2, 21, 2)-(3, 2+)$	$(\textcircled{4}, 2-), +2, (2, 2+)$	$(3, 3), -2+, (2, 2)$
$(2, 3, 2)-(21, 2+)$	$(\textcircled{4}, 2), 2, -(2, 2+)$	$(3, 21), -2+, (2, 2)$
$(2, 21, 2)-(21, 2+)$	$(2, 2+), \textcircled{4}, (2, 2-)$	$(3, 3-), 2+, -(2, 2)$
$(2, 2, 2+)(3, 3-)$	$(2, 2+), \textcircled{4}, -(2, 2)$	$(3, 21-), 2+, -(2, 2)$
$(2, 2, 2+)(3, 21-)$	$(2, 2+), -\textcircled{4}, (2, 2)$	$(2, 2-), 2+, -(3, 3)$
$(2, 2, 2+)-(3, 3)$	$(2, 2+), -\textcircled{4}, (2, 2-)$	$(2, 2-), 2+, -(3, 21)$
$(2, 2, 2+)-(3, 21)$	$-(2, 2+), \textcircled{4}, (2, 2)$	$(21, 21), 2+, (2, 2-)$
$(2, 2, 2-)(3, 3+)$	$(2, 2-), \textcircled{4}+, (2, 2)$	$(21, 21), 2+, -(2, 2)$
$(2, 2, 2-)(3, 21+)$	$(2, 2), \textcircled{4}+, -(2, 2)$	$(21, 21-), 2+, (2, 2)$
$(2, 2, 2--)(3, 3+)$	$(2, 2-), \textcircled{4}+, (2, 2-)$	$(2, 2), 2+, -(21, 21)$
$(2, 2, 2--)(3, 21+)$	$(2, 2), -\textcircled{4}+, (2, 2)$	$(21, 21-), 2+, (2, 2-)$
$(2, 2, 2)-(3, 3+)$	$(2, 2), -\textcircled{4}+, (2, 2-)$	$(21, 21), -2+, (2, 2)$
$(2, 2, 2)-(3, 21+)$	$(3, 3+), 2, (2, 2-)$	$(21, 21-), -2+, (2, 2)$
$(2, 2, 2+)(21, 21-)$	$(3, 21+), 2, (2, 2-)$	$(21, 21), -2+, -(2, 2)$
$(2, 2, 2+)-(21, 21)$	$(3, 3+), 2, -(2, 2)$	$(3, 3+), 2, (2, 2-)$
$(2, 2, 2-)(21, 21+)$	$(3, 21+), 2, -(2, 2)$	$(3, 21+), 2, (2, 2-)$
$(2, 2, 2--)(21, 21+)$	$(3, 3+), -2, (2, 2)$	$(3, 3+), 2, -(2, 2)$
$(2, 2, 2)-(21, 21+)$	$(3, 21+), -2, (2, 2)$	$(3, 21+), 2, -(2, 2)$
	$(3, 3+), -2, (2, 2-)$	$(3, 3+), -2, (2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2+), 2, (2, 2-)$	$(3, 21+), -2, (2, 2-)$	$(3, 21+), -2, (2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2+), -2, (2, 2)$	$(2, 2), 2, -(3, 3+)$	$(3, 3+), -2, (2, 2-)$
$(\textcircled{4}, 2+), 2, -(2, 2)$	$(2, 2), 2, -(3, 21+)$	$(3, 21+), -2, (2, 2-)$
$(\textcircled{4}, 2+), -2, (2, 2-)$	$(21, 21+), 2, (2, 2-)$	$(2, 2), 2, -(3, 3+)$
$(\textcircled{4}, 2+), -2, -(2, 2)$	$(21, 21+), 2, -(2, 2)$	$(2, 2), 2, -(3, 21+)$
$(\textcircled{4}, 2), 2+, (2, 2-)$	$(21, 21-), -2, (2, 2)$	$(21, 21-), 2, (2, 2+)$
$(\textcircled{4}, 2), 2+, -(2, 2)$	$(21, 21+), -2, (2, 2-)$	$(21, 21), 2, -(2, 2+)$
$(\textcircled{4}, 2-), 2+, (2, 2)$	$(2, 2), 2, -(21, 21+)$	$(21, 21), -2, (2, 2+)$
$-(\textcircled{4}, 2), -2+, (2, 2)$	$(3, 3), 2+, (2, 2-)$	$(21, 21-), -2, (2, 2+)$
$(\textcircled{4}, 2-), 2+, (2, 2-)$	$(3, 21), 2+, (2, 2-)$	$(2, 2+), 2, -(21, 21)$
$(\textcircled{4}, 2), -2+, (2, 2)$	$(3, 3), 2+, -(2, 2)$	$(3, 2+), 2, (3, 2-)$
	$(3, 21), 2+, -(2, 2)$	$(3, 2+), 2, (21, 2-)$

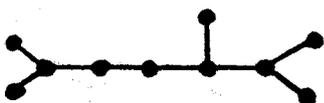
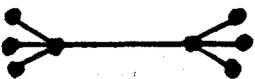
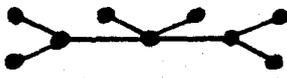
ARBORESCENTES GENERALISEES Non-alternants à 13c

$(3, 2+), 2, (2, 3-)$ $(3, 2), -2+, (3, 2)$ $(21, 2+), 3, (2, 2-)$
 $(3, 2+), 2, (2, 21-)$ $(3, 2), -2+, (21, 2)$ $(21, 2+), 21, (2, 2-)$
 $(3, 2+), -2, (3, 2)$ $(3, 2), -2+, (2, 3)$ $(3, 2+), 3, -(2, 2)$
 $(3, 2+), -2, (21, 2)$ $(3, 2), -2+, (2, 21)$ $(3, 2+), 21, -(2, 2)$
 $(3, 2+), -2, (2, 3)$ $(3, 2), -2+, (3, 2-)$ $(21, 2+), 3, -(2, 2)$
 $(3, 2+), -2, (2, 21)$ $(3, 2), -2+, (21, 2-)$ $(21, 2+), 21, -(2, 2)$
 $(3, 2+), 2, -(3, 2)$ $(3, 2), -2+, (2, 3-)$ $(3, 2+), -3, (2, 2)$
 $(3, 2+), 2, -(21, 2)$ $(3, 2), -2+, (2, 21-)$ $(3, 2+), -21, (2, 2)$
 $(3, 2+), 2, -(2, 3)$ $(3, 2-), 2+, (3, 2-)$ $(21, 2+), -3, (2, 2)$
 $(3, 2+), 2, -(2, 21)$ $(3, 2-), 2+, (21, 2-)$ $(21, 2+), -21, (2, 2)$
 $(3, 2+), -2, (3, 2-)$ $(3, 2-), 2+, (2, 3-)$ $(3, 2+), -3, (2, 2-)$
 $(3, 2+), -2, (21, 2-)$ $(3, 2-), 2+, (2, 21-)$ $(3, 2+), -21, (2, 2-)$
 $(3, 2+), -2, (2, 3-)$ $(3, 2-), -2+, (21, 2)$ $(21, 2+), -3, (2, 2-)$
 $(3, 2+), -2, (2, 21-)$ $(3, 2-), -2+, (2, 21)$ $(21, 2+), -21, (2, 2-)$
 $(3, 2), 2, -(3, 2+)$ $(3, 2-), 2+, (21, 2)$ $(2, 2), 3, -(3, 2+)$
 $(21, 2), 2, -(3, 2+)$ $(3, 2-), 2+, (2, 21)$ $(2, 2), 21, -(3, 2+)$
 $(3, 2), 2, -(2, 3+)$ $(21, 2), 2+, (21, 2-)$ $(2, 2), 3, -(21, 2+)$
 $(21, 2), 2, -(2, 3+)$ $(21, 2), 2+, (2, 21-)$ $(2, 2), 21, -(21, 2+)$
 $(21, 2+), 2, (21, 2-)$ $(21, 2), 2+, -(21, 2)$ $(3, 2-), 3+, (2, 2)$
 $(21, 2+), 2, (2, 21-)$ $(21, 2), 2+, -(2, 21)$ $(21, 2-), 3+, (2, 2)$
 $(21, 2+), -2, (21, 2)$ $(21, 2), -2+, (21, 2)$ $(3, 2-), 21+, (2, 2)$
 $(21, 2+), -2, (2, 21)$ $(21, 2), -2+, (2, 21)$ $(21, 2-), 21+, (2, 2)$
 $(21, 2+), 2, -(21, 2)$ $(21, 2), -2+, (21, 2-)$ $(3, 2), -3+, (2, 2)$
 $(21, 2+), 2, -(2, 21)$ $(21, 2), -2+, (2, 21-)$ $(21, 2), -3+, (2, 2)$
 $(21, 2+), -2, (21, 2-)$ $(21, 2-), 2+, (21, 2-)$ $(3, 2), -21+, (2, 2)$
 $(21, 2+), -2, (2, 21-)$ $(21, 2-), 2+, (2, 21-)$ $(21, 2), -21+, (2, 2)$
 $(21, 2), 2, -(21, 2+)$ $(3, 2-), 2, (21, 2+)$ $(3, 2), 3+, (2, 2-)$
 $(21, 2), 2, -(2, 21+)$ $(3, 2-), 2, (2, 21+)$ $(21, 2), 21+, (2, 2-)$
 $(3, 2), 2+, (3, 2-)$ $(21, 2+), 2, -(3, 2)$ $(3, 2), 21+, (2, 2-)$
 $(3, 2), 2+, (21, 2-)$ $(21, 2+), 2, -(2, 3)$ $(21, 2), 3+, (2, 2-)$
 $(3, 2), 2+, (2, 3-)$ $(3, 2), -2, (21, 2+)$ $(3, 2), 3+, -(2, 2)$
 $(3, 2), 2+, (2, 21-)$ $(2, 3), -2, (21, 2+)$ $(21, 2), 3+, -(2, 2)$
 $(3, 2), 2+, -(3, 2)$ $(3, 2-), -2, (21, 2-)$ $(3, 2), 21+, -(2, 2)$
 $(3, 2), 2+, -(21, 2)$ $(2, 3-), -2, (21, 2+)$ $(21, 2), 21+, -(2, 2)$
 $(3, 2), 2+, -(2, 3)$ $(3, 2), 2, -(21, 2+)$ $(3, 2-), 3+, (2, 2-)$
 $(3, 2), 2+, -(2, 21)$ $(2, 3), 2, -(21, 2+)$ $(21, 2-), 3+, (2, 2-)$
 $(21, 2), 2+, -(3, 2)$ $(3, 2+), 3, (2, 2-)$ $(3, 2-), 21+, (2, 2-)$
 $(21, 2), 2+, -(2, 3)$ $(3, 2+), 21, (2, 2-)$ $(21, 2-), 21+, (2, 2-)$

ARBORESCENCES GENERALISEES Non-alternants à 13c

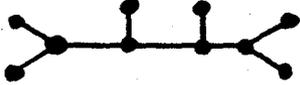
$(3, 2-), 3+, -(2, 2)$	$(21, 2+)2(3, 2-)$	$(2, 2+)13(2, 2-)$
$(21, 2-), 3+, -(2, 2)$	$(21, 2+)2(2, 3-)$	$(2, 2+)13-(2, 2)$
$(3, 2-), 21+, -(2, 2)$	$(21, 2+)2(21, 2-)$	$(2, 2+)22(2, 2-)$
$(21, 2-), 21+, -(2, 2)$	$(21, 2+)2(2, 21-)$	$(2, 2+)22-(2, 2)$
$(2, 2-), 3+, -(3, 2)$	$(21, 2+)2-(3, 2)$	$(2, 2+)112(2, 2-)$
$(2, 2-), 3+, -(21, 2)$	$(21, 2+)2-(2, 3)$	$(2, 2+)112-(2, 2)$
$(2, 2-), 21+, -(3, 2)$	$(21, 2+)2-(21, 2)$	
$(2, 2-), 21+, -(21, 2)$	$(21, 2+)2-(2, 21)$	$(3, 2+)1, 2, (2, 2-)$
$(3, 2-), 3, (2, 2+)$	$(3, 3+)2(2, 2-)$	$(21, 2+)1, 2, (2, 2-)$
$(21, 2-), 3, (2, 2+)$	$(3, 21+)2(2, 2-)$	$(3, 2+)1, 2, -(2, 2)$
$(3, 2-), 21, (2, 2+)$	$(3, 3+)2-(2, 2)$	$(21, 2+)1, 2, -(2, 2)$
$(21, 2-), 21, (2, 2+)$	$(3, 21+)2-(2, 2)$	$(3, 2)1, 2+, (2, 2-)$
$(2, 2+), 3, -(3, 2)$	$(3, 3-)2(2, 2+)$	$(21, 2)1, 2+, (2, 2-)$
$(2, 2+), 3, -(21, 2)$	$(3, 21-)2(2, 2+)$	$(3, 2)1, 2+, -(2, 2)$
$(2, 2+), 21, -(3, 2)$	$(2, 2+)2-(3, 3)$	$(21, 2)1, 2+, -(2, 2)$
$(2, 2+), 21, -(21, 2)$	$(2, 2+)2-(3, 21)$	$(2, 2+)2, 2, (2, 2-)$
$(3, 2), -3, (2, 2+)$	$(21, 21+)2(2, 2-)$	$(2, 2+)2, 2, -(2, 2)$
$(21, 2), -3, (2, 2+)$	$(21, 21+)2-(2, 2)$	$(2, 2+)2, -2, (2, 2)$
$(3, 2), -21, (2, 2+)$	$(21, 21-)2(2, 2+)$	$(2, 2+)2, -2, (2, 2-)$
$(21, 2), -21, (2, 2+)$	$(2, 2+)2-(21, 21)$	$(2, 2+)2, -2, -(2, 2)$
$(3, 2), 3, -(2, 2+)$	$(3, 2+)3(2, 2-)$	
$(21, 2), 3, -(2, 2+)$	$(21, 2+)3(2, 2-)$	
$(3, 2), 21, -(2, 2+)$	$(3, 2+)3-(2, 2)$	
$(21, 2), 21, -(2, 2+)$	$(21, 2+)3-(2, 2)$	
	$(3, 2-)3(2, 2+)$	
$(\textcircled{4}, 2+)2(2, 2-)$	$(21, 2-)3(2, 2+)$	$(2, 2)2, 2+, (2, 2-)$
$(\textcircled{4}, 2+)2-(2, 2)$	$(2, 2+)3-(3, 2)$	$(2, 2)2, 2+, -(2, 2)$
$(\textcircled{4}, 2-)2(2, 2+)$	$(2, 2+)3-(21, 2)$	
$-(\textcircled{4}, 2)2(2, 2+)$	$(3, 2-)21(2, 2+)$	
$(3, 2+)2(3, 2-)$	$(2, 2+)12-(3, 2)$	
$(3, 2+)2(2, 3-)$	$(21, 2-)21(2, 2+)$	$(2, 2-)2, 2+, (2, 2)$
$(3, 2+)2-(3, 2)$	$(2, 2+)12-(21, 2)$	
$(3, 2+)2-(2, 3)$	$(3, 2+)12(2, 2-)$	
$(3, 2+)2(21, 2-)$	$(21, 2+)12(2, 2-)$	
$(3, 2+)2-(21, 2)$	$(3, 2+)12-(2, 2)$	$(2, 2)-2, 2+, (2, 2)$
$(3, 2+)2(2, 21-)$	$(21, 2+)12-(2, 2)$	$(2, 2)-2, -2+, (2, 2)$
$(3, 2+)2-(2, 21-)$	$(2, 2+)4(2, 2-)$	$(2, 2)-2, 2+, (2, 2-)$
	$(2, 2+)4-(2, 2)$	

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 13c

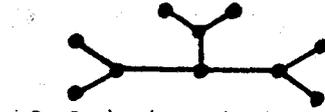
		
$-(2,2)2, 2+, (2,2)$	$(2,2+)11, 2, (2,2-)$	$(2,2,2-), -2+, (2,2)$
$-(2,2)2, 2+, (2,2-)$	$(2,2+)11, 2, -(2,2)$	$(2,2,2-), 2+, (2,2-)$
	$(2,2)11, 2, -(2,2+)$	$(2,2,2), -2+, (2,2-)$
	$(2,2)11, 2+, (2,2-)$	$-(2,2,2), 2+, (2,2)$
$(2,2)2, -2, (2,2+)$	$(2,2)11, 2+, -(2,2)$	$(2,2,2--), 2+, (2,2-)$
$(2,2)2, 2, -(2,2+)$		$(2,2,2-), 2+, -(2,2)$
$(2,2-)2, 2, (2,2+)$		$(2,2,2), 2, -(2,2+)$
	$(2,2,2+)2(2,2-)$	$(2,2,2-), 2, (2,2+)$
$(2,2)-2, 2, (2,2+)$	$(2,2,2+)2-(2,2)$	$(2,2,2), -2, (2,2+)$
$(2,2)-2, -2, (2,2+)$	$(2,2,2-)2(2,2+)$	$(2,2,2--), 2, (2,2+)$
$-(2,2)2, 2, (2,2+)$	$(2,2,2--)2(2,2+)$	$(2,2,2-), -2, (2,2+)$
$-(2,2)2, -2, (2,2+)$	$(2,2+)2-(2,2,2)$	$(2,2+), 2, -(2,2,2)$
$(2,2-)2, 2, -(2,2+)$		$(2,2,2-), 2, -(2,2+)$
$-(2,2)2, 2, (2,2+)$		
$(2,2+)1, 3, (2,2-)$	$(2,2,2+)(2,2,2-)$	$(2,2+), 2, 2(2,2-)$
$(2,2+)1, 21, (2,2-)$	$(2,2,2+)(2,2,2--)$	$(2,2+), -2, 2, (2,2)$
$(2,2+)1, 3, -(2,2)$	$(2,2,2+)-(2,2,2)$	$-(2,2+), 2, 2(2,2)$
$(2,2+)1, 21, -(2,2)$		$(2,2+), -2, -2, (2,2)$
$(2,2)1, 3+, (2,2-)$	$(2,2,2,2+)(2,2-)$	$(2,2+), -2, 2, (2,2-)$
$(2,2)1, 21+, (2,2-)$	$(2,2,2,2+)-(2,2)$	$(2,2+), 2, 2, -(2,2)$
$(2,2)1, 3+, -(2,2)$	$(2,2,2,2-)(2,2+)$	$-(2,2+), -2, 2, (2,2)$
$(2,2)1, 21+, -(2,2)$	$(2,2,2,2--)(2,2+)$	$(2,2+), -2, -2, (2,2-)$
$(2,2)1, 3, -(2,2+)$	$(2,2,2,2---)(2,2+)$	$(2,2-), 2, 2, (2,2)+$
$(2,2)1, 21, -(2,2+)$	$(2,2,2,2)- (2,2+)$	$(2,2-), 2, 2(2,2-)+$
$(2,2+)1, 2, (3,2-)$		$-(2,2), 2, 2, (2,2)+$
$(2,2+)1, 2, (21,2-)$	$(2,2,2+), 2, (2,2-)$	$-(2,2), 2, 2, (2,2-)+$
$(2,2+)1, 2, -(3,2)$	$(2,2,2+), -2, (2,2)$	$-(2,2), 2, 2, -(2,2)$
$(2,2+)1, 2, -(21,2)$	$(2,2,2+), 2, -(2,2)$	
$(2,2)1, 2+, (3,2-)$	$(2,2,2+), -2, (2,2-)$	$(2,2+), 2, (2,2), -2$
$(2,2)1, 2+, (21,2-)$	$(2,2,2+), -2, -(2,2-)$	$(2,2+), 2, (2,2-), 2$
$(2,2)1, 2+, -(3,2)$	$(2,2,2+), -2, -(2,2)$	$(2,2+), 2, (2,2-), -2$
$(2,2)1, 2+, -(21,2)$	$(2,2,2), 2+, (2,2-)$	$(2,2+), 2, -(2,2), 2$
$(2,2)1, 2, -(3,2+)$	$(2,2,2), -2+, (2,2)$	$-(2,2+), 2, (2,2), 2$
$(2,2)1, 2, -(21,2+)$	$(2,2,2-), 2+, (2,2)$	$(2,2+), -2, (2,2), -2$
	$(2,2,2--), 2+, (2,2)$	$(2,2+), -2, (2,2-), -2$
	$(2,2,2), 2+, -(2,2)$	$(2,2+), 2, -(2,2), -2$

ARBORESCENCES GENERALISEES Non-alternants à 13c

(2,2-),2,(2,2),2+
 (2,2),2,-(2,2),2+
 (2,2-),2,(2,2-),2+
 (2,2-),2,-(2,2),2+
 -(2,2),2,-(2,2),2+



((2,2+),2)((2,2),2)
 ((2,2+),2)((2,2-),2)
 ((2,2+),-2)((2,2),2)
 ((2,2+),2)((2,2-),-2)
 ((2,2+),2)(-(2,2),2)
 ((2,2+),-2)((2,2-),2)
 ((2,2+)-2)((2,2),-2)
 (-(2,2+),2)((2,2),2)
 ((2,2+),-2)(-(2,2),2)
 ((2,2+),-2)(-(2,2),2)
 ((2,2+),-2)((2,2-),-2)
 ((2,2+),2)-((2,2),2)
 ((2,2),2+)((2,2),-2)
 ((2,2),2+)((2,2-),2)
 ((2,2-),2+)((2,2),2)
 ((2,2),2+)((2,2-),-2)
 ((2,2),2+)(-(2,2),2)
 (-(2,2),2+)((2,2),2)
 ((2,2-),2+)((2,2-),2)
 ((2,2-),2+)((2,2),-2)
 ((2,2-),2+)(-(2,2),2)
 ((2,2-),2+)((2,2-),-2)
 (-(2,2),2+)((2,2-),2)
 (-(2,2),2+)((2,2),-2)
 ((2,2),2+)-((2,2),2)
 ((2,2),-2+)((2,2),2)
 ((2,2),-2+)((2,2-),2)
 ((2,2-),-2+)((2,2),2)
 ((2,2),-2+)((2,2),-2)



(2,2+), (2,2), (2,2-)
 (2,2+), (2,2), -(2,2)
 (2,2+), (2,2-), (2,2-)
 -(2,2+), (2,2), (2,2)
 (2,2+), (2,2-), -(2,2)
 (2,2), (2,2), (2,2-)
 (2,2), (2,2), -(2,2)
 (2,2), (2,2-), (2,2-)
 (2,2-), (2,2-), (2,2-)
 (2,2), (2,2-), -(2,2)
 (2,2), -(2,2), -(2,2)



(7,2-)(2,2)
 (6,3-)(2,2)
 (6,21-)(2,2)
 (6,2-)(3,2)
 (6,2-)(21,2)
 (7,2)(2,2-)
 (6,2)(3,2-)
 (6,2)(21,2-)
 (6,3)(2,2-)
 (6,21)(2,2-)
 (7,2)-(2,2)
 (6,3)-(2,2)
 (6,21)-(2,2)
 (6,2)-(3,2)
 (6,2)-(21,2)
 (7,2-)(2,2-)
 (52,2-)(2,2-)
 (43,2-)(2,2-)
 (313,2-)(2,2-)
 (3112,2-)(2,2-)
 (34,2-)(2,2-)
 (322,2-)(2,2-)
 (412,2-)(2,2-)

(25,2-)(2,2-)
 (214,2-)(2,2-)
 (223,2-)(2,2-)
 (232,2-)(2,2-)
 (2122,2-)(2,2-)
 (2212,2-)(2,2-)
 (2113,2-)(2,2-)
 (21112,2-)(2,2-)
 (6,3-)(2,2-)
 (6,2-)(3,2-)
 (5,4-)(2,2)
 (5,31-)(2,2)
 (5,22-)(2,2)
 (5,211-)(2,2)
 (5,2-)(4,2)
 (5,2-)(31,2)
 (5,2-)(22,2)
 (5,2-)(211,2)
 (5,4)(2,2-)
 (5,31)(2,2-)
 (5,22)(2,2-)
 (5,211)(2,2-)
 (5,2)(4,2-)
 (5,2)(31,2-)
 (5,2)(22,2-)
 (5,2)(211,2-)
 (5,4)-(2,2)
 (5,31)-(2,2)
 (5,22)-(2,2)
 (5,211)-(2,2)
 (5,2)-(4,2)
 (5,2)-(31,2)
 (5,2)-(22,2)
 (5,2)-(211,2)
 (5,4-)(2,2-)
 (5,22-)(2,2-)
 (5,2-)(4,2-)
 (5,2-)(22,2-)

(5, 3-)(3, 2)	(22, 22)(3, 2-)	(4, 3-)(3, 3)
(5, 3-)(21, 2)	(22, 22)(21, 2-)	(4, 21-)(3, 3)
(5, 21-)(3, 2)	(22, 211)(3, 2-)	(4, 3-)(3, 21)
(5, 21-)(21, 2)	(22, 211)(21, 2-)	(4, 21-)(3, 21)
(5, 3)(3, 2-)	(211, 211)(3, 2-)	(4, 3-)(21, 21)
(5, 3)(21, 2-)	(211, 211)(21, 2-)	(4, 21-)(21, 21)
(5, 21)(3, 2-)	(4, 4)-(3, 2)	(4, 3)(3, 3-)
(5, 21)(21, 2-)	(4, 4)-(21, 2)	(4, 3)(3, 21-)
(5, 3)-(3, 2)	(31, 31)-(3, 2)	(4, 3)(21, 21-)
(5, 3)-(21, 2)	(31, 31)-(21, 2)	(4, 21)(3, 3-)
(5, 21)-(3, 2)	(31, 22)-(3, 2)	(4, 21)(3, 21-)
(5, 21)-(21, 2)	(31, 22)-(21, 2)	(4, 21)(21, 21-)
(5, 3-)(3, 2-)	(31, 211)-(3, 2)	(4, 3)-(3, 3)
(5, 3-)(21, 2-)	(31, 211)-(21, 2)	(4, 3)-(3, 21)
(4, 4-)(3, 2)	(22, 22)-(3, 2)	(4, 3)-(21, 21)
(4, 4-)(21, 2)	(22, 22)-(21, 2)	(4, 21)-(3, 3)
(31, 31-)(3, 2)	(22, 211)-(3, 2)	(4, 21)-(3, 21)
(31, 31-)(21, 2)	(22, 211)-(21, 2)	(4, 21)-(21, 21)
(31, 22-)(3, 2)	(211, 211)-(3, 2)	(4, 3-)(3, 3-)
(31, 22-)(21, 2)	(211, 211)-(21, 2)	(4, 3-)(3, 21-)
(31, 211-)(3, 2)	(4, 4-)(3, 2-)	(4, 3-)(21, 21-)
(31, 211-)(21, 2)	(4, 4-)(21, 2-)	
(22, 22-)(3, 2)	(4, 31-)(3, 2-)	
(22, 22-)(21, 2)	(4, 22-)(3, 2-)	(5, 2)2(2, 2-)
(22, 211-)(3, 2)	(4, 22-)(21, 2-)	(5, 2-)2(2, 2)
(22, 211-)(21, 2)	(4, 211-)(3, 2-)	(5, 2)-2(2, 2)
(211, 211-)(3, 2)	(4, 211-)(21, 2-)	(5, 2-)2(2, 2-)
(211, 211-)(21, 2)	(22, 22-)(3, 2-)	(5, 2-)-2(2, 2)
(4, 4)(3, 2-)	(22, 22-)(21, 2-)	(5, 2)-2(2, 2-)
(4, 4)(21, 2-)	(22, 211-)(3, 2-)	(5, 2)2(2, 2)
(31, 31)(3, 2-)	(4, 3-)(4, 2)	(5, 2)2-(2, 2)
(31, 31)(21, 2-)	(4, 21-)(4, 2)	(4, 3)2(2, 2-)
(31, 22)(3, 2-)	(4, 3)(4, 2-)	(4, 21)2(2, 2-)
(32, 22)(21, 2-)	(4, 21)(4, 2-)	(4, 3-)2(2, 2)
(31, 211)(3, 2-)	(4, 3)-(4, 2)	(4, 21-)2(2, 2)
(31, 211)(21, 2-)	(4, 21)-(4, 2)	(4, 3)-2(2, 2)
	(4, 3-)(4, 2-)	(4, 21)-2(2, 2)

ARBORESCENTS GENERALISES NON-ALTERNANTS à 13c

($\textcircled{4}$, 3-)-2(2, 2-)	($\textcircled{4}$, 2)-2-(21, 2)	(3, 2)2-(3, 3)
($\textcircled{4}$, 21-)-2(2, 2-)	($\textcircled{4}$, 2)2-(2, 3)	(21, 2)2-(3, 3)
($\textcircled{4}$, 3-)-2(2, 2)	($\textcircled{4}$, 2)2-(2, 21)	(3, 2)2-(3, 21)
($\textcircled{4}$, 21-)-2(2, 2)	(3, 3)2(3, 2-)	(21, 2)2-(3, 21)
($\textcircled{4}$, 3)-2(2, 2-)	(3, 3)2(21, 2-)	(3, 2)2-(21, 3)
($\textcircled{4}$, 21)-2(2, 2-)	(3, 21)2(3, 2-)	(21, 2)2-(21, 3)
-($\textcircled{4}$, 3)2(2, 2)	(3, 21)2(21, 2-)	(3, 3)2-(3, 2)
-($\textcircled{4}$, 21)2(2, 2)	(21, 3)2(3, 2-)	(3, 3)2-(21, 2)
($\textcircled{4}$, 3)2-(2, 2)	(21, 3)2(21, 2-)	(3, 21)2-(3, 2)
($\textcircled{4}$, 21)2-(2, 2)	(3, 3-)-2(3, 2)	(3, 21)2-(21, 2)
($\textcircled{4}$, 2)2(3, 2-)	(3, 3-)-2(21, 2)	(3, 21)2-(2, 3)
($\textcircled{4}$, 2)2(21, 2-)	(3, 21-)-2(3, 2)	(3, 21)2-(2, 21)
($\textcircled{4}$, 2)2(2, 3-)	(3, 21-)-2(21, 2)	(21, 21)2(3, 2-)
($\textcircled{4}$, 2)2(2, 21-)	(21, 3-)-2(3, 2)	(21, 21)2(21, 2-)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(3, 2)	(21, 3-)-2(21, 2)	(21, 21-)-2(3, 2)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(21, 2)	(3, 3)-2(3, 2)	(21, 21-)-2(21, 2)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(2, 3)	(3, 3)-2(21, 2)	(21, 21)-2(3, 2)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(2, 21)	(3, 21)-2(3, 2)	(21, 21)-2(21, 2)
($\textcircled{4}$, 2)-2(3, 2)	(3, 21)-2(21, 2)	
($\textcircled{4}$, 2)-2(21, 2)	(21, 3)-2(3, 2)	
($\textcircled{4}$, 2)-2(2, 3)	(21, 3)-2(21, 2)	(21, 21-)-2(3, 2)
($\textcircled{4}$, 2)-2(2, 21)		(21, 21-)-2(21, 2)
		(21, 21)-2(3, 2-)
		(21, 21)-2(21, 2-)
		(21, 21)2-(3, 2)
		(21, 21)2-(21, 2)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(3, 2)		(3, 2)2-(21, 21)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(21, 2)	(3, 3-)-2(3, 2)	(21, 2)2-(21, 21)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(2, 3)	(3, 3-)-2(21, 2)	($\textcircled{4}$, 2)3(2, 2-)
($\textcircled{4}$, 2-)-2(2, 21)	(3, 21-)-2(3, 2)	($\textcircled{4}$, 2-)-3(2, 2)
($\textcircled{4}$, 2)-2(3, 2-)	(3, 21-)-2(21, 2)	($\textcircled{4}$, 2)-3(2, 2)
($\textcircled{4}$, 2)-2(21, 2-)	(3, 21-)-2(2, 3)	($\textcircled{4}$, 2-)-3(2, 2-)
($\textcircled{4}$, 2)-2(2, 3-)	(3, 21-)-2(2, 21)	($\textcircled{4}$, 2-)-3(2, 2-)
($\textcircled{4}$, 2)-2(2, 21-)	(3, 3)-2(3, 2-)	($\textcircled{4}$, 2)-3(2, 2-)
-($\textcircled{4}$, 2)2(3, 2)	(3, 3)-2(21, 2-)	(2, 2)3-($\textcircled{4}$, 2)
-($\textcircled{4}$, 2)2(21, 2)	(3, 21)-2(3, 2-)	($\textcircled{4}$, 2)3-(2, 2)
-($\textcircled{4}$, 2)2(2, 3)	(3, 21)-2(21, 2-)	
-($\textcircled{4}$, 2)2(2, 21)	(21, 3)-2(3, 2-)	
($\textcircled{4}$, 2)2-(3, 2)	(21, 3)-2(21, 2-)	

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 13c

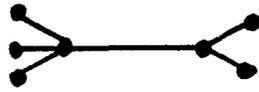
(3,3)3(2,2-)	(21,2)3(21,2-)	(3,2-)21(21,2)
(3,21)3(2,2-)	(21,2)-2(21,2)	-(3,2)21(3,2)
(21,21)3(2,2-)	(21,2)-3(21,2-)	-(3,2)21(21,2)
(3,3-)3(2,2)	(21,2)3-(21,2)	(21,2-)21(21,2)
(3,21-)3(2,2)	(21,2-)3(21,2-)	-(21,2)21(21,2)
(21,21-)3(2,2)	(3,2)4(2,2-)	(Ⓞ,2)12(2,2-)
(3,3)-3(2,2)	(21,2)4(2,2-)	(Ⓞ,2)12-(2,2)
(3,21)-3(2,2)	(3,2-)4(2,2)	(3,3)12(2,2-)
(21,21)-3(2,2)	(21,2-)4(2,2)	(3,21)12(2,2-)
(3,3-)-3(2,2)	(21,2)-4(2,2)	(3,3)12-(2,2)
(3,21-)-3(2,2)	(3,2)-4(2,2)	(3,21)12-(2,2)
(21,21-)-3(2,2)	(3,2-)4(2,2-)	(21,21)12(2,2-)
(3,3-)3(2,2-)	(21,2-)4(2,2-)	(21,21)12-(2,2)
(3,21-)3(2,2-)	(3,2-)4(2,2)	(3,2)12(21,2-)
(21,21-)3(2,2-)	(21,2-)4(2,2)	(3,2)12-(21,2)
(3,3)-3(2,2-)	(3,2)-4(2,2-)	(3,2-)31(2,2)
(3,21)-3(2,2-)	(21,2)-4(2,2-)	(21,2-)31(2,2)
(21,21)-3(2,2-)	(3,2)4-(2,2)	-(3,2)31(2,2)
(2,2)3-(3,3)	(21,2)4-(2,2)	-(21,2)31(2,2)
(2,2)3-(3,21)	(2,2)4-(3,2)	(3,2)13(2,2-)
(2,2)3-(21,21)	(2,2)4-(21,2)	(3,2)13-(2,2)
(3,3)3-(2,2)	(2,2)5(2,2-)	(21,2)13(2,2-)
(3,21)3-(2,2)	(2,2)-5(2,2)	(21,2)13-(2,2)
(21,21)3-(2,2)	(2,2)-5(2,2-)	(3,2-)22(2,2)
(3,2)3(3,2-)	(2,2)5-(2,2)	(21,2-)22(2,2)
(3,2)-3(3,2)	(2,2-)5(2,2-)	(3,2)22(2,2-)
(3,2)3-(3,2)		(21,2)22(2,2-)
(3,2-)3(3,2-)	(Ⓞ,2-)21(2,2)	(3,2-)22(2,2-)
(3,2)-3(3,2-)	-(Ⓞ,2)21(2,2)	(21,2-)22(2,2-)
(3,2)3(21,2-)	(3,3-)21(2,2)	(3,2)-22(2,2)
(3,2)3-(21,2)	(3,21-)21(2,2)	(21,2)-22(2,2)
(3,2)-3(21,2)	-(3,3)21(2,2)	(3,2-)-22(2,2)
(3,2-)3(21,2)	-(3,21)21(2,2)	(21,2-)-22(2,2)
(3,2-)3(21,2-)	(21,21-)21(2,2)	(3,2)-22(2,2-)
(3,2)-3(21,2-)	-(21,21)21(2,2)	(21,2)-22(2,2-)
(3,2-)-3(21,2)	(3,2-)21(3,2)	-(3,2)22(2,2)
(21,2)3-(3,2)		-(21,2)22(2,2)

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 13c

- (3,2)22-(2,2)
- (21,2)22-(2,2)
- (2,2)14(2,2-)
- (2,2)14-(2,2)
- (2,2)23(2,2-)
- (2,2-)23(2,2)
- (2,2)-23(2,2)
- (2,2-)23(2,2-)
- (2,2-)-23(2,2)
- (2,2)-23(2,2-)
- (2,2)23(2,2)
- (2,2)23-(2,2)



- (3,2-)211(2,2)
- (21,2-)211(2,2)
- (3,2)211(2,2)
- (21,2)211(2,2)
- (3,2)112(2,2-)
- (21,2)112(2,2-)
- (3,2)112-(2,2)
- (21,2)112-(2,2)
- (2,2-)311(2,2)
- (2,2-)221(2,2)
- (2,2)311(2,2)
- (2,2)221(2,2)
- (2,2)212(2,2-)
- (2,2)212-(2,2)
- (2,2)-212(2,2)
- (2,2-)212(2,2-)
- (2,2)-212(2,2-)
- (2,2-)2111(2,2)
- (2,2)2111(2,2)



- (5,2,2-)(2,2)
- (5,2,2)(2,2-)
- (5,2,2--)(2,2)
- (5,2,2)-(2,2)
- (5,2,2-)(2,2-)
- (2,5,2-)(2,2)
- (2,5,2)(2,2-)
- (2,5,2-)(2,2-)
- (2,5,2)-(2,2)
- (2,5,2--)(2,2)
- (4,3,2-)(2,2)
- (4,21,2-)(2,2)
- (4,3,2)(2,2-)
- (4,21,2)(2,2-)
- (4,3,2-)(2,2-)
- (4,21,2-)(2,2-)
- (4,3,2--)(2,2)
- (4,21,2--)(2,2)
- (4,3,2)-(2,2)
- (4,21,2)-(2,2)
- (3,4,2-)(2,2)
- (21,4,2-)(2,2)
- (3,4,2)(2,2-)
- (21,4,2)(2,2-)
- (3,4,2-)(2,2-)
- (21,4,2-)(2,2-)
- (3,4,2--)(2,2)
- (21,4,2--)(2,2)
- (3,4,2)-(2,2)
- (21,4,2)-(2,2)
- (4,2,3-)(2,2)
- (4,2,21-)(2,2)
- (4,2,3)(2,2-)
- (4,2,21)(2,2-)
- (4,2,3-)(2,2-)
- (4,2,21-)(2,2-)

- (4,2,3--)(2,2)
- (4,2,21--)(2,2)
- (4,2,3)-(2,2)
- (4,2,21)-(2,2)
- (3,3,3-)(2,2)
- (3,3,21-)(2,2)
- (3,3,3)(2,2-)
- (3,3,21)(2,2-)
- (3,3,3-)(2,2-)
- (3,3,21-)(2,2-)
- (3,3,3--)(2,2)
- (3,3,21--)(2,2)
- (3,3,3)-(2,2)
- (3,3,21)-(2,2)
- (3,21,3-)(2,2)
- (3,21,21-)(2,2)
- (3,21,3)(2,2-)
- (3,21,21)(2,2-)
- (3,21,3-)(2,2-)
- (3,21,21-)(2,2-)
- (3,21,3--)(2,2)
- (3,21,21--)(2,2)
- (3,21,3)-(2,2)
- (3,21,21)-(2,2)
- (21,3,21-)(2,2)
- (21,21,21-)(2,2)
- (21,3,21)(2,2-)
- (21,21,21)(2,2-)
- (21,3,21-)(2,2-)
- (21,21,21-)(2,2-)
- (21,3,21--)(2,2)
- (21,21,21--)(2,2)
- (21,3,21)-(2,2)
- (21,21,21)-(2,2)
- (4,2,2)(3,2-)
- (4,2,2)(21,2-)
- (4,2,2-)(3,2)

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 13c

($\textcircled{4}$, 2, 2-)(21, 2)	(3, 21, 2)(3, 2-)	(21, 2, 2-)($\textcircled{4}$, 2-)
($\textcircled{4}$, 2, 2--)(3, 2)	(3, 21, 2)(21, 2-)	(3, 2, 2)-($\textcircled{4}$, 2)
($\textcircled{4}$, 2, 2--)(21, 2)	(3, 21, 2-)(3, 2)	(21, 2, 2)-($\textcircled{4}$, 2)
($\textcircled{4}$, 2, 2-)(3, 2-)	(3, 21, 2-)(21, 2)	(2, 3, 2)($\textcircled{4}$, 2-)
($\textcircled{4}$, 2, 2-)(21, 2-)	(3, 21, 2--)(3, 2)	(2, 21, 2)($\textcircled{4}$, 2-)
($\textcircled{4}$, 2, 2)-(3, 2)	(3, 21, 2--)(21, 2)	(2, 3, 2-)($\textcircled{4}$, 2)
($\textcircled{4}$, 2, 2)-(21, 2)	(3, 21, 2-)(3, 2-)	(2, 21, 2-)($\textcircled{4}$, 2)
(2, $\textcircled{4}$, 2)(3, 2-)	(3, 21, 2-)(21, 2-)	(2, 3, 2--)($\textcircled{4}$, 2)
(2, $\textcircled{4}$, 2)(21, 2-)	(3, 21, 2)-(3, 2)	(2, 21, 2--)($\textcircled{4}$, 2)
(2, $\textcircled{4}$, 2-)(3, 2)	(3, 21, 2)-(21, 2)	(2, 3, 2-)($\textcircled{4}$, 2-)
(2, $\textcircled{4}$, 2-)(21, 2)	(3, 2, 21)(3, 2-)	(2, 21, 2-)($\textcircled{4}$, 2-)
(2, $\textcircled{4}$, 2--)(3, 2)	(3, 2, 21)(21, 2-)	(2, 3, 2)-($\textcircled{4}$, 2)
(2, $\textcircled{4}$, 2--)(21, 2)	(3, 2, 21-)(3, 2)	(2, 21, 2)-($\textcircled{4}$, 2)
(2, $\textcircled{4}$, 2-)(3, 2-)	(3, 2, 21-)(21, 2)	(3, 2, 2)(3, 3-)
(2, $\textcircled{4}$, 2-)(21, 2-)	(3, 2, 21--)(3, 2)	(3, 2, 2)(3, 21-)
(2, $\textcircled{4}$, 2)-(3, 2)	(3, 2, 21--)(21, 2)	(21, 2, 2)(3, 3-)
(2, $\textcircled{4}$, 2)-(21, 2)	(3, 2, 21-)(3, 2-)	(21, 2, 2)(3, 21-)
(3, 3, 2)(3, 2-)	(3, 2, 21-)(21, 2-)	(3, 2, 2)(21, 21-)
(3, 3, 2)(21, 2-)	(3, 2, 21)-(3, 2)	(21, 2, 2)(21, 21-)
(3, 3, 2-)(3, 2)	(3, 2, 21)-(21, 2)	(3, 2, 2-)(3, 3)
(3, 3, 2-)(21, 2)	(21, 3, 2)(3, 2-)	(3, 2, 2-)(3, 21)
(3, 3, 2--)(3, 2)	(21, 3, 2)(21, 2-)	(3, 2, 2-)(21, 21)
(3, 3, 2--)(21, 2)	(21, 3, 2-)(3, 2)	(21, 2, 2-)(3, 3)
(3, 3, 2-)(3, 2-)	(21, 3, 2-)(21, 2)	(21, 2, 2-)(21, 21)
(3, 3, 2-)(21, 2-)	(21, 3, 2--)(3, 2)	(21, 2, 2-)(3, 21)
(3, 3, 2)-(3, 2)	(21, 3, 2--)(21, 2)	(3, 2, 2--)(3, 3)
(3, 3, 2)-(21, 2)	(21, 3, 2-)(3, 2-)	(3, 2, 2--)(3, 21)
(3, 2, 3)(3, 2-)	(21, 3, 2-)(21, 2-)	(3, 2, 2--)(21, 21)
(3, 2, 3)(21, 2-)	(21, 3, 2)-(3, 2)	(21, 2, 2--)(3, 3)
(3, 2, 3-)(3, 2)	(21, 3, 2)-(21, 2)	(21, 2, 2--)(3, 21)
(3, 2, 3-)(21, 2)	(3, 2, 2)($\textcircled{4}$, 2-)	(21, 2, 2--)(21, 21)
(3, 2, 3--)(3, 2)	(21, 2, 2)($\textcircled{4}$, 2-)	(3, 2, 2-)(3, 3-)
(3, 2, 3--)(21, 2)	(3, 2, 2-)($\textcircled{4}$, 2)	(3, 2, 2-)(3, 21-)
(3, 2, 3-)(3, 2-)	(21, 2, 2-)($\textcircled{4}$, 2)	(3, 2, 2-)(21, 21-)
(3, 2, 3-)(21, 2-)	(3, 2, 2--)($\textcircled{4}$, 2)	(21, 2, 2-)(3, 3-)
(3, 2, 3)-(3, 2)	(21, 2, 2--)($\textcircled{4}$, 2)	(21, 2, 2-)(3, 21-)
(3, 2, 3)-(21, 2)	(3, 2, 2-)($\textcircled{4}$, 2-)	(21, 2, 2-)(21, 21-)

ARBORESCENTES GENERALISEES Non-alternants à 13c

(3,2,2)-(3,3)	(2,2,2-)(5,2)	(2,2)2-(21,2,2)
(3,2,2)-(3,21)	(2,2,2--)(5,2)	(2,3,2)2(2,2-)
(3,2,2)-(21,21)	(2,2,2-)(5,2-)	(2,21,2)2(2,2-)
(21,2,2)-(3,3)	(2,2,2)-(5,2)	(2,3,2-)2(2,2)
(21,2,2)-(3,21)	(2,2,2)(4,3-)	(2,21,2-)2(2,2)
(21,2,2)-(21,21)	(2,2,2)(4,21-)	(2,3,2)-2(2,2)
(2,3,2)(3,3-)	(2,2,2-)(4,3)	(2,21,2)-2(2,2)
(2,3,2)(3,21-)	(2,2,2-)(4,21)	(2,3,2--)(2,2)
(2,3,2)(21,21-)	(2,2,2--)(4,3)	(2,21,2--)(2,2)
(2,21,2)(3,3-)	(2,2,2--)(4,21)	(2,3,2-)-2(2,2)
(2,21,2)(3,21-)	(2,2,2-)(4,3-)	(2,21,2-)-2(2,2)
(2,21,2)(21,21-)	(2,2,2-)(4,21-)	(2,3,2)-2(2,2-)
(2,3,2-)(3,3)	(2,2,2)-(4,3)	(2,21,2)-2(2,2-)
(2,3,2-)(3,21)	(2,2,2)-(5,21)	(2,3,2)2-(2,2)
(2,3,2-)(21,21)		(2,21,2)2-(2,2)
(2,21,2-)(3,3)	(3,2,2)2(2,2-)	
(2,21,2-)(3,21)	(21,2,2)2(2,2-)	
(2,21,2-)(21,21)	(3,2,2)-2(2,2)	
(2,3,2--)(3,3)	(21,2,2)-2(2,2)	
(2,3,2--)(3,21)	(3,2,2-)(2,2)	
(2,3,2--)(21,21)	(21,2,2-)(2,2)	(2,2)2-(2,3,2)
(2,21,2--)(3,3)	(3,2,2--)(2,2)	(2,2)2-(2,21,2)
(2,21,2--)(3,21)	(21,2,2--)(2,2)	(2,2,2)2(3,2-)
(2,21,2--)(21,21)	(3,2,2-)-2(2,2)	(2,2,2)2(21,2-)
(2,3,2-)(3,3-)	(21,2,2-)-2(2,2)	(2,2,2)-2(3,2)
(2,3,2-)(3,21-)	(3,2,2)-2(2,2-)	(2,2,2)2(21,2-)
(2,3,2-)(21,21-)	(21,2,2)-2(2,2-)	(2,2,2-)(2,3,2)
(2,21,2-)(3,3-)	(3,2,2)2-(2,2)	(2,2,2-)(21,2)
(2,21,2-)(3,21-)	(21,2,2)2-(2,2)	(2,2,2--)(2,3,2)
(2,21,2-)(21,21-)		(2,2,2--)(21,2)
(2,3,2)-(3,3)		(2,2,2-)-2(3,2)
(2,3,2)-(3,21)		(2,2,2-)-2(21,2)
(2,3,2)-(21,21)		(2,2,2)-2(3,2-)
(2,21,2)-(3,3)		(2,2,2)-2(21,2-)
(2,21,2)-(3,21)		
(2,21,2)-(21,21)		
(2,2,2)(5,2-)	(2,2)2-(3,2,2)	

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 13c

(2,2,2)2-(3,2)
 (2,2,2)2-(21,2)

(3,2,2,2---)(2,2)
 (21,2,2,2---)(2,2)
 (3,2,2,2--)(2,2-)
 (2,3,2,2)(2,2-)
 (2,21,2,2)(2,2-)
 (2,3,2,2-)(2,2)

(21,2,2-)(2,2,2-)
 (3,2,2)(2,2,2--)
 (21,2,2)(2,2,2--)
 (3,2,2)-(2,2,2)
 (21,2,2)-(2,2,2)
 (3,2,2-)(2,2,2--)

(3,2)2-(2,2,2)
 (21,2)2-(2,2,2)
 (2,2,2)3(2,2-)
 (2,2,2)-3(2,2)
 (2,2,2)3-(2,2)
 (2,2,2-)3(2,2)
 (2,2,2--)(3,2,2)
 (2,2,2-)-3(2,2)

(2,21,2,2-)(2,2)
 (2,3,2,2--)(2,2)
 (2,21,2,2--)(2,2)
 (2,3,2,2-)(2,2-)
 (2,21,2,2-)(2,2-)
 (2,3,2,2)-(2,2)
 (2,21,2,2)-(2,2)
 (2,3,2,2---)(2,2)

(21,2,2-)(2,2,2--)
 (2,3,2)(2,2,2-)
 (2,21,2)(2,2,2-)
 (2,3,2-)(2,2,2)
 (2,21,2-)(2,2,2)
 (2,3,2--)(2,2,2)
 (2,21,2--)(2,2,2)

(2,2,2-)-3(2,2-)
 (2,2,2-)3(2,2-)
 (2,2,2--)(3,2,2-)
 (2,2,2,2)(21,2-)
 (2,2,2,2-)(3,2)

(2,3,2,2-)(2,2-)
 (2,21,2,2-)(2,2-)
 (2,3,2,2)-(2,2)
 (2,21,2,2)-(2,2)
 (2,3,2,2---)(2,2)
 (2,21,2,2---)(2,2)

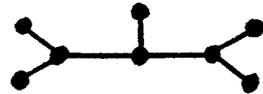
(2,3,2-)(2,2,2)
 (2,21,2-)(2,2,2)
 (2,3,2--)(2,2,2)
 (2,21,2-)(2,2,2-)
 (2,3,2)(2,2,2--)
 (2,21,2)(2,2,2--)
 (2,3,2--)(2,2,2-)



(2,2,2-)21(2,2)
 (2,2,2--)(21,2,2)
 (2,2)12-(2,2,2)
 (2,2,2)12(2,2-)
 (2,2,2)12-(2,2)

(2,2,2,2-)(21,2)
 (2,2,2,2--)(3,2)
 (2,2,2,2--)(21,2)
 (2,2,2,2-)(3,2-)
 (2,2,2,2-)(21,2-)
 (2,2,2,2)-(3,2)
 (2,2,2,2)-(21,2)

(2,21,2-)(2,2,2--)
 (2,3,2)-(2,2,2)
 (2,21,2)-(2,2,2)



(5,2),2,(2,2-)
 (5,2),-2,(2,2)
 (5,2-),2,(2,2)
 (5,2),2,-(2,2)
 (5,2),-2,(2,2-)
 (5,2-),-2,(2,2)



(3,2,2,2)(2,2-)
 (21,2,2,2)(2,2-)
 (3,2,2,2-)(2,2)
 (21,2,2,2-)(2,2)
 (3,2,2,2--)(2,2)
 (21,2,2,2--)(2,2)
 (3,2,2,2-)(2,2-)
 (21,2,2,2-)(2,2-)
 (3,2,2,2)-(2,2)
 (21,2,2,2)-(2,2)

(2,2,2,2---)(3,2)
 (2,2,2,2---)(21,2)
 (2,2,2,2--)(3,2-)



(2,2,2,2--)(21,2)
 (2,2,2,2--)(3,2-)
 (3,2,2)(2,2,2-)
 (21,2,2)(2,2,2-)
 (3,2,2-)(2,2,2)
 (21,2,2-)(2,2,2)
 (3,2,2--)(2,2,2)
 (21,2,2--)(2,2,2)
 (3,2,2-)(2,2,2-)

(5,2),2,(2,2)
 (5,2),2,-(2,2)
 (5,2),-2,(2,2-)
 (5,2-),-2,(2,2)
 -(5,2),2,(2,2)
 (5,2-),2,(2,2-)
 (2,2),5,(2,2-)
 (2,2),-5,(2,2)
 (2,2),-5,(2,2-)
 (2,2-),5,(2,2-)
 (2,2),5,-(2,2)
 (4,3),2,(2,2-)

ARBORESCENTS GENERALISES Non-alternants à 13c

(4, 21), 2, (2, 2-)	(4, 2), -2, (2, 3)	(3, 3-), 3, (2, 2)
(4, 3), -2, (2, 2)	(4, 2), -2, (2, 21)	(3, 3-), 21, (2, 2)
(4, 21), -2, (2, 2)	(4, 2-), 2, (3, 2)	(3, 21-), 3, (2, 2)
(4, 3-), 2, (2, 2)	(4, 2-), 2, (21, 2)	(3, 21-), 21, (2, 2)
(4, 21-), 2, (2, 2)	(4, 2-), 2, (2, 3)	(21, 21-), 3, (2, 2)
(4, 3), 2, -(2, 2)	(4, 2-), 2, (2, 21)	(21, 21-), 21, (2, 2)
(4, 21), 2, -(2, 2)	(4, 2), 2, -(3, 2)	(3, 3), 3, -(2, 2)
(4, 3), -2, (2, 2-)	(4, 2), 2, -(21, 2)	(3, 3), 21, -(2, 2)
(4, 21), -2, (2, 2-)	(4, 2), 2, -(2, 3)	(3, 21), 3, -(2, 2)
(4, 3-), -2, (2, 2)	(4, 2), 2, -(2, 21)	(3, 21), 21, -(2, 2)
(4, 21-), -2, (2, 2)	(4, 2), -2, (3, 2-)	(21, 21), 3, -(2, 2)
-(4, 3), 2, (2, 2)	(4, 2), -2, (21, 2-)	(21, 21), 21, -(2, 2)
-(4, 21), 2, (2, 2)	(4, 2), -2, (2, 3-)	(3, 3), -3, (2, 2-)
(4, 3-), 2, (2, 2-)	(4, 2), -2, (2, 21-)	(3, 3), -21, (2, 2-)
(4, 21-), 2, (2, 2-)	(4, 2-), -2, (3, 2)	(3, 21), -3, (2, 2-)
(4, 2), 3, (2, 2-)	(4, 2-), -2, (21, 2)	(3, 21), -21, (2, 2-)
(4, 2), 21, (2, 2-)	(4, 2-), -2, (2, 3)	(21, 21), -3, (2, 2-)
(4, 2), -3, (2, 2)	(4, 2-), -2, (2, 21)	(21, 21), -21, (2, 2-)
(4, 2), -21, (2, 2)	(4, 2-), 2, (3, 2-)	(3, 3-), -3, (2, 2)
(4, 2-), 3, (2, 2)	(4, 2-), 2, (21, 2-)	(3, 3-), -21, (2, 2)
(4, 2-), 21, (2, 2)	(4, 2-), 2, (2, 3-)	(3, 21-), -3, (2, 2)
(4, 2), 3, -(2, 2)	(4, 2-), 2, (2, 21-)	(3, 21-), -21, (2, 2)
(4, 2), 21, -(2, 2)	-(4, 2), 2, (3, 2)	(21, 21-), -3, (2, 2)
(4, 2), -3, (2, 2-)	-(4, 2), 2, (21, 2)	(21, 21-), -21, (2, 2)
(4, 2), -21, (2, 2-)	-(4, 2), 2, (2, 3)	(2, 2), 3, -(3, 3)
(4, 2-), -3, (2, 2)	-(4, 2), 2, (2, 21)	(2, 2), 21, -(3, 3)
(4, 2-), -21, (2, 2)	(3, 3), 3, (2, 2-)	(2, 2), 3, -(3, 21)
-(4, 2), 3, (2, 2)	(3, 3), 21, (2, 2-)	(2, 2), 21, -(3, 21)
-(4, 2), 21, (2, 2)	(3, 21), 3, (2, 2-)	(2, 2), 3, -(21, 21)
(4, 2-), 3, (2, 2-)	(3, 21), 21, (2, 2-)	(2, 2), 21, -(21, 21)
(4, 2-), 21, (2, 2-)	(21, 21), 3, (2, 2-)	(3, 3-), 3, (2, 2-)
(4, 2), 2, (3, 2-)	(21, 21), 21, (2, 2-)	(3, 3-), 21, (2, 2-)
(4, 2), 2, (21, 2-)	(3, 3), -3, (2, 2)	(3, 21-), 3, (2, 2-)
(4, 2), 2, (2, 3-)	(3, 3), -21, (2, 2)	(3, 21-), 21, (2, 2-)
(4, 2), 2, (2, 21-)	(3, 21), -3, (2, 2)	(21, 21-), 3, (2, 2-)
(4, 2), -2, (3, 2)	(3, 21), -21, (2, 2)	(21, 21-), 21, (2, 2-)
(4, 2), -2, (21, 2)	(21, 21), -3, (2, 2)	
	(21, 21), -21, (2, 2)	



ARBORESCENTS GENERALISES NON-ALTERNANTS à 13c

$(3,3), 2, (3,2-)$	$-(3,3), 2, (3,2)$	$(2,21), 3, (21,2-)$
$(3,3), 2, (21,2-)$	$-(3,21), 2, (3,2)$	$(2,21), 21, (21,2-)$
$(3,21), 2, (3,2-)$	$-(21,21), 2, (3,2)$	$(3,2), -3, (3,2)$
$(3,21), 2, (21,2-)$	$-(3,3), 2, (21,2)$	$(3,2), -3, (21,2)$
$(21,21), 2, (3,2-)$	$-(3,21), 2, (21,2)$	$(3,2), -21, (3,2)$
$(21,21), 2, (21,2-)$	$-(21,21), 2, (21,2)$	$(3,2), -21, (21,2)$
$(3,3), -2, (3,2-)$	$(3,3-), 2, (3,2-)$	$(21,2), -3, (21,2)$
$(3,21), -2, (3,2-)$	$(3,21-), 2, (3,2-)$	$(21,2), -21, (21,2)$
$(21,21), -2, (3,2-)$	$(21,21-), 2, (3,2-)$	$(2,3), -3, (3,2)$
$(3,3), -2, (21,2-)$	$(3,3-), 2, (21,2-)$	$(2,3), -3, (21,2)$
$(3,21), -2, (21,2-)$	$(3,21-), 2, (21,2-)$	$(2,3), -21, (3,2)$
$(21,21), -2, (21,2-)$	$(21,21-), 2, (21,2-)$	$(2,3), -21, (21,2)$
$(3,3), -2, (3,2)$	$(3,21), 2, (2,3-)$	$(2,21), -3, (21,2)$
$(3,21), -2, (3,2)$	$(3,21), 2, (2,21-)$	$(2,21), -21, (21,2)$
$(21,21), -2, (3,2)$	$(3,21), -2, (2,3)$	$(3,2-), 3, (21,2)$
$(3,3), -2, (21,2)$	$(3,21), -2, (2,21)$	$(3,2-), 21, (21,2)$
$(3,21), -2, (21,2)$	$(3,21-), 2, (2,3)$	$(3,2-), 3, (2,21)$
$(21,21), -2, (21,2)$	$(3,21-), 2, (2,21)$	$(3,2-), 21, (2,21)$
$(3,3-), 2, (3,2)$	$(3,21-), -2, (2,3)$	$(3,2), 3, -(3,2)$
$(3,21-), 2, (3,2)$	$(3,21-), -2, (2,21)$	$(3,2), 21, -(3,2)$
$(21,21-), 2, (3,2)$	$(3,21), -2, (2,3-)$	$(3,2), 3, -(21,2)$
$(3,3-), 2, (21,2)$	$(3,21), -2, (2,21-)$	$(3,2), 21, -(21,2)$
$(3,21-), 2, (21,2)$	$(3,21-), 2, (2,3-)$	$(21,2), 3, -(21,2)$
$(21,21-), 2, (21,2)$	$(3,21-), 2, (2,21-)$	$(21,2), 21, -(21,2)$
$(3,3), 2, -(3,2)$	$(3,21), 2, -(2,3)$	$(2,3), 3, -(3,2)$
$(3,21), 2, -(3,2)$	$(3,21), 2, -(2,21)$	$(2,3), 21, -(3,2)$
$(21,21), 2, -(3,2)$	$(2,3), 2, -(3,21)$	$(2,3), 3, -(21,2)$
$(3,3), 2, -(21,2)$	$(2,21), 2, -(3,21)$	$(2,3), 21, -(21,2)$
$(3,21), 2, -(21,2)$	$(3,2), 3, (3,2-)$	$(2,21), 3, -(21,2)$
$(21,21), 2, -(21,2)$	$(3,2), 3, (21,2-)$	$(2,21), 21, -(21,2)$
$(3,3-), -2, (3,2)$	$(3,2), 21, (3,2-)$	$(21,2), 3, -(3,2)$
$(3,21-), -2, (3,2)$	$(21,2), 21, (21,2-)$	$(21,2), 21, -(3,2)$
$(21,21-), -2, (3,2)$	$(21,2), 3, (21,2-)$	$(2,21), 3, -(3,2)$
$(3,3-), -2, (21,2)$	$(21,2), 21, (21,2-)$	$(2,21), 21, -(3,2)$
$(3,21-), -2, (21,2)$	$(2,3), 3, (3,2-)$	$(3,2-), 3, (3,2-)$
$(21,21-), -2, (21,2)$	$(2,3), 21, (21,2-)$	$(3,2-), 21, (3,2-)$
	$(2,3), 21, (3,2-)$	$(3,2-), 3, (21,2-)$
	$(2,3), 3, (21,2-)$	$(3,2-), 21, (21,2-)$

ARBORESCENCES GENERALISEES Non-alternants à 13e

(21, 2-), 3, (21, 2-)	-(21, 2), $\textcircled{4}$, (2, 2)	(2, 2)1, $\textcircled{4}$, (2, 2-)
(21, 2-), 21, (21, 2-)	(3, 2-), $\textcircled{4}$, (2, 2-)	(2, 2)1, $\textcircled{4}$, -(2, 2)
(2, 3-), 3, (3, 2-)	(21, 2-), $\textcircled{4}$, (2, 2-)	(2, 2)1, 2, ($\textcircled{4}$, 2-)
(2, 3-), 21, (3, 2-)		(2, 2)1, 2, -($\textcircled{4}$, 2)
(2, 3-), 3, (21, 2-)	($\textcircled{4}$, 2)1, 2, (2, 2-)	(3, 2)2, 2, (2, 2-)
(2, 3-), 21, (21, 2-)	($\textcircled{4}$, 2)1, 2, -(2, 2)	(21, 2)2, 2(2, 2-)
(2, 21-), 3, (21, 2-)	(3, 3)1, 2, (2, 2-)	(2, 3)2, 2, (2, 2-)
(2, 21-), 21, (21, 2-)	(3, 21)1, 2, (2, 2-)	(2, 21)2, 2(2, 2-)
(3, 2-), -3, (3, 2)	(21, 21)1, 2, (2, 2-)	(3, 2)2, -2, (2, 2)
(3, 2-), -21, (3, 2)	(3, 3)1, 2, -(2, 2)	(2, 3)2, -2, (2, 2)
(3, 2-), -3, (21, 2)	(3, 21)1, 2, -(2, 2)	(2, 21)2, -2, (2, 2)
(3, 2-), -21, (21, 2)	(21, 21)1, 2, -(2, 2)	(3, 2)-2, 2, (2, 2)
(21, 2-), -3, (21, 2)	(3, 2)1, 3, (2, 2-)	(21, 2)-2, 2, (2, 2)
(21, 2-), -21, (21, 2)	(3, 2)1, 21, (2, 2-)	(2, 3)-2, 2, (2, 2)
(2, 3-), -3, (3, 2)	(21, 2)1, 3, (2, 2-)	(2, 21)-2, 2, (2, 2)
(2, 3-), -21, (3, 2)	(21, 2)1, 21, (2, 2-)	(3, 2-)-2, 2, (2, 2)
(2, 3-), -3, (21, 2)	(3, 2)1, 3, -(2, 2)	(21, 2)-2, 2, (2, 2)
(2, 3-), -21, (21, 2)	(3, 2)1, 21, -(2, 2)	(2, 3-)-2, 2, (2, 2)
(21, 2-), -21, (2, 21)	(21, 2)1, 3, -(2, 2)	(2, 21)-2, 2, (2, 2)
(2, 21-), -3, (21, 2)	(21, 2)1, 21, -(2, 2)	(3, 2)2, 2, -(2, 2)
(3, 2), -3, (21, 2-)	(3, 2)1, 2, (3, 2-)	(21, 2)2, 2, -(2, 2)
(3, 2), -21, (21, 2-)	(3, 2)1, 2, (21, 2-)	(2, 3)2, 2, -(2, 2)
(2, 3), -3, (21, 2-)	(21, 2)1, 2, (3, 2-)	(2, 21)2, 2, -(2, 2)
(2, 3), -21, (21, 2-)	(21, 2)1, 2, (21, 2-)	(3, 2)2, -2, (2, 2-)
(3, 2), $\textcircled{4}$, (2, 2-)	(3, 2)1, 2, -(3, 2)	(21, 2)2, -2, (2, 2-)
(21, 2), $\textcircled{4}$, (2, 2-)	(3, 2)1, 2, -(21, 2)	(2, 3)2, -2, (2, 2-)
(3, 2), - $\textcircled{4}$, (2, 2)	(21, 2)1, 2, -(3, 2)	(2, 21)2, -2, (2, 2-)
(21, 2), - $\textcircled{4}$, (2, 2)	(21, 2)1, 2, -(21, 2)	
(3, 2-), $\textcircled{4}$, (2, 2)	(2, 2)1, 3, (3, 2-)	
(21, 2-), $\textcircled{4}$, (2, 2)	(2, 2)1, 21, (3, 2-)	
(3, 2), $\textcircled{4}$, -(2, 2)	(2, 2)1, 3, (21, 2-)	
(21, 2), $\textcircled{4}$, -(2, 2)	(2, 2)1, 21, (21, 2-)	(3, 2-)-2, 2, (2, 2-)
(3, 2), - $\textcircled{4}$, (2, 2-)	(2, 2)1, 3, -(3, 2)	(21, 2-)-2, 2, (2, 2-)
(21, 2), - $\textcircled{4}$, (2, 2-)	(2, 2)1, 21, -(3, 2)	(2, 3-)-2, 2, (2, 2-)
(3, 2-), - $\textcircled{4}$, (2, 2)	(2, 2)1, 2, -(21, 2)	(2, 21)-2, 2, (2, 2-)
(21, 2-), - $\textcircled{4}$, (2, 2)	(2, 2)1, 3, -(21, 2)	
-(3, 2), $\textcircled{4}$, (2, 2)	(2, 2)1, 21, -(21, 2)	

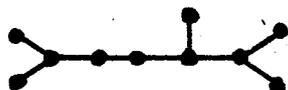
ARBORESCENTES GENERALISEES Non-alternants à 13c

(3,2)-2,2,(2,2-)	(2,2)2,21,(2,2-)	(2,2)2,-2,(3,2)
(21,2)-2,2,(2,2-)	(2,2)2,-3,(2,2)	(2,2)2,-2,(21,2-)
(2,3)-2,2,(2,2-)	(2,2)2,-21,(2,2)	(2,2)-2,2,(3,2)
(2,21)-2,2,(2,2-)	(2,2)-2,3,(2,2)	(2,2)-2,2,(21,2)
(3,2)-2,-2,(2,2)	(2,2)-2,21,(2,2)	(2,2)-2,2,(2,3)
(21,2)-2,-2,(2,2)	(2,2-)2,3,(2,2)	(2,2)-2,2,(2,21)
(2,3)-2,-2,(2,2)	(2,2-)2,21,(2,2)	(2,2-)2,2,(3,2)
(2,21)-2,-2,(2,2)	(2,2)2,3,-(2,2)	(2,2-)2,2,(21,2)
-(3,2)2,2,(2,2)	(2,2)2,21,-(2,2)	(2,2-)2,2,(2,3)
-(21,2)2,2,(2,2)	(2,2)2,-3,(2,2-)	(2,2-)2,2,(2,21)
-(2,3)2,2,(2,2)	(2,2)2,-21,(2,2-)	(2,2)2,2,-(3,2)
-(2,21)2,2,(2,2)	(2,2)-2,-3,(2,2)	(2,2)2,2,-(21,2)
-(3,2)2,2,(2,2)	(2,2)-2,-21,(2,2)	(2,2-)2,2,-(2,3)
-(21,2)2,2,(2,2)		(2,2)2,2,-(2,21)
-(2,3)2,2,(2,2)		(2,2)2,-2,(3,2-)
-(2,21)2,2,(2,2)	(2,2)-2,3,(2,2-)	(2,2)2,-2,(21,2-)
(3,2-)2,2,-(2,2)	(2,2)-2,21,(2,2-)	(2,2)2,-2,(2,3-)
(21,2-)2,2,-(2,2)	(2,2-)2,3,(2,2-)	(2,2)2,-2,(2,21-)
(2,3-)2,2,-(2,2)	(2,2-)2,21,(2,2-)	(2,2)-2,-2,(3,2)
(2,21-)2,2,-(2,2)	-(2,2)2,3,(2,2)	(2,2)-2,-2,(21,2)
(3,2-)2,-2,(2,2-)	-(2,2)2,21,(2,2)	(2,2)-2,-2,(2,3)
(21,2-)2,-2,(2,2-)	-(2,2)2,3,(2,2)	(2,2)-2,-2,(2,21)
	-(2,2)2,21,(2,2)	
	(2,2-)2,3,-(2,2)	
-(3,2)2,2,(2,2-)	(2,2-)2,21,-(2,2)	
-(21,2)2,2,(2,2-)		
-(2,3)2,2,(2,2-)		(2,2-)2,2,(3,2-)
-(2,21)2,2,(2,2-)	-(2,2)2,3,(2,2-)	(2,2-)2,2,(21,2-)
(3,2)-2,2,-(2,2)	-(2,2)2,21,(2,2-)	(2,2-)2,2,(2,3-)
(21,2)-2,2,-(2,2)	(2,2)-2,3,-(2,2)	(2,2-)2,2,(2,21-)
(2,3)-2,2,-(2,2)	(2,2)-2,21,-(2,2)	(2,2)-2,2,(3,2-)
(2,21)-2,2,-(2,2)	(2,2-)-2,3,(2,2)	(2,2)-2,2,(21,2-)
(3,2-)-2,2,(2,2)	(2,2-)-2,21,(2,2)	(2,2)-2,2,(2,3-)
(21,2-)-2,2,(2,2)	(2,2)2,2,(3,2-)	(2,2)-2,2,(2,21-)
(2,3-)-2,2,(2,2)	(2,2)2,2,(21,2-)	-(2,2)2,2,(3,2)
(2,21-)-2,2,(2,2)	(2,2)2,2,(2,3-)	-(2,2)2,2,(21,2)
(2,2)2,3,(2,2-)	(2,2)2,2,(2,21-)	-(2,2)2,2,(2,3)
		-(2,2)2,2,(2,21)

ARBORESCENCES GENERALISEES Non-alternants à 13c

$-(2,2)2,2,(3,2)$
 $-(2,2)2,2,(21,2)$
 $-(2,2)2,2,(2,3)$
 $-(2,2)2,2,(2,21)$
 $(2,2-)2,2,-(3,2)$
 $(2,2-)2,2,-(21,2)$
 $(2,2-)2,2,-(2,3)$
 $(2,2-)2,2,-(2,21)$

$(2,2-)3,2,-(2,2)$
 $(2,2)-3,2,-(2,2)$
 $(2,2-)-3,2,(2,2)$



$(3,2)11,2,(2,2-)$
 $(21,2)11,2,(2,2-)$
 $(3,2)11,2,-(2,2)$
 $(21,2)11,2,-(2,2)$
 $(2,2)11,3,(2,2-)$
 $(2,2)11,21,(2,2-)$
 $(2,2)11,3,-(2,2)$

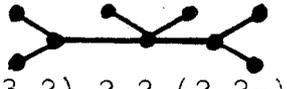


$(3,2,2),2,(2,2-)$
 $(21,2,2),2,(2,2-)$
 $(3,2,2),-2,(2,2)$
 $(21,2,2),-2,(2,2)$
 $(3,2,2-),2,(2,2)$
 $(21,2,2-),2,(2,2)$
 $(3,2,2),-2,(2,2-)$
 $(21,2,2),-2,(2,2-)$
 $(3,2,2),2,-(2,2)$
 $(21,2,2),2,-(2,2)$
 $(3,2,2-),-2,(2,2)$
 $(21,2,2-),-2,(2,2)$
 $(3,2,2--),2,(2,2)$
 $(21,2,2--),2,(2,2)$
 $(3,2,2-),2,(2,2-)$
 $(21,2,2-),2,(2,2-)$
 $(2,2),2,-(3,2,2)$
 $(2,2),2,-(21,2,2)$
 $(3,2,2--),-2,(2,2)$
 $(21,2,2--),-2,(2,2)$
 $(3,2,2--),2,(2,2-)$
 $(21,2,2--),2,(2,2-)$
 $(2,3,2),2,(2,2-)$
 $(2,21,2),2,(2,2-)$
 $(2,3,2),-2,(2,2)$
 $(2,21,2),-2,(2,2)$
 $(2,3,2-),2,(2,2)$
 $(2,21,2-),2,(2,2)$
 $(2,3,2),-2,(2,2-)$
 $(2,21,2),-2,(2,2-)$
 $(2,3,2),2,-(2,2)$
 $(2,21,2),2,-(2,2)$
 $(2,3,2-),-2,(2,2)$
 $(2,21,2-),-2,(2,2)$
 $(2,3,2--),2,(2,2)$
 $(2,21,2--),2,(2,2)$

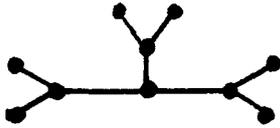
$-(2,2)2,2,(3,2-)$
 $-(2,2)2,2,(21,2-)$
 $-(2,2)2,2,(2,3-)$
 $-(2,2)2,2,(2,21-)$
 $(2,2)-2,2,-(3,2)$
 $(2,2)-2,2,-(21,2)$
 $(2,2)-2,2,-(2,3)$
 $(2,2)-2,2,-(2,21)$
 $(2,2-)-2,2,(3,2)$
 $(2,2-)-2,2,(21,2)$
 $(2,2-)-2,2,(2,3)$
 $(2,2-)-2,2,(2,21)$
 $(2,2)3,2,(2,2-)$
 $(2,2)3,-2,(2,2)$
 $(2,2)-3,2,(2,2)$
 $(2,2-)3,2,(2,2)$
 $(2,2)3,2,-(2,2)$
 $(2,2)3,-2,(2,2-)$
 $(2,2)-3,2,(2,2-)$
 $(2,2-)3,2,(2,2-)$
 $(2,2)-3,-2,(2,2)$
 $(2,2-)3,-2,(2,2)$
 $-(2,2)3,2,(2,2)$
 $-(2,2)3,2,(2,2-)$
 $-(2,2)3,2,(2,2)$

$(2,2)11,21,-(2,2)$
 $(2,2)11,2,(3,2-)$
 $(2,2)11,2,(21,2-)$
 $(2,2)11,2,-(3,2)$
 $(2,2)11,2,-(21,2)$
 $(2,2)11,2,(2,3-)$
 $(2,2)11,2,(2,21-)$
 $(2,2)11,2,-(2,3)$
 $(2,2)11,2,-(2,21)$
 $(2,2)21,2,(2,2-)$
 $(2,2)21,2,-(2,2)$
 $(2,2)111,2,(2,2-)$
 $(2,2)111,2,-(2,2)$
 $(2,2)12,2,(2,2-)$
 $(2,2)12,2,-(2,2)$
 $(2,2)12,-2,(2,2)$
 $(2,2)12,-2,(2,2-)$
 $(2,2)12,-2,-(2,2)$
 $(2,2-)2,2,1(2,2)$
 $(2,2-)-2,2,1(2,2)$
 $-(2,2)2,2,1(2,2)$
 $-(2,2)2,2,1(2,2)$

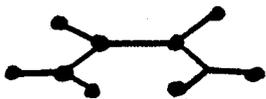
ARBORESCENCES GENERALISEES Non-alternants à 13c

(2,3,2-), 2, (2,2-)	(2,2,2), 2, -(3,2)	(21,2), 2, -2, (2,2-)
(2,21,2-), 2, (2,2-)	(2,2,2), 2, -(21,2)	(3,2-), 2, -2, (2,2)
(2,2), 2, -(2,3,2)	(2,2,2), -2, (3,2-)	(21,2-), 2, -2, (2,2)
(2,2), 2, -(2,21,2)	(2,2,2), -2, (21,2-)	(3,2-), 2, 2, (2,2-)
(2,3,2--), 2, (2,2-)	(2,2,2-), 2, (3,2-)	(21,2-), 2, 2, (2,2-)
(2,21,2--), 2, (2,2-)	(2,2,2-), 2, (21,2-)	(3,2), -2, -2, (2,2)
(2,3,2--), -2, (2,2)	(2,2,2-), -2, (3,2)	(21,2), -2, -2, (2,2)
(2,21,2--), -2, (2,2)	(2,2,2-), -2, (21,2)	(3,2-), -2, 2, (2,2-)
(2,2,2), 3, (2,2-)	(2,2,2--), 2, (3,2)	(21,2-), -2, 2, (2,2-)
(2,2,2), 21, (2,2-)	(2,2,2--), 2, (21,2)	-(3,2), 2, -2, (2,2)
(2,2,2), -3, (2,2)	(3,2), 2, -(2,2,2)	-(21,2), 2, -2, (2,2)
(2,2,2), -21, (2,2)	(21,2), 2, -(2,2,2)	(2,2-), 3, 2, (2,2)
(2,2,2-), 3, (2,2)	(2,2,2--), -2, (3,2)	(2,2-), 21, 2, (2,2)
(2,2,2-), 21, (2,2)	(2,2,2--), -2, (21,2)	(2,2), 3, 2, (2,2-)
(2,2,2), 3, -(2,2)	(2,2,2--), 2, (3,2-)	(2,2), 21, 2, (2,2-)
(2,2,2), 21, -(2,2)	(2,2,2--), 2, (21,2-)	(2,2-), 3-, 2, (2,2-)
(2,2,2), -3, (2,2-)		(2,2), 3, 2-, (2,2)
(2,2,2), -21, (2,2-)	(2,2,2) 1, 2, (2,2-)	(2,2), 21, 2-, (2,2)
(2,2,2-), -3, (2,2)	(2,2,2) 1, 2, -(2,2)	(2,2), 3, 2, -(2,2)
(2,2,2-), -21, (2,2)		(2,2), 21, 2, -(2,2)
(2,2,2-), 3, (2,2-)	(2,2,2-), 2, 1(2,2)	-(2,2), 3, 2, (2,2)
(2,2,2-), 21, (2,2-)	(2,2,2--), 2, 1(2,2)	-(2,2), 21 , 2, (2,2)
(2,2,2--), 3, (2,2-)	(2,2) 1, 2, -(2,2,2)	(2,2), -3, -2, (2,2)
(2,2,2--), 21, (2,2-)		(2,2), -21, -2, (2,2)
(2,2,2--), 3, (2,2)	(3,2), 2, 2, (2,2-)	(2,2-), 3-, 2, (2,2)
(2,2,2--), 21, (2,2)	(21,2), 2, 2(2,2-)	(2,2-), 21-, 2, (2,2)
(2,2), 3, -(2,2,2)	(3,2), 2, -2, (2,2)	(2,2), 3, 2-, (2,2-)
(2,2), 21, -(2,2,2)	(21,2), 2, -2, (2,2)	(2,2), 21, 2-, (2,2-)
(2,2,2--), -3, (2,2)	(3,2-), 2, 2, (2,2)	(2,2-), 3, 2, (2,2-)
(2,2,2--), -21, (2,2)	(21,2-), 2, 2, (2,2)	(2,2-), 21, 2, (2,2-)
(2,2,2), 2, (3,2-)	-(3,2), 2, 2, (2,2)	-(2,2), 3-, 2, (2,2)
(2,2,2), 2, (21,2-)	-(21,2), 2, 2, (2,2)	-(2,2), 21-, 2, (2,2)
(2,2,2), -2, (3,2)	(3,2), 2, 2-(2,2)	(2,2), 21-, 2, -(2,2)
(2,2,2), -2, (21,2)	(21,2), 2, 2, -(2,2)	(2,2), 3-, 2, -(2,2)
(2,2,2-), 2, (3,2)	(3,2), 2, 2, -(2,2)	
(2,2,2-), 2, (21,2)	(21,2), 2, 2, -(2,2)	
	(3,2), 2, -2, (2,2-)	

ARBORESCENTS GENERALISES NON-ALTERNANTS à 13c



$(3,3), (2,2), (2,2-)$	$((3,2), 2)((2,2-), -2)$	$((2,21), -2)((2,2), -2)$
$(21,2), (2,2), (2,2-)$	$((21,2), 2)((2,2-), -2)$	$((2,3-), 2)((2,2-), 2)$
$(3,2-), (2,2), (2,2)$	$((3,2), -2)((2,2-), 2)$	$((2,21-), 2)((2,2-), 2)$
$(21,2-), (2,2), (2,2)$	$((21,2), -2)((2,2-), 2)$	$((2,3-), 2)((2,2), -2)$
$(3,2), (2,2), -(2,2)$	$((3,2), 2)(-(2,2), 2)$	$((2,21-), 2)((2,2), -2)$
$(21,2), (2,2), -(2,2)$	$((21,2), 2)(-(2,2), 2)$	$(-(2,3), 2)((2,2-), 2)$
$(3,2), (2,2-), (2,2)$	$((3,2), -2)((2,2), -2)$	$(-(2,21), 2)((2,2-), 2)$
$(21,2), (2,2-), (2,2)$	$((21,2), -2)((2,2), -2)$	$((2,3-), 2)(-(2,2), 2)$
$(3,2), -(2,2), (2,2)$	$((3,2-), 2)((2,2-), 2)$	$((2,21-), 2)(-(2,2), 2)$
$(3,2), -(2,2), (2,2)$	$((21,2-), 2)((2,2-), 2)$	$(-(2,21), 2)((2,2), -2)$
$-(3,2), (2,2), (2,2)$	$((3,2-), 2)((2,2), -2)$	$(-(2,3), 2)((2,2), -2)$
$-(21,2), (2,2), (2,2)$	$((21,2-), 2)((2,2), -2)$	$((2,3), 2)-((2,2), 2)$
$(3,2-), (2,2-), (2,2)$	$(-(3,2), 2)((2,2-), 2)$	$((2,21), 2)-((2,2), 2)$
$(21,2-), (2,2-), (2,2)$	$(-(21,2), 2)((2,2-), 2)$	$((2,2), 3)((2,2), 2-)$
$(3,2-), (2,2), (2,2-)$	$((3,2-), 2)(-(2,2), 2)$	$((2,2), 21)((2,2), 2-)$
$(21,2-), (2,2), (2,2-)$	$((21,2-), 2)(-(2,2), 2)$	$((2,2), 3)((2,2-), 2)$
$(3,2), (2,2-), (2,2-)$	$(-(3,2), 2)((2,2), -2)$	$((2,2), 21)((2,2-), 2)$
$(21,2), (2,2-), (2,2-)$	$(-(21,2), 2)((2,2), -2)$	$((2,2), 3-)((2,2), 2)$
$-(3,2), (2,2-), (2,2)$	$((3,2), 2)-((2,2), 2)$	$((2,2), 21-)((2,2), 2)$
$-(21,2), (2,2-), (2,2)$	$((21,2), 2)-((2,2), 2)$	$((2,2-), 3)((2,2), 2)$
$-(3,2), (2,2), (2,2-)$	$((2,3), 2)((2,2), 2-)$	$((2,2-), 21)((2,2), 2)$
$-(21,2), (2,2), (2,2-)$	$((2,21), 2)((2,2), 2-)$	$((2,2), 3)((2,2-), -2)$
$(3,2-)(2,2-)(2,2-)$	$((2,3), 2)((2,2-), 2)$	$((2,2), 21)((2,2-), -2)$
$(3,2-), -(2,2), (2,2)$	$((2,21), 2)((2,2-), 2)$	$((2,2), 3)-(2,2), 2)$
$(3,2-), (2,2), -(2,2)$	$((2,3), 2-)((2,2), 2)$	$((2,2), 21)(-(2,2), 2)$

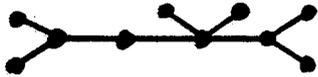


$((3,2), 2)((2,2), 2-)$	$((2,21), 2-)((2,2), 2)$	$((2,2), -3)((2,2), -2)$
$((21,2), 2)((2,2), 2-)$	$((2,3-), 2)((2,2), 2)$	$((2,2), -21)((2,2), -2)$
$((3,2), 2)((2,2-), 2)$	$((2,21-), 2)((2,2), 2)$	$((2,2), -3)((2,2-), 2)$
$((21,2), 2)((2,2-), 2)$	$((2,3), 2)((2,2-), -2)$	$((2,2), -21)((2,2-), 2)$
$((3,2), 2-)((2,2), 2)$	$((2,21), 2)((2,2-), -2)$	$((2,2-), 3)((2,2-), 2)$
$((21,2), 2-)((2,2), 2)$	$((2,3), 2)(-(2,2), 2)$	$((2,2-), 21)((2,2-), 2)$
$((3,2-), 2)((2,2), 2)$	$((2,21), 2)-(2,2), 2)$	$((2,2-), 3)((2,2), -2)$
$((21,2-), 2)((2,2), 2)$	$((2,3), -2)((2,2-), 2)$	$((2,2-), 21)((2,2), -2)$
$((3,2-), 2)((2,2), 2)$	$((2,21), -2)((2,2-), 2)$	$(-(2,2), 3)((2,2), -2)$
$((21,2-), 2)((2,2), 2)$	$((2,3), -2)((2,2), -2)$	$(-(2,2), 21)((2,2), -2)$

ARBORESCENTS GENERALISES NON-ALTERNANTS a 13c

- $(-(2,2),3)((2,2-),2)$
- $(-(2,2),21)((2,2-),2)$
- $((2,2-),3)(-(2,2),2)$
- $((2,2-),21)(-(2,2),2)$
- $((2,2),3)-((2,2),2)$
- $((2,2),21)-((2,2),2)$

- $(2,2-)2,2,1(2,2)$
- $(2,2)-2,2,1(2,2)$
- $-(2,2)2,2,1(2,2)$



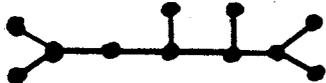
- $(2,2)1,2,2,(2,2-)$
- $(2,2)1,2,2,-(2,2)$



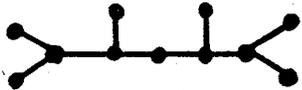
- $(2,2)1,2,(2,2-),2$
- $(2,2)1,2,-(2,2),2$



- $(2,2)1,(2,2),(2,2-)$
- $(2,2)1,(2,2),-(2,2)$
- $(2,2)1,(2,2-),(2,2-)$
- $-(2,2)1,(2,2),(2,2)$
- $(2,2)1,(2,2-),-(2,2)$



- $((2,2)1,2)((2,2),-2)$
- $((2,2)1,2)((2,2-),2)$
- $((2,2)1,2)-((2,2),2)$
- $((2,2)1,2)((2,2-),-2)$
- $((2,2)1,2)-((2,2),2)$



- $((2,2),2)1((2,2-),2)$
- $((2,2),2)1(-(2,2),2)$
- $((2,2-),2)1((2,2-),2)$
- $((2,2-),2)1(-(2,2),2)$
- $(-(2,2),2)1(-(2,2),2)$

ADDITIONS

ENLACEMENTS POLYÉDRIQUES

ALTERNANTS à 11c.

ENLACEMENTS 11C

4:2:2					
31:2:2					
22:2:20					
220:2:2					
4:20:20					
31:20:20					
40:2:20					
310:2:20					
220:20:20					
3:3:2					

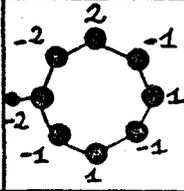
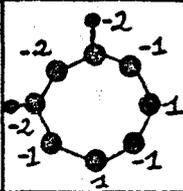
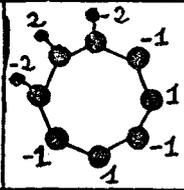
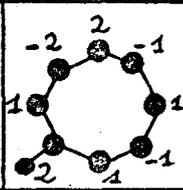
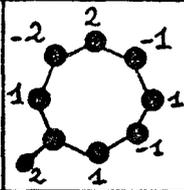
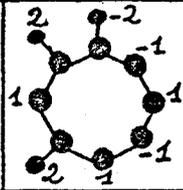
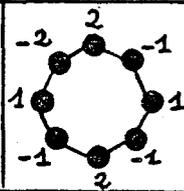
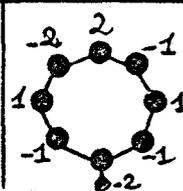
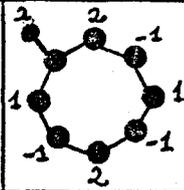
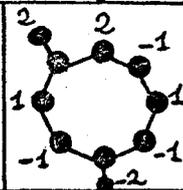
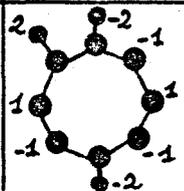
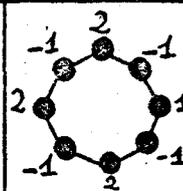
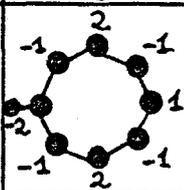
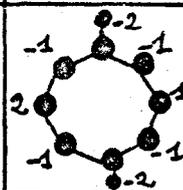
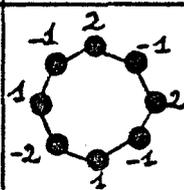
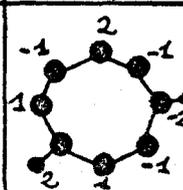
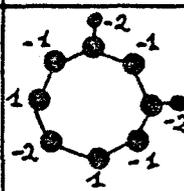
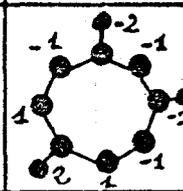
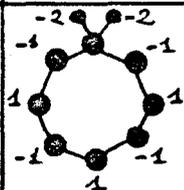
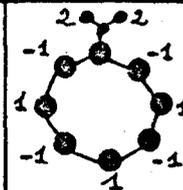
21:21:2					
3:3:20					
3:30:2					
3:30:20					
21:210:20					
30:30:2					
210:210:2					
30:30:20					
3.2.2.2					
21.2.2.20					

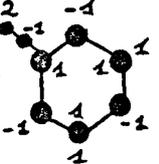
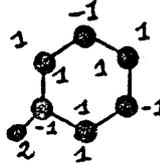
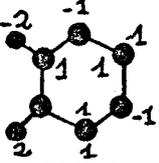
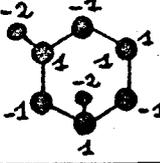
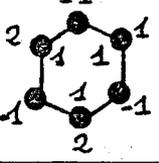
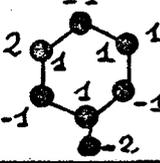
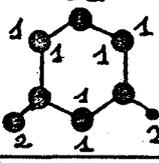
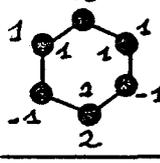
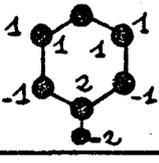
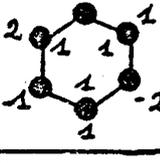
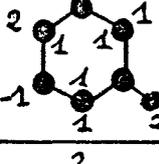
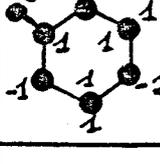
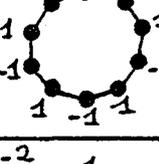
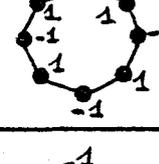
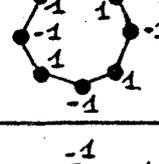
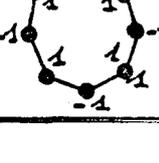
30.2.2.2					
21.2.20.2					
21.20.2.2					
3.2.20.20					
3.20.2.20					
30.2.20.20					
30.20.2.20					
21.2.20.20					
21.20.2.20					
210.2.20.20					

2.10.20.2.20					
2.3.2.2					
2.21.2.20					
2.3.20.2					
20.21.2.2					
20.3.2.20					
20.21.20.20					
20.3.20.20					
20.21.20.20					
2.2.2.2.2					

$2.2.2.20.2$					
$20.2.2.2.20$					
$(2,2):2:2$					
$(2,2):20:20$					
$(2,2):2:20$					
$(2,2)0:2:20$					
$(2,2)0:2:2$					
$(2,2)0:20:20$					

8^*4			8^*31		
8^*220			$8^*3.2$		
$8^*21.2$			$8^*30.2$		
$8^*210.2$			$8^*210.20$		
$8^*3:2$			$8^*30:2$		
$8^*21:20$			$8^*3::2$		
$8^*30::2$			$8^*21::20$		
$8^*3:::2$			$8^*21:::2$		
$8^*30:::2$			$8^*210:::2$		
$8^*210:::20$			$8^*2.2.2$		

$8^*_{2.2.20}$			$8^*_{20.2.20}$		
$8^*_{20.20.20}$			$8^*_{2.2:2}$		
$8^*_{2.2:20}$			$8^*_{20.20:2}$		
$8^*_{2.2::2}$			$8^*_{2.2::20}$		
$8^*_{2.20:2}$			$8^*_{2.20::20}$		
$8^*_{20.20:20}$			$8^*_{2:2:2}$		
$8^*_{2:20:2}$			$8^*_{20:2:20}$		
$8^*_{2::2::2}$			$8^*_{2::20::20}$		
$8^*_{20::2::20}$			$8^*_{20:20:20}$		
$8^*_{(2,2)}$			$8^*_{(2,2)\square}$		

9^*_{210}			$9^*_{.210}$		
$9^*_{20.20}$			$9^*_{20:20}$		
$9^*_{2::2}$			$9^*_{2::20}$		
$9^*_{.20:20}$			$9^*_{:2.2}$		
$9^*_{:2.20}$			$9^*_{2::2}$		
$9^*_{2::20}$			$9^*_{20::2}$		
10^*_2					
10^{**}_2					
$10^{**}_{.20}$					
11^*_B					

RATIONNALISATION D'UN ENLACEMENT

1- Introduction

J'ai déjà préconisé que l'on pouvait trouver des instructions standards réduites en utilisant la compression des branches rationnelles d'un arborescent. (p/q de la Branche).

Les opérations de plombage se traduisant directement en opérations sur les fractions continues. (C4)

Si a et b sont des tangles de fractions p/q et r/s alors :

$$1^{\circ}) a + b \rightarrow p/q + r/s = ps + qr/qs$$

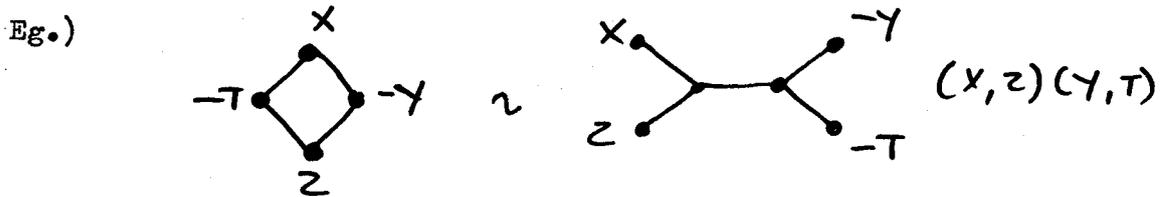
$$2^{\circ}) a \times b = a \circ b \rightarrow (p/q)^{-1} + r/s = qs + pr/ps$$

Remarque

Les p/q qui interviennent sont algébriques pour être compatibles avec les règles de chirurgie.

2- Equivalence cycle-arbre

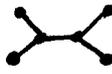
Nous savons qu'un cycle de 4 poids traduit une arborescence.



Cette équivalence fondamentale va donc nous permettre de servir notre cause, en associant cycle et arbre de façon canonique, mais cette fois en acceptant des coefficients p/q .

3 - Fraction d'un arbre

Le procédé de réduction par chirurgie des branches peut être continué, jusqu'à ce que l'instruction soit réduite au maximum.

Ainsi, nous pouvons associer à l'arbre  une fraction rationnelle, bien évidemment cette fraction est moins sélective que l'arbre standard (même réduit), car elle est définie modulo la position des branches par rapport à un centre de compression locale.

Remarque

Dans le cas d'un arbre généralisé, chaque sommet d'étoile peut donner lieu à un calcul de fraction.

Problème

Quelles sont les relations entre les fractions ainsi obtenues ?

Note

Maintenant dans le cadre des tabulations, nous pouvons ne conserver qu'une seule fraction si nous calculons celle-ci par rapport au centre de la notation de Conway.

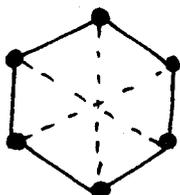
← Remarque

Par contre, il semble que le cas des arbres ayant une "présentation linéaire" soit intéressant en projetant les branches sur la plus longue branche (support de la notation).

Maintenant moyennant ces considérations nous pouvons associer un certain nombre de fractions à une projection de type polyédrique, il suffit de ramener tout cycle $2p^*$ à un cycle de quatre poids puis d'utiliser l'équivalence fondamentale.

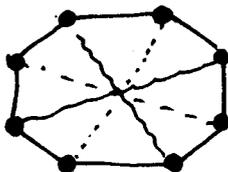
Dans le cas des $2 p^*$ nous pouvons réduire le nombre de poids modulo deux pour conserver une côte standard. Dans ce cas le nombre de fractions sera en rapport direct avec les propriétés de symétries du polyédre. Ainsi, nous pouvons tenter de différencier les $2p^*$ à l'aide d'une collection de fractions.

Eg.) 6^*



Les sommets peuvent être associés deux à deux, donc il suffit de 3 fractions pour caractériser un 6^* type.

8^*



Les sommets sont associés par quatre donc ici deux fractions.

Remarque

Le nombre de fractions sera croissant (assez rapidement)

$$10^* = 2 \times 5 \quad 12^* = 2 \times 3 \quad \text{etc...}$$

Problème

Dans le cas, où cette collection serait un invariant sérieux quelle est sa sélectivité ?

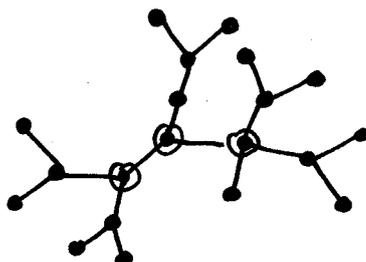
Regarder en ce sens la duplication de PERKO AMS 74.

$$10_{161} \sim 10_{162} \quad (\text{Rolfsen})$$

5- Déterminant arborescent

Dans le cas d'un arborescent généralisé, existe-t-il un "détérminant" pour chacun des sommets d'étoiles ; la classe obtenue généralise-t-elle le cas rationnel.

Eg.)



Question

Le nombre de fractions est-il fonction du nombre de chemins de longueur égale ?

6-Philosophie

Nous avons vu que ces fractions sont directement liées aux instructions de chirurgie standard, donc en conséquence cet "invariant" ne sera guère plus sélectif que notre classe de modèle Is. Par contre, il semble directement lié au problème de définir une classe d'instructions standards réduites.

Remarque

Il est évident, que cette tentative de rationalisation d'un enlacement s'inscrit en continuité de la caractérisation des rationnels par les p/q et qu'en conséquence il existera probablement des équivalences du même genre sur les fractions obtenues.

Problème '

Etudier les relations entre fractions et projections différentes d'un même enlacement.

Problème ''

Déterminer un ensemble de fractions calculables à partir de la notation pour tenter de différencier les $2p^*$ entre eux.

§3. GENERALISATION ET PROBLEMES

1. INTRODUCTION

Le procédé défini dans le chapitre 1, permet dans le cas général de décomposer un élément non premier en facteurs "primaires" et de lui associer une notation.

Cette décomposition peut avoir plusieurs présentations différentes, la position globale des facteurs n'étant définie qu'à isotopie près.

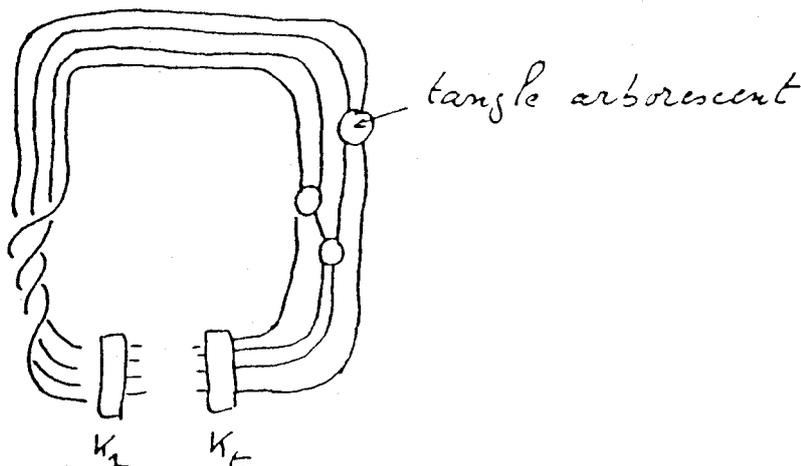
La conception générale proposée a pour conséquence immédiate qu'aucun Noeud jusqu'à 11 croisements n'a de compagnon non-trivial.

Nous n'avons pratiquement trouvé jusqu'à ce stade dans les tabulations actuelles que des Arborescents et des Polyédriques, (π -hyperboliques) et quelques composés.

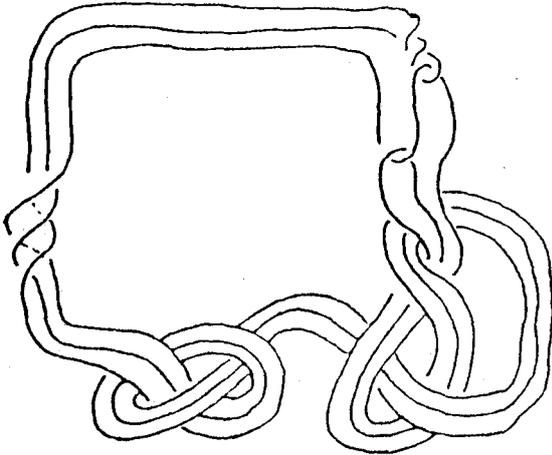
2. CONSTRUCTION

Revenons à la structure générale, nous pouvons la considérer construite sur des "composants" de la forme

E, g)



EXEMPLE

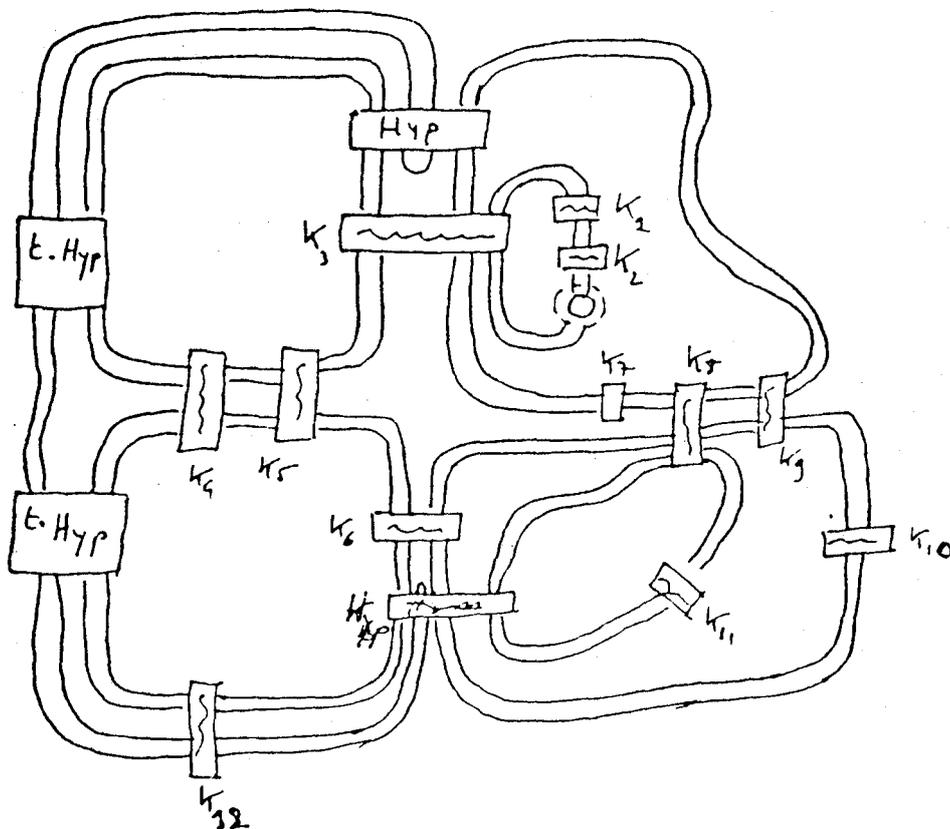


Dans Conway on a $t = 0$ ce qui laisse apparaître que tous les Noeuds et Enlacements en dessous de 11 croisements ne représentent que les facteurs simples d'une structure beaucoup plus générale.

Le Noeud ci-dessus a 75 croisements, et pourtant par sa structure est très abordable "en tant qu'individu".

Ceci nous amène à considérer la structure citée dans la préface, et à tenter de donner un algorithme qui permette d'y arriver à partir de n'importe quel diagramme, elle apparaît comme obtenue par réunion d'éléments du type ci-avant.

E,g) (cas général)



3- ALGORITHME DE RECHERCHE : ("analyse structurée")

- 1°) Compagnon
- 2°) Arborescence
- 3°) Tangle Hyperbolique

PRECAUTION

Les parties hyperboliques n'ont de sens que si l'on applique le procédé et qu'elles sont irréductibles pour l'arborescence, Les tangles arborescents figurant dans leurs "ballons" bénéficient évidemment du programme de réduction et des équivalences arborescentes.

En conséquence, il ne faut pas arriver trop rapidement à une structure de type atomique (Polyèdre), ceci pouvant avoir comme effet de faire perdre un certain nombre d'informations utiles.

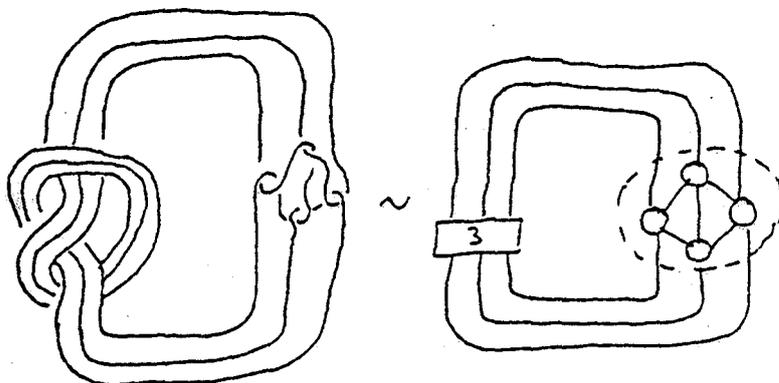
CONSTRUCTION

Sur le plan de la construction, on peut prendre comme squelette de base un g-bretzel sur lequel on opère un certain nombre de "chirurgies" sur des courbes caractéristiques intérieures pour "braids" et compagnons ; extérieures pour tangles arborescents et hyperboliques. (VOIR KOLFSEN)

REMARQUE

Les tangles hyperboliques représentent une notion plus fine que celle de polyèdre (qui en apparaît comme un cas particulier).

E,g)



Premier exemple de tangle hyperbolique à 4 ballons irréductibles (qui n'est pas un polyèdre) que l'on rencontre dans l'analyse structurée.

REMARQUE

La classification de tels éléments pourrait avoir pour conséquences, des classifications nouvelles, telles peut-être celles des variétés de MAZUR.

Schéma caractéristique

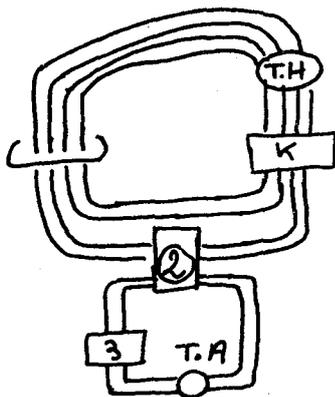
1- Introduction

Dans un contexte général , il sera vraisemblablement impossible de pouvoir écrire une classification élément par élément, pourtant le bénéfice d'un modèle serait important pour la connaissance des diagrammes possibles d'un élément, et pour l'étude de ses propriétés .

Nous pouvons remarquer immédiatement que la recherche d'un modèle (squelette) correspond à la recherche d'une décomposition de l'élément en parties toriques (bandes ayant au besoin un bord multiple) .

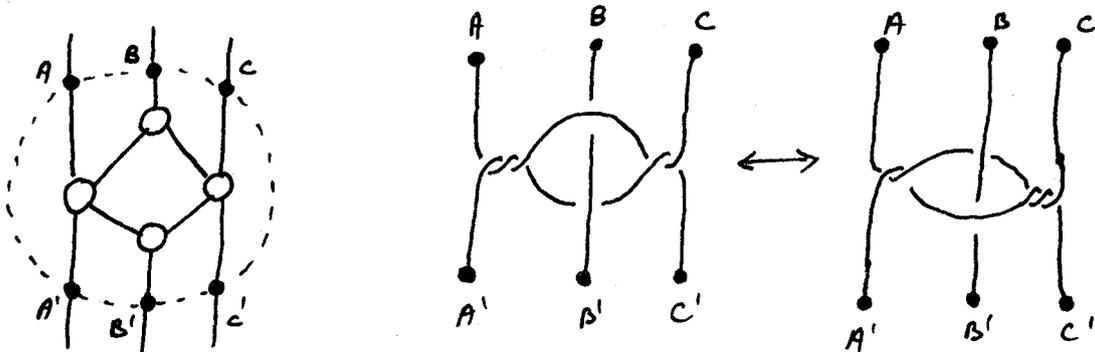
En conséquence, le premier pas consiste a rechercher pour un élément donné , une décomposition sur un g-bretzel à partir de son schéma caractéristique .

Exemple



Dans cet exemple, nous savons modéliser les éléments rapportés sur la structure sous-jacente en g-bretzel. Seul nous intéresse le fait qu'aucun brin ne puisse être libéré par une isotopie locale ; celles-ci ne peuvent se produire que dans les tangles hyperboliques .

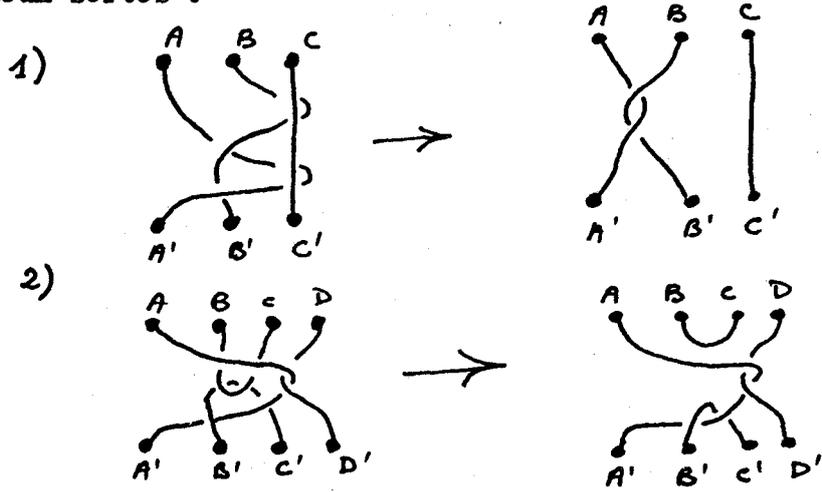
En conséquence , il est nécessaire qu'une classification des tangles hyperboliques soit faite , modulo les équivalences qui ne modifient pas les points d'intersection (cf exemple); c'est à dire que le tangle peut changer de forme , mais ses attaches doivent rester fixes .



Remarque

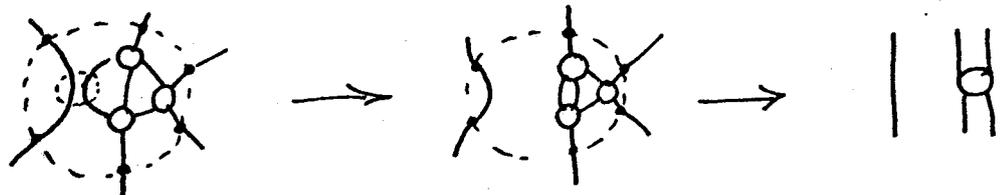
Ceci entraîne , un regain d'intérêt pour la théorie des "braids" , car dans la présentation générale , notre tangle hyperbolique se présente comme un braid ; c'est à dire un certain nombre de chemins enlacés ou non reliant deux n-tuplets de points $[*]$, $[**]$.

Dans le cas qui nous intéresse les phénomènes proscrits sont de deux sortes :



Remarque

Si nous admettons une présentation circulaire , alors ces deux phénomènes gênants relèvent de la même catégorie de transformations



Il reste à effectuer une classification des tangles hyperboliques , c'est à dire à munir l'ensemble des tangles hyperboliques à $2n$ brins H_{2n} d'une relation d'équivalence :

" Deux tangles hyperboliques à $2n$ brins sont équivalents ssi une suite d'isotopies permet de passer de l'un à l'autre " .

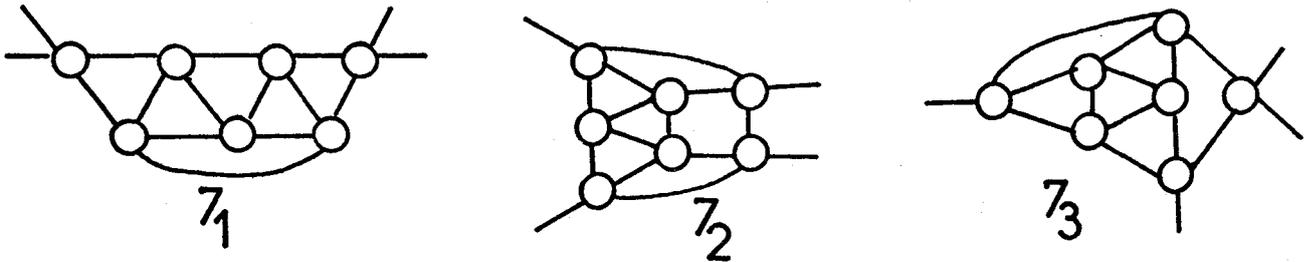
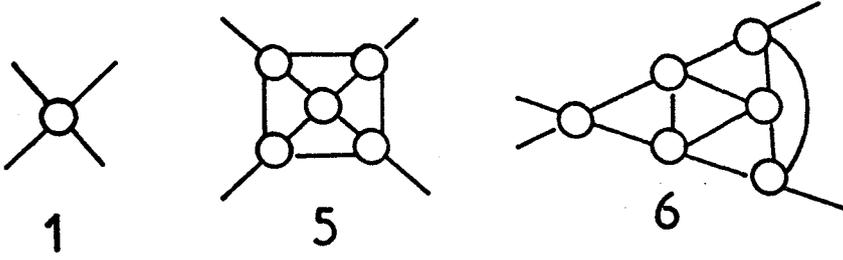
Dans un premier temps , il faut construire tous les schémas de base , en les classant par rapport au nombre de brins et à leur nombre de bulles ; (j'ai assimilé  et ) .

* BIRMAN. Ann. Studies n° 82

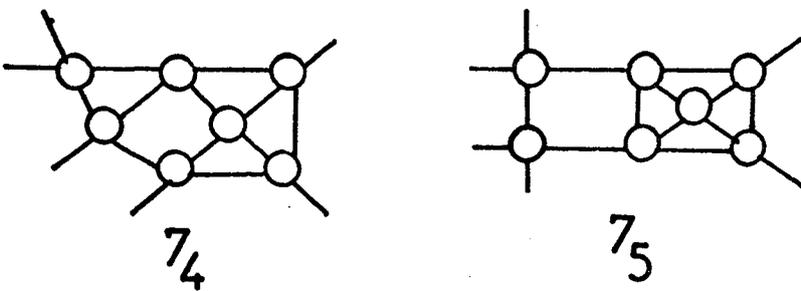
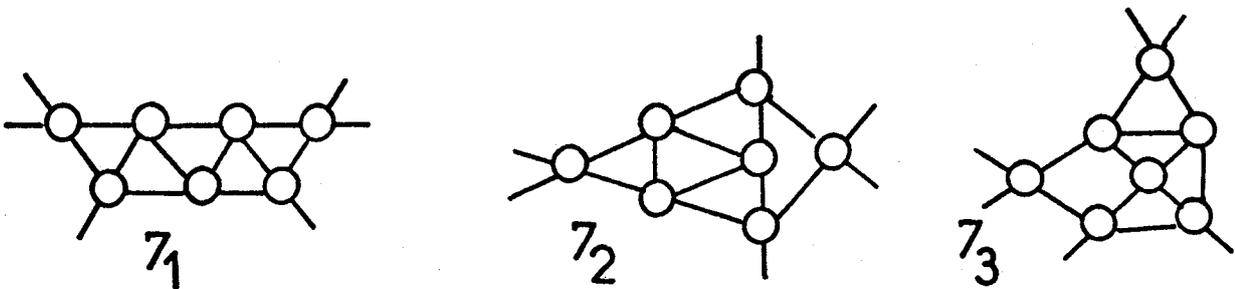
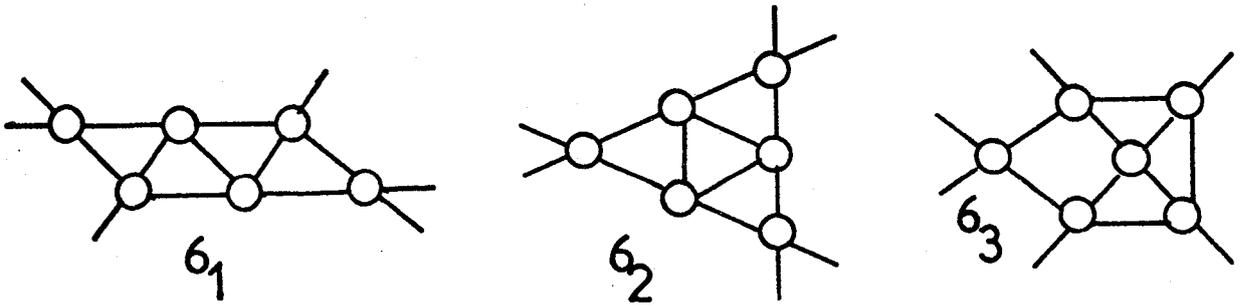
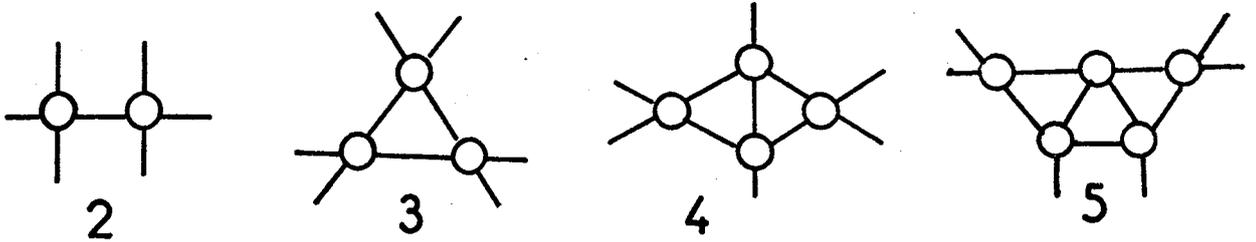
** MONTESINOS (NOTES)

2-TANGLES HYPERBOLIQUES

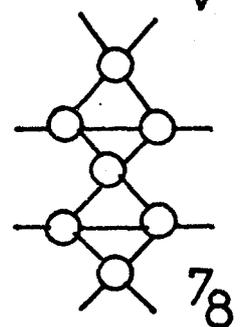
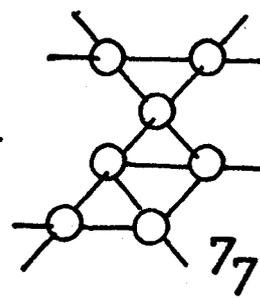
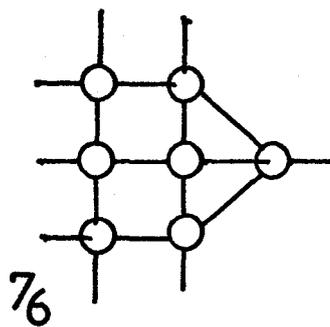
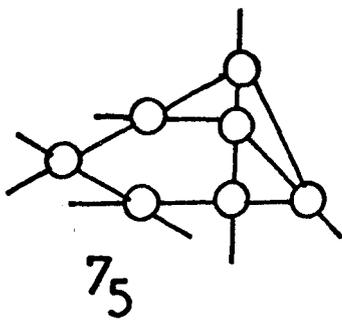
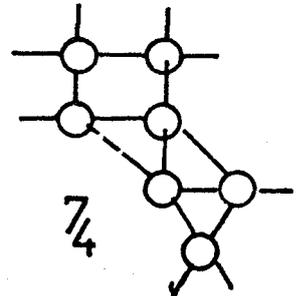
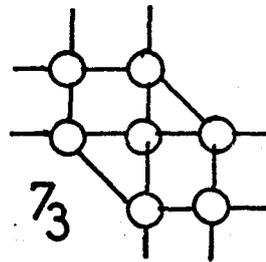
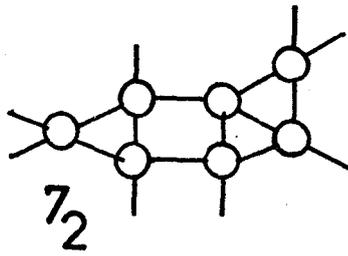
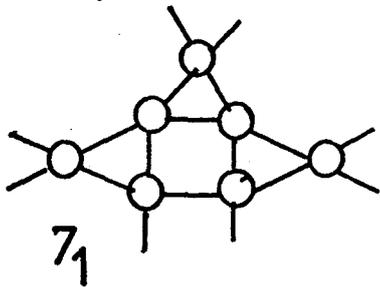
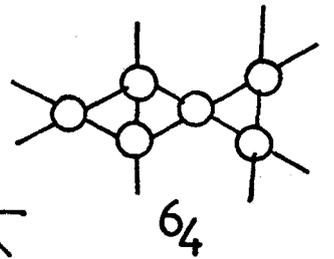
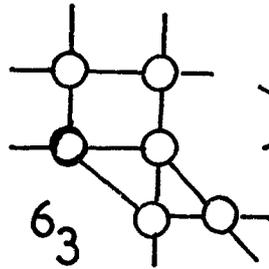
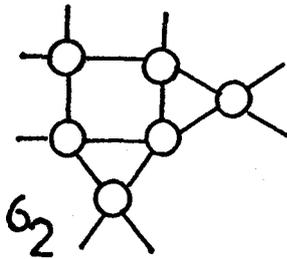
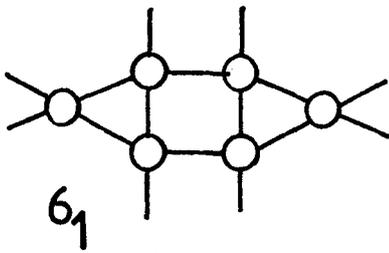
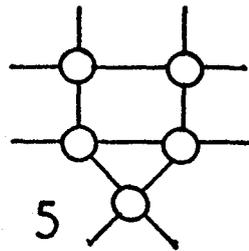
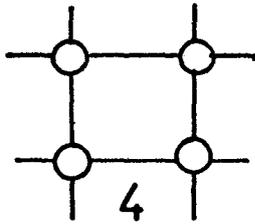
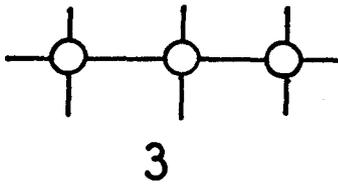
4b



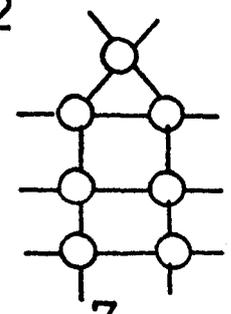
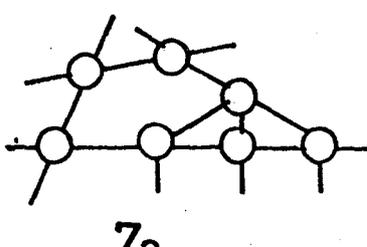
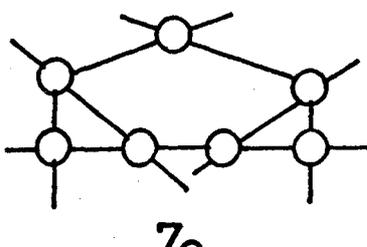
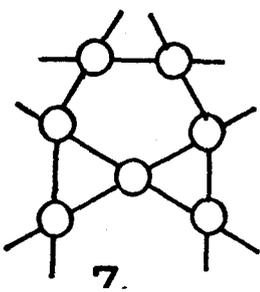
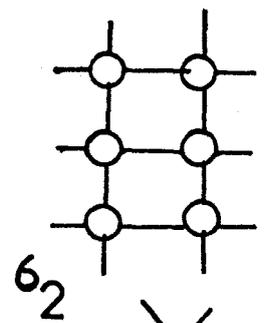
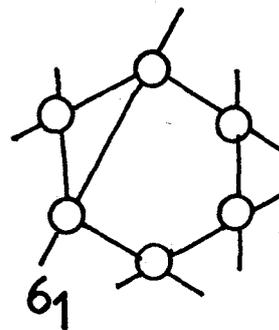
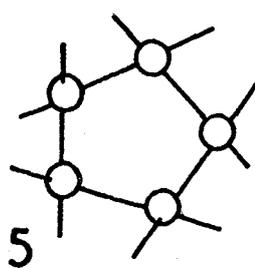
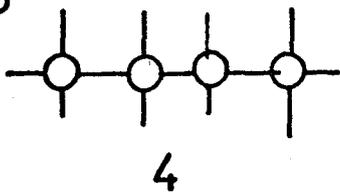
6b

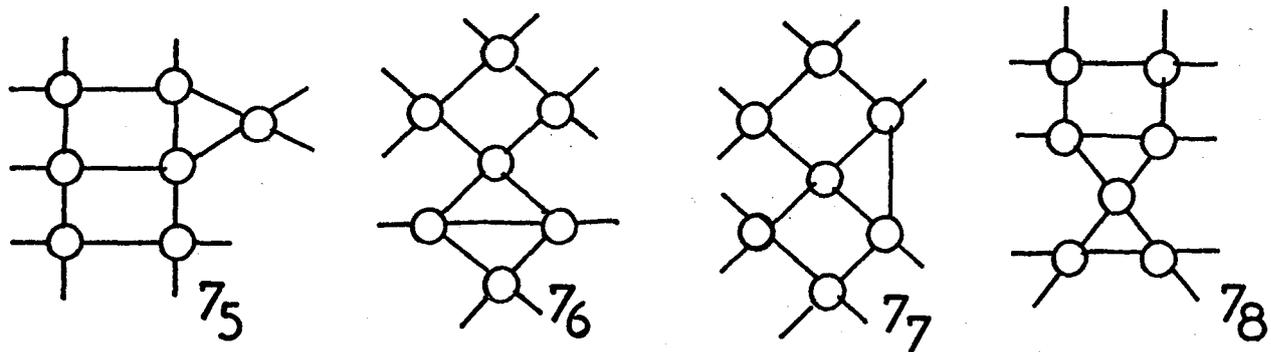


8b

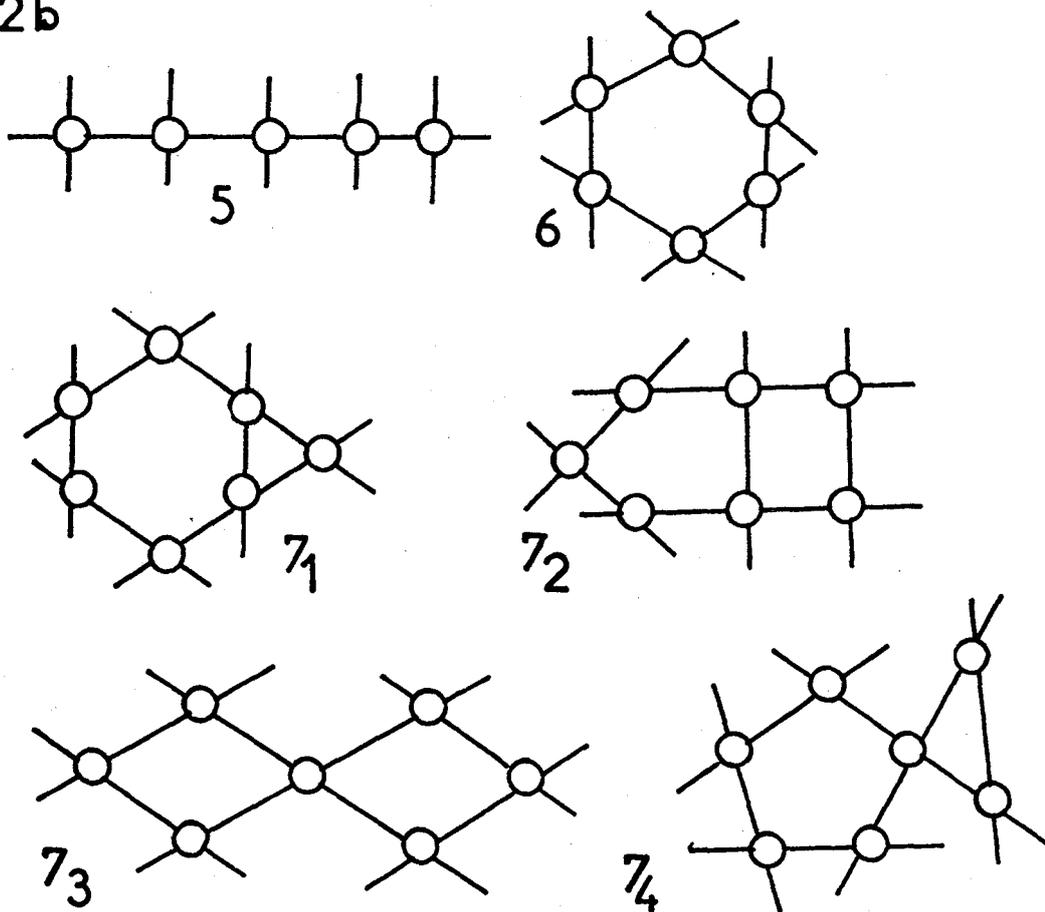


10b

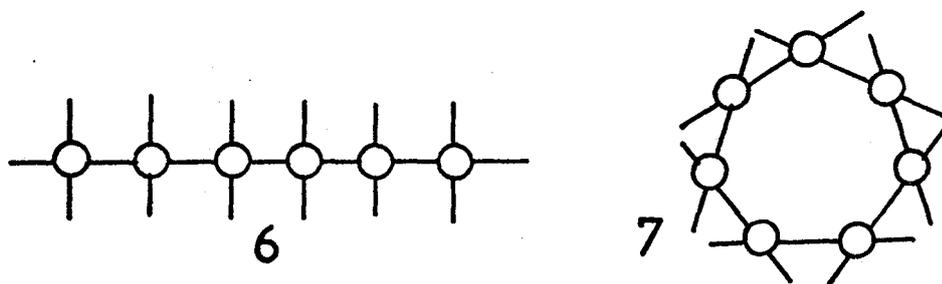




12b



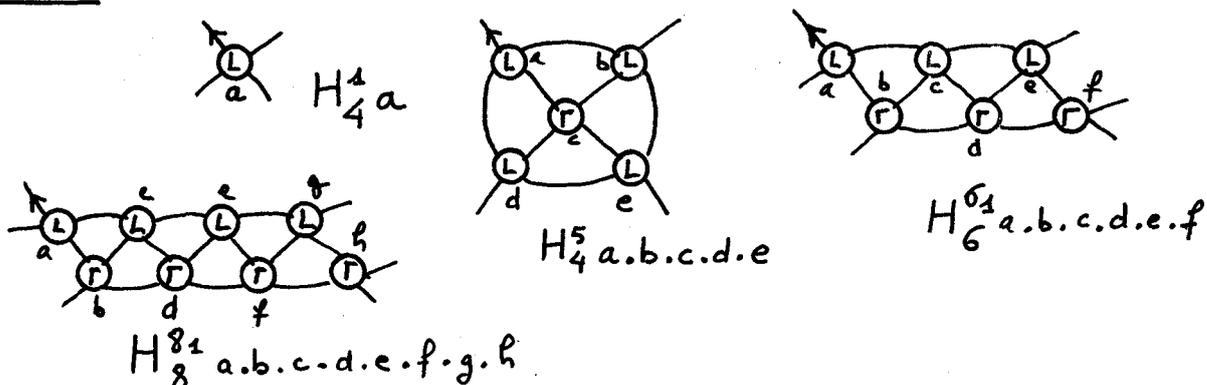
14b



Notation

Une fois effectué cette recherche des éléments de base servant à la construction de la classification des tangles hyperboliques, il faut leur associer une notation de type polyédrique.

Exemple



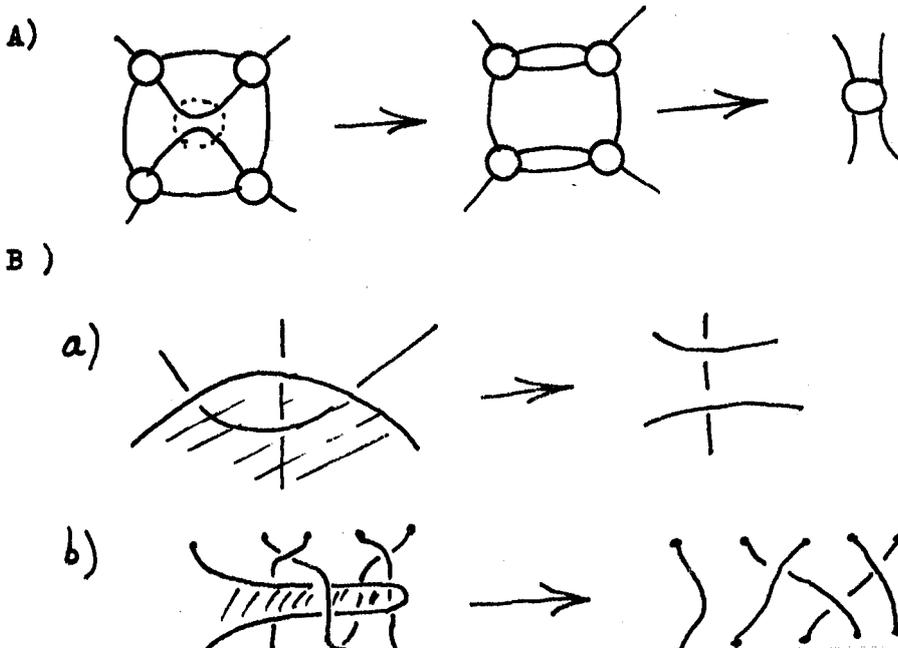
Remarque

Les fermetures de $H_6^1 I$ et $H_8^1 I$ engendrent 6^* et 8^* en effet, un polyèdre est soit la fermeture d'un tangle hyperbolique, soit la fermeture de " la somme " de plusieurs d'entre eux .

Condition d'irréductibilité

- 1) Aucun tangle ne doit être nul ou ∞ (A)
- 2) à partir de deux brins ,on ne doit pas obtenir " une arche " (B)

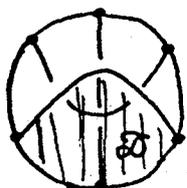
Exemple



Problème

Trouver une condition algébrique d'irréductibilité
(nombre de brins).

Remarque



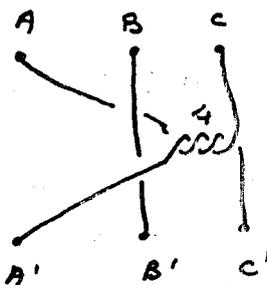
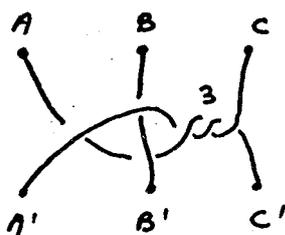
Condition d'irréductibilité

Le tangle hyperbolique fermé
par son disque (sphère) d'at-
tache contient un disque \mathcal{D} .

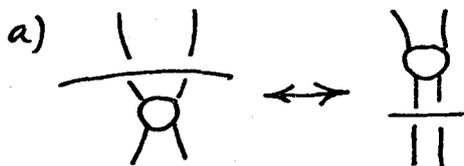
4- Réduction du nombre de bulles.

(sans changer le nombre de brins).

Exemple Général



types locaux :



La réduction entraînée est du type "regroupement d'arborescence"
(voir théorème technique, notes précédentes).

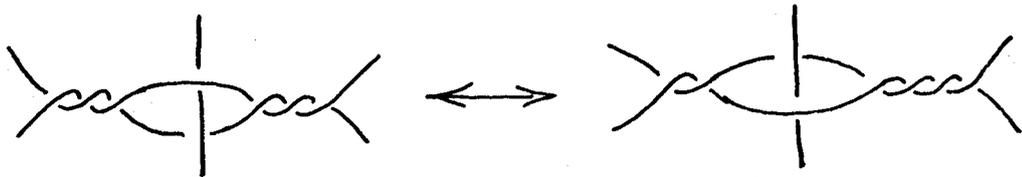
Problème

Définir un critère algébrique de réductibilité d'un
tangle hyperbolique (en nombres de bulles), ou définir un critère de
minimalité du nombre de bulles.

[Voir . MORTON. "CLOSED BRAIDS WHICH ARE NOT PRIME KNOTS"]

Et finalement, il restera un certain nombre d'équivalences inévitables pour chaque tangle hyperbolique.

Exemple Général



(ni le nombre de croisements, ni le nombre de bulles sont changés).

Problème

Existence d'un modèle permettant d'algorithmiser ces équivalences.

Remarque

Cette conception permet de cerner les isotopies locales sur le plan géométrique (chirurgie locale), reste à trouver à partir de celle-ci des invariants algébriques et algorithmables.

POLYÈDRES ET CYCLES

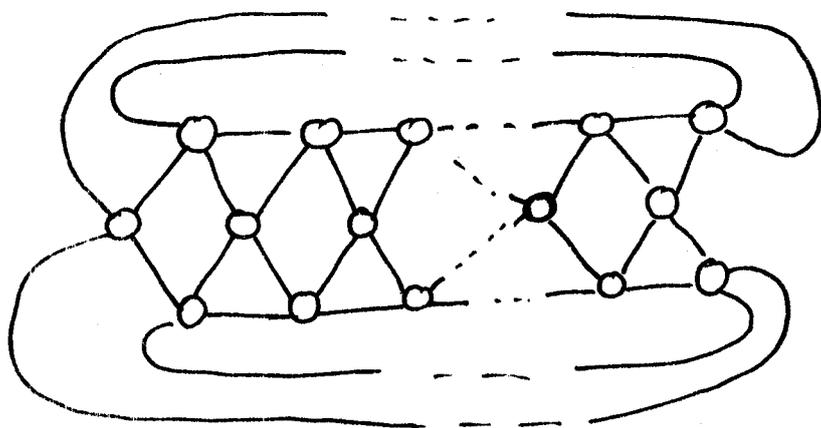
1-Introduction

Nous avons vu précédemment que l'on pouvait associer à un polyèdre une instruction (des) par un procédé technique simple, mais dès que le polyèdre devient plus complexe, faire un "bon choix" n'est pas évident. (voir add p 287)

Ainsi dans l'immédiat, donnons plutôt un moyen facile de trouver les modèles des polyèdres assez proche des tabulations actuelles.

2-Polyèdres ayant un cycle

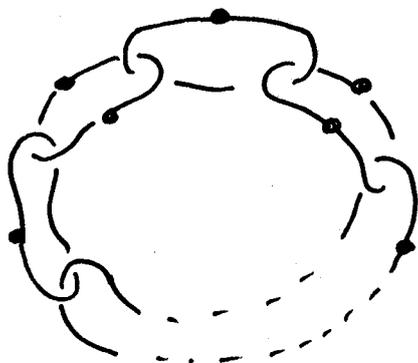
Nous allons considérer un graphe de valence 4, maximal sur le plan de la présentation sous forme d'un cycle unique (type 6^* , 8^* ..., 9^*)



Bande 3 Stages Turk's Head. 1-cycle-type

Propriété

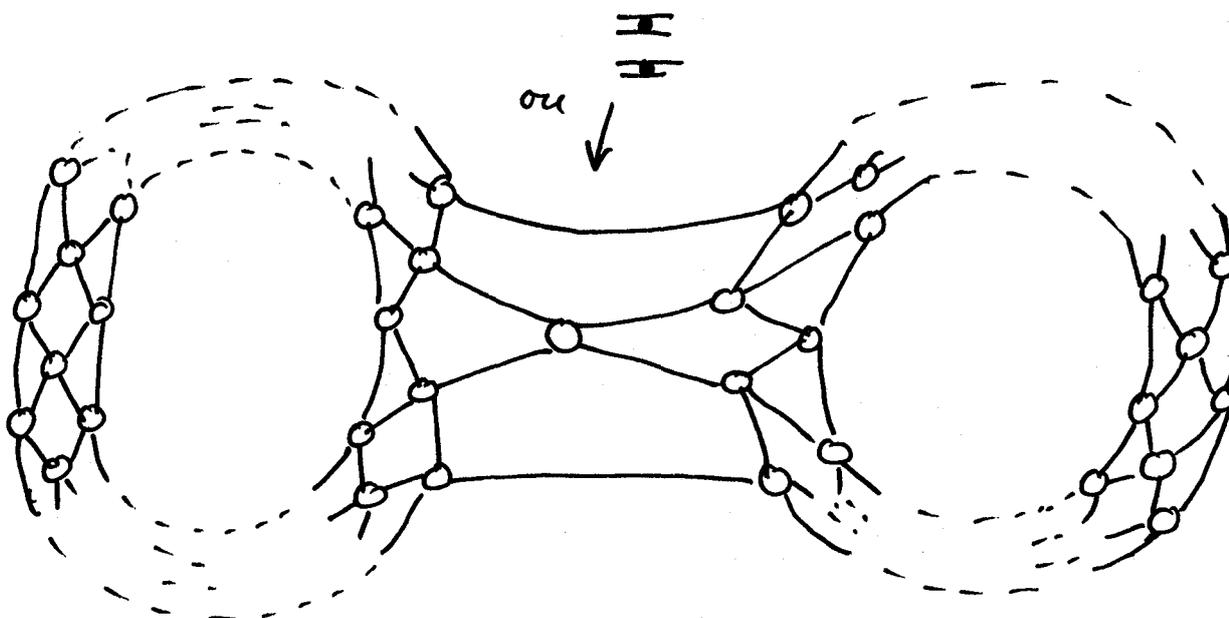
Tout polyèdre contenu en tant que graphe dans le graphe précédent admet une présentation chirurgicale du type ci-dessous.



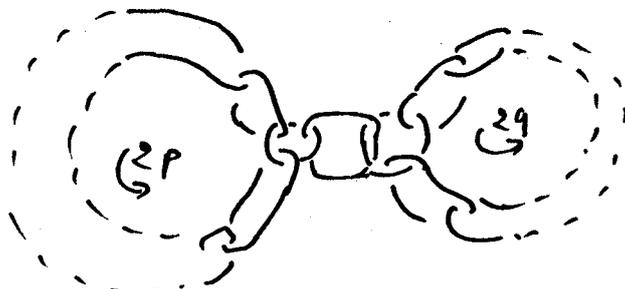
(le type même est 9^*)

3. Polyèdres ayant 2 cycles

L'exemple général est 10^{***} que l'on peut considérer comme une composition de deux 6^* .



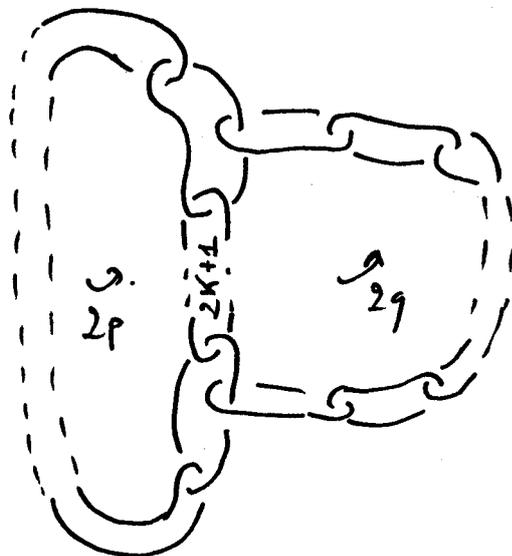
La présentation est du type :



2 p-anneaux

2 q-anneaux

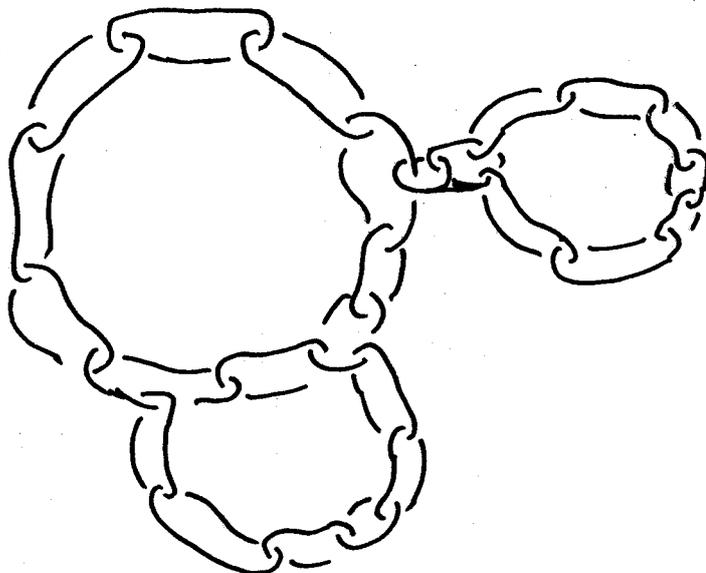
4- Modèle de recollement de 2 cycles



5- Polyèdres ayant K-cycles

Dans le contexte général un polyèdre apparaîtra comme une composition de modèles locaux du type ci-dessus (c'est à dire un recollement de chaînes standards).

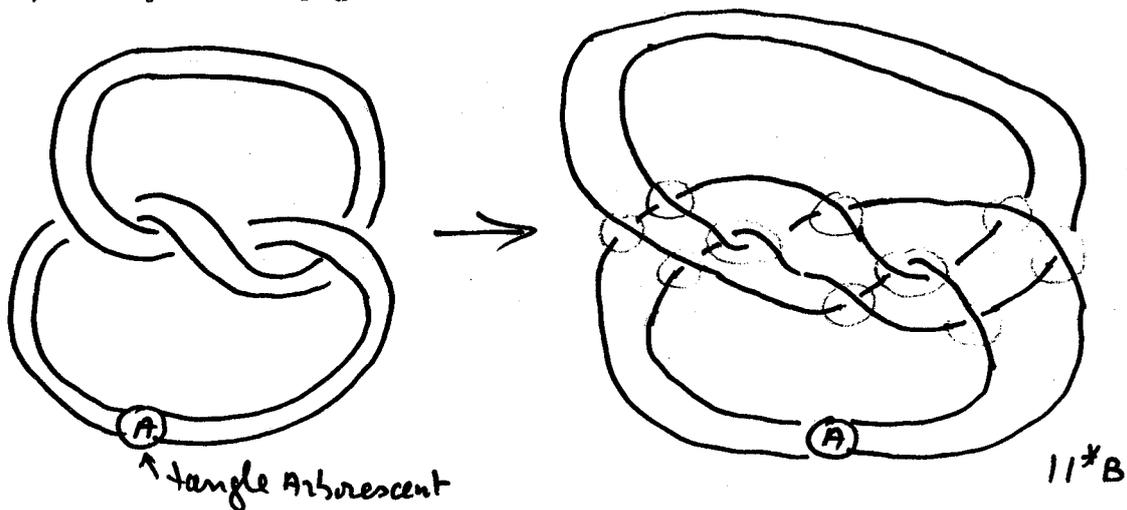
Ex.g.)



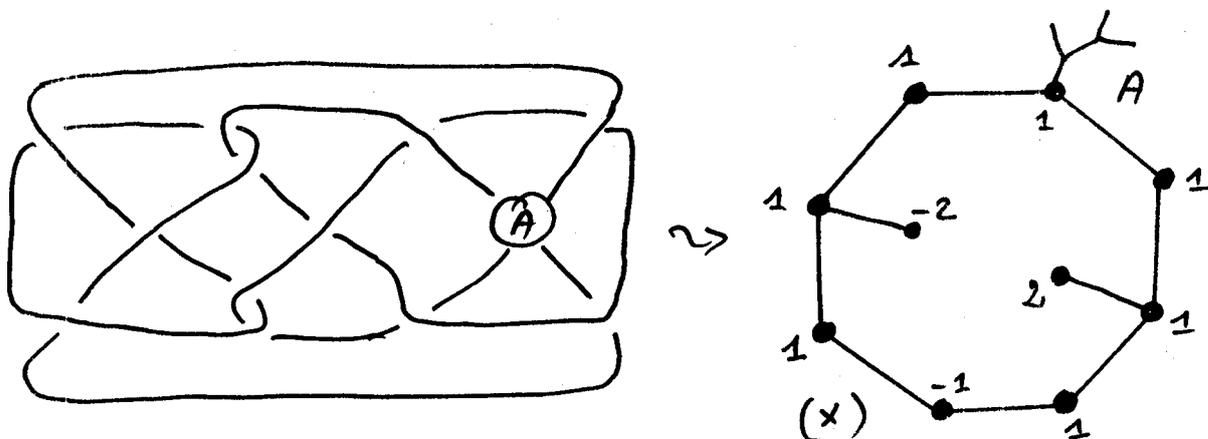
Remarque

Reste un problème, pour un enlacement donné déterminer parmi toutes les présentations possibles, celles qui seront les meilleures, bien que dans la réalité aucune forme ne doit être négligée sous peine de perdre des équivalences de présentation.

Eg.) Polyèdre-Compagnon



Ce polyèdre est du type 11 B



Bien sûr dans ce cas, il est préférable de voir cette enlacement sous la forme $\textcircled{3}$ faisant intervenir le compagnon.



LES INVARIANTS STANDARDS

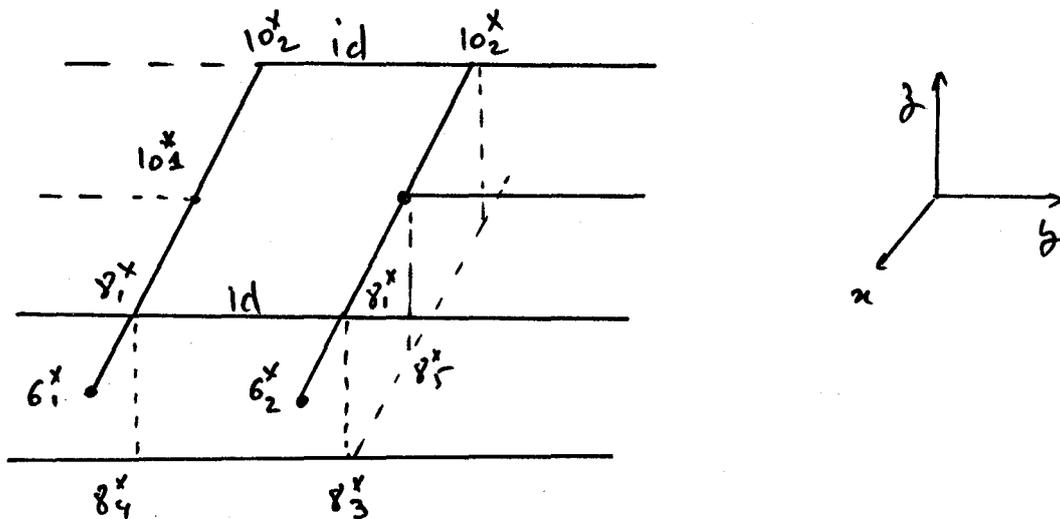
1- Introduction

J'ai utilisé pour classifier les enlacements des tabulations des invariants chirurgicaux qu'il convient de voir comme étant les projections des chaînes possibles d'instructions équivalentes (liées par les Th_1, Th_2, Th_3 sur les $2p^*$)

2- Réseau des instructions

L'ensemble des instructions de chirurgie peut se voir comme un réseau (quitte à utiliser un certain nombre de fois l'identité) et nos invariants sont donc les termes les plus bas de ces réseaux.

Eg.)



Les flèches entre deux termes étant des compositions de transformations élémentaires standards (T_2).

Remarque

Dans le cas arborescent, il y a lieu de considérer le réseau adjoint des arbres, l'élément arborescent se présentera par le fait que l'une au moins des projections sera une instruction à quatre poids.

Problème

Peut-on extraire de ce réseau, les instructions qui sont des p-fold cyclic coverings ?

Et, un enlacement est-il déterminé par la classe des instructions associées à ses p-fold-coverings ?

Cette classe est-elle limitée ?

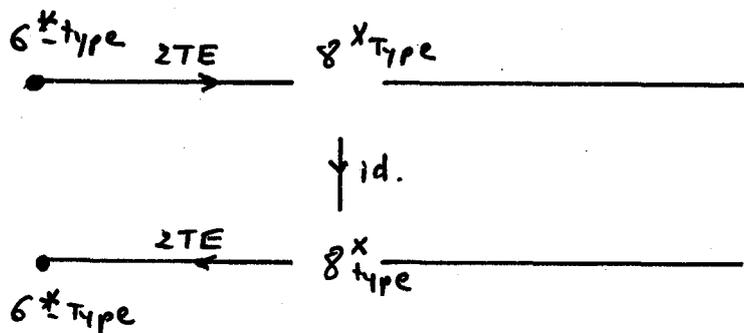
MONSTRES CHIRURGICAUX

1-Introduction

Dans toutes mes notes, j'ai défini un certain nombre de véritables monstres, car les réseaux d'instructions standards de chirurgie sont de vrais monstres pour le profane ; le cheminement dans leurs "intérieurs" pour retrouver une éventuelle duplication peut être ardu.

J'ai parlé de la fédéralisation de la grande saga des enlacements et de la division que j'y ai faite en Etats responsables, mais malheureusement pas autonomes.

J'ai étudié tour à tour ; le monde arborescent en utilisant les arbres standards, le monde polyédrique à l'aide des cycles standards. L'ensemble des équivalences dans ces deux mondes est basé sur la transformation élémentaire standard de chirurgie T_2 . Les instructions peuvent se voir sous la forme de réseaux.



cf. PERKO . AMS . 74 .

Remarque

Dans les § 1 et § 2, j'ai attaché une grande importance à la priorité arborescente, ce qui m'a permis de donner des modèles standards efficaces au niveau des classifications actuelles.

Maintenant, dans le §(PB), j'ai résumé l'idée générale de la multiplication naturelle des instructions de chirurgie standard, ce qui permet d'étudier les isotopies des compagnons et de classifier ainsi un certain nombre d'enlacements de type général.

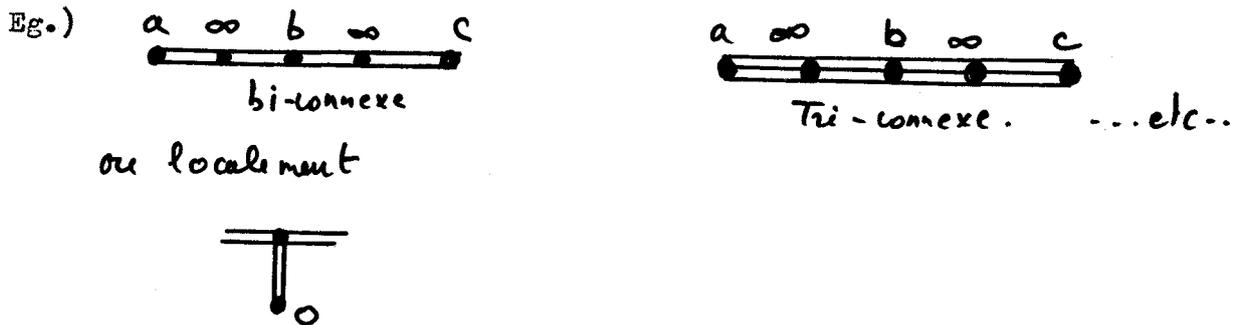
2-Définition

Un enlacement est de type général si ce dernier ne possède pas de compagnon trivial ou si sa forme est du type de l'enlacement en introduction à ces notes. (voir p 246)

Donc, reste à étudier le monde général à l'aide de nouveaux monstres que j'ai appelés (chirurgie-co-axiale) ou (chirurgie multiple) et dans les cas les plus simples donner un algorithme de recherche aussi efficace que possible des modèles standards. (voir p 287)

3-Intersection Général-Polyédrique

La multiplicité des instructions de chirurgie, permet de voir dans le monde général, une catégorie assez particulière d'instructions standards en généralisant la notion de somme-connexe.



Ces opérations sont très naturelles, et elles permettent de voir un bon nombre d'éléments généraux sûrement irréductibles (dans le cas général)

Problème

Etudier la canonicité de ces instructions.

La duplication PERKO 79. $8^* -20:-20 \sim 6^* 2.-2.-20.20$

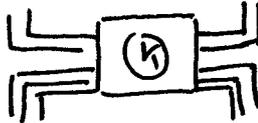
(voir C_1 , ADD C_3) donne l'idée d'une grande famille de compositions, remarquable dans mon exemple général en introduction, notées localement par $\equiv \textcircled{K} \equiv$. Cette opération permet d'aboutir à un modèle standard sous forme d'une composition de chaînes. (voir p.269).

Note :

Il est évident que ces nouvelles instructions bénéficient de toutes les équivalences connues des arbres et des cycles , dans chacun des maillons qui la constituent .

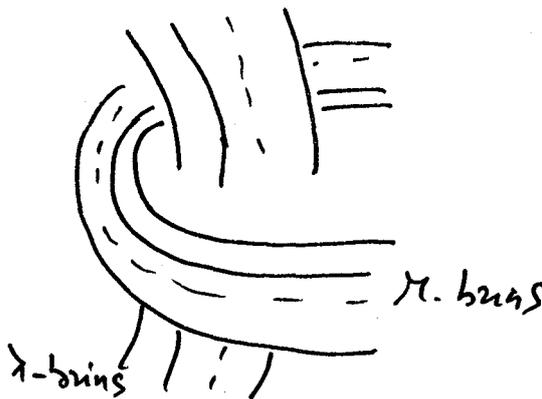
Au niveau élémentaire de composition , nous pouvons déjà nous intéresser à une catégorie que l'on rencontre dans les tabulations actuelles .

C'est à dire , connexion de deux éléments par un tangle K



Remarque

Nous pouvons donc définir une $\lambda - \mu$ connexion d'ordre K par le type local :



Il est évident que dans un contexte général λ et μ ne seront pas interchangeables , et qu'il sera nécessaire de définir une orientation de l'âme des maillons qui sont localement composés .

Problème :

Peut-on pour K fixé , considérer cette λ -connexion comme une forme opératoire ?

Remarque :

Dans le cas général , cette connexion peut être étendue à la connexion de deux turk's head , (enlacement de chaînes standards) . Ceci revient d'ailleurs immédiatement à admettre que les monstres chirurgicaux (arbres et cycles) ne sont que des éléments simples d'un monstre plus général et plus complexe fait de compositions de cycles standards . (p. 267)

Ceci va d'ailleurs dans le sens de la conjecture de CASSON , comme quoi tout est composition d'un ensemble inévitable de structures .

Problème :

Cet ensemble peut-il être fini ?

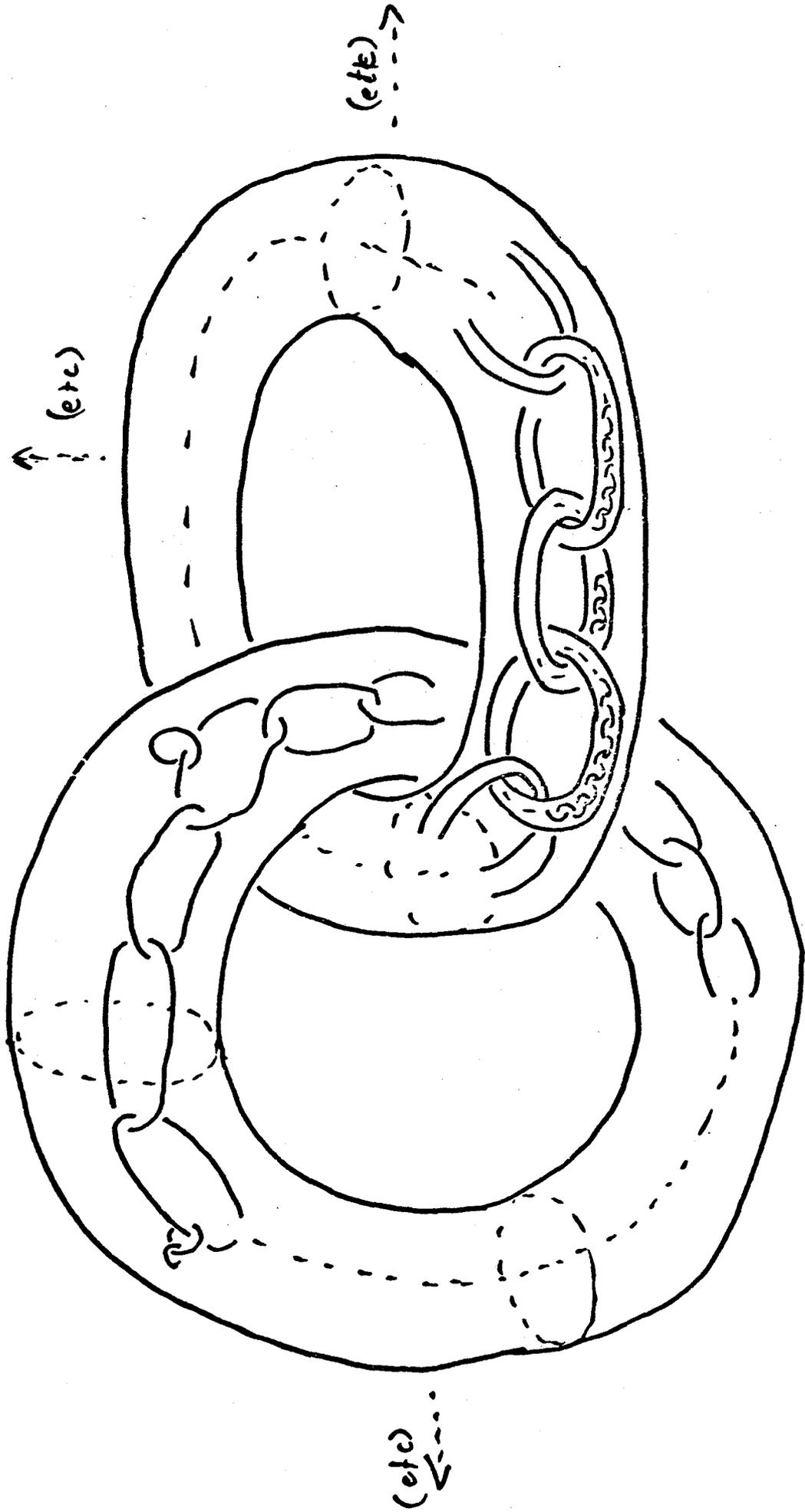
Problème :

Montrer qu'une somme λ -connexe n'est pas composition de deux telles opérations ?

Problème :

Somme λ -connexe \iff Présence d'une bande plombée (0 ou ∞)

Une grande classe de modèles



... o chaîne o chaîne o chaîne o - - -

Revenons , aux tabulations actuelles , alors ne subsiste que du 1-2 ou 2-2 connexion (ordre 2)

Eg.)



(Le cas 1-2 pouvant être considéré comme un cas de dégénérescence)

Remarque :

Dans cette composition , il devient évident que la distinction entre $-K$ et $+K$ est importante .

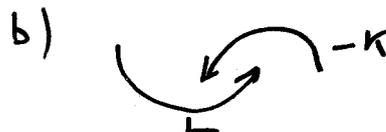
Exc.

Non existence d'éléments tels que $L * K = (-L) * K$

(hint: conférence de L. SIEBENMANN 17 / 4 / 80)

Problème :

Etudier les opérations suivantes en fonctions des structures rencontrées :



Problème :

Etudier la caractéristicité de la composition $\lambda - \mu$ d'ordre K
au sens de JOHANSSON ?

Eg.) Un bon exemple de 2-2 connexion d'ordre 2 dans la première
partie est la duplication de CONWAY :

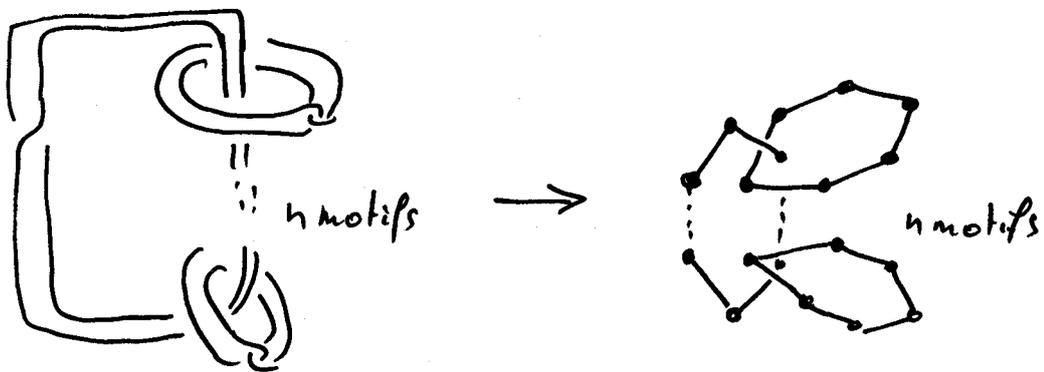
$$8^* - 20 : - 20 \quad 6^* 2 - 2 - 20 \cdot 20$$

Remarque :

Il est d'ailleurs remarquable que bien des erreurs dans
les tabulations actuelles proviennent d'éléments composés .

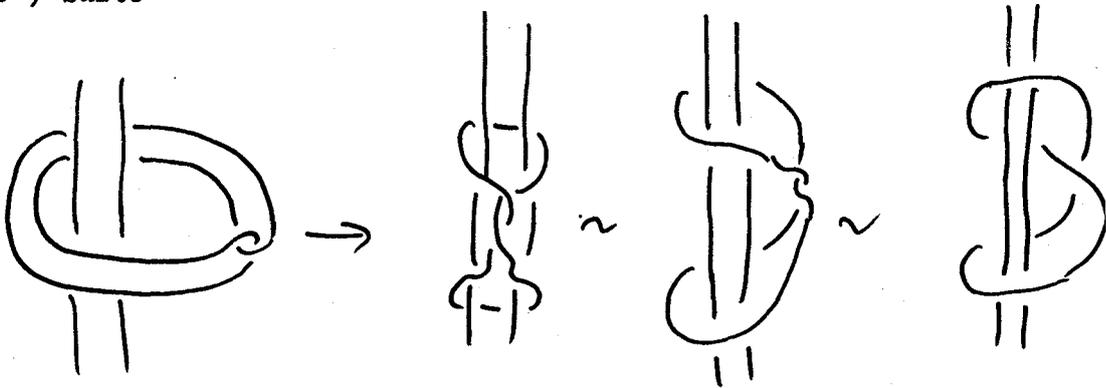
Regardons donc à cet effet, quels polyèdres sont susceptibles
de cacher ces éléments composés .

Eg.)



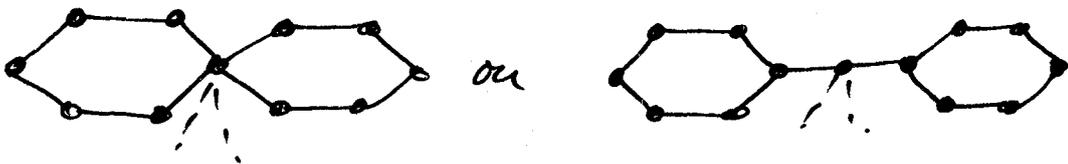
Mais localement nous avons :

Eg.) suite



Mais ce dernier motif est aussi de la forme (6^* ou 8^*)
soit  .

Donc en regardant le reste du graphe dans un seul gros ballon ,
nous pouvons observer un cycle de type 6^* ou 8^* , et
l'ensemble peut aussi être vu sous la forme d'un faisceau de n-cycles
rattachés sur une bande centrale :



Ainsi, nous trouvons immédiatement des polyèdres du type
 6^* , 10^{***} , 11_c^* pouvant donner lieu à des
compositions cachées .

MODELISATION LOCALE

(Polyèdres)

1- Introduction :

Rechercher à titre d'exemple une modélisation standard même la plus élémentaire possible de l'enlacement de l'introduction ; reste un exercice très ardu à partir du graphe caractéristique de l'enlacement .

Remarque :

Il est néanmoins remarquable que nous sachions modéliser presque tous les phénomènes locaux , seul résiste actuellement à notre investigation les tangles généralisés (hyperboliques) dans le cas où ils sont irréductibles et standards .

Nous allons dans les pages qui suivent tenter d'aborder une résolution de ce dernier annui .

1^{er} cas

-Tangle de type 4 b

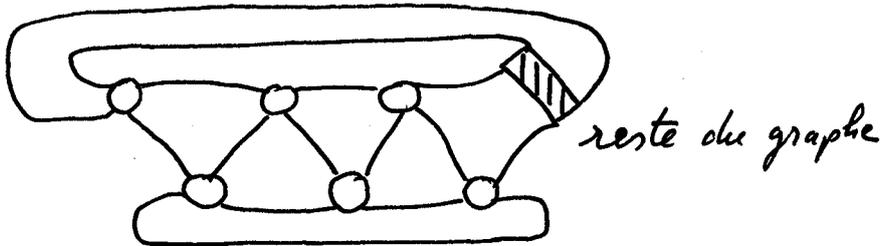


Dans ce cas , nous pouvons modéliser localement assez rapidement cet élément , en effet , il suffit de remarquer que ce tangle est en fait un graphe de type polyédrique (contenant éventuellement une liaison double) dès que le graphe restant est assimilé à une grosse bulle de polyèdre .

2. Conséquence

Tout tangle 4b peut-être localement modélisé de cette façon,
en bénéficiant de toutes les propriétés des structures connues.

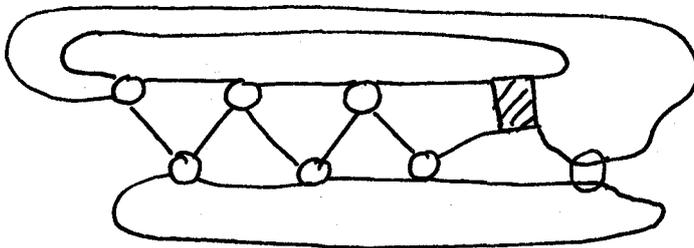
Eg.)



Ici un type 6^* ayant un tangle arborescent (cf. C_3 p29, 4)

Remarque

Nous aurions pu aussi remarquer que si nous ajoutions un tangle nul, nous aurions une modélisation de type 8^*



(Ce sont les deux modélisations standards les plus évidentes dans ce cas).

Donc deux règles :

Règle 1

On assimile le reste du graphe à un gros ballon.

Règle 2

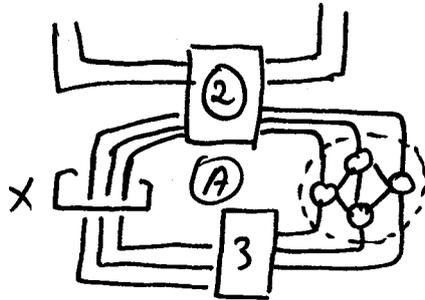
On complète jusqu'à obtention d'un polyèdre connu (simple).

2è Cas Tangle de type 6b



Eg.)

Prenons la partie gauche du graphe de l'Eg.) de (C₃ p 15).



Dans un tel cas, nous pouvons remarquer d'après le chapitre précédent (Monstres chirurgicaux) que l'élément A peut-être immédiatement vu comme un Turk's Head à 3 brins (type 3n), donc comme un maillon dans une chaîne standard de cycles.

L'anneau X pouvant être modélisé sous la forme  nous aurons localement :



← La chaîne ici est nouée suivant le compagnon 3.

Question

Nous pouvons peut-être trouver, une autre modélisation dans certains cas.

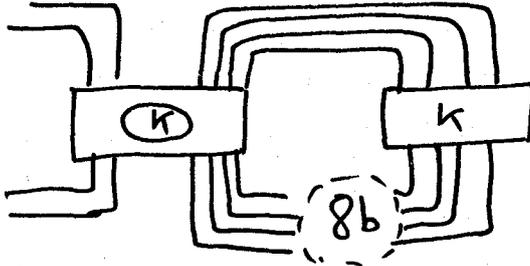
(cf. Eg.), p31/32 de C_3)

Ceci donne les deux grandes familles de modèles possibles pour un élément local du type précédent.

3-Cas général

Au dessus de 8b, les considérations précédentes ne sont plus applicables pour un élément irréductible et standard, car un Turøk's Head de type $4n$ (n assez grand) ne peut être modélisé sous la forme d'un seul cycle.

Eg.)



Remarque

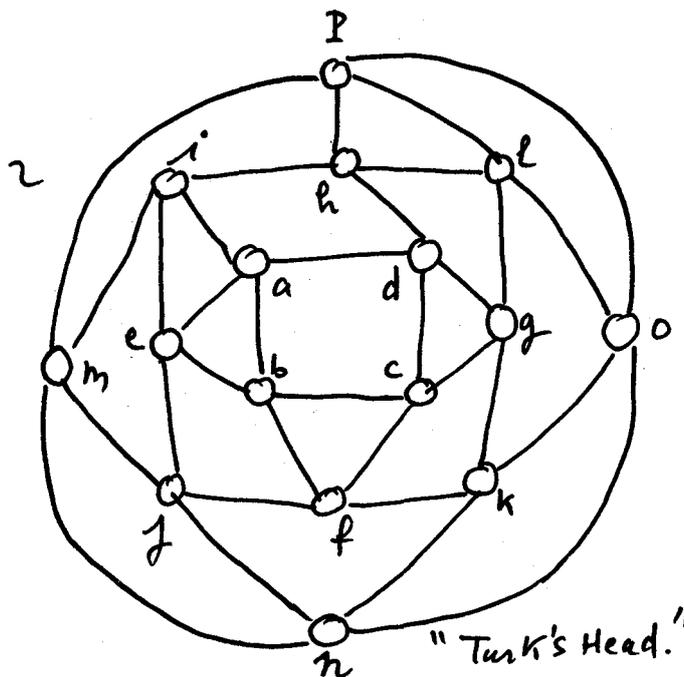
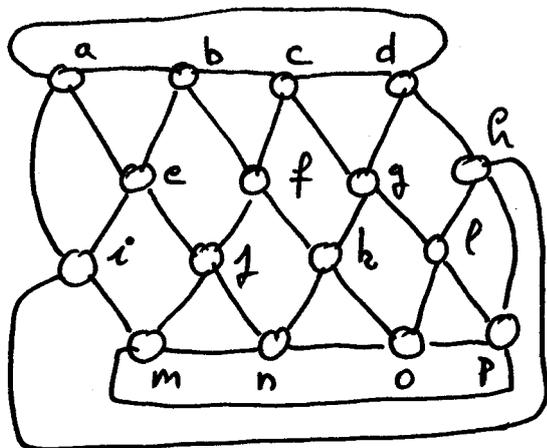
Dans l'immédiat, tous les problèmes du cas général sont ramenés au problème de base, "savoir modéliser un Turøk's Head quelconque de type αn ($\alpha \geq 4$)

Note

Nous pourrions ajouter un certain nombre de compléments (comme dans C_1) pour faire apparaître une structure d'objet à bandes (côte de mailles pour instruction). Mais le problème le plus intéressant est en fait de trouver les instructions standards les plus simples.

↳ Modélisation d'un polyèdre :

Nous allons essayer de voir ce qui se passe sur l'exemple donné en exercice



Conseil

La première opération consistera à mettre le polyèdre sous la forme "Turk's Head".

Note

Avant de poursuivre regardons le cas général d'une composition

d'une composition de cycles (C_3).

Nous rencontrons deux types de modélisations :

- a) des chaînes de cycles (cf. p269)
- b) des cycles concentriques (cf. 9*)

Dans chaque cas, il nous suffit en fait de donner un algorithme qui permette d'arriver au modèle.

Problème

Etant donné un polyèdre quelconque, trouver un système de courbes T caractéristiques (ou une) qui permette de visualiser une bonne "décomposition" standard en cycles (θ_3).

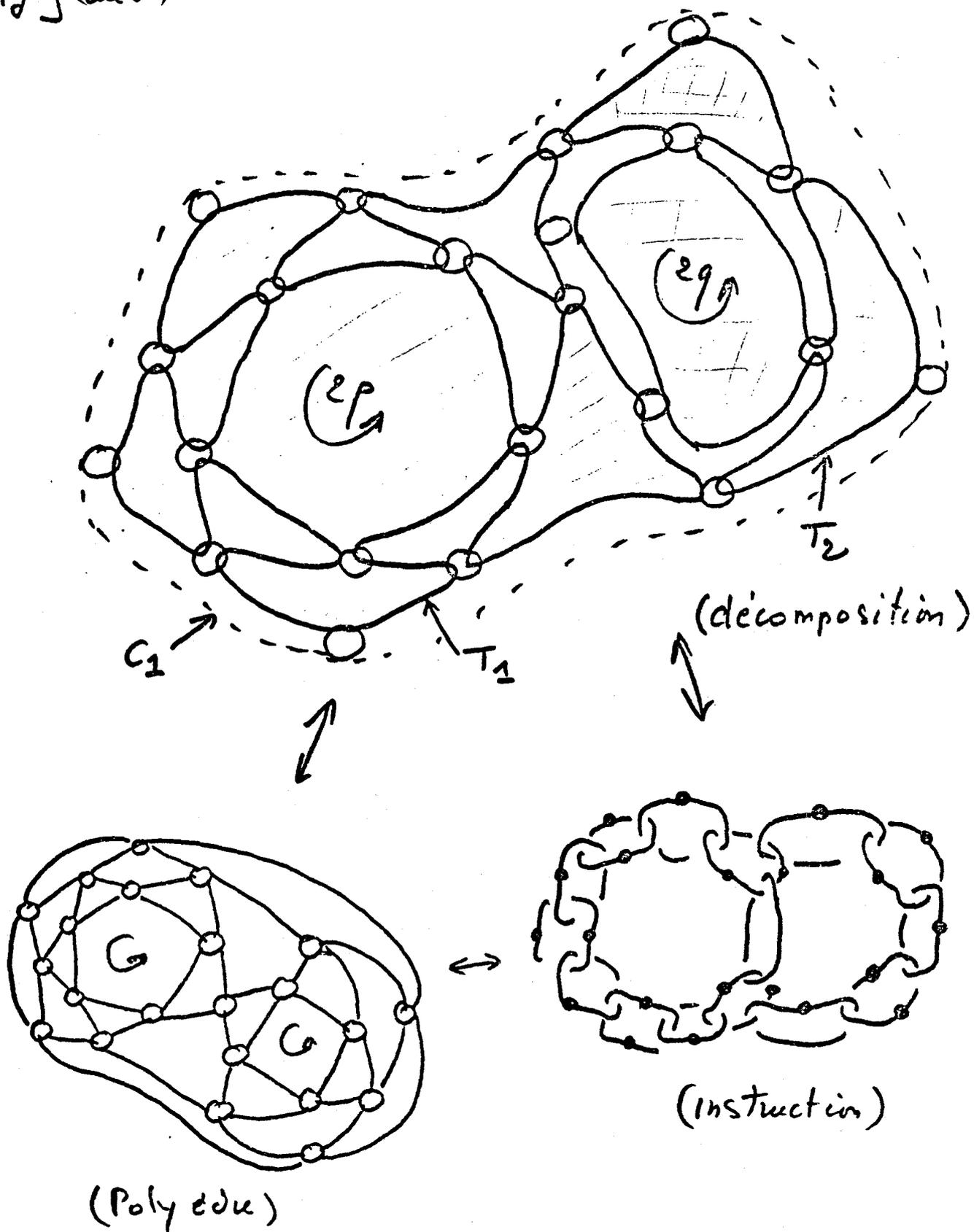
Eg.) 5- Composition de cycles

Les bulles sont celles du polyèdre, éventuellement complété avec des tangles (o ou ∞).

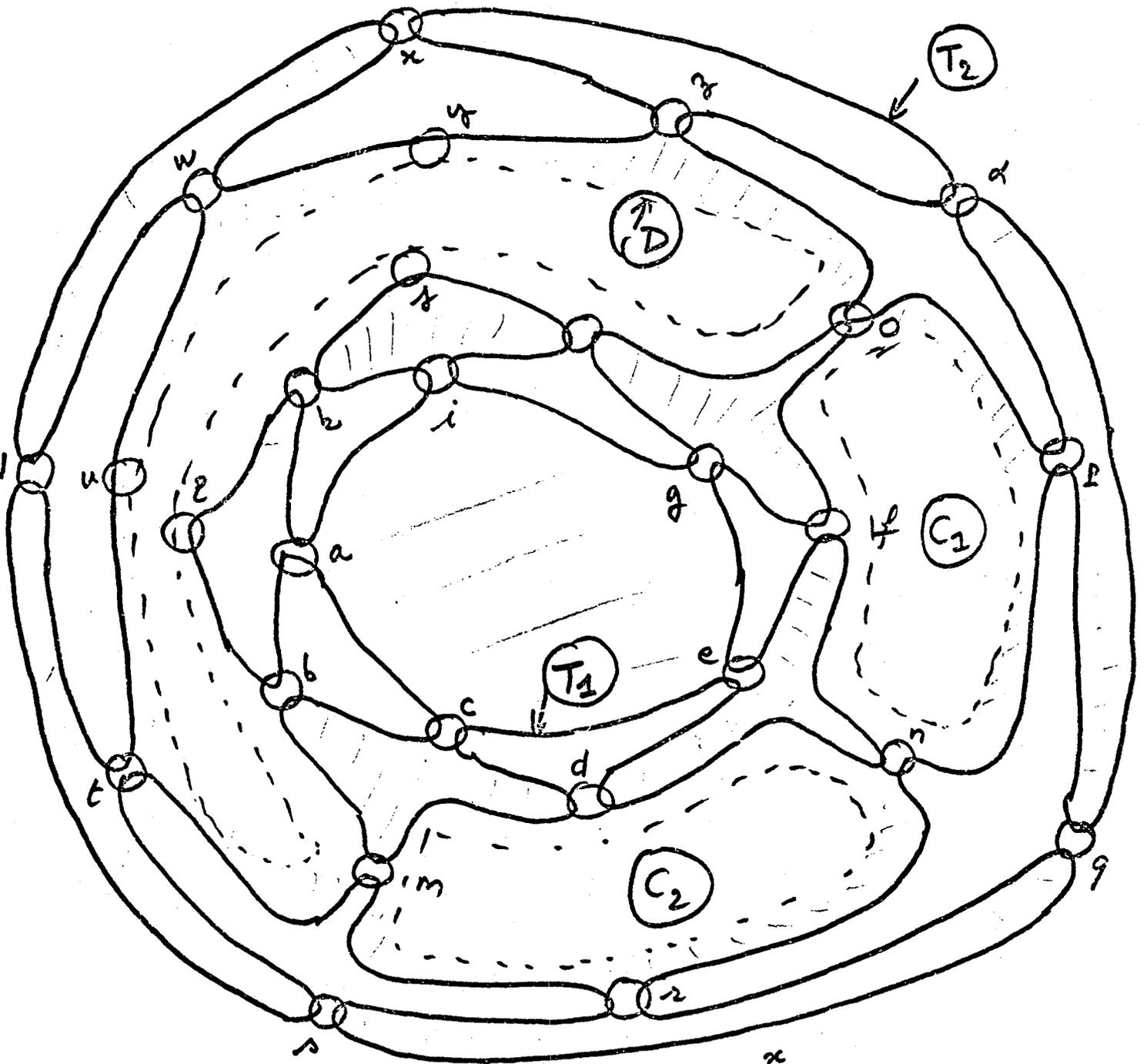
Regardons les correspondances dans l'exemple ci-après entre polyèdre-instruction-courbes.

De façon évidente le diagramme où sera dessiné le système de courbes T aura une présentation naturelle "d'objet à bandes".

Fig] (Suite)

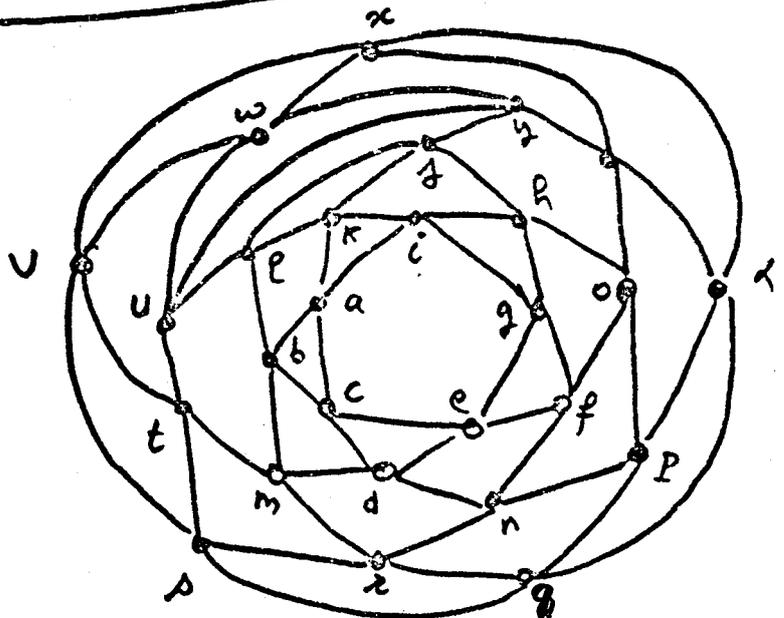


Fig] Cycles concentriques:



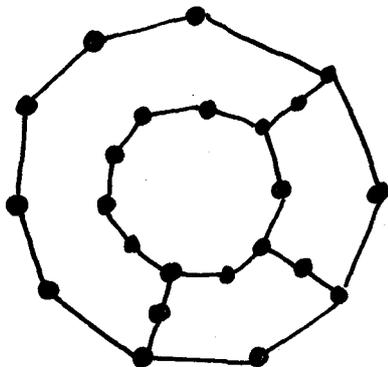
$\{T_1, T_2, C_1, C_2, D\}$

(Polyèdre)



Eg.) Suite

L'instruction qui en résulte est du type :

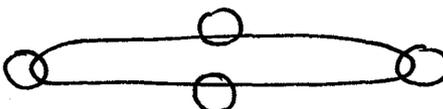


Nous pouvons donc émettre la proposition suivante :

6-Proposition *

Trouver une modélisation d'un polyèdre revient à rechercher un système de "courbes caractéristiques" T standard, éventuellement complété par un système de complément C et un certain nombre d'éléments dégénérés D .

où $T \sim$  ..etc..

$D \sim$ 

Remarque

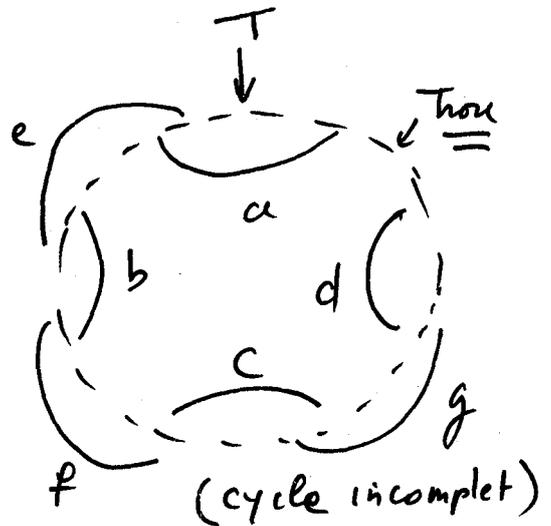
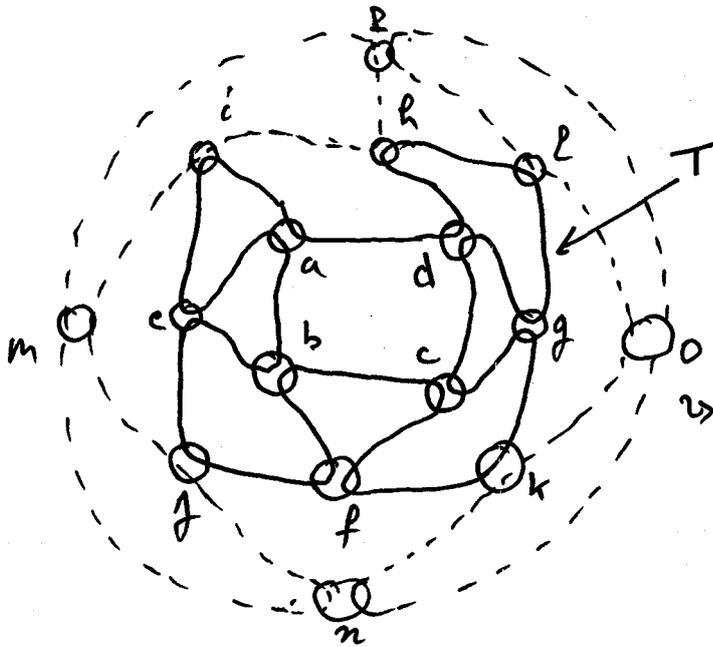
Il y a autant de modélisations standards que de tels systèmes.

*Ceci généralise la construction donnée dans la deuxième partie.

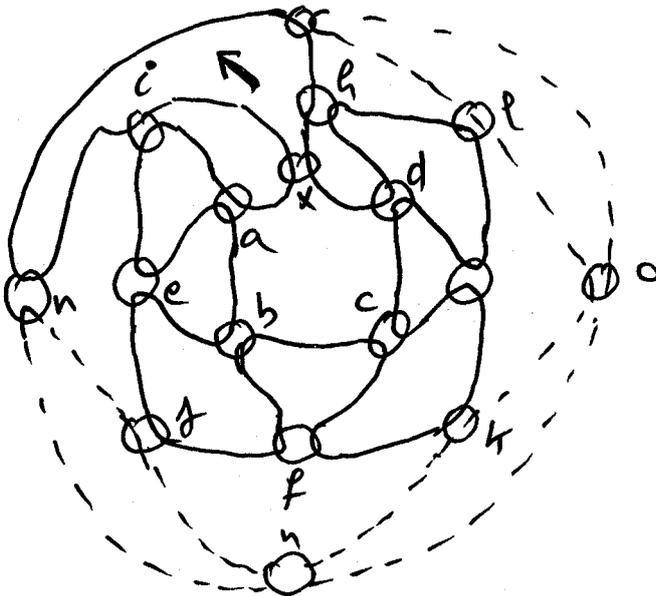
Maintenant, un polyèdre donné n'a pas nécessairement une bonne présentation en ce sens. C'est le cas de l'exemple à 16 bulles de la page 15.

7 - Algorithme

1°) Rechercher déjà un bon T, puis modifier le polyèdre par addition de tangles (0 ou ∞) suivant nécessité.

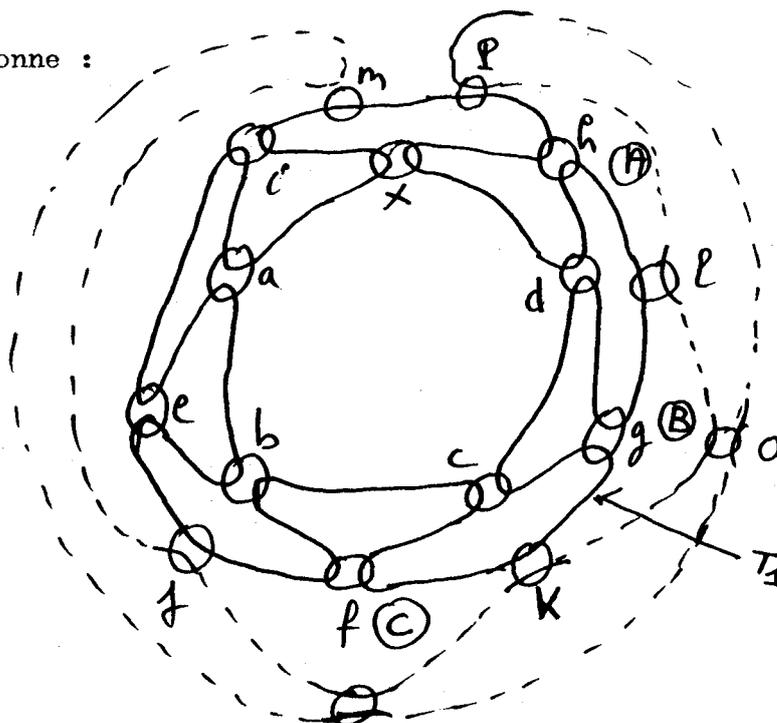


Il faut modifier notre polyèdre



(+ tangle trivial en x)
et modification de T

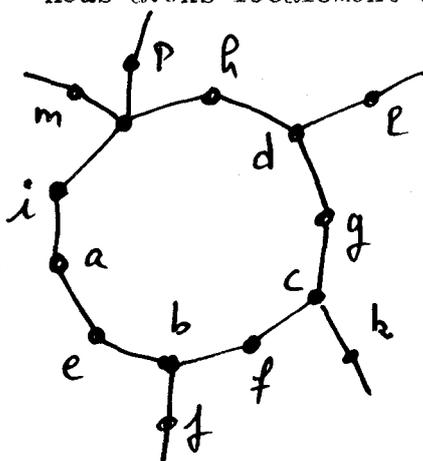
Ce qui donne :



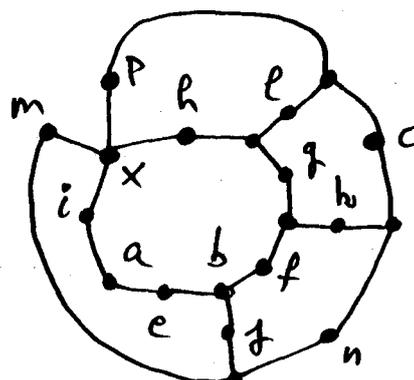
2°) T_1 est maintenant standard. Il faut rechercher un deuxième T (etc) (si possible).

Remarque

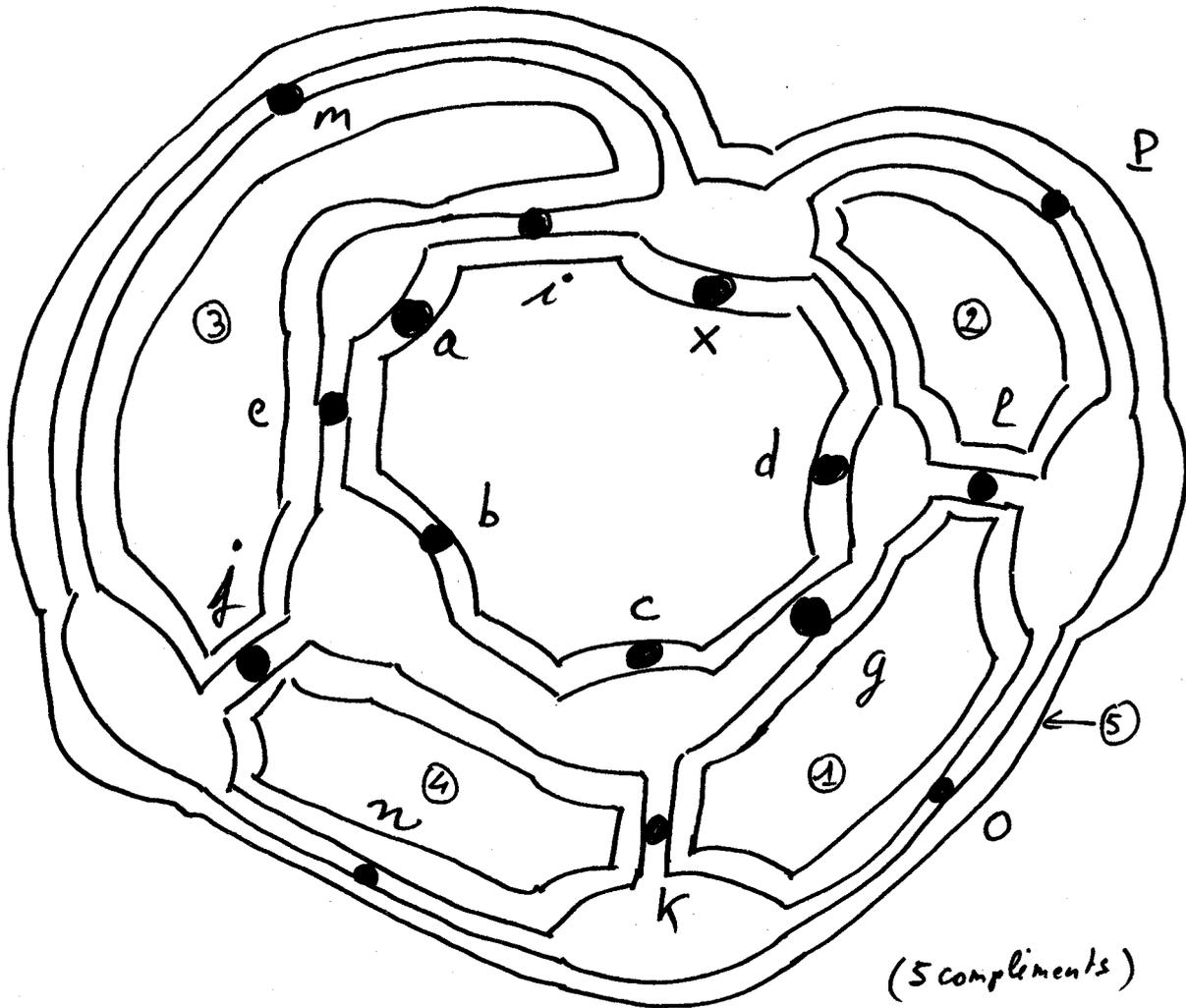
Ici l'introduction en A,B,C de compléments facilite l'apparition d'une instruction, mais en m et p il y a encore un manque évident, nous avons localement :



que l'on souhaite alors fermer par un cycle sous la forme suivante :



Soit la présentation en bandes suivante :



Remarque

Nous avons mis ainsi à jour un procédé de modélisation des polyèdres, un polyèdre donné peut d'ailleurs admettre plusieurs modélisations (cf. 9*)

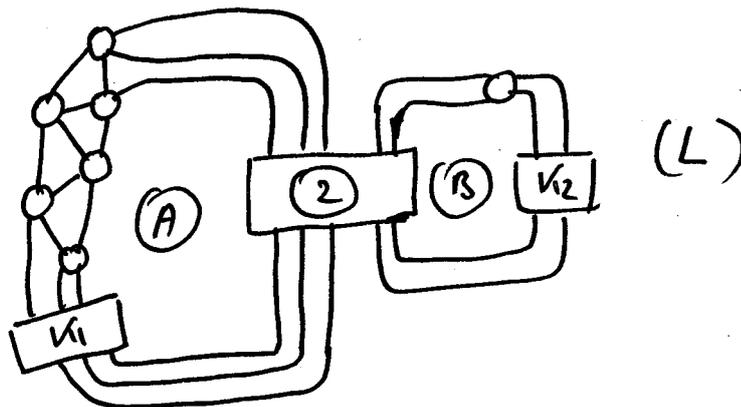
Par contre : il apparait dans bien des cas que la modélisation ne peut pas être obtenue sans un apport extérieur (complément) (c'est le cas des $2p^*$ dans les tabulations)

Remarque

Si ce phénomène n'est pas gênant dans les tabulations parce que ce complément n'intervient pas dans les modifications standards (cf. C_1, C_2) de nos instructions de chirurgie ; par contre dans le contexte général, il devient important de noter le phénomène.

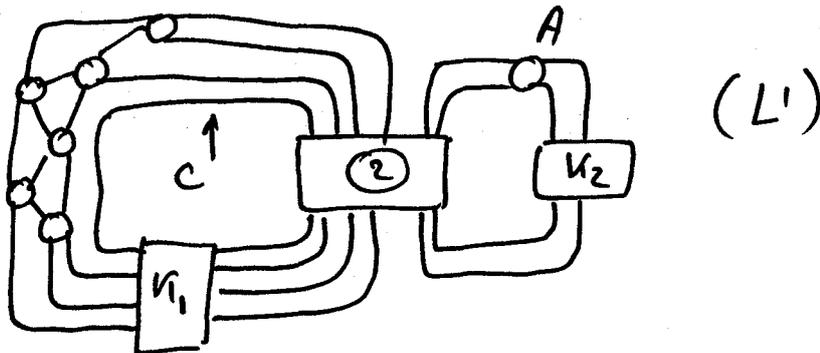
Eg.)

En effet, si nous regardons l'exemple suivant :



Pour B nous n'avons pas de problème, mais pour A, il y a une insuffisance, car un Turk'sHead du type $2n (2p)$ nécessite l'apport d'un complément (§1, §2).

Dans le cas présent, le complément ne peut pas être introduit sans modifier réellement l'enlacement donné. Par contre, nous pouvons associer à notre enlacement (L) un enlacement (L') qui lui sera modélisable.



Remarque

Le complément C introduit ne modifie pas les propriétés de $\boxed{2}$ et de $\equiv \boxed{K_1} \equiv$

8- Définition

- 1) Nous dirons que L' est associé à L
- 2) et que L' est modélisable

Remarque

Deux enlacements associés auront même ensemble de transformations élémentaires standards pour la structure obtenue, il s'agit donc d'une relation d'équivalence sur les enlacements par rapport aux isotopies locales standards.

9- Conjecture

Pour tout enlacement L donné, il existe un enlacement (au moins) associé (modélisable).

Problème

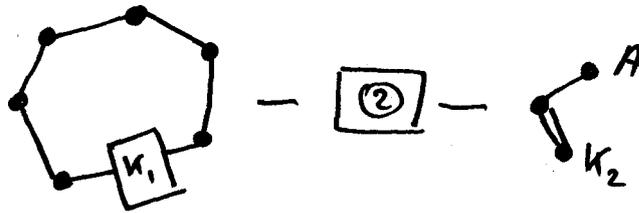
Pour comprendre toutes les isotopies que peut subir un enlacement dans une structure donnée, suffit-il d'étudier les enlacements modélisables.

Problème

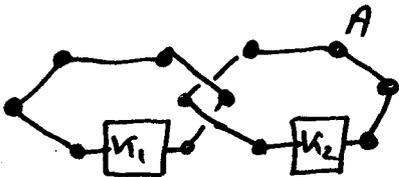
Modéliser l'enlacement de l'introduction ?

Remarque

Dans le cas de notre exemple ; nous avons :



ou encore



(avec un certain nombre de tangles 0 ou ∞)

RECHERCHE PRATIQUE DES MODELES STANDARDS

1- Introduction

Actuellement , le travail technique en termes de tabulations peut être considéré comme terminé , seul un travail sur machine pourrait être nécessaire vu l'énorme croissance de la population des noeuds et des enlacements.

J e tiens au niveau de la recherche des modèles standards par un algorithme géométrique simple ; à remercier SEAL (Cambridge) pour la mise au point d'une construction combinatoire du revêtement double branché () . cette construction permet d'atteindre très facilement tous les modèles standards que j'ai utilisés pour classifier les noeuds et les enlacements ; et au delà , d'obtenir un invariant intéressant pour les polyèdres.

Au niveau des tabulations , je tiens à remercier aussi , W; THISTLETHWAITE () qui a entrepris une classification informatique des noeuds à partir des travaux de TAIT et de DOWKER , pour la confirmation de la complétité de mes tabulations actuelles des noeuds à 11 croisements .

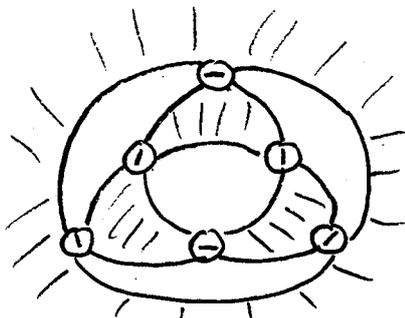
En conséquence , je vais donner dans les quelques pages qui suivent les derniers résultats qui permettent de comprendre plus aisément la manipulation de mes tabulations et aussi de s'en servir comme outil pratique dans la recherche des propriétés des noeuds et des enlacements , et même de nouvelles classifications vers les variétés .

2- Construction d'un modèle standard

1^{er} pas

Obtenir à partir du graphe d'un noeud (enlacement) une surface bi-colorée , en respectant au plus la notion d'arborescence (C_1)

Exemple général



Remarque

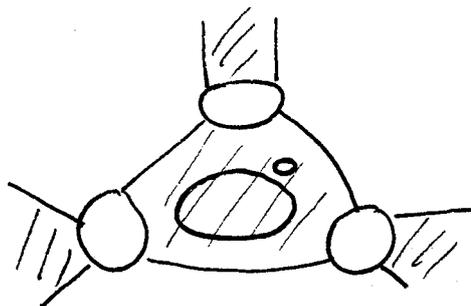
Nous prendrons toujours comme convention de colorer l'extérieur ce qui permettra de retrouver ultérieurement certains modèles plus complexes (voir en fin de paragraphe)

2^{ème} pas

Dans les parties hachurées , introduire une composante de l'enlacement de chirurgie nulle (du modèle)

Ces bandes seront par convention horizontales dans le modèle de plombage associé au noeud ou à l'enlacement .

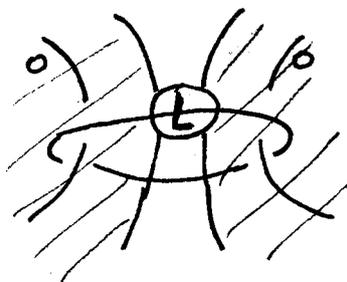
Exemple (suite)



3^{ème} pas

Relier entre elles les composantes nulles , à travers les bulles du polyèdre (ou du graphe bullé restant) et pondérer celles-ci en fonction des poids rencontrés en respectant les conventions de chirurgie.

Exemple (suite)



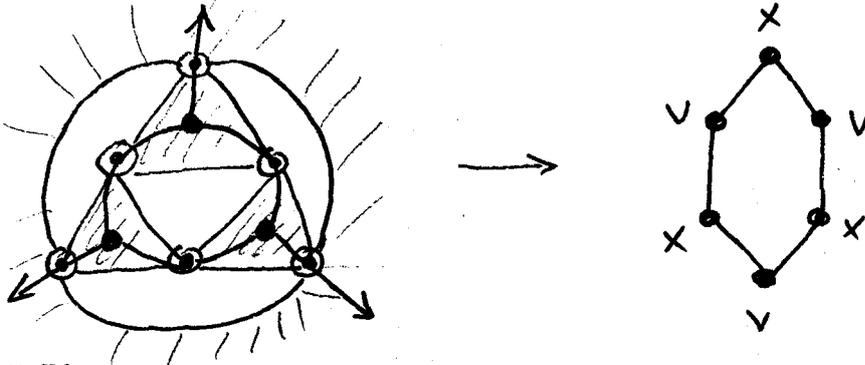
Remarque

Nous obtenons , alors un modèle directement lié au revêtement double branché , mais ce dernier comporte dans bien des cas un nombre important de bandes nulles. Celles-ci peuvent être éliminées sous certaines conditions , en effet , il suffit de remarquer que dans cette construction, nous obtenons dans chaque face non-colorée du modèle une composante triviale comme pour 6^* ou 9^* [voir mes notes (G_1)]

4^{ème} pas

Les poids qui se trouvent sur des vertex allant à l'extérieur du graphe polyédrique seront collapsés sur les bandes précédentes.

Exemple (suite)



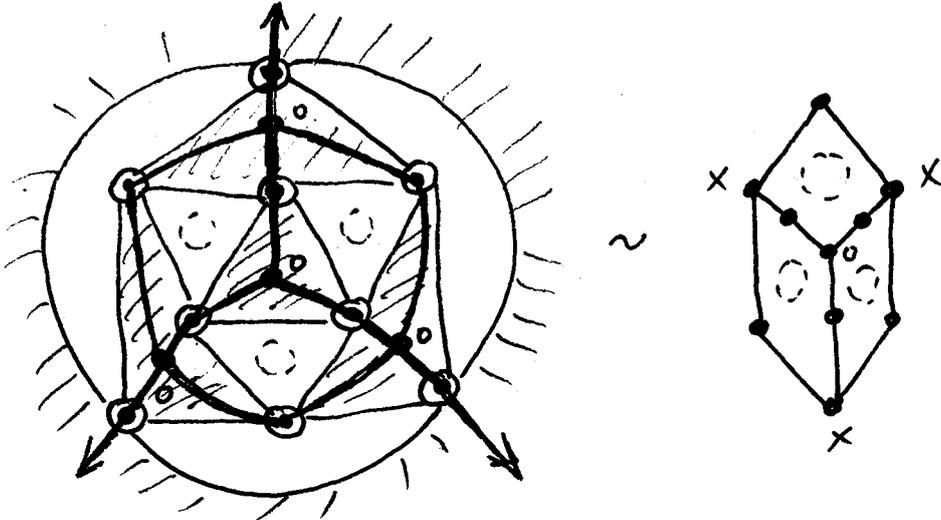
Remarque

Les bandes plombées au départ 0 sont horizontales et souvent seront de valence ≥ 3 , et localement nous avons vers l'extérieur une transformation du type



5^{ème} pas

Le modèle obtenu est du type suivant :



Remarque

Par rapport aux modèles standards utilisés , l'instruction obtenue comporte momentanément trop de bandes nulles, mais lorsqu'une branche du type $\overset{o}{\bullet} - \overset{v}{\bullet} - \overset{o}{\bullet}$ possède deux composantes triviales adjacentes , elle peut être dissoute , nous dirons que nous avons un pont inutile .

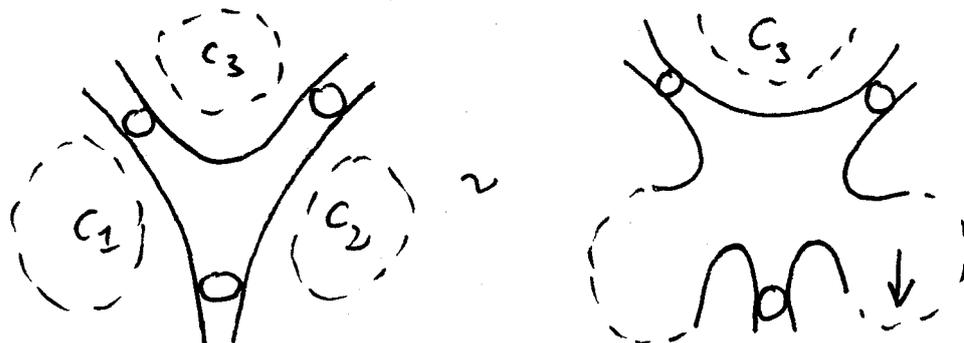
6^{ème} pas

(Blowing up or down of a bridge)

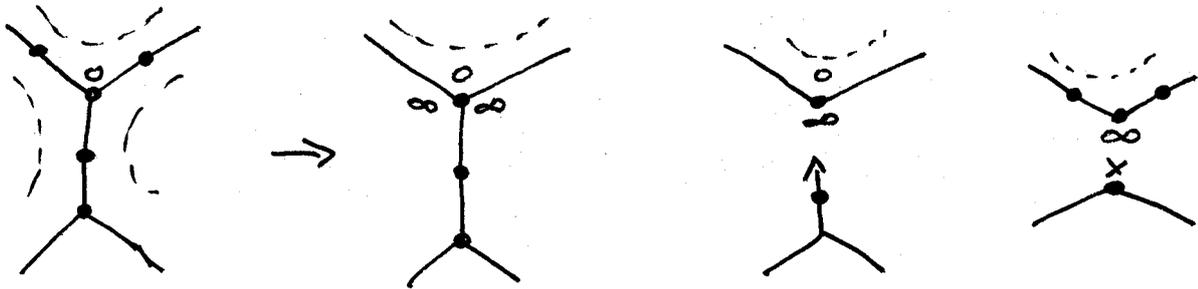
En effet , une composante triviale peut être reliée au noeud (enlacement) par une bande plombée 0 , +1 ; -1 (voir C_1), donc c'est une configuration du type :



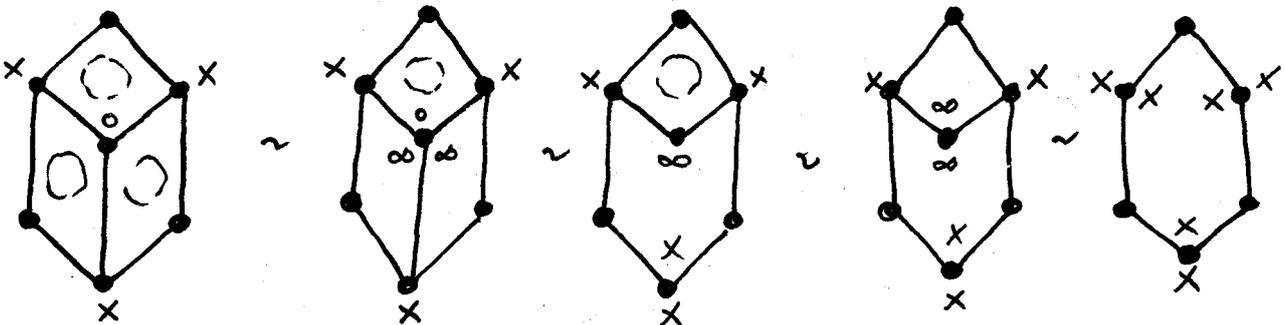
Exemple (suite)



Soit:



Exemple (suite)



Convention

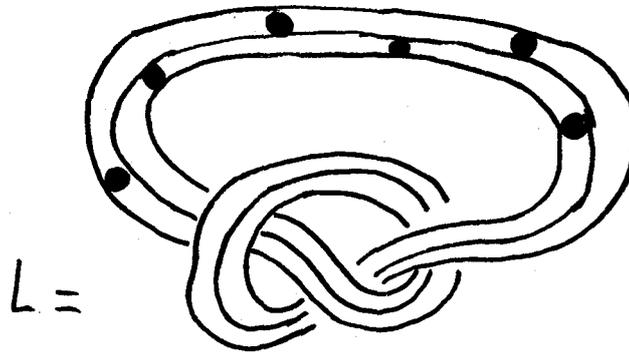
X représente une bande horizontale plombée

3- Généralisation

Dans un contexte plus général , nous pouvons remarquer que cette construction peut être appliquée de façon réduite afin de respecter certaines familles intéressantes dans les tabulations mais dans ce cas nous sortons du contexte de la chirurgie standard.

a) Compagnon

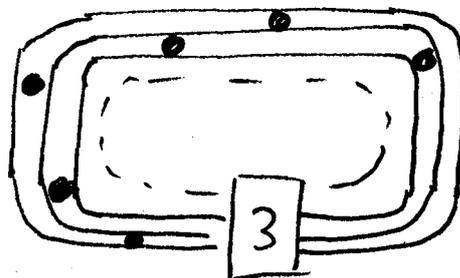
Exemple général



Cet enlacement (noeud) n'est pas directement modélisable, mais nous pouvons lui en associer un L' qui le sera .



NB. Le compagnon est alors un fantôme pour une construction restreinte du modèle , nous symboliserons cela par :



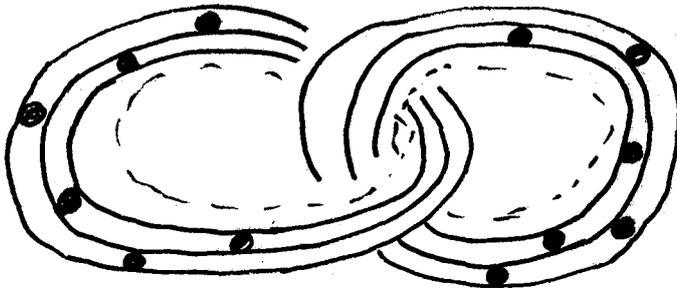
L'extérieur sera choisi de façon à respecter l'âme du tore , et nous avons ainsi le modèle restreint suivant :



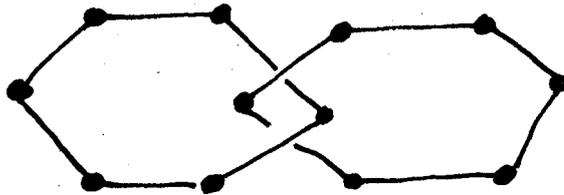
(cet élément possède aussi de façon évidente un modèle polyédrique comme précédemment)

b) Composition

C'est le même processus, il suffit de conserver la trace des Tores "caractéristiques" dans le choix de l'extérieur de la construction.



(on rendra l'enlacement modélisable si besoin est) et le modèle est du type :



IV - Conséquences

Tous les modèles standards sont obtenus très facilement et ceci directement à partir du graphe du Noeud ou de l'enlacement, ceci permet au lecteur une meilleure utilisation des tabulations.

Maintenant, pour obtenir tous les modèles standards possibles à partir d'un graphe donné, il suffit d'adjoindre à ce revêtement double combinatoire une construction canonique.

(voir ADD. Polyèdres) que sera un invariant de présentation.

V - Problèmes

En termes d'équivalences de Noeuds ou d'Enlacements reste à résoudre un problème technique.

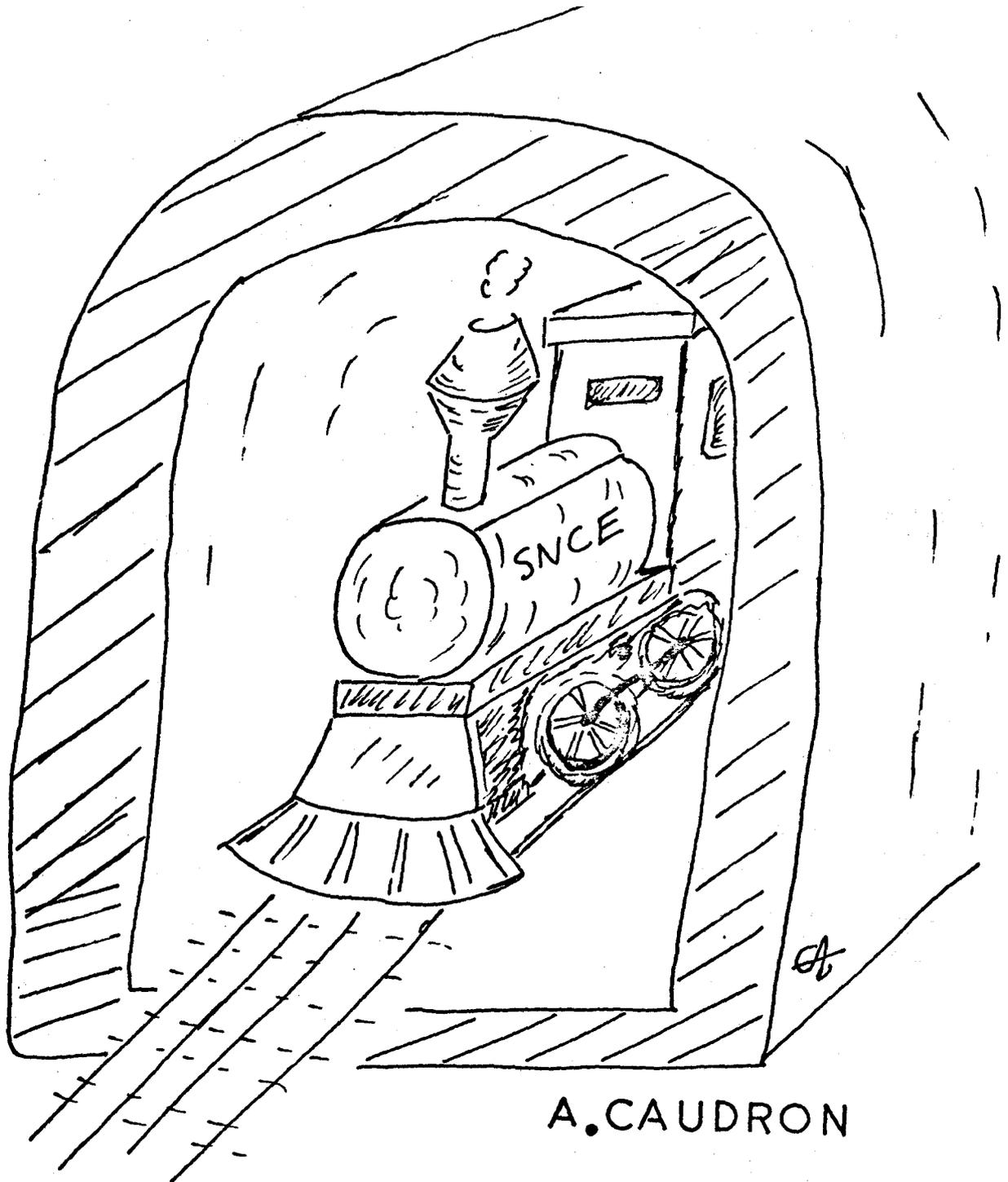
Problème

Si deux modèles sont équivalents, il existe entre eux, un chemin de chirurgie non nécessairement évident. (Cf. PERKO, AMS 74 (G_1) et 3 Th. d'applications sur les cycles).

Produire une optimisation en termes de chirurgie du niveau des accroissements possibles pour les modèles (à considérer). (voir : 2 théorèmes techniques pour l'arborescence, et compléments sur la gestion des cycles).

4^{ème} PARTIE

LE STATUT DE LA S.N.C.E.



A. CAUDRON

ET SES REGLEMENTS INTERNES

1- Introduction au statut

Bien évidemment^m, étant donné qu'il s'agit de déposer le statut d'une compagnie d'intérêt public, ce dernier se doit donc d'avoir une certaine unicité et toute compagnie concurrente sera très sérieusement poursuivie .

D'une part , nous fixerons le statut d'existence de notre société , "la Société des Noeuds Comme des Enlacements " (S.N.C.E.) car il est bien évident que nous ne ferons pas de discrimination entre les "monorails" (Noeuds) et les "plurirails " (Enlacements); toute société se devant d' avoir l'esprit large de façon à éviter les conflits internes .

D'autre part, nous fixerons les règlements internes qui permettront aux usagers d'utiliser notre compagnie sans encourrir des risques de poursuites et d'exclusion .

2- Statut

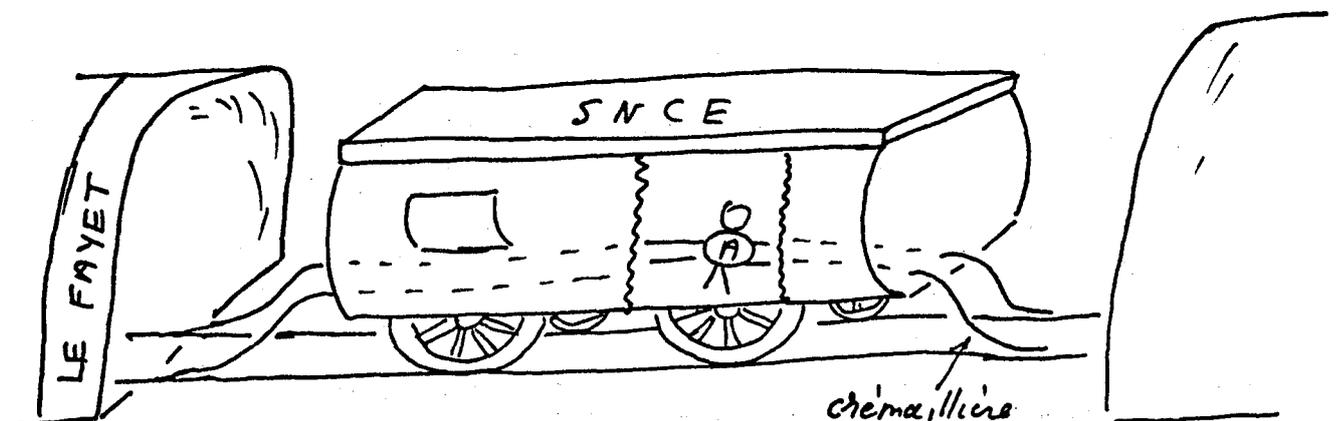
Le statut de notre compagnie comporte dix commandements , portant sur la constitution du réseau et des trains admis à y circuler .

Cdt 1 : (Public)

L'analyse et la démographie des voyageurs (tangles) sont fixées par les règlements internes annexés au statut .

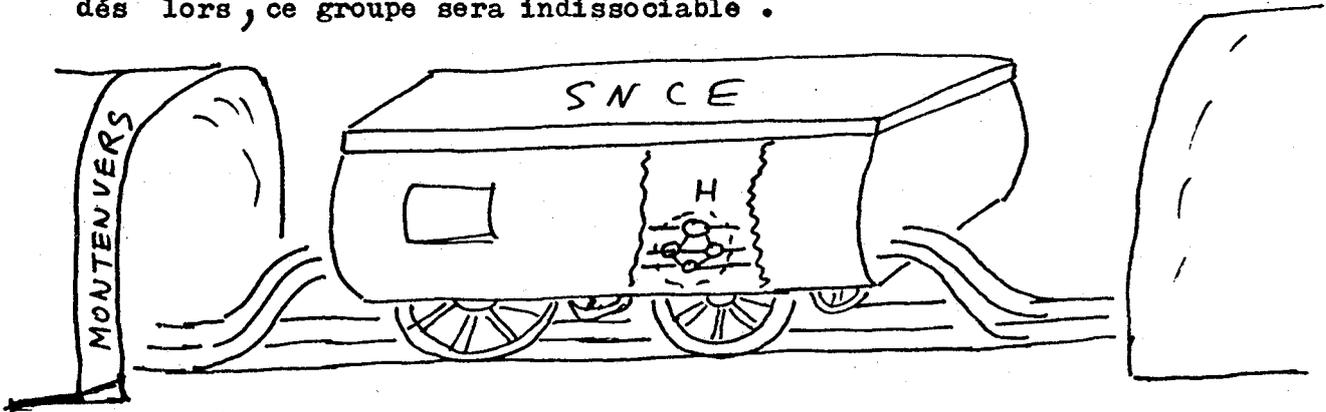
Cdt 2 : (Admission)

Les voyageurs admis à utiliser le réseau , ne peuvent détacher leur ceinture de sécurité , cette dernière étant pour des raisons de sécurité solidaire du réseau .



Cdt 3 : (titres de transport)

Les billets de groupe seront délivrés , dès que ^{au moins} trois passagers A voyageront de concert sous l' appellation H , mais dès lors , ce groupe sera indissociable .

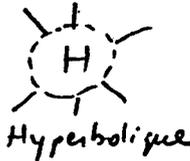


Cdt 4 : (Voyageurs)

Les différentes catégories de voyageurs admises par notre société sont donc les suivantes :



arborescent



Hyperbolique



Compagnon



nouage

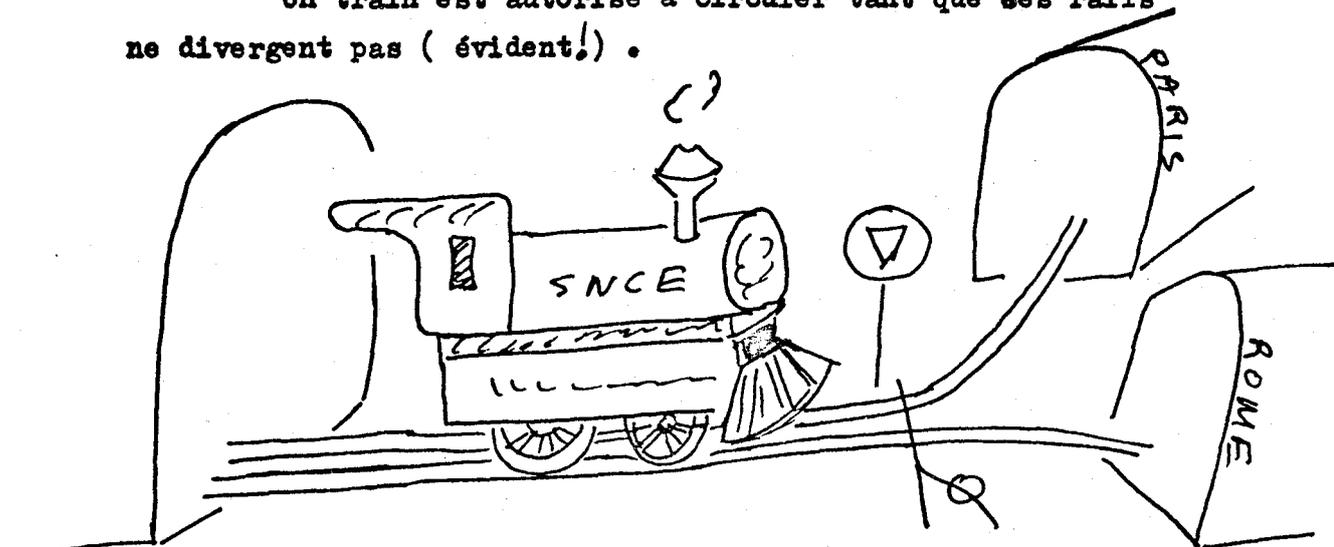
(L'état de ces voyageurs étant fixé par les règlements internes)

Remarque :

Les quatre commandements précédents portant constitution aux trains admis à circuler , nous devons maintenant porter constitution au réseau .

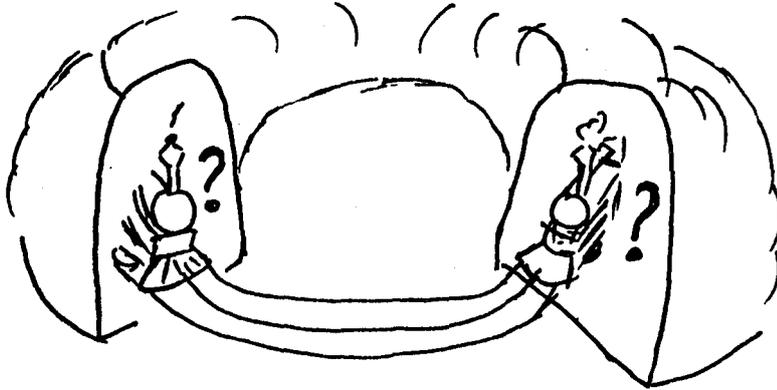
Cdt 5: (Circulation)

Un train est autorisé à circuler tant que ses rails ne divergent pas (évident!) .



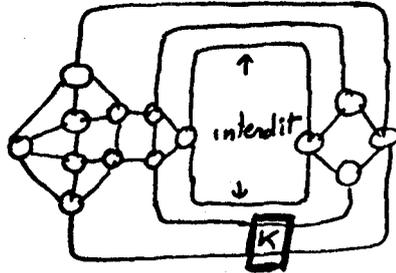
Cdt 6 : (Prudence)

La prudence des conducteurs de trains est sollicitée à l'égard de certains esprits facétieux qui en montant le réseau ont créé de faux tunnels et par conséquent des réseaux non-conformes .

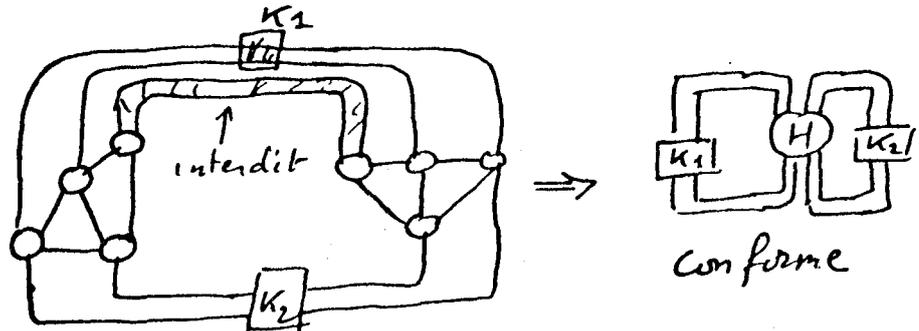


Vue aérienne du réseau:

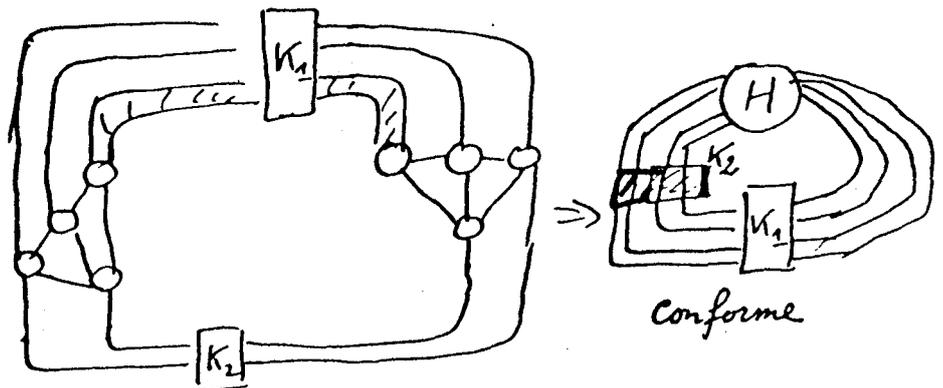
cas 1



cas 2

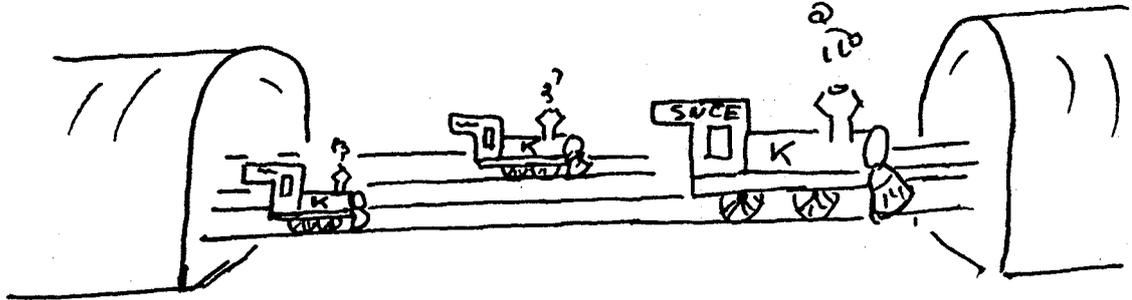


(variante)



Cdt 7 : (économie)

Pour des soucis d'économie d'énergie , la société se réserve le droit de mettre plusieurs trains de type **K** en circulation sur la même ligne .

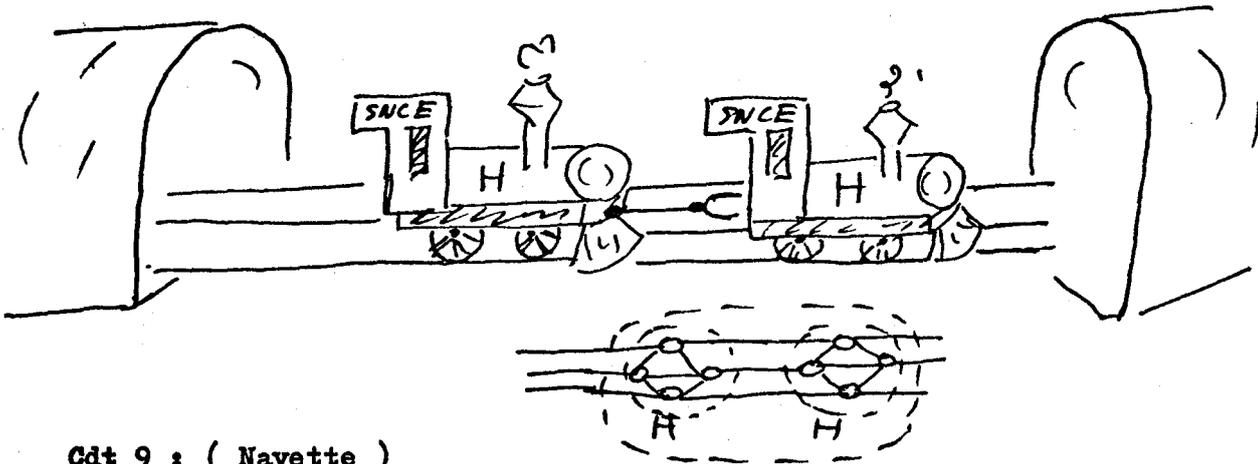


(un train peut en cacher un autre)

NB: La vitesse étant relative , l'ordre des trains n'est pas garantie .

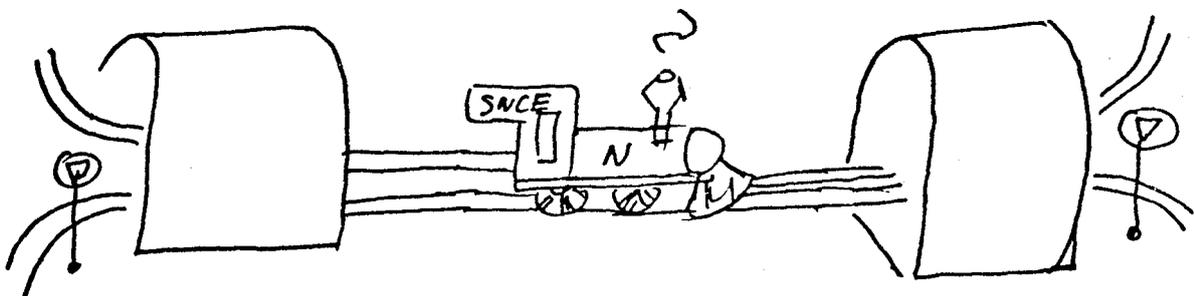
Cdt 8 : (Convois)

Deux trains **H** ne peuvent circuler sur la même ligne la société se réserve le droit de les réunir (par soucis d'économie)



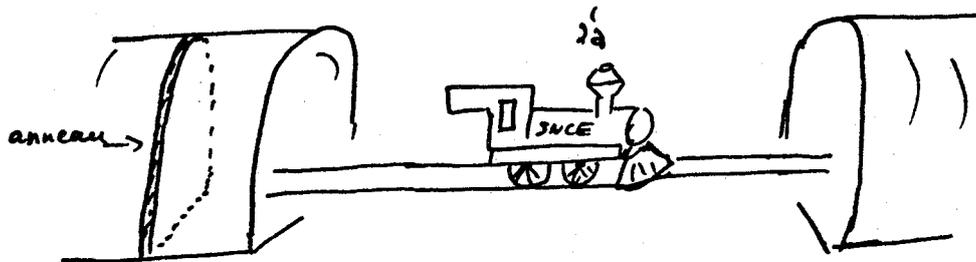
Cdt 9 : (Navette)

La société se réserve le droit de mettre des trains **N** (supplémentaires) au service des usagers .

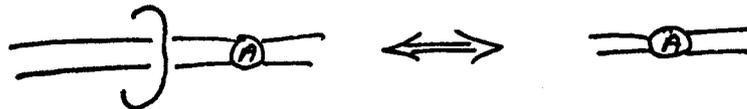


Cdt IO : (Sécurité)

Un certain nombre de tunnels ayant paru suspects , la société a pourvu à leur renfort par un certain nombre d' anneaux de sécurité .

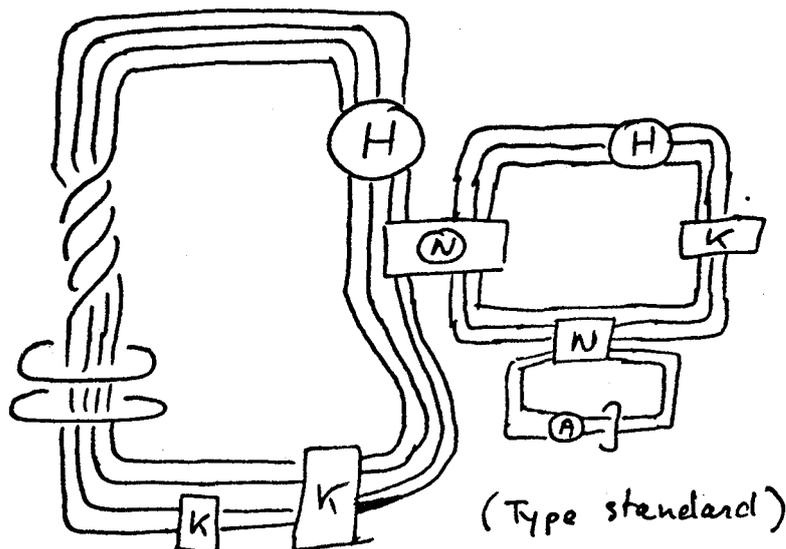


NB. Il est a noter que pour des raisons de symplification d'exploit-
tation certains trains ~~A~~ auront le droit d'utiliser un anneau .



3- Conséquence :

La société met à la disposition de ses usagers des réseaux du type annexé au statut , ses réseaux sont uniques sous réserve du respect des règlements internes qui suivent .



4- REGLEMENTS INTERNES

TRAINS ~~A~~ :

Art 1 :

Deux trains ~~A~~ ne peuvent circuler sur une même voie .

Art 2 :

La constitution du contenu -passager des trains ~~A~~ est supposée réduite conformément à l'article sur la population arborescente [3] .

Art 3 :

En conséquence, aucun passager nul ou infini n'est admis dans un train ~~A~~ .

TRAINS ~~H~~ :

Art 1 :

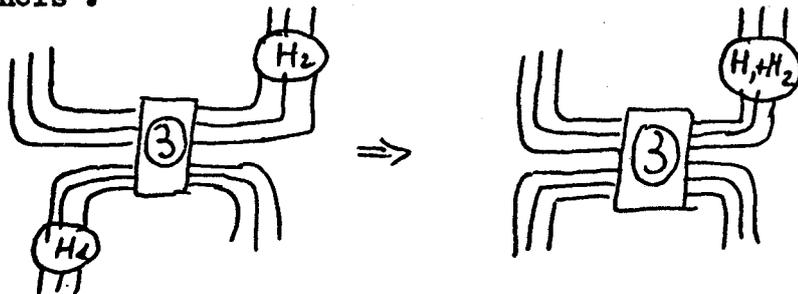
Les trains ~~H~~ sont obtenus par regroupement de trains ~~A~~ circulant dans un même tunnel .

Art 2 :

Dans un tel regroupement , aucun train ~~H~~ n'a le droit de libérer de rails [3]

Art 3 :

Deux trains ~~H~~ ne peuvent circuler séparément sur des rails identiques dans un même dédale de tunnels .



Art 4 :

Les anneaux de renfort sont imprenables par les trains ~~H~~ .

TRAINS ~~K~~

Les trains ~~K~~ sont régis par analogie, avec ce qui précède .

ADD₁

Nombre de composantes
d'un enlacement arborescent

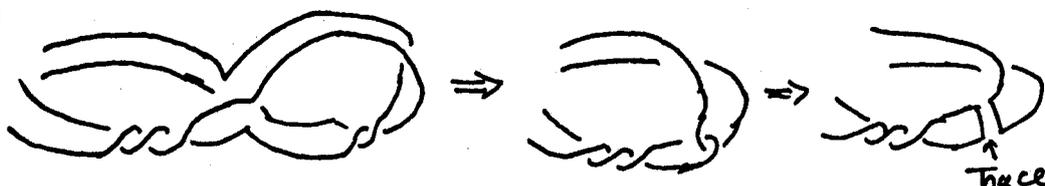
1- Introduction

La tabulation que j'ai donnée du monde arborescent dans mes premières notes a un caractère assez lourd, aussi dans le paragraphe qui suit, je présente un algorithme technique (automatisable) permettant de calculer le nombre de composantes d'un enlacement arborescent, soit: directement par un procédé technique, soit par un procédé algébrique faisant appel aux fractions continues que l'on peut associer aux branches de l'enlacement arborescent. De plus, nous verrons que celui-ci va dans le sens de certaines hypothèses intéressantes au niveau des variétés.

2- Projections :

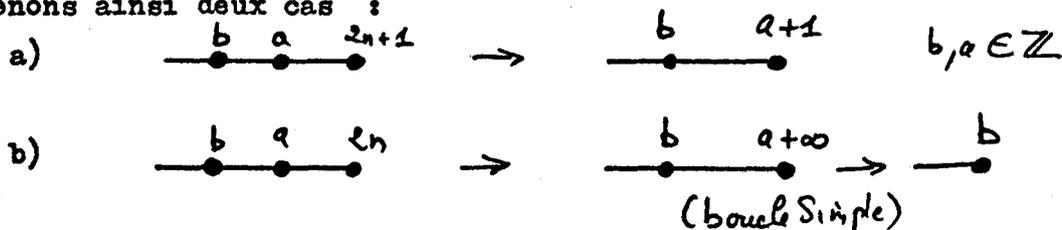
En effet, pour déterminer la nature d'un enlacement, il est seulement nécessaire de connaître les traces des bandes plombées sur les précédentes.

Exemple :



En conséquence, nous avons deux cas possibles, ou le tangle projeté est "pair" ou il est "impair". Nous ne perdons pas en généralité, en supposant qu'il vaut 0, 1 (ou ∞) seulement. (réduction modulo 2 avant projection)

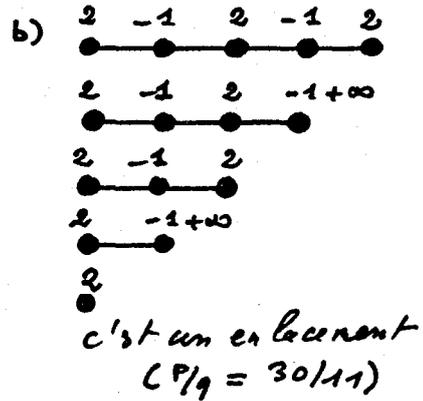
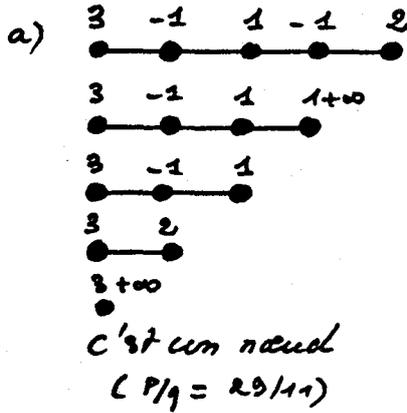
Nous obtenons ainsi deux cas :



3-Procédé de réduction : (rationnel)

- 1) Un poids impair se projette suivant un 1 sur la bande précédente .
- 2) Un poids pair se projette suivant un ∞ sur la bande précédente , par conséquent cela élimine le poids de celle-ci . (boucle simple)

Exemple :



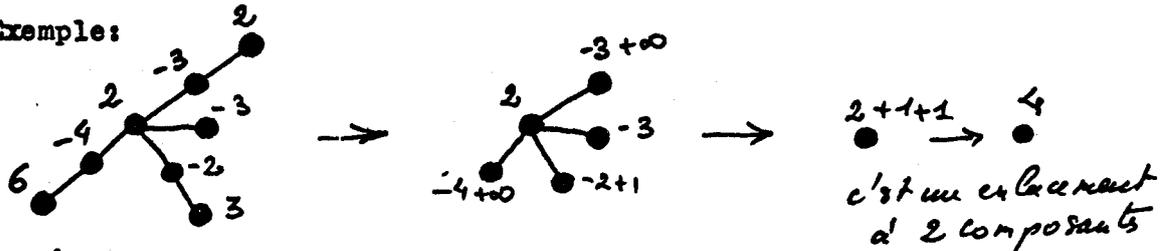
Remarque:

La position des poids sur les bandes n'intervient pas , et nous retrouvons ici la détermination du nombre de composantes d'une branche rationnelle en fonction de la parité de p du p/q associé .

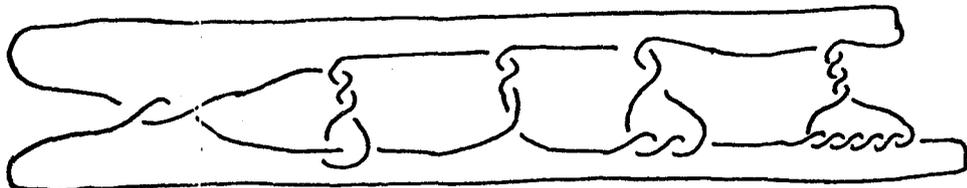
Cas stellaire :

Nous appliquons maintenant le résultat précédent au cas stellaire, soit en effectuant le procédé technique , soit en utilisant la parité des p des p/q associés aux branches rationnelles de l'étoile.

Exemple:



Graphe:



Règle :

Suivant la parité de p de la branche et le nombre de poids, celle-ci se projette sur le sommet de l'étoile de façon suivante :

$$P \text{ impair (noeud) } \begin{cases} \text{a) nbre de poids pair} \rightarrow 0 \\ \text{b) nbre de poids impair} \rightarrow 1 \end{cases}$$

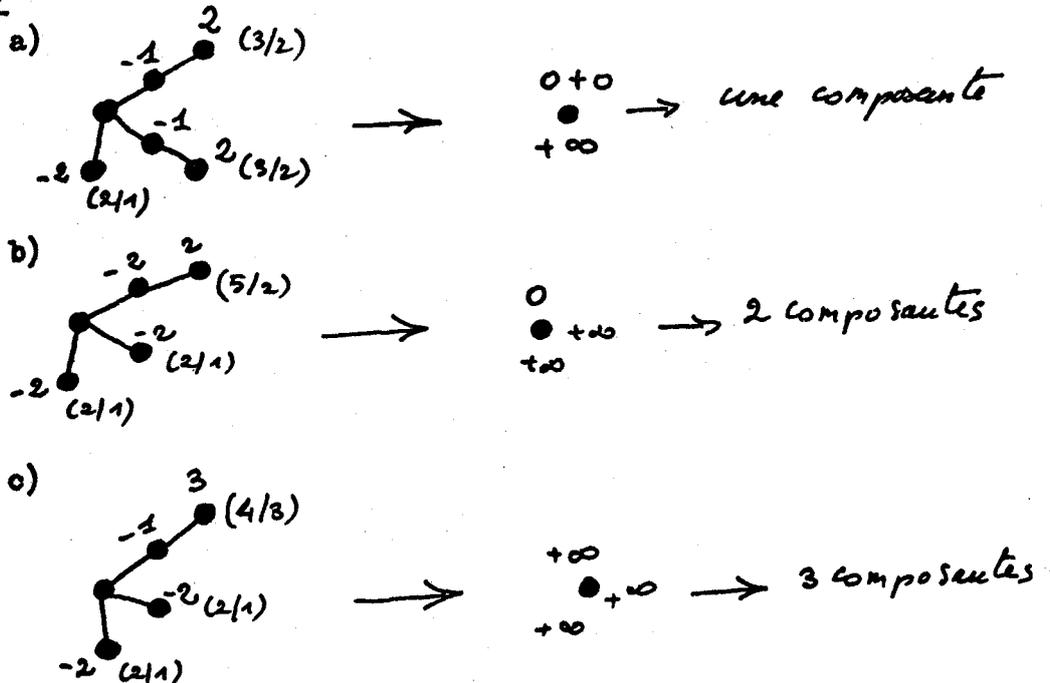
p pair (enlacement) se projette suivant ∞

(provient directement du procédé)

Remarque :

Ceci est à rapprocher du théorème de mes précédentes notes .

Exemple :



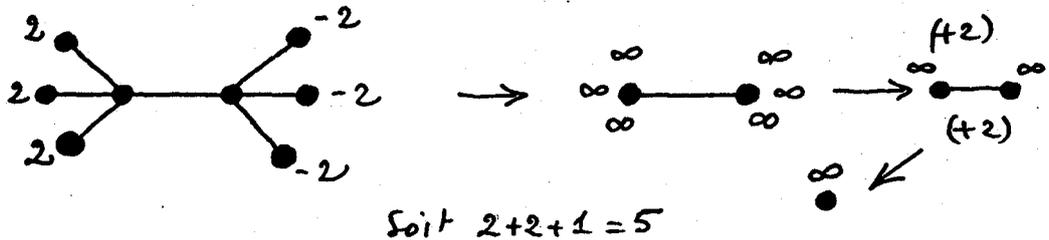
4- Théorème :

- 1) Si la projection contient au moins un ∞ , le nombre de composantes est égal au nombre d' ∞ obtenu .
- 2) Si la projection ne contient pas d' ∞ , le nombre de est un ou deux suivant la parité du poids du sommet + projection . ($b + \leq q_l$)

5- Cas général:

Dans le cas général, nous pouvons appliquer le procédé, mais en ajoutant un totalisateur, dont la fonction sera de totaliser le nombre de composantes au fur et à mesure.

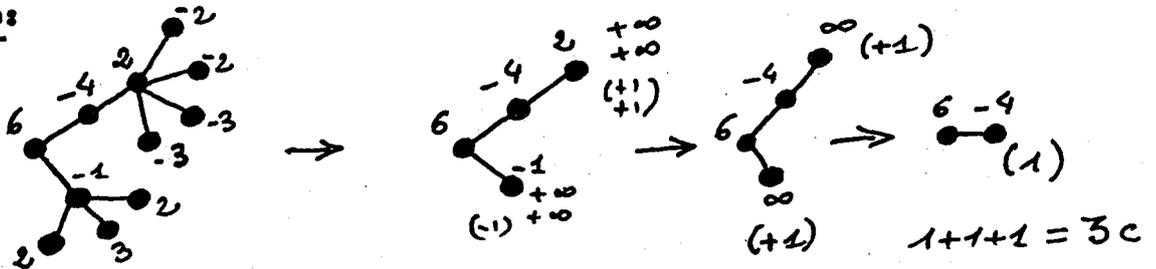
Exemple:



Règle:

A chaque projection d'étoile sur son sommet, le compteur est augmenté du nombre d' ∞ moins un.

Exemple:



Remarque :

En utilisant les p/q des branches (sans sommet), le procédé est complètement automatisable à partir de la notation.

6- Conséquences :

i) Nous pouvons immédiatement remarquer que dans notre procédé la position du poids sur la bande n'intervient pas.

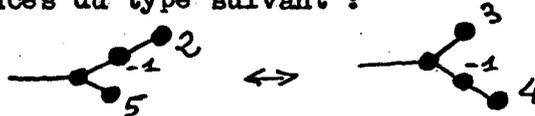
ii) Travaillant par projection sur les sommets d'étoiles, il est tout aussi remarquable que l'ordre des branches n'intervient pas dans notre algorithme, le procédé peut donc être considéré au niveau des variétés elles-mêmes.

Théorème:

La permutation de branches de tout ordre (ramification) ou le déplacement d'un poids sur sa bande, ne modifie pas le nombre de composantes (l'enlacement est en général différent).

Remarque:

Notre procédé respecte les règles d'orientation et de réorientation, ainsi d'ailleurs que dans le cas non-alternant les équivalences du type suivant :



(toute forme possible de l'arbre mène au résultat)

7- Cas hyperbolique:

Il est bien évident, d'une part, que tout ce qui précède s'applique directement aux tangles arborescents des bulles d'un polyèdre, et d'autre part que le procédé lui-même, s'applique au polyèdre en remplaçant les tangles simples (ou projections) par 0, 1, ou l'infini.

On pourra alors remarquer très certainement que certains changements sont possibles sans altérer le nombre de composantes de l'enlacement.

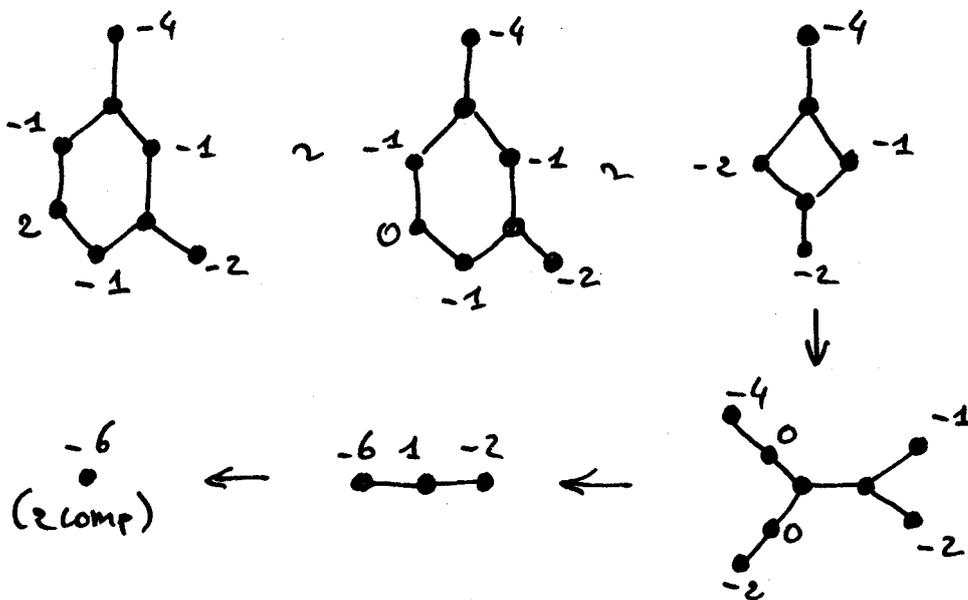
ADDITION 2

NOMBRE DE COMPOSANTES D'UN POLYEDRIQUE

Principe

Nous allons pour calculer le nombre de composantes d'un polyédrique, dans un premier temps appliquer l'algorithme du cas arborescent aux branches du modèle de l'enlacement polyédrique, et ceci jusqu'à obtention dans le modèle de cycle (s) ayant 4 poids alors il sera aisé de finir en utilisant l'équivalence fondamentale.

Eg.) 40:2:20



ADDITION₃

P O L Y E D R E S

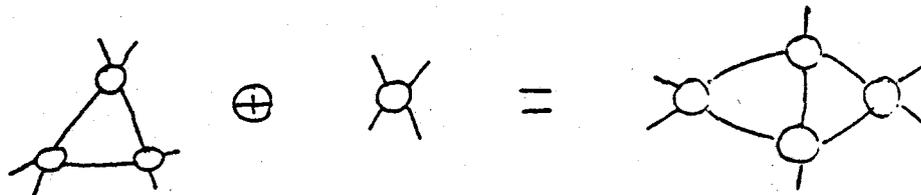
1- INTRODUCTION

Les polyèdres jouent un rôle important dans la classification des Enlacements. Un Noeud (Enlacement) Hyperbolique de type polyédrique n'aura pas en général de compagnon, et ne sera pas de type plombage, il est donc nécessaire d'avoir un procédé de construction de ces Polyèdres.

2- CONSTRUCTION PAR TANGLES HYPERBOLIQUES

Nous construirons les polyèdres à partir de structures ouvertes (déjà vues) et nous les fermerons sans engendrer de nouvelles intersections.

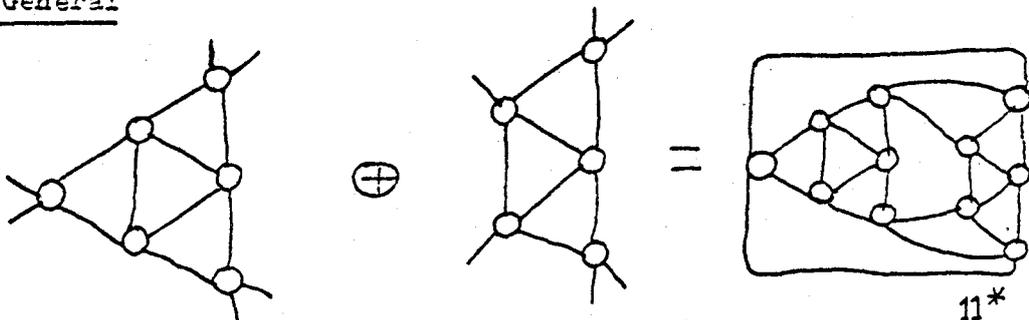
Exemple Général (Simplex)



DEFINITION

Deux telles structures seront compatibles, si elles ont le même nombre de brins de libres.

Exemple Général



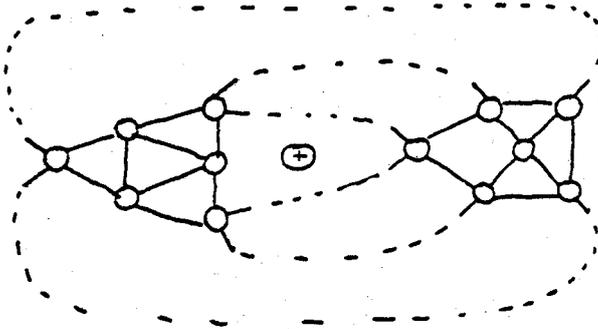
REMARQUE

Il y a en général plusieurs façons de composer deux structures données.

C'est à dire qu'il existe plusieurs fermetures.

Exemple I

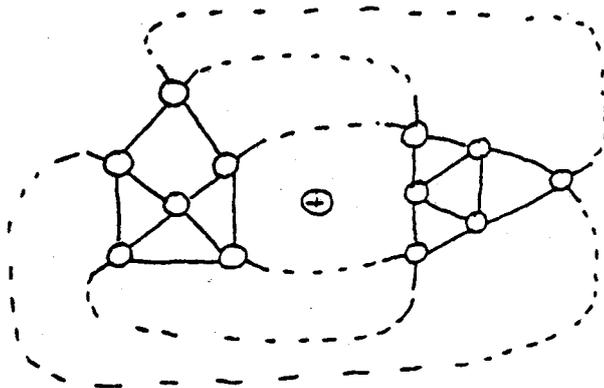
a)



12D

2P 2C 10T

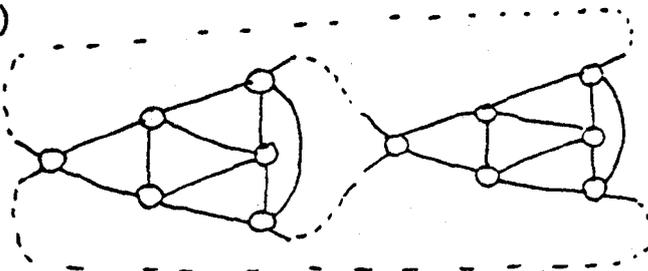
b)



Ici, c'est le même polyèdre, du fait de la symétrie d'une des structures.

Exemple II

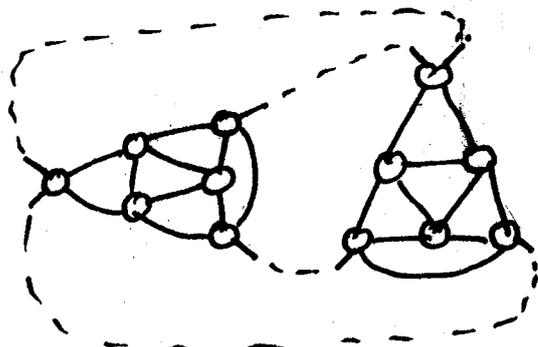
a)



12E

2H 12T

b)



12J

2P.2C.10T

Remarque

Pour les éléments de base servant à la construction de polyèdres à 12 ballons voir la table des tangles hyperboliques p 251

3- Pré-invariant

La décomposition en simplexes géométriques du polyèdre est un pré-invariant.

Abréviation

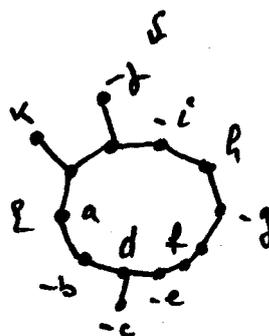
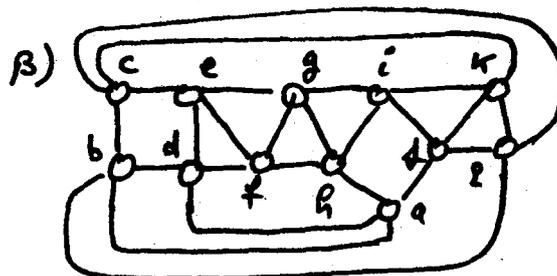
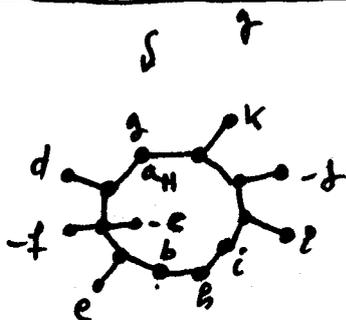
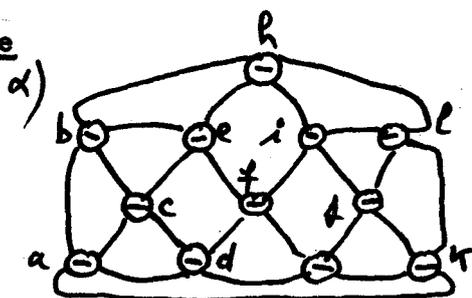
H. hexagone - P. pentagone - C. carré - T. triangle (cf. Exemple)

4- Classification

Au delà de ce pré-invariant, seul pour l'instant, l'ensemble des modèles types standards associables à un polyèdre donné, classifie les polyèdres.

Nous remarquerons alors que pour deux modèles de même type la décomposition du modèle est un pré-invariant cyclique défini à retournement près du cycle sur lui-même.

Exemple



En effet ces deux polyèdres sont identiques, car pour polyèdre un ballon peut représenter  ou  (ao)

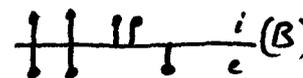
Donc la décomposition des poids sur les bandes horizontales et verticales est la même. Dans le cas de notre exemple, nous avons 7 poids horizontaux, 5 verticaux.

$\alpha) H \ 3i / 4e \quad V5$

i = intérieur
e = extérieur

$\beta) H \ 4e / 3e \quad V5$

Pour $\alpha)$ la position des poids horizontaux est  (A)

Pour $\beta)$ la position des poids horizontaux est  (B)

Donc, si l'on retourne (B) sur lui même et au sens près, on retrouve (A) par conséquent les 2 projections $\alpha)$ et $\beta)$ correspondent au même polyèdre.

Note

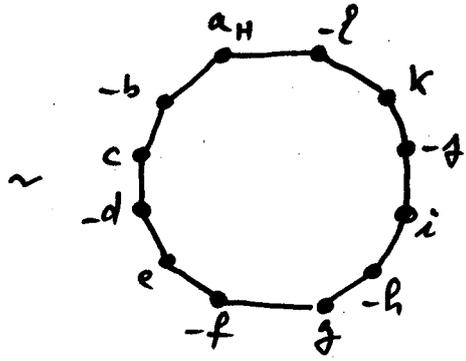
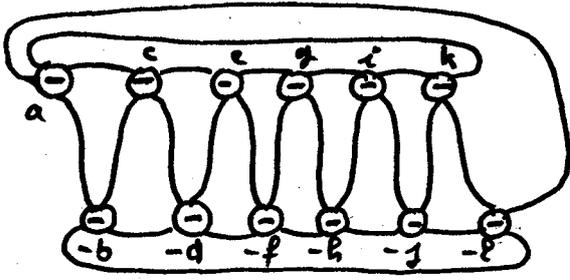
Dans les pages qui suivent je donne les modèles standards associés aux polyèdres à 12 ballons, nous remarquerons d'ailleurs qu'une base de polyèdre peut être recherchée directement à partir de modèles possibles pour un nombre de croisements donné.

Remarque

Pour passer de 12c à 13c, il suffit de rajouter un poids dans les modèles à 12c quand c'est possible, car il faut 2 poids pour modifier un cycle standard.

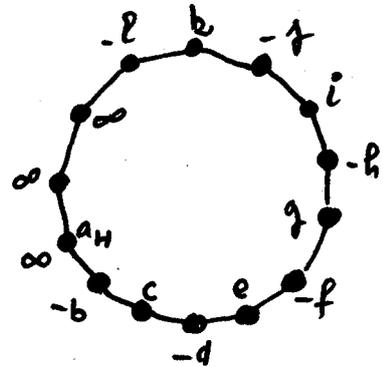
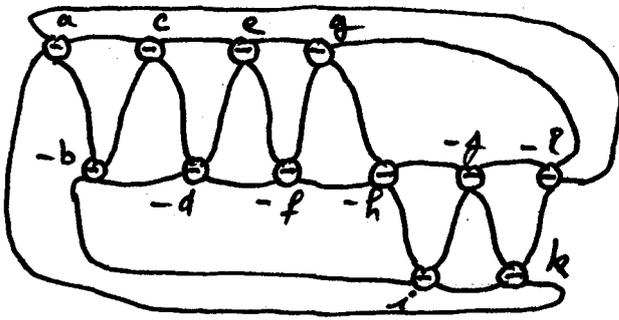
-308_B-

12A



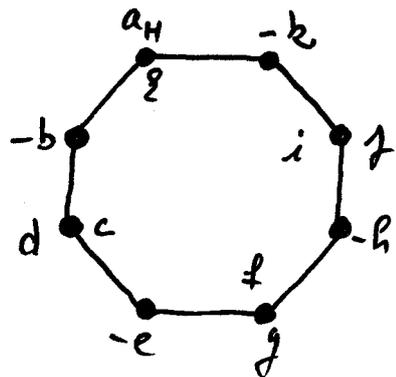
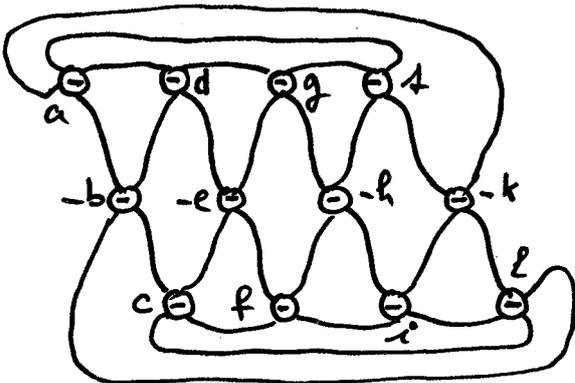
2H 12T 6H / 6V

12B



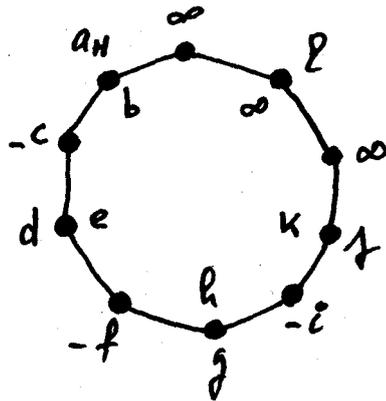
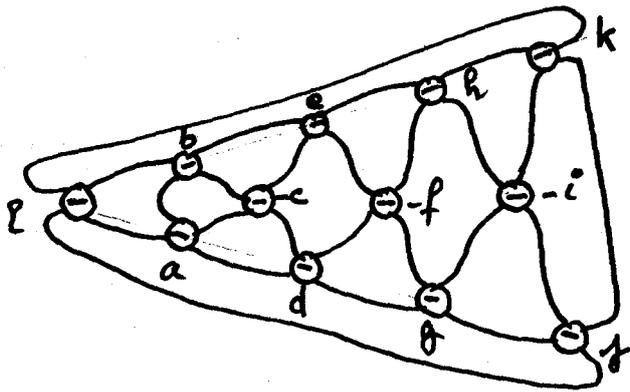
2P.2C.10T H i 4+0 / e 2+0 V 6+0

12c



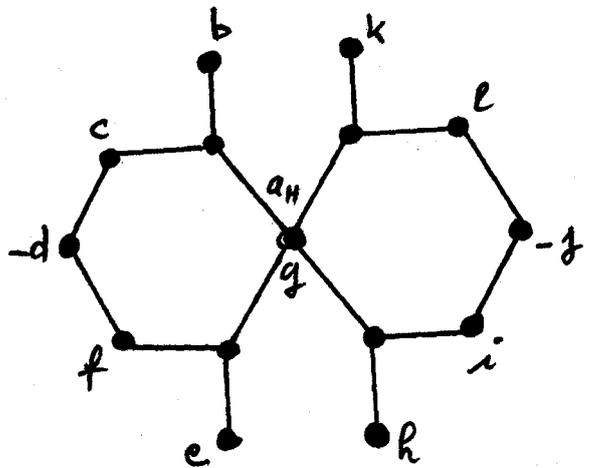
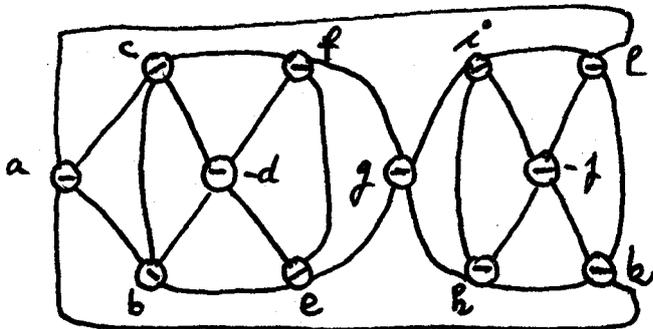
6C 8T H 4/4 V 4

12D



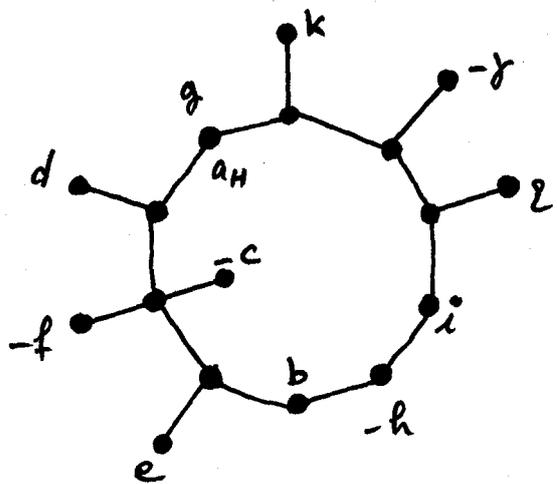
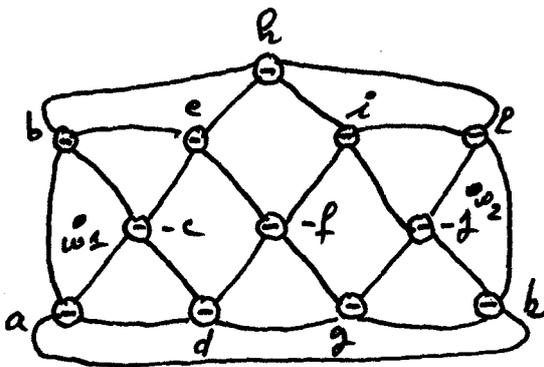
2P 2C 10T H (4+∞) / 5 V 3+2∞

12E



2H 12T

12f

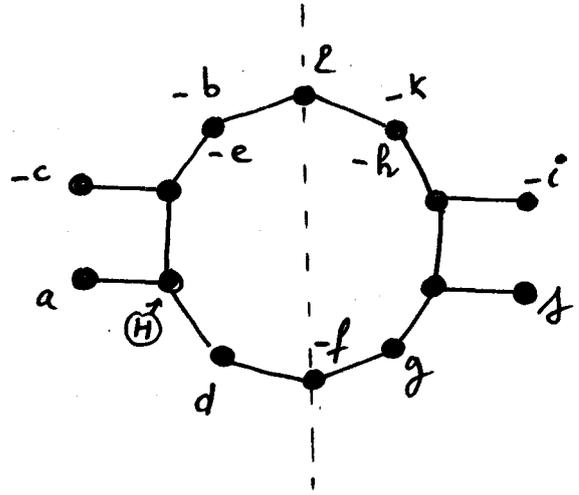
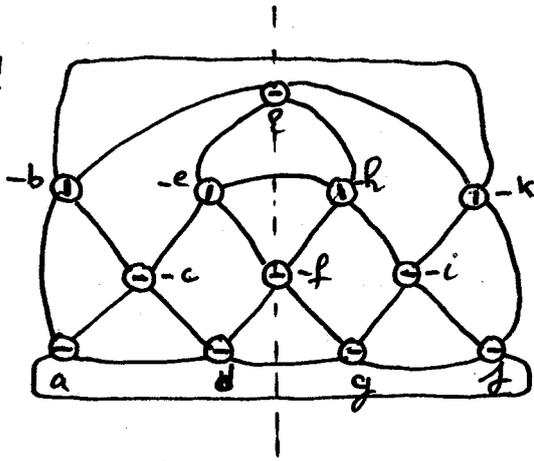


1P 4C 9T 2 possibilities ω₁, ω₂

H 3 / 4 V 5

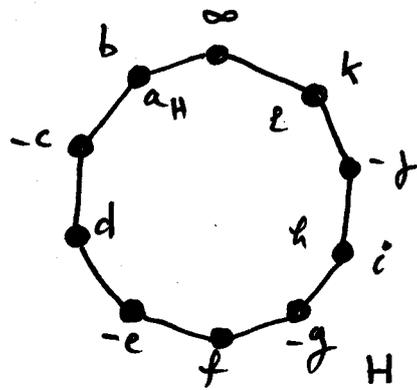
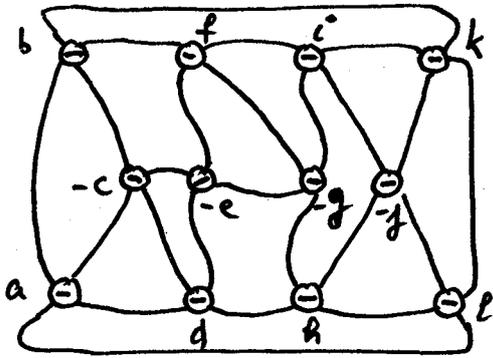
-308_D

12G



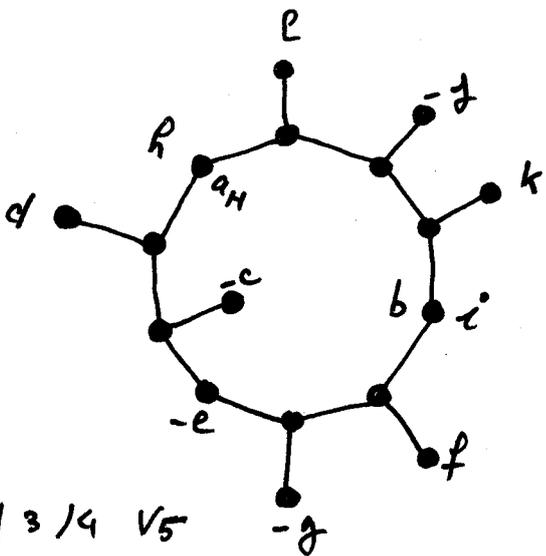
6C8T H 4/3 V 5

12H

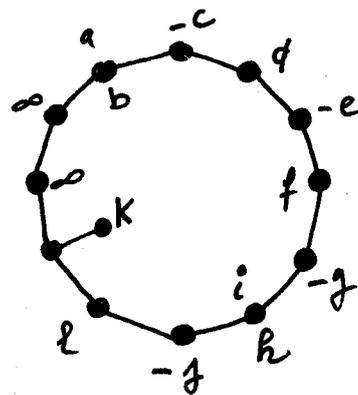


6C8T

H 4/4 V 4+00



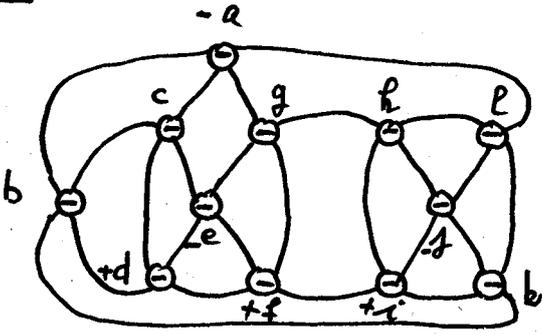
H 3/4 V 5



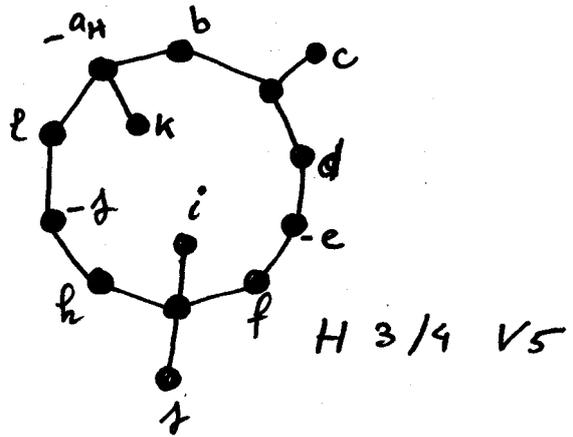
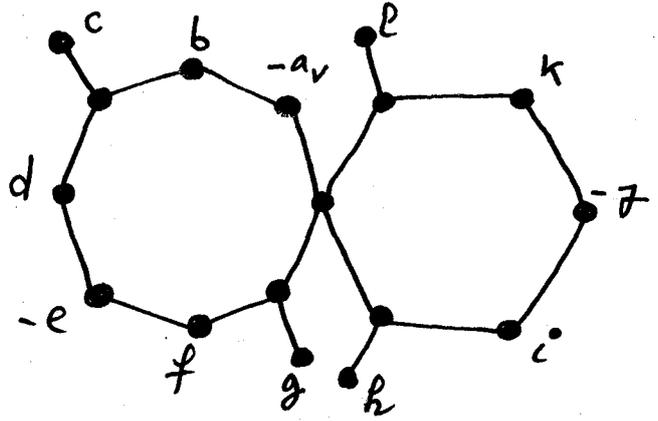
H 3+00/4 V 5+00

-308_e-

12I

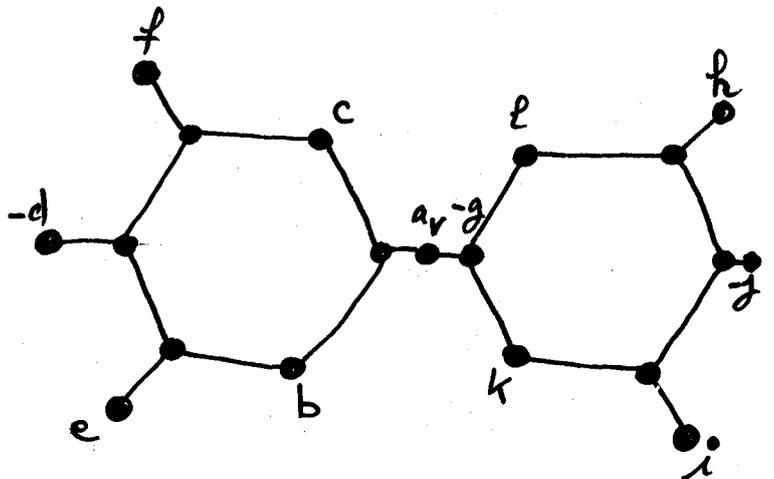
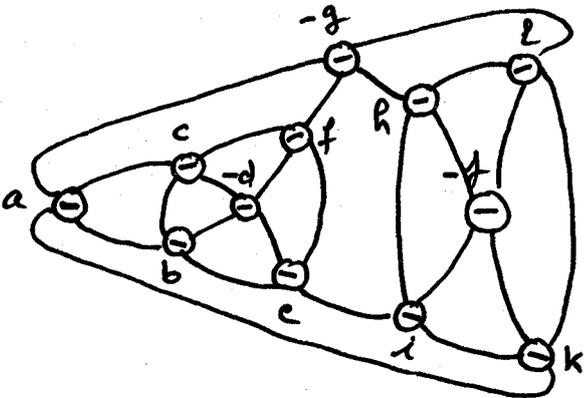


1P 4C 9T

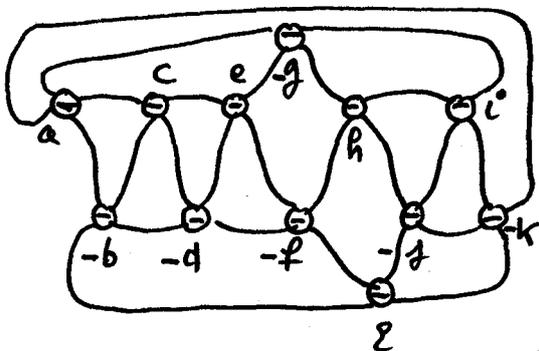


H 3/4 V5

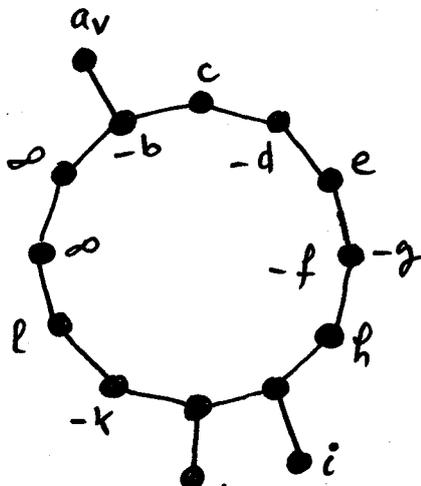
12J



12K

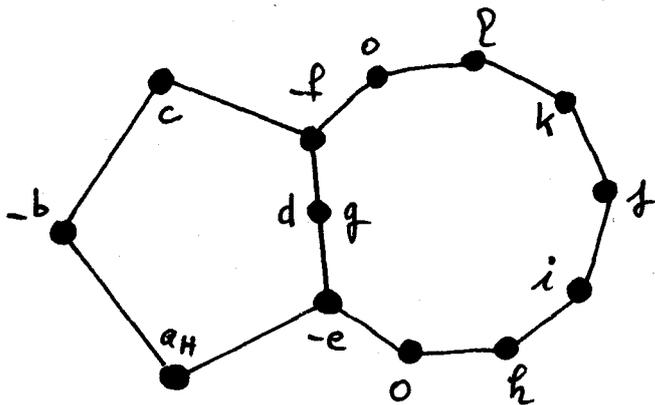
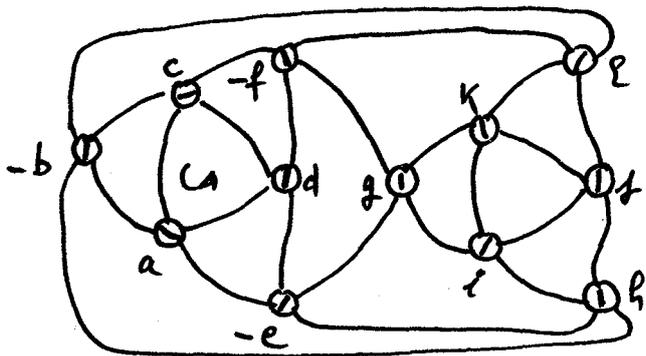


6C 8T

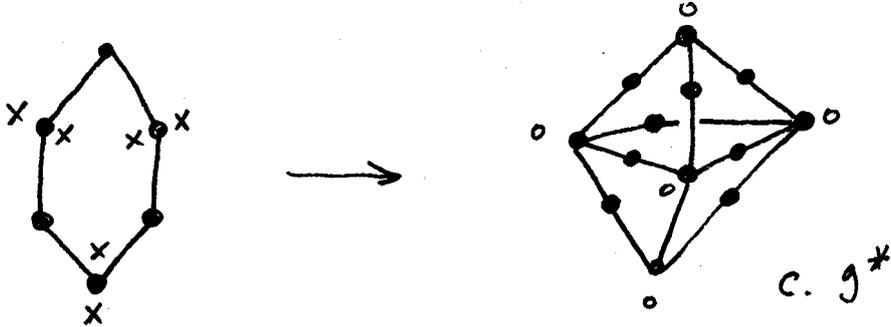


H 3+∞ / 4 V 5+∞ -f

12L



Exemple Général (9^*)



Remarque

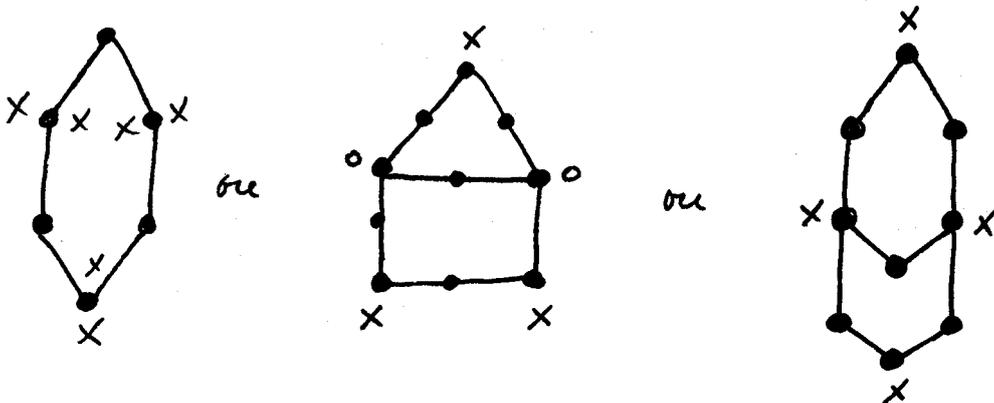
Dans chaque face, cet objet possède une composante triviale (comme dans les pré-modèles de mes notes de recherche (C1))

Suivant le chemin suivi pour dissoudre les ponts de l'objet canonique, nous pouvons obtenir tous les modèles standards possibles associés au polyèdre correspondant au Noeud (l'enlacement).

Exemple Général

Si nous regardons 9^* , nous obtenons trois types de modèles correspondants directement aux trois catégories de faces que possède le polyèdre 9^* à partir de l'objet canonique.

Soit :

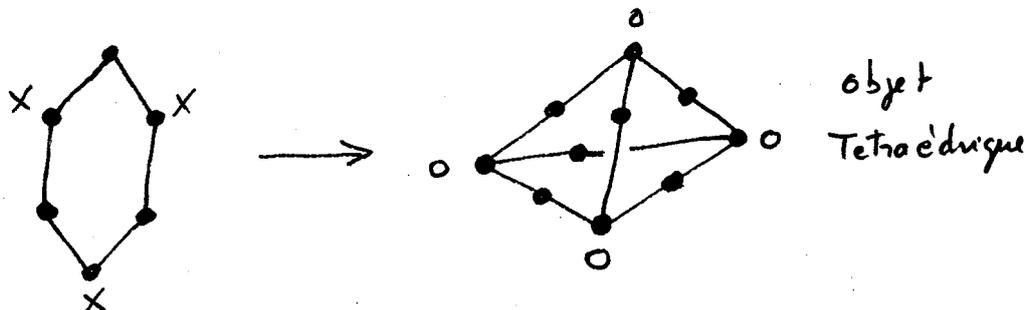


INVARIANT POUR LES POLYÈDRES

1 - Introduction

La construction combinatoire de SEAL^(*) permet d'obtenir un objet canonique (de présentation) pour un polyèdre donné, et ceci en utilisant l'adjonction de ponts, pour arriver à un objet respectant toutes les symétries possibles du polyèdre. (cet objet sera un objet spatial).

Exemple Général (6^{*})



11 - Règle

Tous les sommets sont des bandes nulles, on ajoute donc suffisamment de ponts pour faire disparaître toutes les bandes horizontales ~~—x~~, dans l'objet résultant seuls les arêtes sont pondérées.

Ainsi, si l'on regarde l'objet obtenu pour le 6^{*} type on remarquera immédiatement que si l'on dissout un sommet donné, on retrouve les quatre modèles standards possibles de mes tabulations (C_2).

111 - Modèles standards

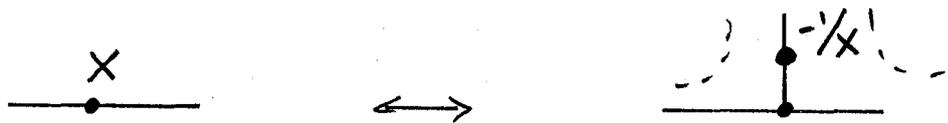
Cet objet est un invariant géométrique pour les polyèdres, si l'on ne tient pas compte du contenu des bulles du polyèdre.

(*) Tous mes remerciements à SEAL pour nos longs dialogues fructueux durant le séminaire d'été de Cambridge.

Conséquence

Ainsi, le lecteur dispose d'un outil pratique et technique pour construire une classification des polyèdres $*$, puis des Noeuds et des Enlacements.

Cet objet canonique peut être aussi très intéressant pour l'étude de certaines propriétés des Noeuds (ou des Enlacements) modulo la règle :



*

Demander à SEAL (Cambridge) ses notes sur la liste des polyèdres à 12 et 13 bulles) ; les revêtements double combinatoires.

UTILISATION DES OBJETS CANONIQUES

ASSOCIABLES AUX POLYEDRES

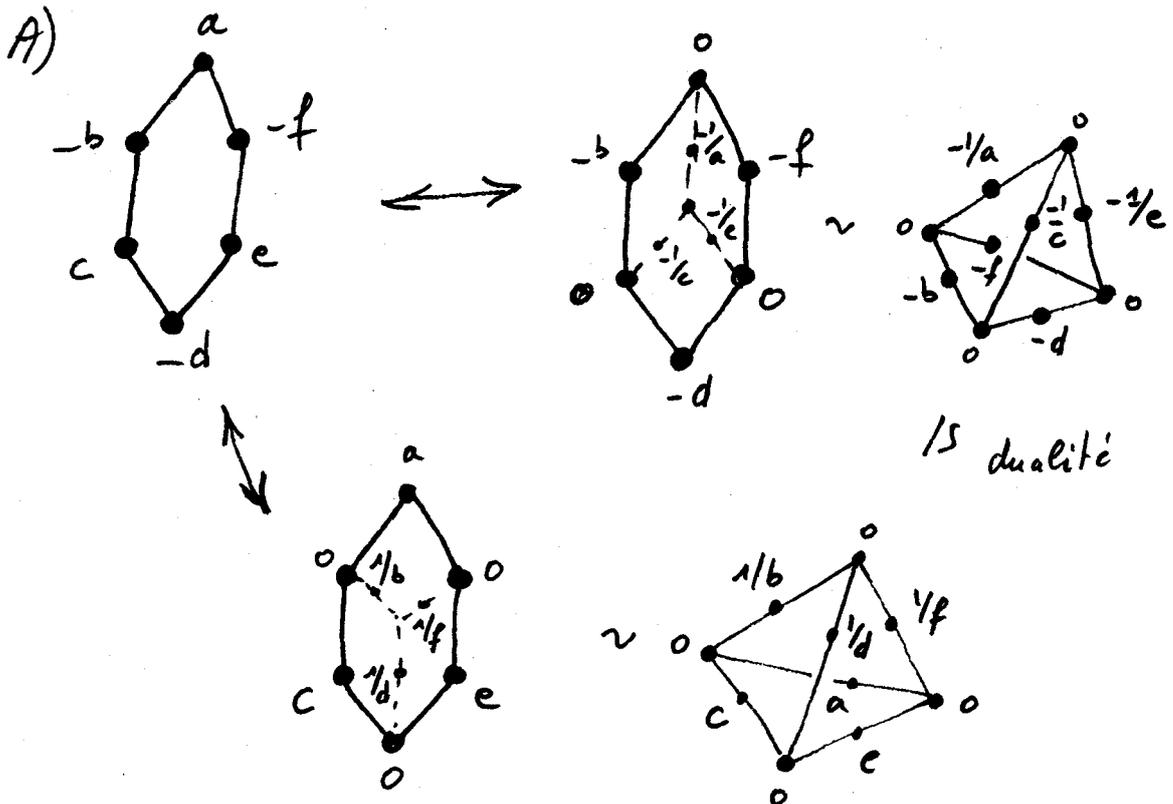
1 - Généralité

Parmi les équivalences de Noeuds (Enlacements) le cas le plus gênant que l'on puisse rencontrer est celui du 6^* type, car un 6^* possède 4 graphes possibles mais surtout morphologiquement semblables et nous n'avons pas nécessairement une table sous les yeux. Il faut donc savoir les retrouver très vite.

Pour cela, il suffit de savoir que la notation de type CONWAY correspond directement à un graphe cyclique.

Exemple Général

1er pas : 6^* a.b.c.d.e.f



2 - Procédé : 2e pas

Au 1er graphe associé directement à la notation de Conway, nous avons fait correspondre un objet canonique obtenu par l'addition de ponts et ceci en annulant chirurgicalement certaines bandes.

(l'opération est l'équivalence $r \leftrightarrow -1/r$ correspond au passage de b en b_0 et réciproquement).

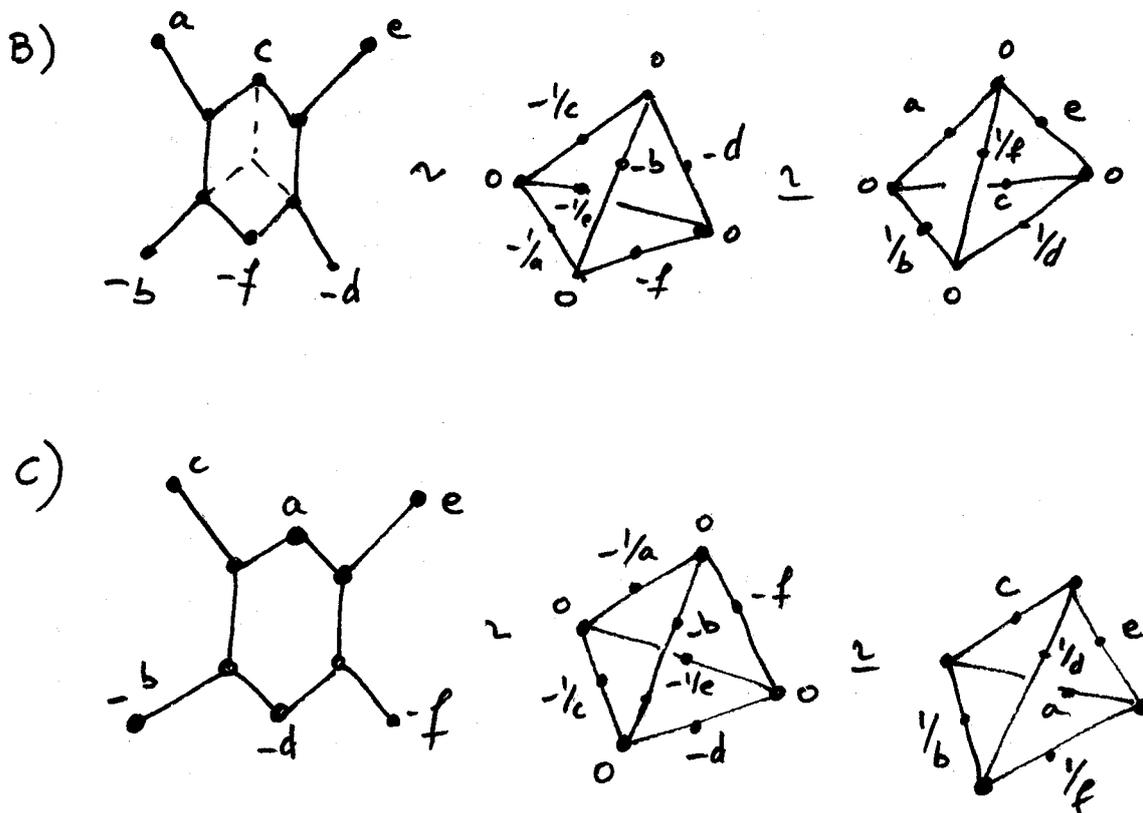
Remarque 1

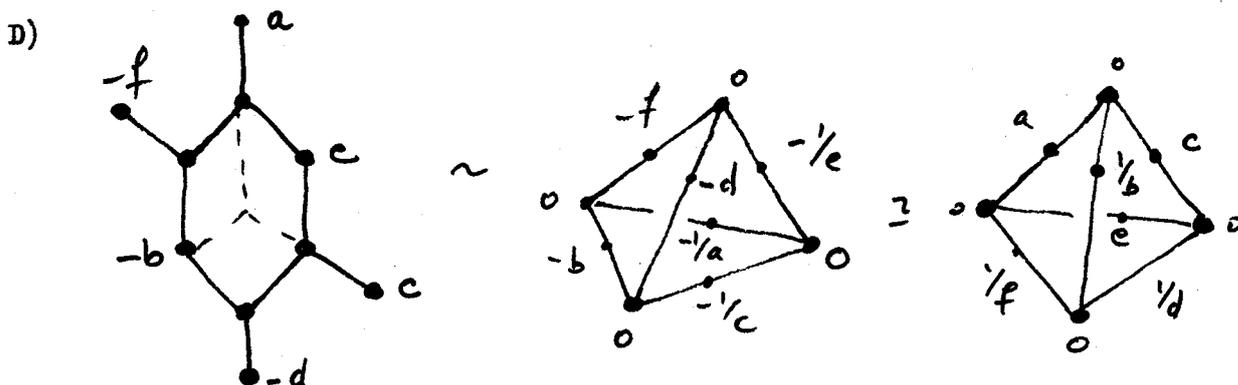
L'objet obtenu ne dépend pas de la présentation du graphe initial choisi pour l'enlacement considéré et ceci à dualité chirurgicale près (voir Exemple Général).

3e pas

Une fois obtenu cet objet spatial (ici tétraédrique) nous pouvons retrouver facilement les trois autres graphes et ceci tout simplement en effaçant un des trois autres sommets nuls de l'objet.

Exemple Général



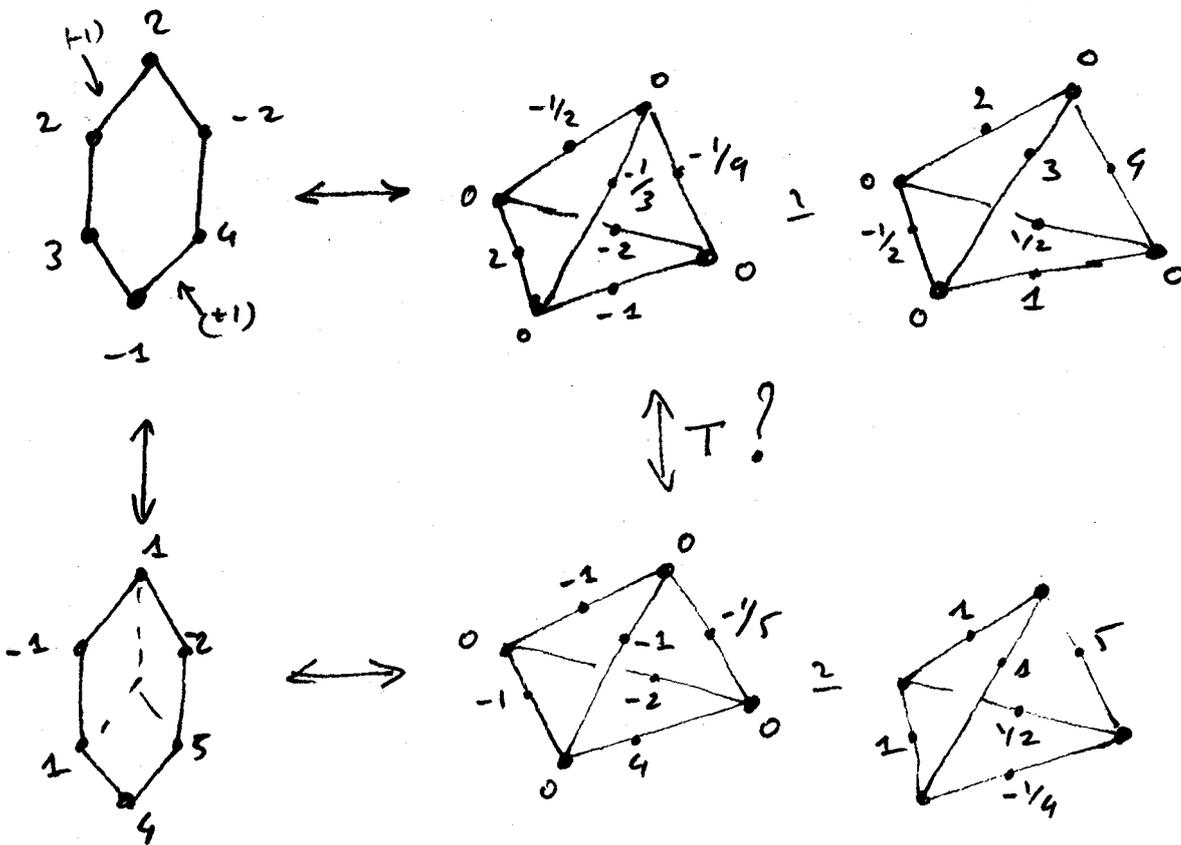


Remarque 2

Nous pouvons même remarquer que cet objet tétraédrique rend compte de l'alternance ou de la non-alternance du noeud ou de l'enlacement considéré au départ.

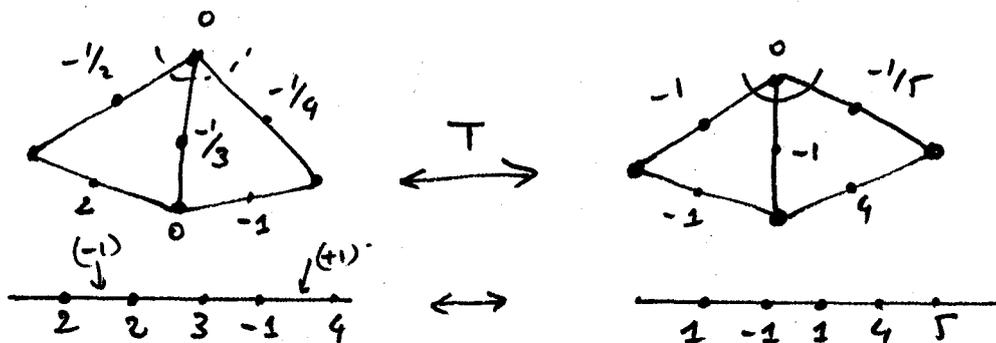
3 - Equivalence

Exemple Général



Remarque 3

Nous pouvons remarquer que l'un des poids n'intervient pas et localement T est en fait



localement c'est notre transformation double blowing. Le plus dur sera de la reconnaître localement directement sur le tétraèdre (solièdre en général).

Dans le cas présent : nous avons rotation des poids sur les deux faces et aux extrémités une fraction du type $1/a \rightarrow 1/a-1$ et $1/b \rightarrow 1/b-1$

Remarque 4

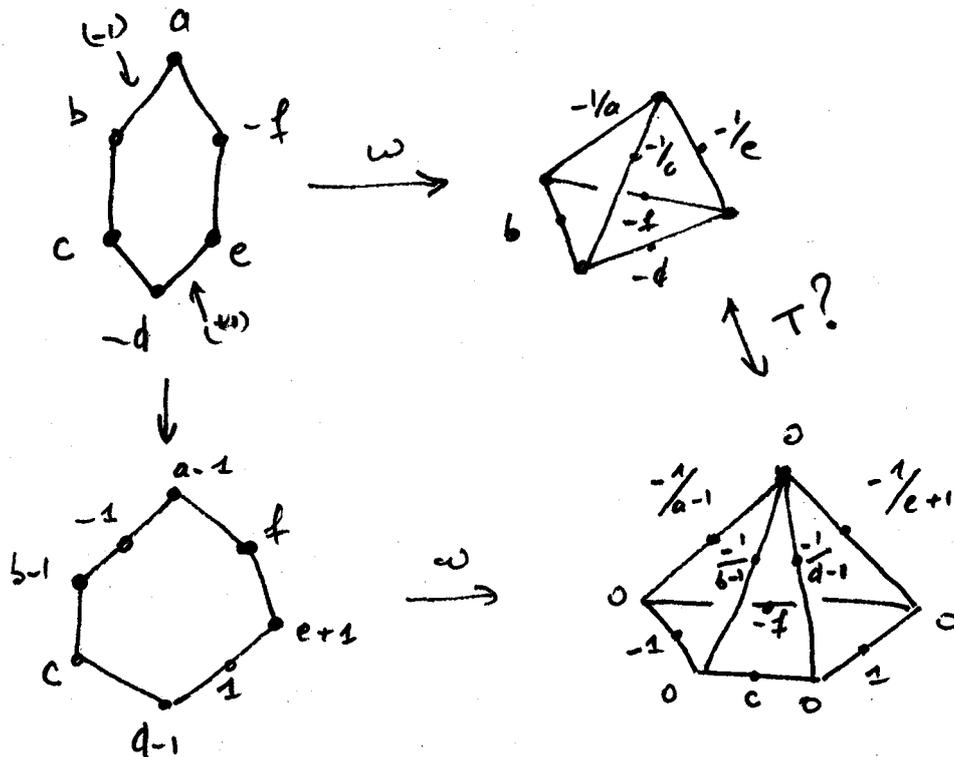
Ceci permet de voir entre autre que le nombre de graphes équivalents à un graphe donné est fini. (Je parle ici de graphes réduits en nombre de croisements).

Exemple Général

Plus généralement :

Si l'on veut avancer dans la comparaison des graphes cycliques, il faut traduire tous les cas possibles de double blowing en termes de chirurgie soliédrique.

Exemple Général (suite)



Remarque 5

Je laisse donc au lecteur en exercice à traduire les 3 théorèmes d'application sur les cycles (voir notes) et les 5 types de réductibilité-irréductibilité en termes "soliédriques", ainsi que perkolation et absorption.

(voir en ADD, compléments sur la gestion des cycles).

Tout en faisant remarquer que comparer 2 tétraèdres revient à comparer 16 possibilités d'équivalences de graphes cycliques.

Note

Pour tout détail sur les techniques et algorithmes, voir les notes de recherche.

ADDITION 4

ARBORESCENCE ET CONJECTURE DE POINCARÉ

1- INTRODUCTION

Bien des méthodes d'investigations au sujet de la recherche d'un contre-exemple à cette conjecture reviennent en fait à partir d'un Noeud (ou d'un Enlacement) de type premier non-Trivial par des transformations à obtenir S_1 (propriété P).

Il est bien évident que toutes ces transformations peuvent s'interpréter en termes de structures telles que je les ai définies précédemment.

Le problème en fait peut-être ramené au suivant.

2- PROBLEME

Trouver sur un élément premier non-trivial une transformation qui permette d'obtenir S_1 , en termes d'instructions de chirurgie.

Ensuite, il faut regarder le revêtement de l'élément de départ pour un noeud et pour un enlacement regarder s'il a la propriété P (ROLFSEN).

Dans le chapitre 1, sur l'arborescence, j'ai donné les classes d'équivalences des descriptions chirurgicales, associées à un arborescent. On peut constater directement que dans une forme standard le poids des branches est un invariant, ainsi que l'ordre de celles-ci (sauf pour une chaîne).

3- PROPRIETE

Si l'on échange deux branches, deux rameaux dans une forme standard associée à un élément premier, on obtient un autre élément premier non-trivial (ou le même).

CONSEQUENCE

Ainsi si l'on veut rechercher un contre-exemple à la conjecture de Poincaré, il faut rechercher d'autres transformations par exemple l'oubli d'un tangle (en fait, son remplacement par 0 ou $1/\infty$). (Voir MONTESINOS- Princeton studies 84).

Ainsi, regardons ce problème en termes de structures dans l'algorithme que j'ai donné dans le premier chapitre.

4- DISPARITION DE BRANCHES

Dans un arborescent, la disparition d'une branche peut s'expliquer en termes de l'algorithme que j'ai donné pour l'arborescence, ce qui se traduit par :

Transformation 1

Présence d'une boucle simple sur une branche donc localement $\overset{a}{\bullet} \text{---} \overset{0}{\bullet}$ (provient de $\overset{a}{\bullet} \text{---} \overset{\pm 1}{\bullet} \text{---} \overset{\pm 1}{\bullet}$).

Transformation 2

Somme connexe - Présence de $\overset{\circ}{\bullet} \text{---} \overset{\bullet}{\bullet}$ ou $\overset{\infty}{\bullet} \text{---} \overset{\bullet}{\bullet}$

Transformation 3

(Rappel) Un zéro dans une branche donne

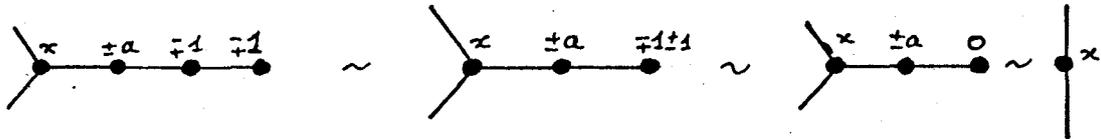


5- CONSEQUENCE

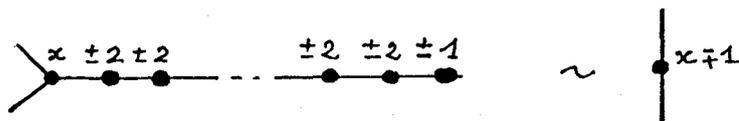
Un diagramme qui représente S_1 doit par l'algorithme que j'ai donné se ramener à $\bullet \cdot b$ ($b = \pm 1$).

Ce phénomène ne peut se produire que si toutes les branches disparaissent, ce qui se passe dans les cas suivants :

DISPARITION 1



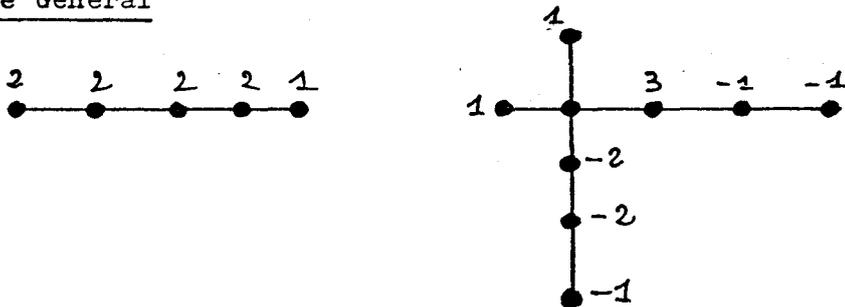
DISPARITION 2



PROPRIETE

Les formes arborescentes de S_1 sont donc des arbres ayant pour branches les deux types précédents ou des sommes connexes (arbres contenant un tangle ∞)

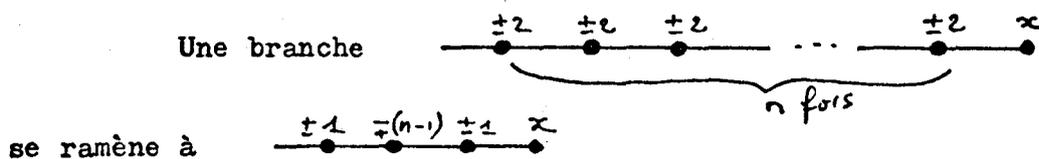
Exemple Général



REMARQUE

Rechercher un contre-exemple à partir de notre classification revient donc à regarder les éléments arborescents pouvant donner un tel diagramme par oubli d'un tangle (ou partie d'un).

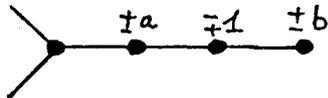
6- PROPRIETE



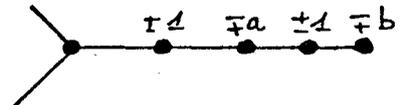
CONSEQUENCE

Les arbres standards qui donnent S_1 par oubli d'un tangle (ou partie d'un) sont ceux qui ont des branches du type

a)

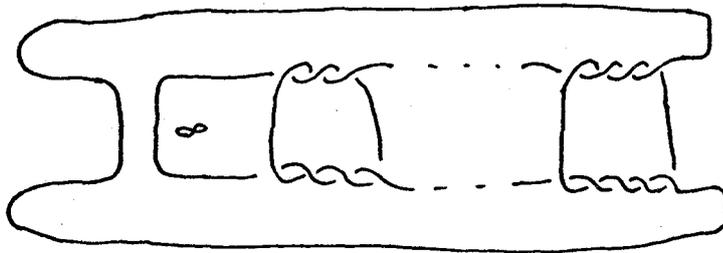


b)



en remplaçant b par ± 1 (voir exemple général).

Les sommes connexes donnant S_1 sous forme arborescente sont du type suivant :



PROBLEME

Pas de contre-exemple arborescent ? (WALDHAUSEN-MONTESINGS)

7 - π - HYPERBOLIQUE

Dans le monde hyperbolique polyédrique, ce qui vient d'être vu, reste valable pour les tangles arborescents des "bulles" des polyédriques. Donc pour arriver à partir d'un polyédrique à S_1 , il faut faire $\Gamma = 0$ ou $\Gamma = \infty$ dans une bulle, mais alors on remarquera immédiatement que pour des raisons de structures, le nouvel élément est soit un type polyédrique "inférieur", soit un arborescent (≤ 5 bulles) auquel cas, on retrouve le phénomène précédent.

PROBLEME

L'impossibilité d'un contre-exemple arborescent entraîne-t-elle l'impossibilité d'un contre exemple hyperbolique ?

EXCERCICE

Montrer que les exemples traités jusqu'à ce jour se justifient en termes de structures, en accord avec ce qui précède.

Exemple Général

Les exemples de CONWAY et de KINOSHITA-TERASAKA (MONTESINOS, "Surgery on links", A.S. Princeton 84, p. 251-252) sont en fait des noeuds arborescents.

Maintenant, si l'on en vient au type général, arriver à S_1 revient à "annuler" des composantes arborescentes, ou hyperboliques, et si les deux sous-mondes ne peuvent donner de contre-exemple, il est très probable que :

8- CONJECTURE

Impossibilité à trouver un contre-exemple à partir d'un élément non-trivial de structure fine.

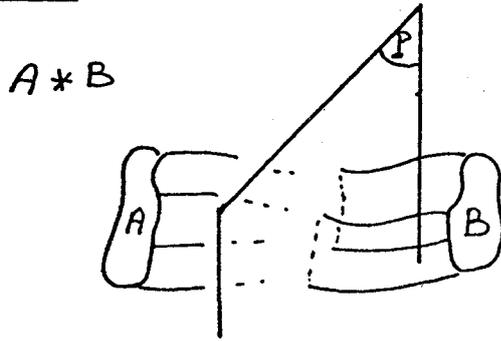
COMMENTAIRE

En effet, prouver cette conjecture ou trouver un contre-exemple, revient à regarder en termes de structures les compositions que l'on obtient à partir de tangles arborescents représentant S_1 et dont la fermeture sera un *Polyèdrique*.
(tel que : $\Delta(t) = 1$)

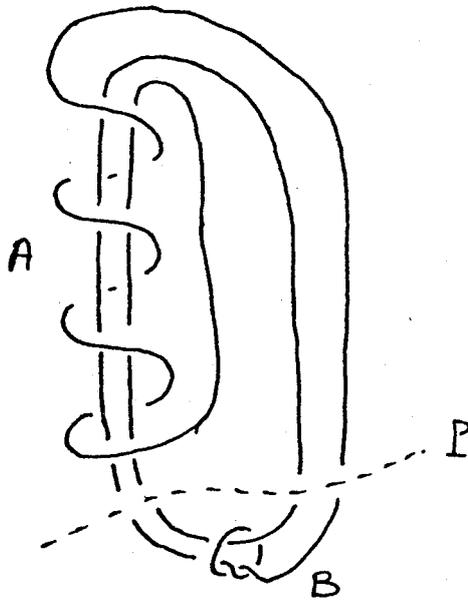
Les formes arborescentes de S_1 sont toutes obtenues à partir de mon algorithme et des remarques faites dans ces notes.

Ainsi, la recherche peut se voir sous la forme d'une construction.

3- CONSTRUCTION



Exemple Général



en B, nous pouvons avoir un tangle arborescent de type



avec

$$(a, -(a-1)), (b, -(b-1)), \dots$$

(S_1 sous forme de somme connexe).

Dans le cas général, il suffit de prendre deux représentations arborescentes de S_1 et de les "coller" de façon à ce que l'élément obtenu soit premier-non-trivial et hyperbolique.

Maintenant, pour rechercher parmi ces possibilités un contre-exemple, il faut envisager le calcul de $\pi(\tilde{K})$ ce qui revient à se poser la conjecture de MONTESINOS.

10- CONJECTURE

Si N est premier non-trivial (Noeud) alors $\pi(\tilde{N}) \neq 1$ (dans notre cas, cela revient au problème suivant, en utilisant les diagrammes structurés.

PROBLEME

Calculer le $\pi(\tilde{N})$ à partir de la construction préconisée de nos "exemples" en considérant les tangles se trouvant dans les deux sphères A et B déterminées par le plan P. En fait

PROBLEME

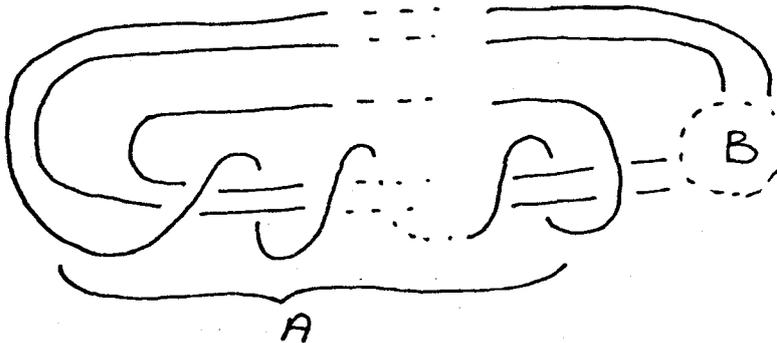
Que peut-on dire du $\pi(\tilde{N})$ lorsque les deux sphères A et B contiennent des éléments triviaux. (Deux arborescences S_1)

EXERCICE

Montrer que tous les exemples connus, dans le but de trouver un contre-exemple se comprennent en termes de cette construction.

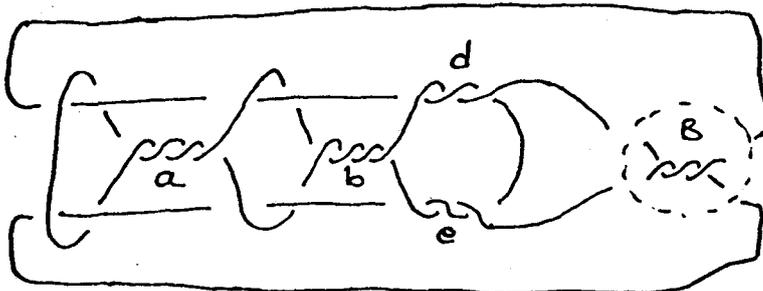
11- EXEMPLES DE CONSTRUCTION A * B

Exemple 1 $2P^*$ (c'est à dire, 6^* , 8^* , 10^* ,)



avec B, présentation arborescente de S_1 .

Exemple 2 (5^*)

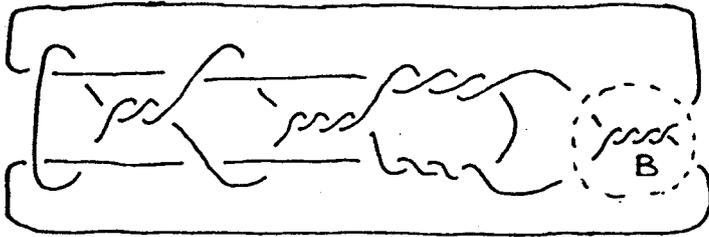


NOEUDS

a et b quelconques, d et e (impairs) B "impairs" arborescent S_1

Exemple 3

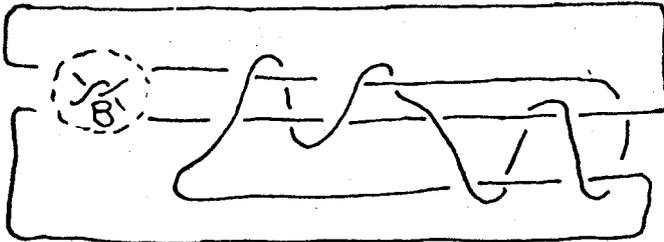
ENLACEMENTS



a, b quelconques, d et e pairs

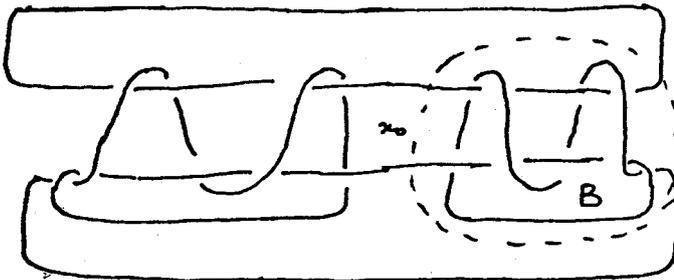
Exemple 4

10^{xx}



Exemple 5

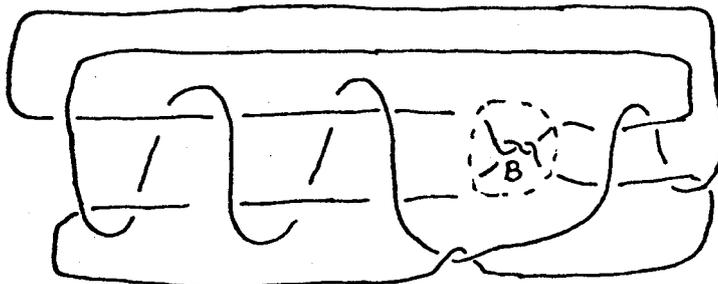
10^{xxx} (6^{x} . 6^{x})



Possibilité
d'ajouter un
tangle en x
(11^{xx})
B

Exemple 6

(11^{x})



REMARQUE

A * A est aussi un exemple possible.

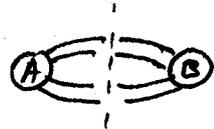
ADDITION : $\Delta(t) = 1$

1 - Recherche des Noeuds tels que $\Delta(t) = 1$

La thèse de BLEILER(*), contient un développement important pour trouver des noeuds ayant même $\Delta(t)$ mais au delà, elle permet de construire des noeuds dont le polynôme d'Alexander est 1.

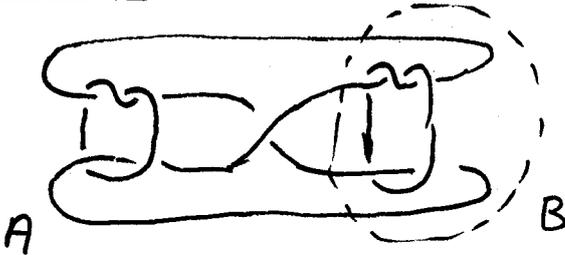
Remarque

La construction géométrique utilisée avec
 $ct \quad \Delta(A) = 1, \Delta(B) = 1$



est insuffisante.

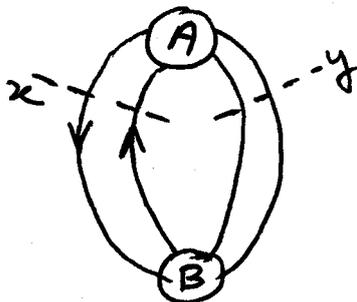
Contre Exemple



réduit est le $(21,2)(21,2)$ qui n'a pas $\Delta(t) = 1$

Mais l'adjonction d'une condition supplémentaire permet d'obtenir $\Delta(t) = 1$, à partir des formules de Conway (voir, BLEILER, article à paraître).

11 - Construction



1) condition géométrique :

si l'on sectionne en x et y alors
 sont triviaux.

$\Delta(A) = 1$

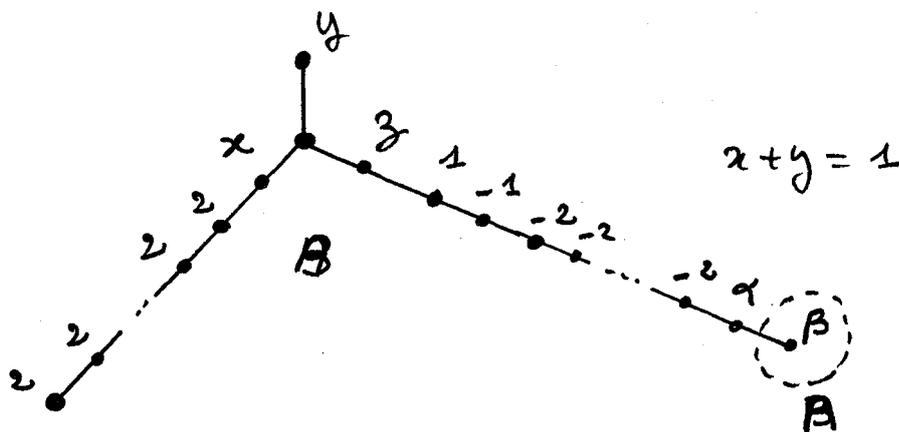
$\Delta(B) = 1$

2) Le graphe orienté doit être tel qu'en x , les flèches doivent être en sens contraire.

3) Si on fixe B tel que $\Delta(B) = 1$, alors pour A nous devons avoir en plus le fait que $\bigcirc \text{AO} \bigcirc$ doit être null-corbordant à un δ -link (voir thèse de BLEILER).

Exemple : si $\bigcirc \text{AO} \bigcirc$ devient $\bigcirc \bigcirc$ en enlevant un seul tangle.

Exemple : Exercice



Choisir β, α, β pour avoir un noeud, une orientation convenable, en prenant $B = \text{tout}$ et $A = \beta$ tangle convenable.

*

BLEILER' THESE "Tangles, String primality, and concordance"

University of OREGON - Juin 1981.

ADD₅

CLASSIFICATION ARBORESCENTE

NOTIONS SUR UN ARBRE TRI-DIMENSIONNEL

1- Introduction

La motivation des notes qui suivent, provient d'une part du fait que beaucoup de gens n'ont guère apprécié les règles d'orientation et de réorientation de l'arbre standard bi-dimensionnel ; et d'autre part, j'ai déjà signalé dans mes notes, le problème des projections qui dans certains cas engendrent de fausses intersections (6^{ème}).

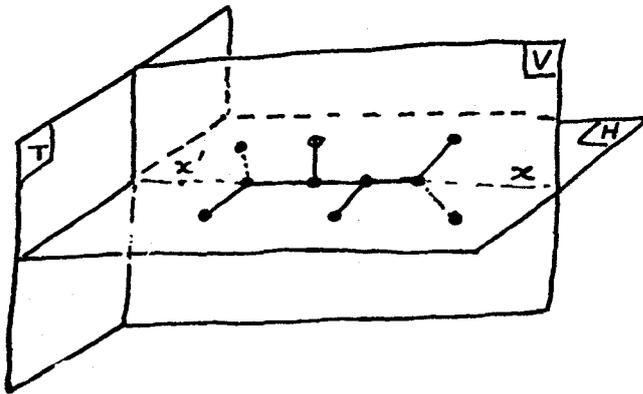
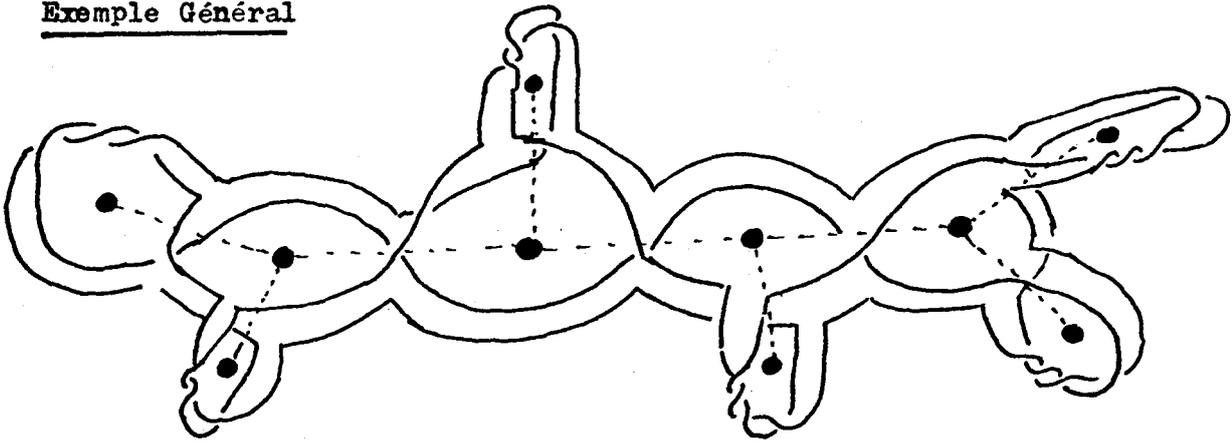
2- Exemple Général



c'est le cas du 6^{ème} voir mes notes (3).

En conséquence, dans ce qui suit je donne les éléments de base nécessaires à la construction d'un arbre directement associé au plombage (arbre Tri-dimensionnel). Cet arbre respecte donc la structure d'un élément donné, et permet la seule notation existante d'un plombage, indépendamment de la position des poids sur les bandes, ce qui n'est guère faisable en utilisant la construction plane de Conway (4). Ce "nouvel arbre" sera peut être plus commode pour la génération algorithmique des tabulations et la gestion de celles-ci ; de même un tel arbre peut permettre la reconnaissance automatique d'un élément, le nombre de présentations étant finies (5) (surtout moins nombreuses que dans le cas d'un arbre-plan) . (voir § problèmes).

Exemple Général



Les poids seront vus de l'extérieur pour éviter toute subjectivité.

Remarque

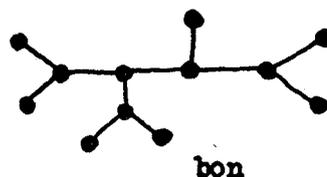
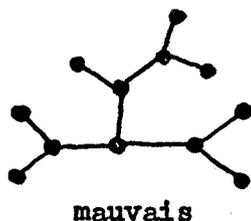
De même que pour notre arbre-plan, notre 3-arbre va dépendre de la façon dont sera dessiné le plombage, pour éviter ce phénomène nous prendrons un certain nombre de conventions qui constituent un code d'identification auquel tout lecteur doit se soumettre pour retrouver son arbre dans notre table. Disons que ce code constitue la grammaire de notre "langage-arbre".

3- Conventions

CV₁ (linéarisation)

Je choisis comme "généalogie principale" le chemin le plus long parcourable sur l'arbre (si possible)

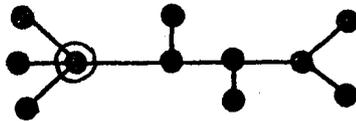
Exemple Général



CV₂ (Centre)

Je choisis comme centre le sommet extrême ayant la plus grande valence sur la linéarisation (si possible)

Exemple Général



CV₃ (Si CV₁ et CV₂ impossibles) (Stellairisation)

Si l'arbre contient deux linéarisations "égales", je choisis comme centre un (le) sommet commun.

Exemple Général

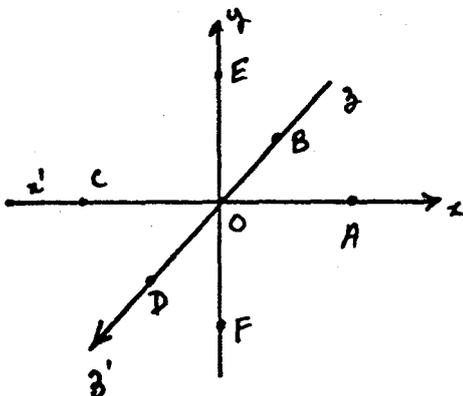


Remarque

Ces 3 conventions vont donc donner une position dans l'espace à notre structure plombée et constituer la base de notre 3-arbre ; il faut donc maintenant à partir du centre savoir décrire notre arbre dans l'espace.

CV₄ (déplacement)

Comme l'arbre est un modèle tri-dimensionnel, il faut pouvoir connaître la direction dans laquelle l'arbre se ramifie. Je choisis d'axer la linéarisation suivant l'axe x'x.

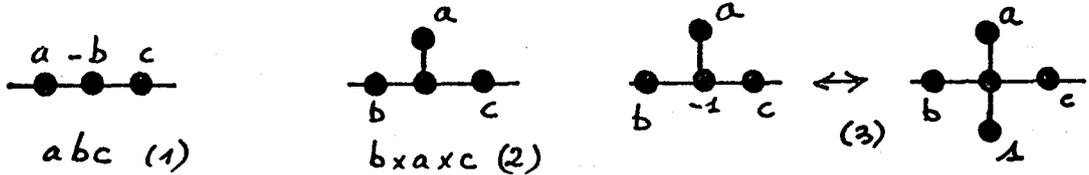


A, B, C, D, E, F donnent les six possibilités de direction dans l'espace pour une nouvelle branche.

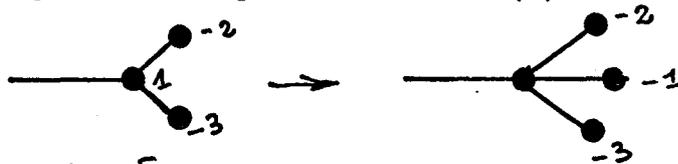
CV₅ (Notation)

Dans Conway, les plombages n'ont pas été notés sous forme linéaire, il faut par conséquent, introduire des conventions de notation.

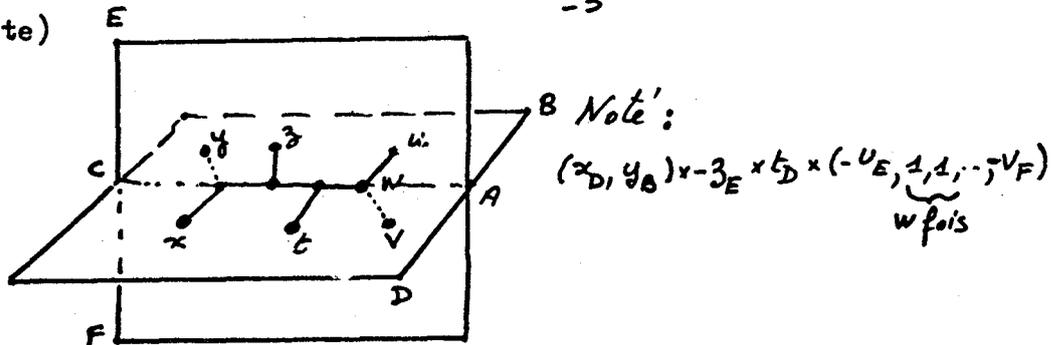
1°) La linéarisation sera notée de façon rationnelle. (1), (2).



2°) Les poids au sommet devront être vus comme des branches, seul procédé qui permet leur positionnement (3).



exemple (suite)

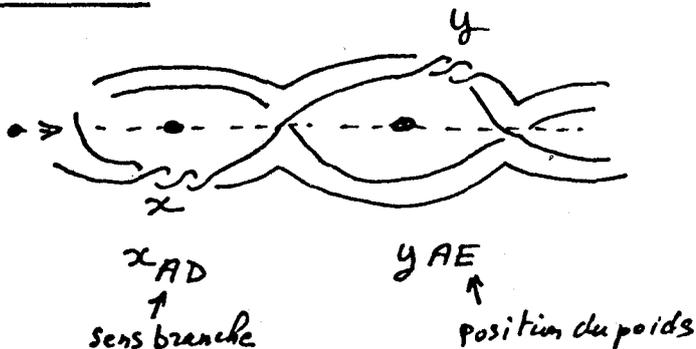


Nous savons maintenant reproduire un arbre dans l'espace mais reste encore un doute, celui de la position du poids sur la bande, aussi je choisis de noter la position du poids par rapport à la direction.

CV₆ (Position d'un poids)

La position d'un poids est notée, par une des six lettres A, B, C, D, E, F par rapport à la direction où il se trouve sur la bande. (vis à vis du centre de la bande).

Exemple Général



centre noté
 $x_0?$
 ↑
 origine

Remarque

Ainsi, nous avons une notation totale de l'arbre dans l'espace, ce qui n'était pas possible avec la construction plane de Conway. (4).

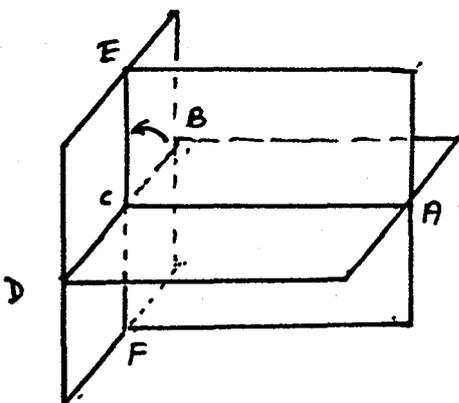
↳ Présentations équivalentes

Notre arbre représente le plombage ; c'est donc, à isotopie près, une structure rigide ; le même arbre aura donc un certain nombre de présentations différentes dans l'espace.

Toute modification de la présentation est en faite constituée par un certain nombre de rotations, mais l'arbre étant rigide, ces rotations vont simplement se traduire par un changement de repère dans l'espace R^3 .

Ceci se traduit donc directement par une rotation élémentaire dans un plan de coordonnées, donc par une permutation circulaire (ou composition de) sur nos six lettres servant d'indices. Soit encore, de façon élémentaire sur les groupes $\{A,B,C,D\}$, $\{A,F,D,E\}$ $\{B,F,D,E\}$ sur la notation.

Exemple Général



Rotation $B \rightarrow E$, (C et A sont intouchés) la transformation se traduit

par :

B	E	D	F
↓	↓	↓	↓
E	D	F	B

Le sens de la branche est donc changée suivant cette permutation, et la direction d'un poids aussi.

Par exemple un poids z_{BF} devient z_{EB}

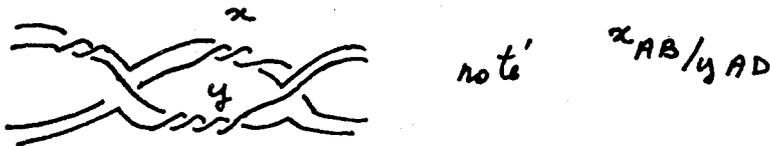
Nous pouvons donc connaître facilement toutes les présentations "spatiales" d'un arbre donné, celles-ci vu nos conventions sont en nombre fini (peu élevé d'ailleurs).

Remarque

Nous disposons, donc à ce stade d'un arbre parfaitement déterminé ; il reste à regarder si notre notation est intéressante au niveau des équivalences (isotopies) sur les plombages, (modifications des instructions de chirurgie). (7) (3).

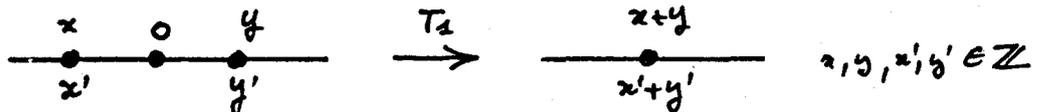
5- Modifications élémentaires [7], [3]

Le nombre de modifications élémentaires est faible ; en fait il suffit de trois transformations pour construire toute modification que peut subir une instruction donnée dans l'espace . Mais auparavant ,il ne faut pas restreindre le problème en prenant des poids "entiers sur les bandes , le poids peut être réparti en plusieurs groupements (le cas des sommets étant réglé) .



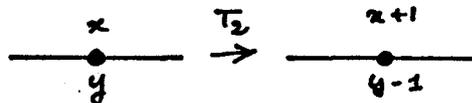
(Nous pouvons introduire cette notation fractionnaire, car nous ne considérons que des poids entiers) [2]

MD₁ (compression)



(Dans cette modification notre notation ne subit aucun changement d'indexation)

MD₂ (Regroupement d'un poids)



Cette modification consiste à faire tourner autour de la bande x/y une partie du plombage , nous avons donc une rotation de π dans un des plans de coordonnées autour de "l'axe des poids " de la bande . L'ensemble de l'indexation de la partie utilisée pour la transformation subit une rotation équivalente , car nous pouvons réextérioriser toute cette partie .

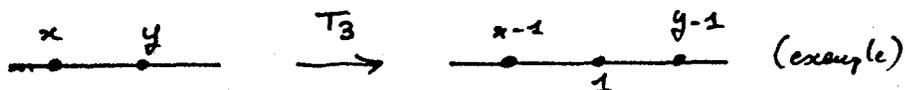
Remarque

Immédiatement , nous pouvons remarquer qu'une transformation du type T_2^2 laissera invariant toute l'indexation de l'arbre .



MD₃ (Réduction)

En effet , nous devons ne pas négliger le fait qu'un arbre (plombage) puisse présenter un certain nombre de croisements en trop .



Dans cette transformation , la bande "y" subit une rotation d'un quart de tour , par le fait qu'une nouvelle bande est intercalée [3] En conséquence , l'ensemble de l'indexation de la partie restante du plombage (arbre) subit une rotation de $\pi/2$ dans le plan perpendiculaire à la branche , (donc une transformation sur un ensemble de quatre lettres).

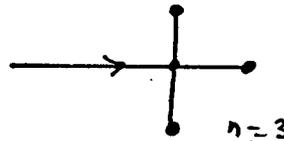
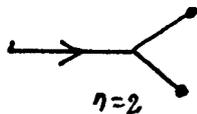
Remarque

L'ensemble de ce qui précède permet de comprendre en termes de notations , toute transformation que peut subir un plombage dans l'espace . Et si, nous ajoutons le "procédé mange-ballon " qui permet de reconnaître un arborescent directement à partir de son diagramme ; tout lecteur doit pouvoir retrouver un enlacement (ou noeud) arborescent , quelque soit le nombre de croisements (minimal ou non) , dans une tabulation en utilisant ces notes .

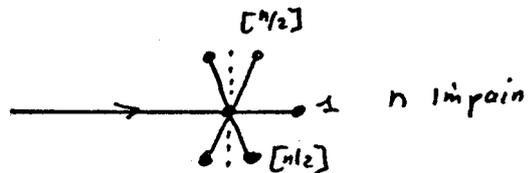
Ce qui précède suffit à comprendre , modulo les règles R_1 et R_2 (p.32/33 de mes notes [3]) ; la classification de CONWAY et celle que j'ai publiée dans mes notes , en répondant au besoin de notation , de classification , d'identification d'un élément . Mais , pour continuer au delà du travail actuellement mis en place il faut introduire une dernière convention de façon à rendre réversible les notations des arbres .

CV₇ (Placement)

Le nombre de branches à un sommet peut devenir important il faut donc choisir une convention de représentation compatible avec ce qui précède .



ET plus généralement



Les $n/2$ ou $[n/2]$ branches étant notées (placées) dans l'ordre de rotation positif du plan de coordonnées dans lequel elles se trouvent .

Conclusion:

Le lecteur trouve donc actuellement deux conceptions "arbre-plan "ou "arbre-espace" , toutes deux sont satisfaisantes sur le plan de la topologie ; mais elles ne sont abordablement uniquement sur un petit nombre d'éléments , seule une éventuelle automatisation peut permettre d'aller un peu plus loin , ou même de vérifier la tabulation que j'ai donnée dans mes notes. [5]

En conséquence, je présente quelques problèmes .

6 Problèmes:

- PB₁: Etablir un programme donnant toutes les notations d'un même arbre . [1] [2] [3]
- PB₂: Etablir un programme permettant de ramener un arbre donné à un arbre standard . [3] [2]
- PB₃: Construire les arbres standards [2] . [5]
- PB₄: Construire une tabulation automatique des arborescents) [5]
- PB₅: Tenter une représentation infographique des arbres , ou des plombages , ou d'un graphe caractéristique . [3]
- PB₆: Créer un langage "noeud-enlacement" en vue d'un dialogue topologue-machine . [5] [4] [7]
- PB₇: Calcul automatique d'un certain nombre d'invariants [2] [7] [5] [6] [2]

NB: Tous ces problèmes peuvent être vus de façon analogue en problèmes sur les hyperboliques (6^* , 8^* ,)

ADD6.

Problème de VAN BUSKIRK

1- Introduction

Ce problème fait partie du recueil publié en 1977 par KIRBY.

"Problems in Low dimension manifold theory".

Problème (1-5 p6)

"K is amphicheiral iff K is invariant under reflection through the origin".

Nous rappelons :

Définition 1

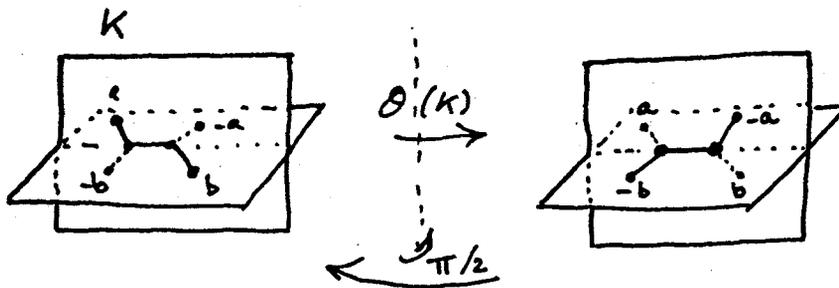
"L'obverse d'un Noeud est l'image de celui-ci à travers un miroir."

Définition 2

"Un Noeud est amphicheiral s'il est égal à son obverse."

La condition de VAN BUSKIRK est vrai pour tous les Noeuds figurant dans la tabulation de Conway. ($\leq 11c$). Mais ce problème peut se voir très simplement en terme de structures, soit en fait en terme de chirurgie. Cette condition apparait, alors comme une conséquence "morphologique" sur l'arbre des arborescents et même, elle peut être décelée sur le "squelette" des Polyédriques simples.

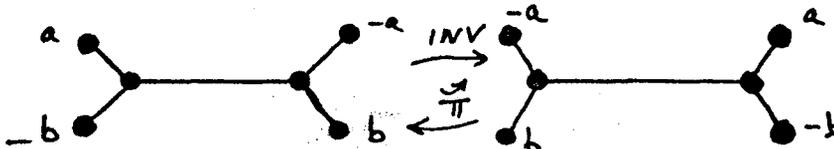
Exemple Général



L'arbre de $O(K)$ est égal à celui de K dans l'espace et ceci à une rotation de $\pi/2$ près (*)

Remarque

Nous ne pouvons pas ne pas remarquer que l'opération (K) revient dans ce cas à la séquence suivante.



Problème : est-ce toujours le cas si le Noeud est "fortement amphicheiral".

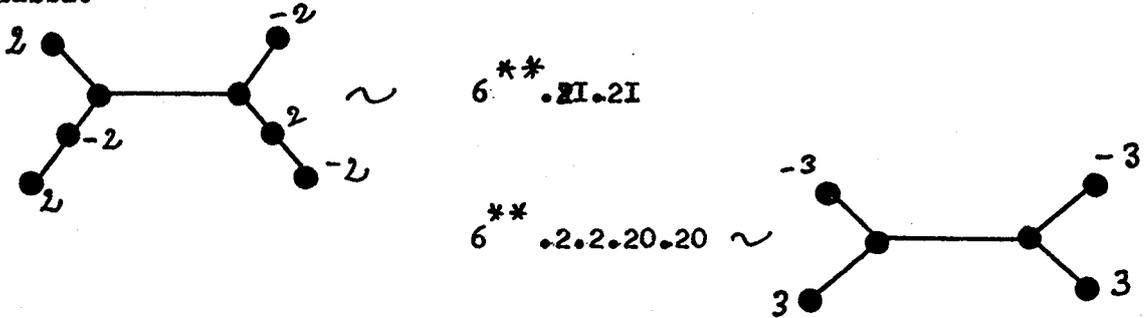
2 - Arborescents amphicheiral

En utilisant la structure d'arbre du monde arborescent, il est très facile de rechercher les éléments amphicheiral, nous avons:

$$(3,2)(3,2) \quad (2I,2)(2I,2)$$

$$(3,2-)(3,2-) \sim (2I,2-)(2I,2-) \sim 6^{**} \cdot 2 \cdot 2$$

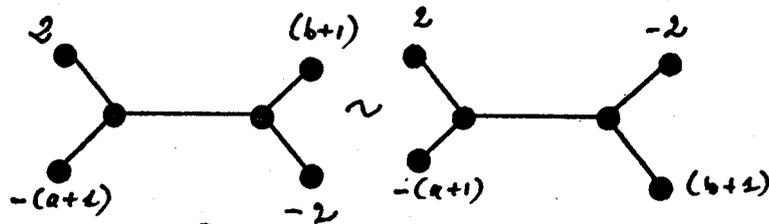
et aussi:



car nous avons les deux propriétés suivantes:

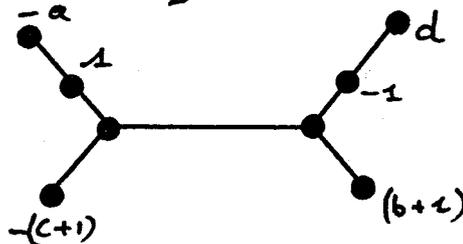
Propriété 1 :

$a \cdot b =$



Propriété 2 :

$a \cdot b \cdot c \cdot d =$

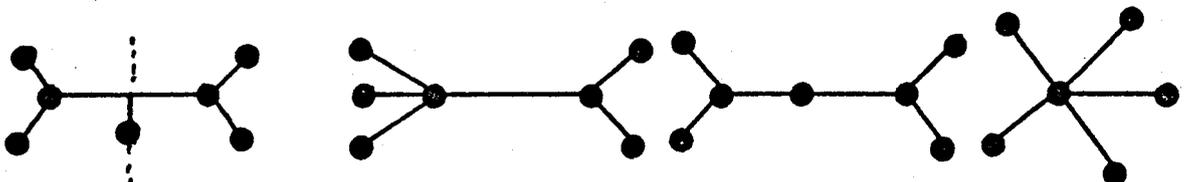


Remarque

Pour être amphicheiral l'arbre doit présenter un axe de symétrie vertical, mais le changement de signe fait que certains arbres sont immédiatement rejetés.

Exemple

Les arbres suivants ne peuvent générer de noeuds qui soient amphicheiral.



* p.60, la rotation provient du fait que la distance est impaire entre les éléments homologues.

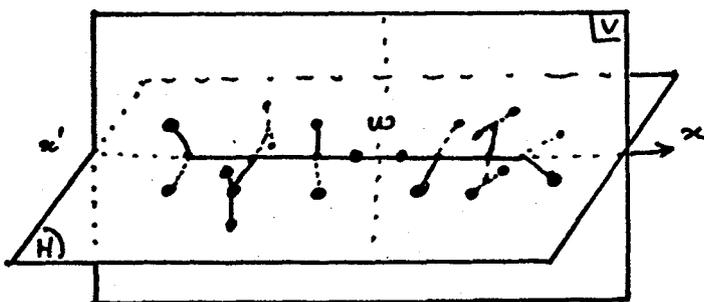
Exercice :

Montrer que pour des raisons de structure , il n'existe pas de noeud stellaire amphicheiral.

(Le nombre de branches doit être pair , l'élément est toujours un enlacement, voir notes [3])

Propriété

Pour qu'un arbre puisse générer un noeud amphicheiral il faut qu'il ait une forme du type suivant :



Remarque

En effet, par raison de symétrie de la structure, la nécessité d'effectuer une rotation de $\pi/2$ pour retrouver l'arbre initiale entraîne immédiatement que l'arbre doit présenter une symétrie par rapport à l'axe $x'x$. En conséquence, ceci entraîne l'existence d'un centre de symétrie ω pour l'arbre dans l'espace. Les poids seront symétriques au signe près (à cause de $\mathcal{Q}(K)$), et ceci fixe définitivement la condition de Van-Buskirk pour les arborescents.

Note

Je n'ai pas trouvé de nouveau noeud amphicheiral par rapport à ceux qui sont mentionnés dans les tabulations actuelles (Conway ≤ 110).

De plus, nous retrouvons un théorème de Siebenmann. [8]

Théorème

Un noeud rationnel est amphicheiral ssi

$$a_n \dots a_1 = a_1 \dots a_n \text{ avec } a_i = a_{n-i+1} \text{ (n pair)}$$

Soit 22, 2112, 44, 3113, 2222, 4114, 311113; 2332, 212212, 21111112

Conséquence

Pour qu'un noeud arborescent soit amphicheiral son nombre de croisements doit être pair (vrai en général).

3- Polyédriques simples

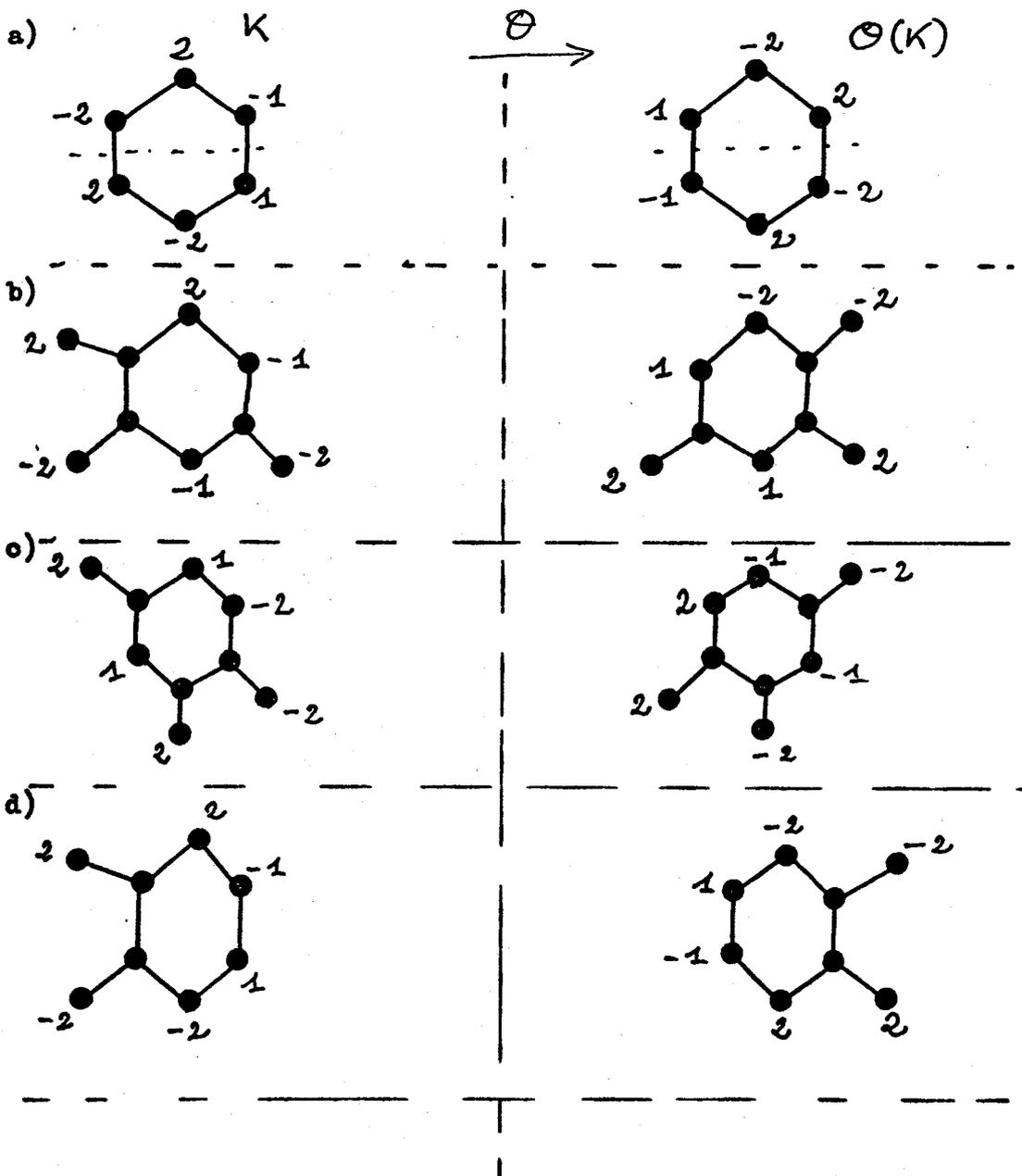
Dans le cas des polyédriques vrais ($6^{\#}$, $8^{\#}$, $10^{\#}$, ...)

J'ai dans mes notes, associé à ces éléments un "squelette" généralisation de la notion d'arbre.

Exemple Général

$6^{\#}$ 2.2.2.2 (premier candidat qui ne soit pas un $6^{\#}$).

Nous avons :



Remarque

Nous trouvons "l'égalité" de deux squelettes de K et $\theta(K)(b,c)$ et ceci avec changement de signe global de deux parties présentant une "symétrie au signe près" par rapport à un axe, ou l'égalité (a) et (b) des deux squelettes de K et de $\theta(K)$ après une rotation de π dans le plan de celui-ci.

Les conditions sont analogues à celles des arborescents, ce qui donne

$$8^{\pm}, 8^{\pm} 2:2, 8^{\pm} 20.20, 10^{\pm}$$

Note

Une conséquence immédiate est que le polyèdre de base doit avoir un nombre pair de "ballons".

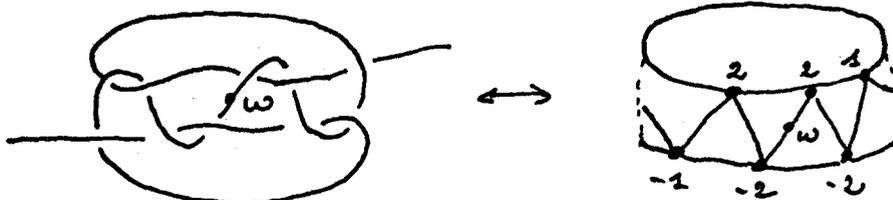
et d'autre part :

Remarque

Pour chacun des éléments trouvés, il existe effectivement un diagramme présentant un centre de symétrie, où les éléments sont duaux au signe près. [p 332/333]

Exemple Général

$$6^{\pm} 2.2.2.2$$



Exercice

D'après ce qui précède

$$6^{\pm} 2.-2.-2.2 \quad \text{et} \quad 6^{\pm} -2.2.2.-2$$

$$8^{\pm} -2 :.-2 \quad \text{et} \quad 8^{\pm} -20.-20$$

sont amphicheiral, les retrouver dans les tables.

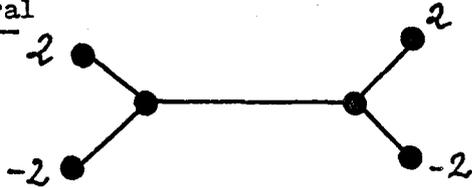
Conséquences

Les 20 noeuds amphicheiral actuellement trouvés dans la tabulation de Conway sont les seuls ($\leq 11c$). Nous pouvons remarquer les travaux méritoires de Mary G.HASEMAN (R.Soc. Edin. VOL. LII)(1884).

4-Problème

Définir une notion d'amphicheiralité par analogie pour les enlacements (même conditions sur le squelette ou arbre).*

Exemple Général



à quelle propriété algébrique correspond-t-elle ?

Exercice

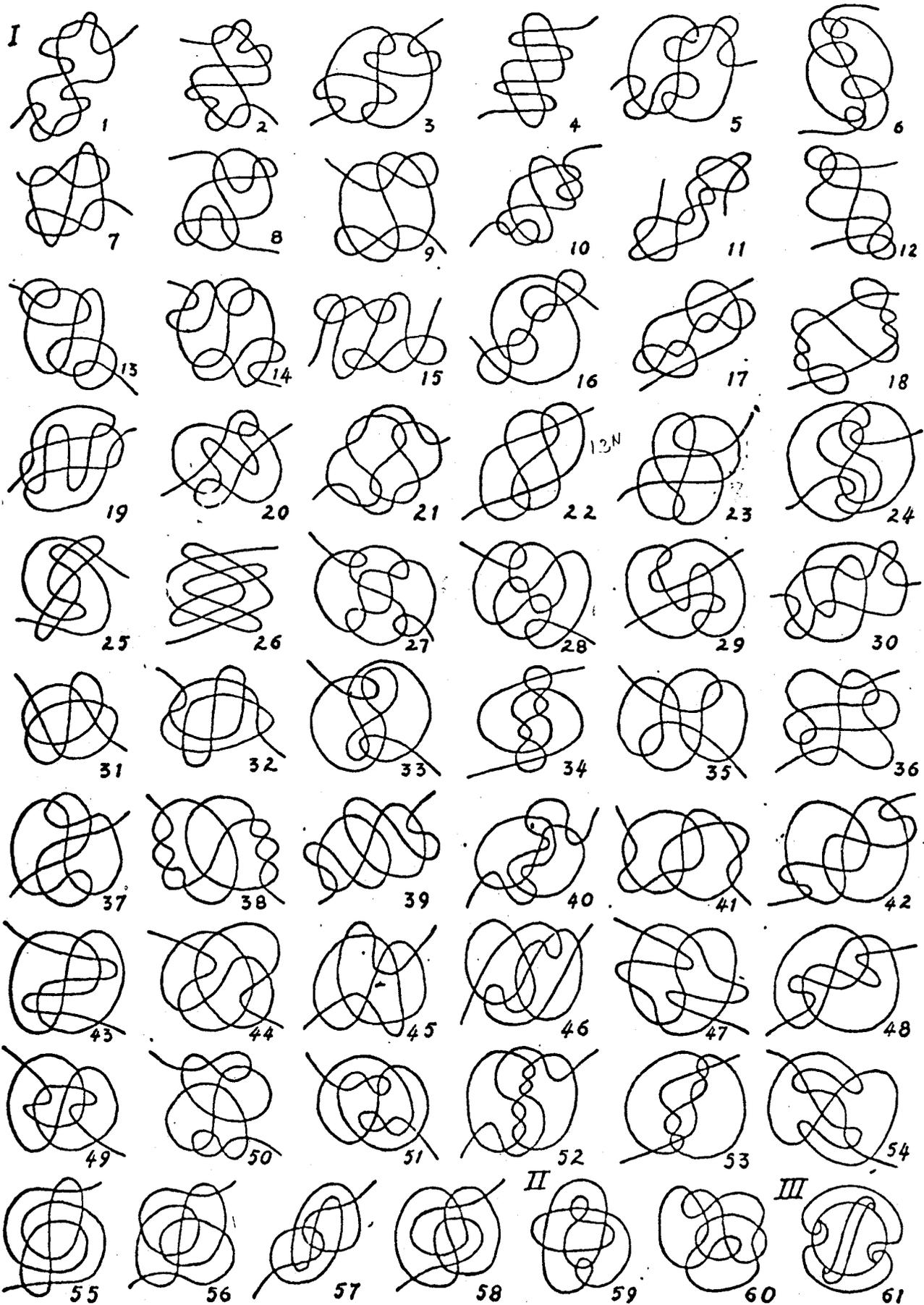
Explorer en termes de structure la tabulation de Mary G. HASEMAN en regardant les possibilités alternantes (et non-alternantes) (12c).

Remarque

Dans la tabulation de Conway tous les noeuds amphicheiral sont involutifs (inversibles), en est-il toujours de même? Où trouver les conditions sur les structures pour qu'il en soit ainsi en liaison avec la condition de VAN-BUSKIRK.

* NB Tout lecteur peut constater que l'introduction de structures montre que la séparation Noeud \neq Enlacement dans les théories apparait de plus en plus arbitraire

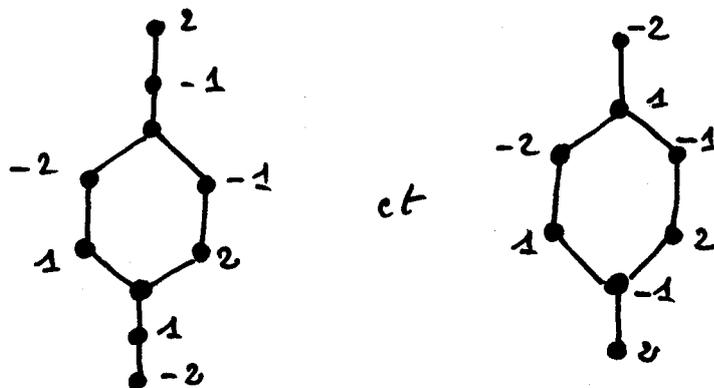
MARY G. HASEMAN: AMPHICHEIRAL KNOTS OF TWELVE CROSSINGS.



210:2.210:2 21:2.21:2

5-Conséquence

Si l'on regarde les noeuds 59 et 60, on peut remarquer que leurs modèles sont :



La condition de V. BUSKIRK n'est pas vérifiée. Mais nos modèles possèdent encore eux un centre de symétrie à signe près.

La condition de V. BUSKIRK est donc une condition arborescente d'amphicheiralité pour les Noeuds.

PROPRIETES DES NOEUDS ET ENLACEMENTS

Remarque

Les modèles standards permettent de retrouver directement les propriétés : amphicheiral, inversible, réversible. (géométriquement ou algébriquement)

en effet :

Exercice 1

Montrer que l'orientation d'un Noeud (Enlacement) se ramène à  ou  (phénomène modulo deux sur les poids du graphe).

Exercice 2

Traduire les trois opérations, prendre l'obverse, le reverse ou l'inverse sur les modèles standards.

Exercice 3

Montrer comment se comporte l'orientation dans un déplacement ou un anti-déplacement.

Remarque

Pendant un déplacement ou un anti-déplacement le signe des poids n'est pas changé.

Exercice 4

En déduire un processus simple (modèle + orientation) pour visualiser directement les propriétés des Noeuds (et des Enlacements) sur les modèles standards.

ADDITION 7

TWIST DE TAIT

Propriété

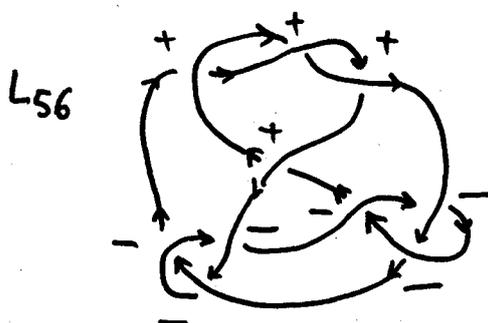
Le nombre de Twists de Tait n'est pas un invariant de chirurgie.

Règle

A chaque croisements une orientation est induite de la forme suivante par l'orientation du Noeud.



Eg.)



$$4, 21, 21- \\ | 4 + 6- | = \boxed{2}$$

Remarque

Si l'on regarde la duplication de PERKO AMS 74, nous pouvons voir que les nombres de twists des deux projections ne sont pas les mêmes (8 et 10), alors que nous savons passer par chirurgie de l'une à l'autre.

PROBLEMES

RESULTANTS

PROBLEME ' 80

Nous disposons actuellement de deux ensembles.

$$A = \left\{ \begin{array}{l} \text{Projections} \\ \text{modulo flyp} \\ \text{(isotopie locale)} \end{array} \right\} \xrightarrow[\text{f}]{\text{flèche}} B = \left\{ \begin{array}{l} \text{Mes Modèles} \\ \text{Modulo} \\ \text{chirurgie} \end{array} \right\}$$

Remarque

Dans A toute isotopie semble décomposable en transformations élémentaires

Dans B tous les modèles sont soumis à la Transformation élémentaire de chirurgie.

Problème 1

Nature de la flèche $A \xrightarrow{f} B$ si A et B sont munis de la composition (λ - μ connexion)

Problème 2

$$\begin{array}{ccc} A & \xrightarrow{f} & B \\ x & \longmapsto & f(x) \end{array} \quad \text{Déterminer } \{f(x)\} ?$$

Problème 3

$I = \{f(x)\} / \text{chirurgie}$ est un invariant sérieux
(peut-on en donner une classe réduite d'instructions standards canoniques ?)

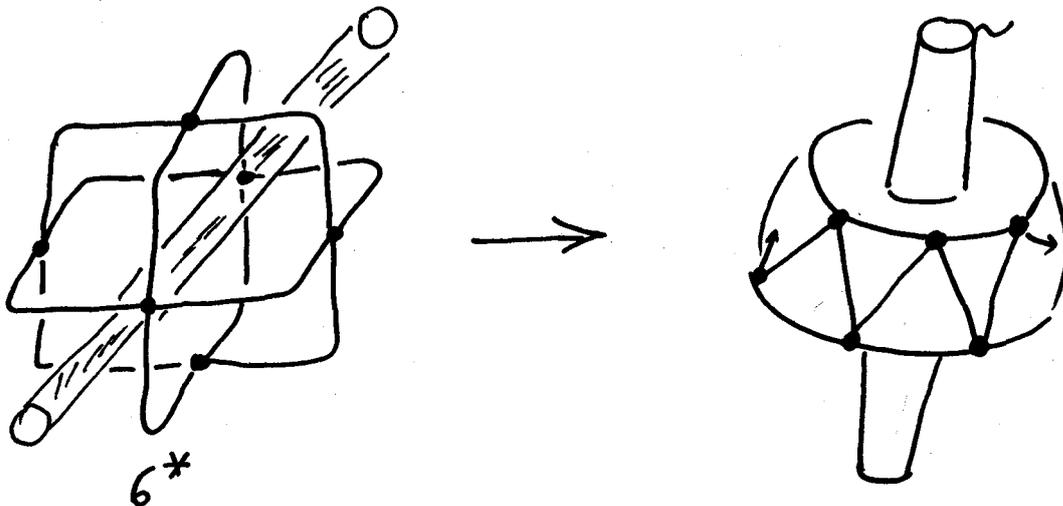
PROBLEME DE MODELISATION DES POLYEDRES

(Nombre de modèles)

L'ennui dans la recherche des modèles possibles pour un polyèdre donné provient du fait qu'un polyèdre devrait être vu comme une structure spatiale tracée sur une sphère et non pas comme un graphe plan.

Le nombre de modèles dépend des symétries du polyèdre.

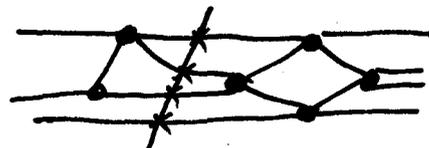
Eg.)



Procédé

Trouer la sphère de façon à découper la sphère en forme de g-bretzel et de façon à ce que dans chaque anneau du bretzel on ne trouve au plus un réseau de 4 brins du type (braid)

(un des brins peut-être libre).



Remarque

Le nombre de modèles identiques semble directement lié au groupe des symétries du polyèdre.

Problème

Donner ce lien. (voir objet canonique par les polyèdres. p 308)

Problème

Evaluer (si possible) le nombre de modèles-types distincts pour un polyèdre donné ?

(voir ADD. p 308)

CHIRURGIE CO-AXIALE

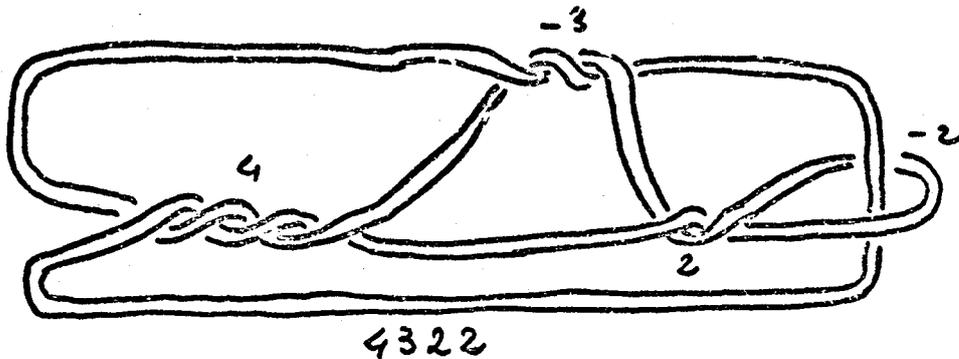
Introduction

L'intérêt d'un modèle mathématique basé sur la chirurgie a été avant tout de permettre de visualiser les isotopies locales, et d'assurer ainsi une structure sous-jacente stable.

Dans le contexte général, nous avons vu dans $(C_1$ et $C_2)$ que nous retrouvions nos éléments comme composantes locales.

En conséquence, lorsque un noeud ou un enlacement est doublé, triplé, (etc), nous avons directement un bon modèle de type chirurgical, si nous admettons que le bord n'est plus unique, mais de type câble co-axial.

Exemple Général



Nous pouvons modéliser en $\begin{matrix} 4 & -3 & 2 & -2 \\ \circ & \circ & \circ & \circ \end{matrix}$
 ou tout simplement en $\begin{matrix} 4 & -3 & 2 & -2 \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{matrix} (S_2)$
 en indexant le fait que le modèle est standard et double.

Définition

Dans le cas général, nous pouvons donc parler d'une chirurgie co-axiale d'ordre λ lorsque le modèle de base est multiplié par λ . (λ .c-chirurgie)

Présentation

Nous pouvons multiplier par λ , la présentation normale standard.

Conséquence

Ceci nous permet de modéliser les compagnons rencontrés dans le contexte général, et ainsi d'étudier les isotopies locales qu'ils peuvent subir.

Plus généralement le recollement de tels modèles locaux, nous amène à avoir une conception plus élargie de la chirurgie.

Problème

Un enlacement donné admet-il plusieurs chirurgies co-axiales d'ordre différent.

Exercice

L'exemple précédent admet-il une 1-c-chirurgie standard (c'est à dire chirurgie traditionnelle).

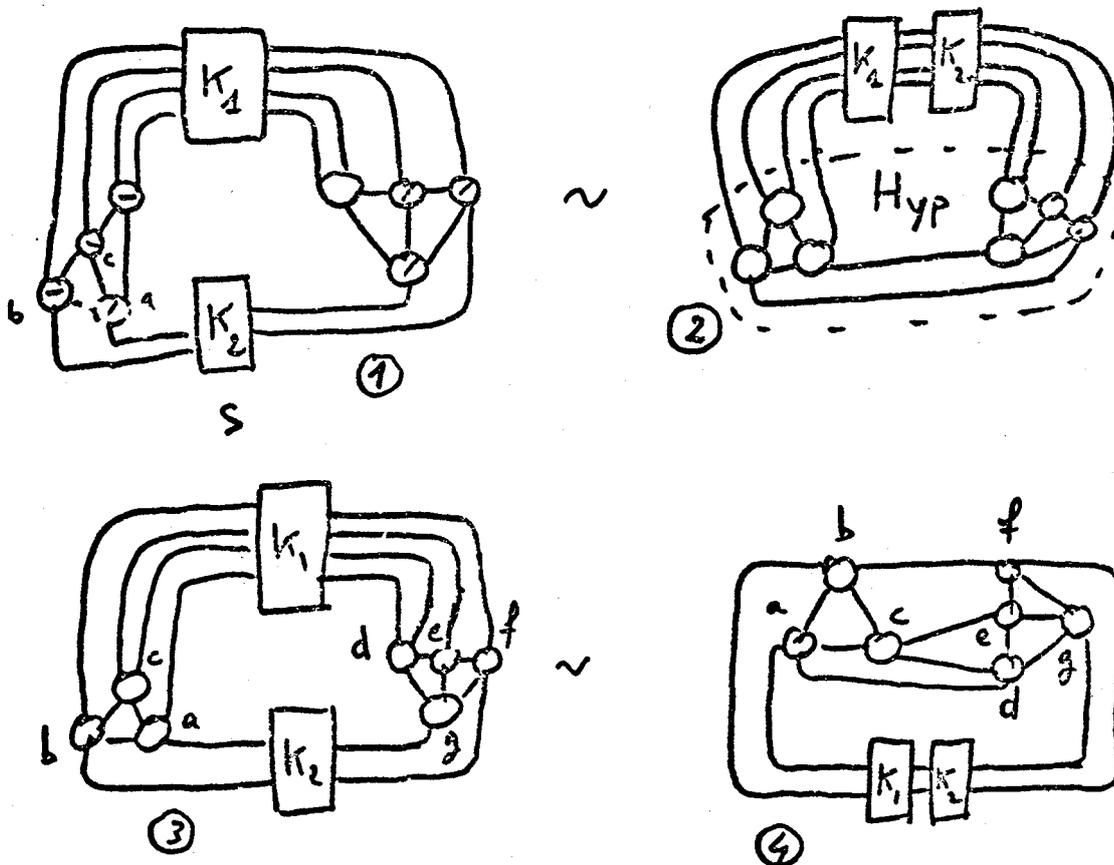
CHIRURGIE ELARGIE

1 - Introduction

Dans le contexte général, il s'agit de bénéficier au mieux de tout ce qui précède, pour cela il faut commencer par rechercher le diagramme caractéristique de l'enlacement, puis le modéliser en fonction de nos connaissances locales. Regardons sur l'exemple suivant nos possibilités d'investigations.

2 - Modélisation

Exemple Général



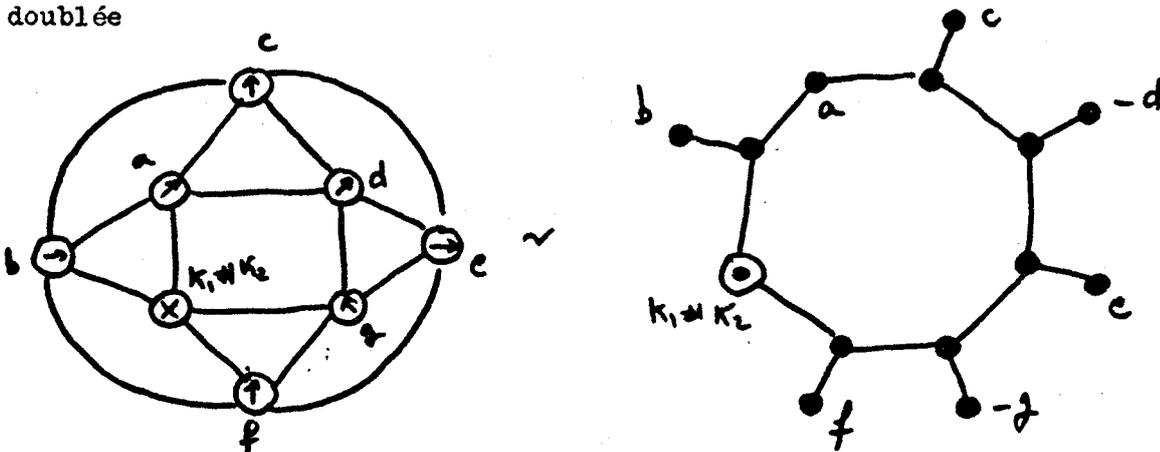
Remarque

Nous sommes en présence de quatre diagrammes possibles. Nous rejeterons (1) par défaut d'arborescence, (3) par non-regroupement des tangles hyperboliques.

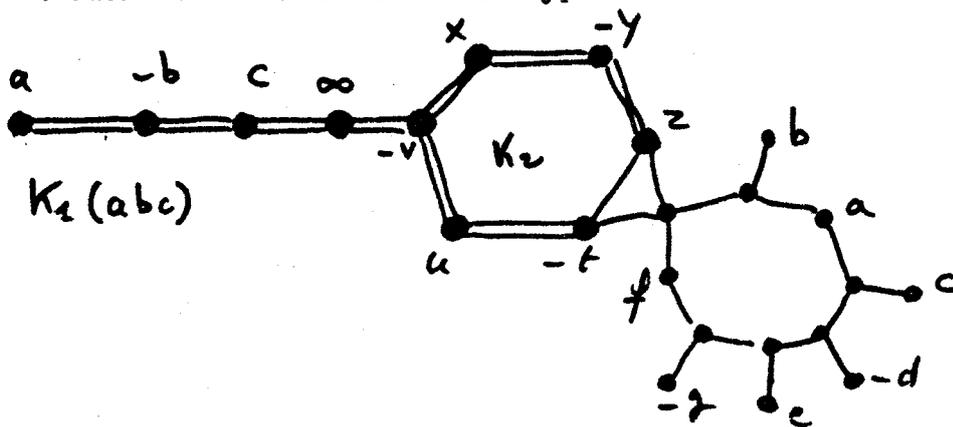
Exemple Général (suite)

Mais il reste (2) et (4) qui vérifient les critères de diagramme caractéristique. Ces deux diagrammes peuvent vraisemblablement mener à une modélisation.

Regardons (4), il est du type $8^{\#}$ avec une bulle $(K_1 \# K_2)$ doublée



Maintenant supposons K_1 arborescent et K_2 polyédrique, nous aurions alors un modèle du type



Notre élément apparaît donc comme une somme connexe doublée de 2 noeuds K_1 et K_2 portant un tangle hyperbolique (la place de celui-ci est ici arbitraire, (voir C_2)).

Remarque

Le côté chirurgical, nous amène donc à préférer la forme (4) à la forme (2), nous avons ici composition de deux chirurgies, une 1-c et une 2-c.

Problème

Le même enlacement peut-il à partir de (2) donner une composition entre une 1-c chirurgie et une 4-c chirurgie.

3 - Composition

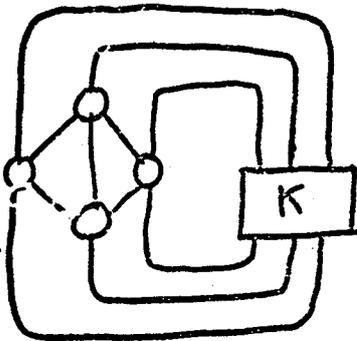
En effet, l'exemple précédent, nous amène à considérer une vision plus large de la chirurgie, par recollement de chirurgie d'ordre différent.

La question fondamentale étant en fait de savoir modéliser de façon standard un tangle hyperbolique.

Remarque

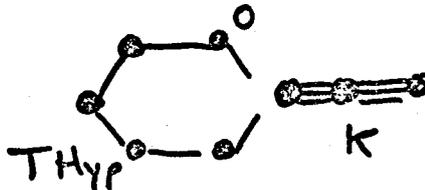
Bien que si une modélisation existe alors celle-ci est contenue dans la modélisation d'un polyèdre dans lequel se trouve notre tangle hyperbolique. (C_1).

Exemple Général



Il n'existe pas de tangle isolé à 4 ballons, le premier élément modélisable tout seul est 6^{\times} .

Donc nous pouvons espérer une modélisation du type



Dans ce cas se pose le problème du recollement de deux types de modèles locaux.

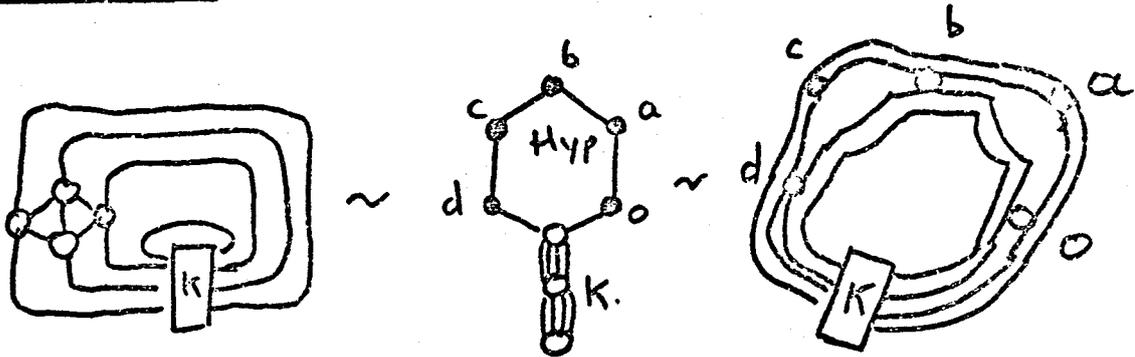
Le recollement se faisant à travers une bulle, nous avons localement le phénomène suivant



La boule contient un arc.

Par contre dans le cas suivant, il n'y a pas d'ambiguïté.

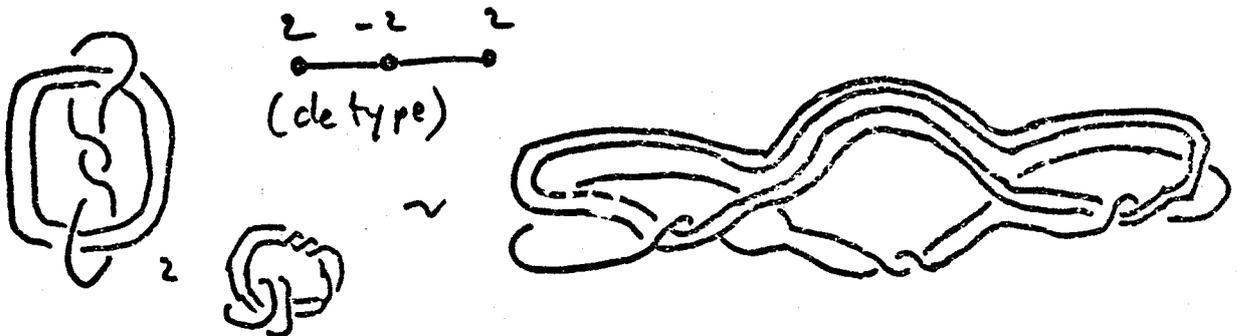
Exemple Général



4 - Enlacement partiellement multiple

Exemple Général

Reste un phénomène encore non envisagé, le doublement, (triplement,) d'une composante dans un enlacement

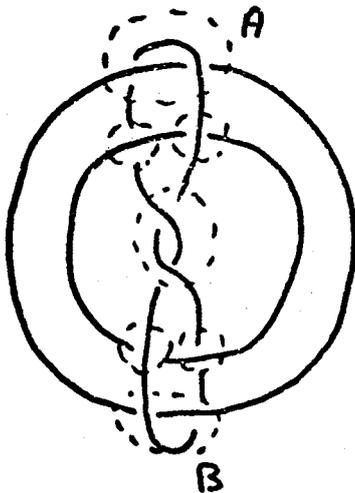


Problème

Un tel enlacement a-t-il une λ -c-chirurgie.

Exemple Général (suite)

Mais cet enlacement peut aussi être vu sous la forme



En remarquant le double lien AB notre enlacement est du type 6^* donc possède une instruction standard traditionnelle (1-c)

Remarque

Si la composante était triplée, ce serait un type 10^{XXX}.

Remarque

Maintenant tout enlacement peut être vu sous une forme polyédrique, mais tout polyèdre possède-t-il une forme d'instruction standard traditionnelle. "abordable"

VARIETES "ARBORESCENTES"

Introduction

La classification des bords des variétés (enlacements) est un premier pas dans la direction d'une classification des variétés elles-mêmes.

En effet, il ne reste plus pour obtenir une classification des variétés, qu'à trouver un certain nombre de "moves" (transformations) qui laissent invariants ces dernières.

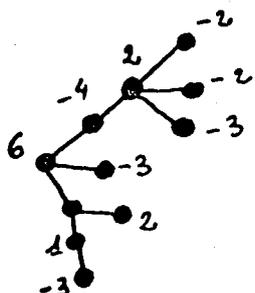
Remarque

De l'addition précédente, nous pouvons remarquer qu'il existe un certain nombre de possibilités d'échanges dans les branches (ramifications) d'un arbre, laissant inchangé le nombre de composantes de l'enlacement. En conséquence, il est très probable que toute les transformations possibles sur un arbre représentant une même variété soient incluses dans ces possibilités. Ceci d'ailleurs rejoint les "moves de Montesinos" dans le cas des stellaires et des variétés de Seifert qui leur sont associées.

Définition

Nous associerons à un arbre donné, la variété qu'il borde et celle-ci sera notée par rapport aux p/q des branches et aux poids des sommets de manière stellaire.

Exemple Général



$$\left[6; \{2; (2,1), (2,1), (3/1)\} \cdot 4; \{3/1\}; \{ \{2/1\}, \{4,3\} \} \right]$$

Notation stellaire généralisée

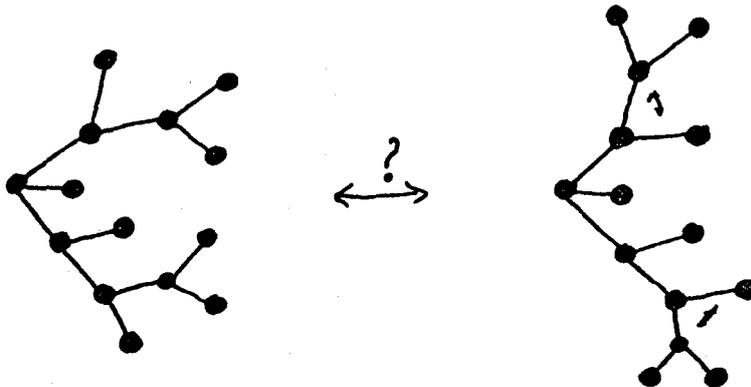
Une fois notée notre variété de façon stellaire, nous pouvons la considérer comme une variété "généralisée de Seifert" et conjecturer le théorème suivant.

(Hypothèse émise en 1976/77 dans certaines notes personnelles).

Théorème (classification)* (xx)

L'échange en un sommet de deux branches, ou de deux ramifications, laisse invariante la variété que borde l'enlacement.

Exemple Général



Problème

Démontrer ce théorème. (vraisemblablement à partir des travaux récents de Montésinos, Bonahon, Siebenman, Johannson, ou éventuellement d'une généralisation de ceux-ci).

* [VOIR MONTESINOS "Recêtement ramifiés de Nœuds"]
à paraître astérisque

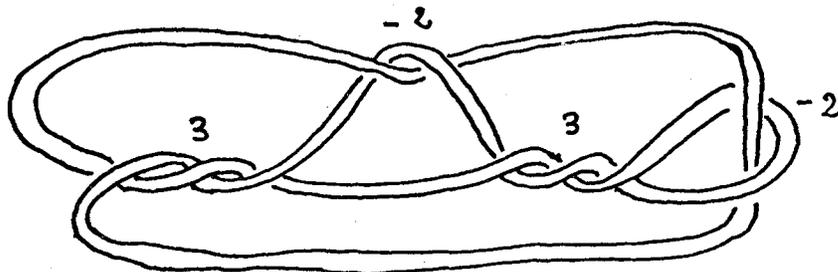
(xx) [En termes de chirurgie : voir ADD sur les recêtements]

Généralisation du modèle

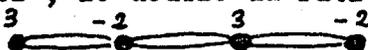
Introduction

Actuellement , nous savons associer un modèle (arbre ou squelette) aux éléments isolés , arborescents et polyédriques. Mais nous pouvons comme je l'ai déjà préconisé dans mes précédentes notes, modéliser les éléments multiples (noeuds doubles de Rolfsen, compagnons,)

Exemple



Nous avons ici , le double du rationnel 3232 , le modèle peut donc se voir

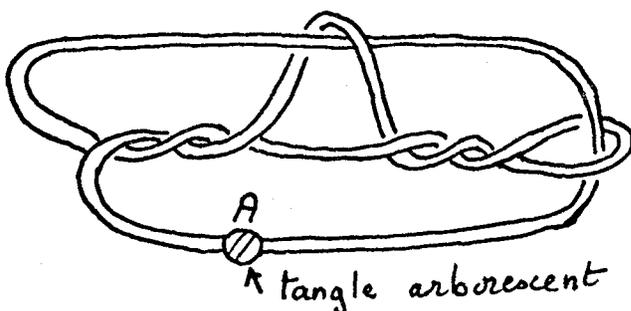


Une telle présentation a un sens , en effet toute liaison double ayant été bannie initialement, l'instruction est donc doublée de façon naturelle, et tous les éléments doubles (ou compagnons) relèvent directement des équivalences déjà connues des arbres et des squelettes .

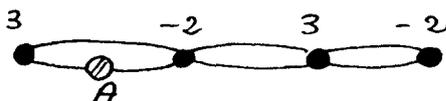
Remarque

Cette modélisation est d'ailleurs compatible avec le schéma caractéristique général introduit dans mes précédentes notes.

Exemple



Nous pouvons donc voir cet élément sous le modèle suivant:

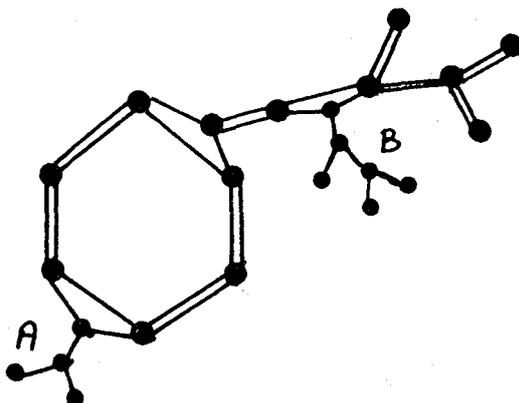


Ce tangle arborescent A ayant ici une place arbitraire



Dans cette modélisation, il semble ne pas pouvoir avoir interférence entre deux parties n'ayant pas le même nombre de "brins" (liberté isotopique d'une instruction greffée sur un câble). Nous obtenons ainsi une modélisation d'éléments plus généraux.

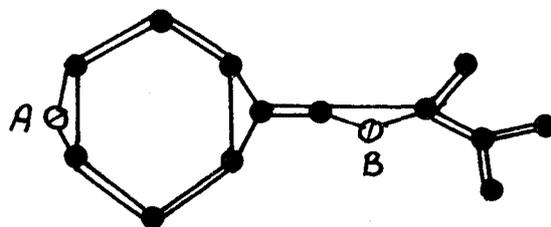
Exemple



EXC : Trouver un noeud ayant ce modèle

Ainsi les éléments greffés ne jouent aucun rôle dans les équivalences des parties multiples, nous pouvons en quelque sorte les oublier momentanément.

Exemple



Nous avons ici la somme "bi-connexe" de deux éléments doubles portant chacun un tangle arborescent.

Problème : Dans quel cas A et B peuvent-ils exister séparément?

(condition algébrique sur le modèle, car de façon évidente A et B ne peuvent co-exister sur la même composante double de l'élément de base)

Remarque

Dans le cas général, nous avons donc des modélisations partielles pour l'étude de certaines propriétés [8], [42]

" UN PETIT EXERCICE DE CHIRURGIE "

(DISNEY * KNOT)

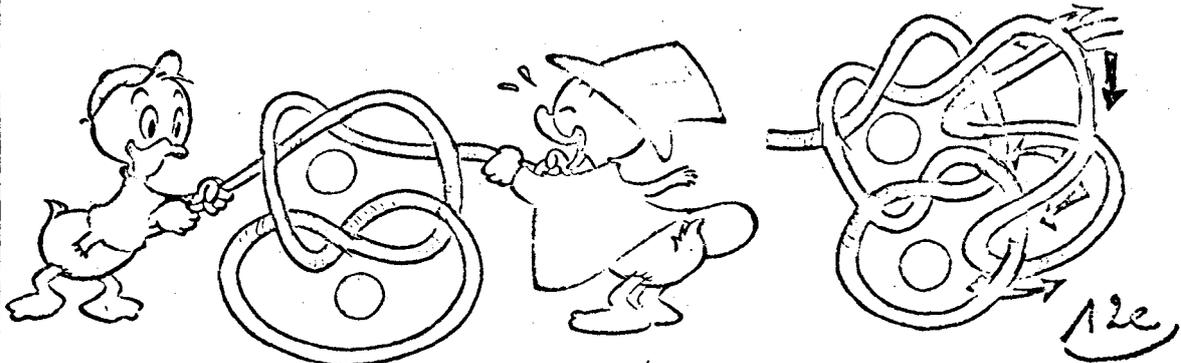
Exercice

Montrer que le noeud suivant est trivial.

(en utilisant les arbres standards).

✻ LE NOEUD MYSTÉRIEUX ✻

LES AMIS VOUS REGARDENT FAIRE : TANT MIEUX, ILS N'EN SERONT QUE PLUS ÉTONNÉS!
VOUS PRENEZ UNE FICELLE ET VOUS OPÉREZ AINSI : 1° FAITES UNE BOUCLE AVEC
UN NOEUD ORDINAIRE, SANS LA SERRER (A) 2° FAITES UNE SECONDE BOUCLE
AVEC UN NOEUD ORDINAIRE SANS LA SERRER (B) 3° PASSEZ LE BRIN DE DROITE PAR-
DESSUS DANS LA BOUCLE 'A', PUIS PAR-DESSOUS DANS LA BOUCLE B (fig 2)



VOICI UN BEL EMBROUILLAMINI DE FICELLE ! POURTANT, TIREZ SUR LES DEUX BOUTS
DE LA FICELLE ET TOUS LES NOEUDS DISPARAÎTRONT. EXERCEZ-VOUS SIMPLEMENT, SEUL,
À FAIRE LES DEUX PREMIÈRES BOUCLES DANS LE BON SENS (fig 1). N'HÉSITEZ PAS
À CONFIER ENSUITE LA FICELLE À CEUX QUI VOUS ONT VU FAIRE. " C'EST FACILE ",
DITES-VOUS. EH BIEN, QU'ILS ESSAIENT !.. MAIS SANS TIRER TROP FORT ! AVEC EUX,
CE SERA PLUS D'UNE FOIS " LA CORDE À NOEUDS ".

" Un jeu d'enfant " !

BIBLIOGRAPHIE

1- F. BONAHOE et L. SIEBENMANN [BS]

" LES Noeuds algébriques " à paraître , ORSAY

2- A . CAUDRON (Anciennes notes)

" Classification des Noeuds et des Enlacements "

C₁- Structuration dans Polycopié ENSET

C₂- Complément 1 (Polyédriques) n° 417, ORSAY GR 21

C₃- Complément 2 (Chirurgie)

C₄- Complément 3 (Monstres chirurgicaux)

C₅- Enlacements composés des tabulations actuelles

C₆- DE l'utilité d'une instruction réduite de chirurgie

(C₃ à C₆ : sont des notes manuscrites informelles)

C₇- " Bilan chirurgical " Prépublication 476 (I / 81)

ORSAY 91405

3- J.H. CONWAY

[Cy] " An enumeration of Knots and Links , and some of their
related properties "

1970 - Comp. Prob. in Abstract Algebra , ed. J.L.Pergamon Press

4- M. LAI

[L] " Essai de gènèse symbolique "

Thèse IIIe cycle , AIX-MARSEILLE II , Dec. 79

5- K. PERKO

[P] " Invariants of 11-crossings Knots "

" On 10- crossings Knots " NEW-YORK

6- D. ROLFSEN

[R] " Knots and Links "

Publish or Perish n°7 Box 7108 BERKELEY CA 94707

7- L. SIEBENMANN

[S] 1- "Exercices sur les Noeuds rationnels "

ORSAY 1975

2- " On vanishing of the ROHLIN invariant and nonfinitely
amphicheiral homology 3- sphères "

Proceedings SIEGEN conference , Springer Notes 1979

BIBLIOGRAPHIE ADJOINTE

8- J. MONTESINOS

[M] 1- " Revêtements ramifiés de Noeuds "

Prépublication ORSAY 1979

2- " Heegaard diagrams for closed 4- manifolds , Preprint 1977 IA S

9- R. KIRBY et S. AKBULUT

[K.A] "Branched covers of Surfaces in 4- manifolds "

Math. Ann. 21 1980

10- F. BONAHOON et L. SIEBENMANN

[BS₂] " New geometric splittings of classical Knots "

(algebraic knots) Preprint ORSAY 1980

11- W. MENASCO

[W.M] " Incompressible surfaces in the complement of

alternating Knots and Links " Jan. 1981

12- D. LINES et C. WEBER

[L.W] " Quelques remarques sur les Noeuds rationnels Fibrés "

13- J.S. BIRMAN ET R.F. WILLIAMS " *Knotted Periodic ORBITS IN DYNAMICAL
SYSTEM, KNOT HOLDERS FOR FIBERED KNOTS* "

[B.W]

UTILISATION DES OBJETS CANONIQUES
ASSOCIABLES AUX POLYEDRES

1 - Generalité

Parmi les équivalences de noeuds (enlacements) le cas le plus gênant que l'on puisse rencontrer est celui de 6^* type, car un 6^* possède de 4 graphes possibles, mais surtout qui sont morphologiquement semblables. De plus nous n'avons pas nécessairement une table sous les yeux, il faut donc savoir les retrouver très vite.

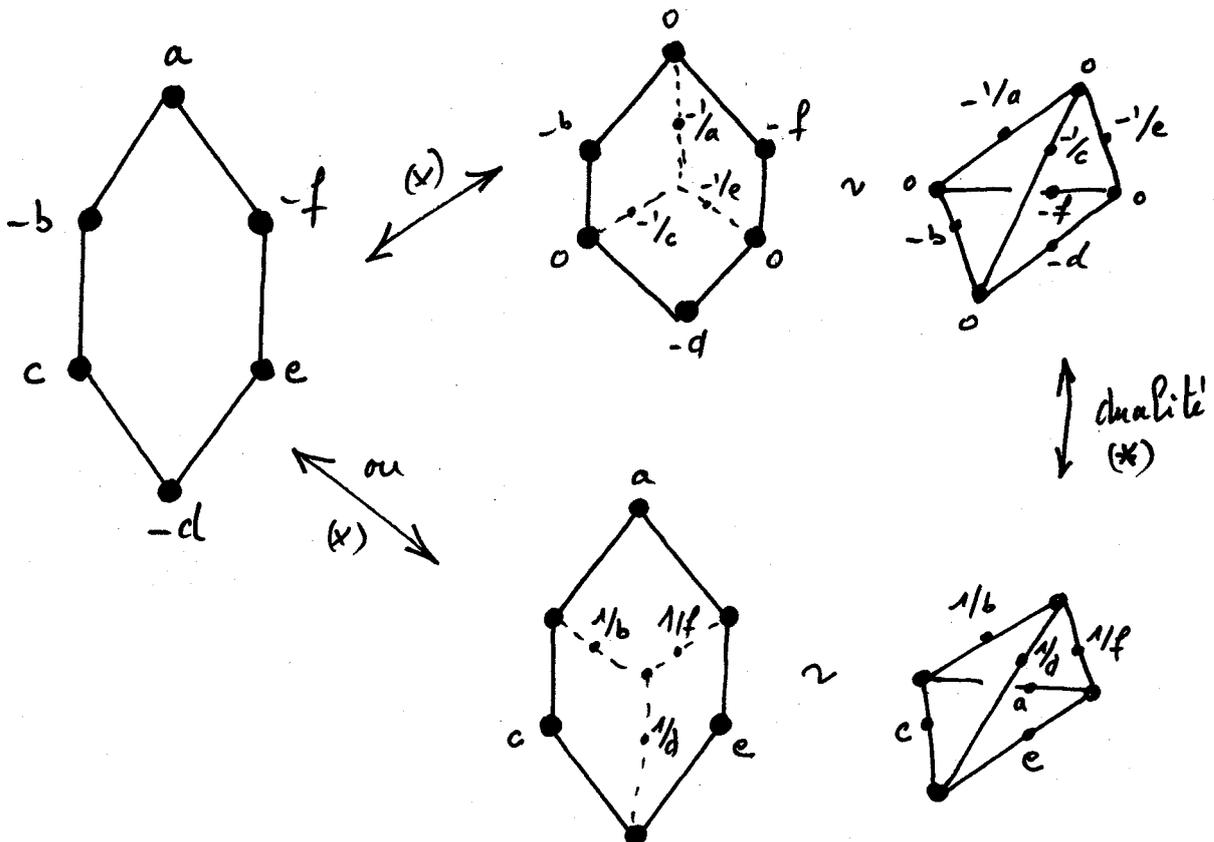
Pour cela, il suffit de savoir que la notation de Conway correspond directement à un graphe cyclique.

Exemple Général

1er pas

6^* a.b.c.d.e.f

A)



(x) weelging up or down. (note u)

2 - Procédé 2e pas

Au 1er graphe associé directement à la notation de Conway nous avons fait correspondre un objet canonique obtenu par l'addition de ponts et ceci en annulant chirurgicalement certaines bandes.

(l'opération est l'équivalence $r \longleftrightarrow -1/r$ correspond au passage de b en b_0 et réciproquement).

Remarque 1

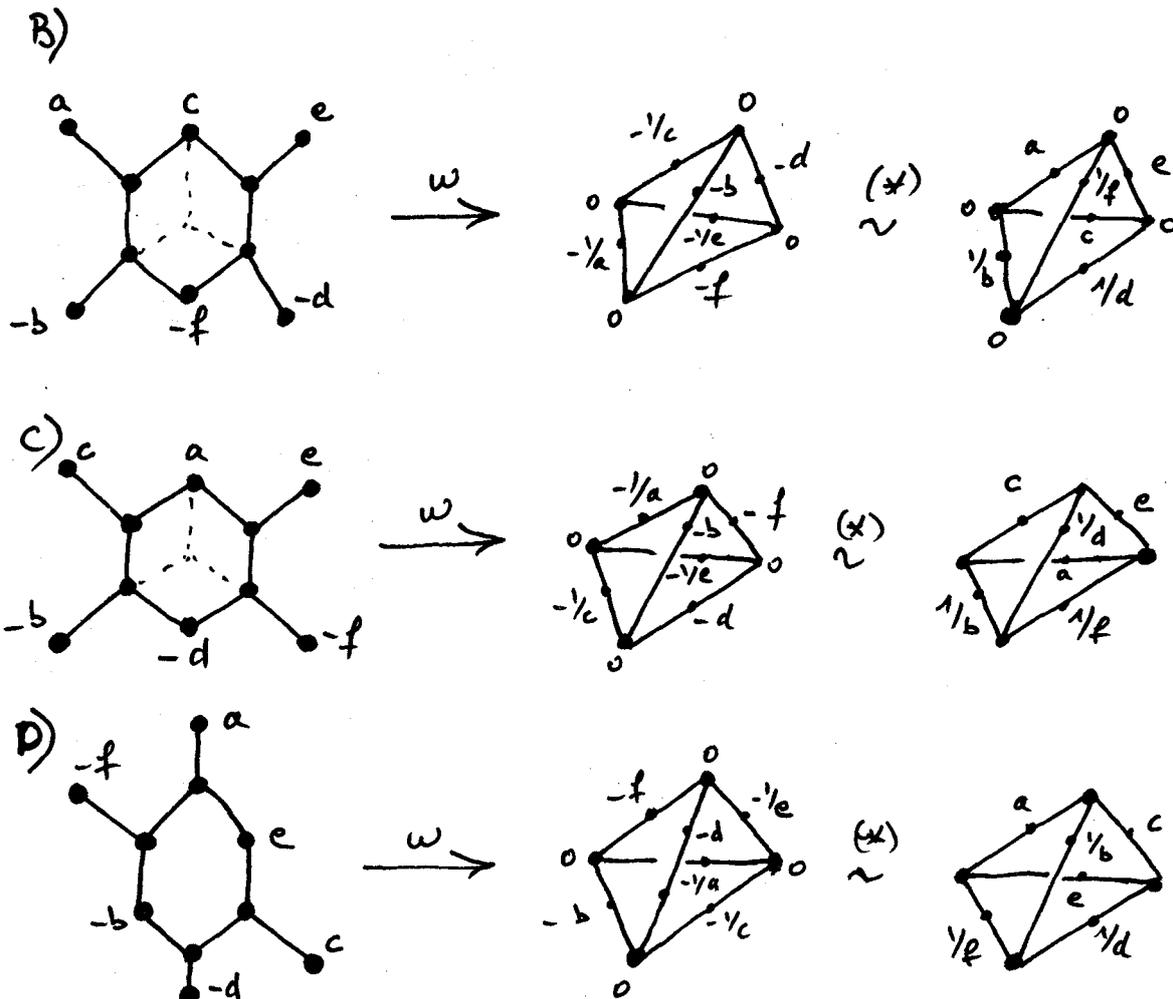
L'objet obtenu ne dépend pas de la présentation du graphe initial choisi pour l'enlacement considéré et ceci à dualité chirurgicale près.

(Voir E.g. p 1)

3e pas

Une fois obtenu cet objet spatial (ici tétraédrique) nous pouvons retrouver facilement les trois autres graphes et ceci tout simplement en effaçant un des trois autres sommets nuls de l'objet.

Exemple Général

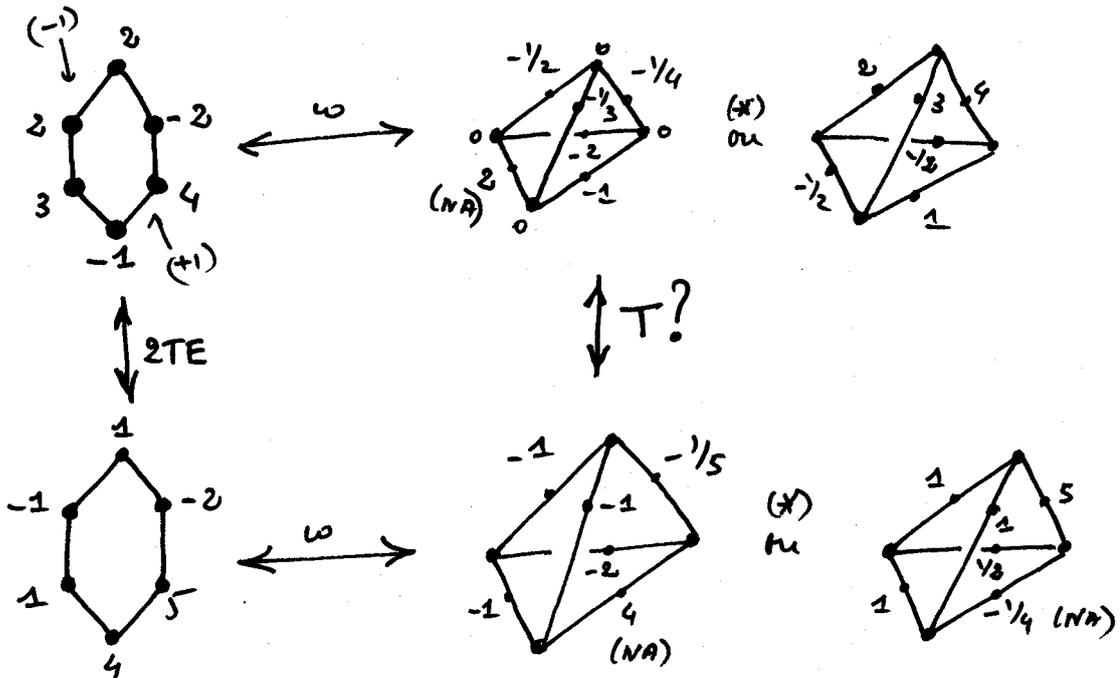


Remarque 2

Nous pouvons même remarquer que cet objet tétraédrique rend compte de l'alternance ou de la non-alternance du noeud ou de l'enlacement considéré au départ.

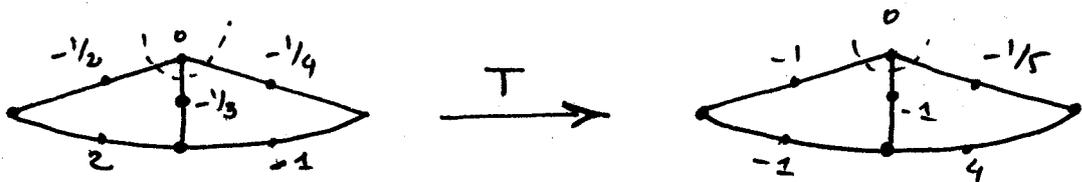
3 - Equivalence

Exemple Général

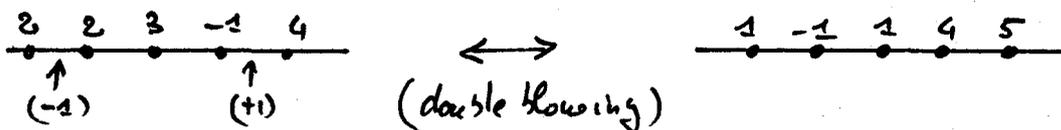


Remarque 3

Nous pouvons remarquer que l'un des poids n'intervient pas et localement T est en fait :



Il manque le sommet



localement c'est notre transformation "double-blowing". Le plus dur sera de la reconnaître localement directement sur le tétraèdre (soliedre en général).

Dans le cas présent : nous avons, rotation des poids sur les deux faces et aux extrémités une fraction du type :

$$1/a \rightarrow 1/a-1 \quad \text{et} \quad 1/b \rightarrow 1/b+1$$

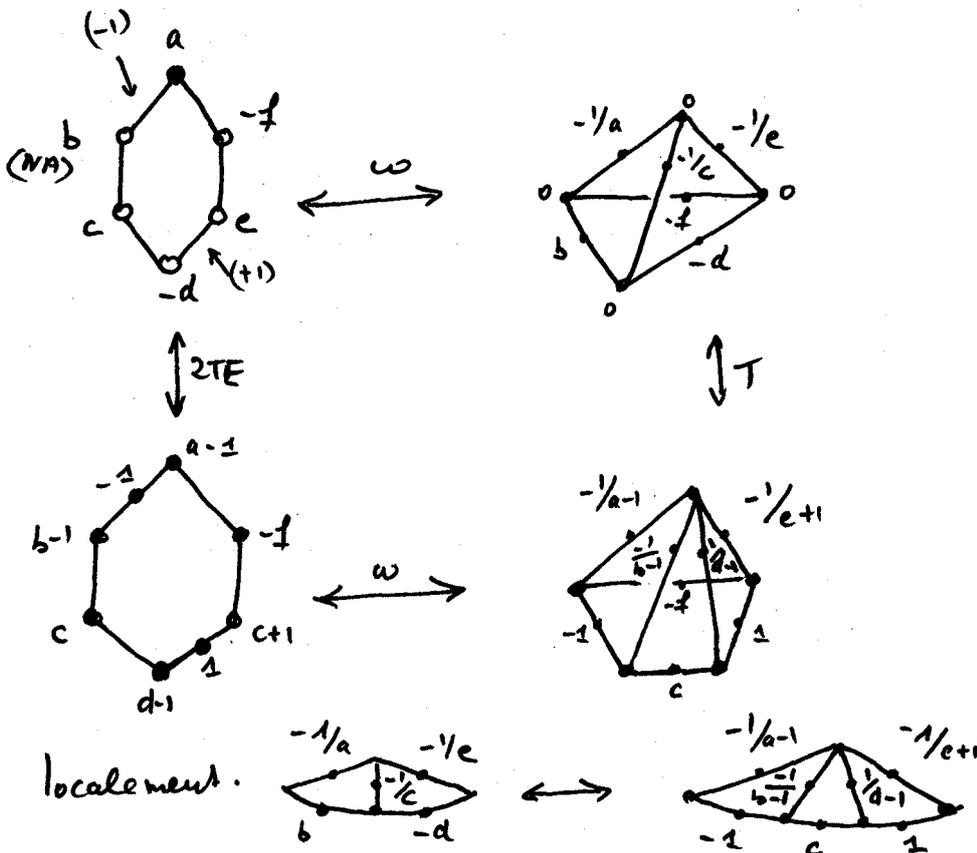
Remarque 4

Ceci permet de voir entre autre que le nombre de graphes équivalents à un graphe donné est fini. (Je parle ici de graphes réduits en nombre de croisements).

Exemple Général (plus généralement)

Si l'on veut avancer dans la comparaison des graphes cycliques, il faut traduire tous les cas possibles de "double-blowing" en termes de "chirurgie soliedrique".

Exemple Général (suite).



Remarque 5

Je laisse donc au lecteur en exercices à traduire les 3 théorèmes d'application sur les cycles (voir notes) et les 5 types de réductibilité-irréductibilité en termes "soliédriques", ainsi que perkolation et absorption.

(voir en ADD, compléments sur la gestion de cycles).

Tout en faisant remarquer que comparer 2 tétraèdres revient à comparer 16 possibilités d'équivalences de graphes cycliques.

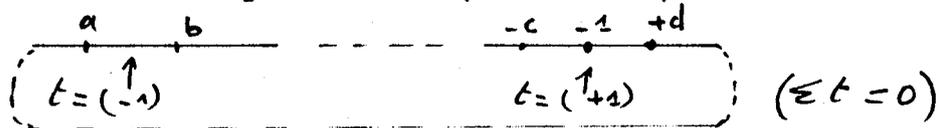
Note : Pour tout détail sur les techniques et algorithmes, voir mes notes de recherche.

COMPLEMENTS POUR LA GESTION DES
CYCLES
(Diagrammes équivalents)

1- Généralités

Ces quelques pages sont destinées à ceux qui chercheront à utiliser les tabulations actuelles basées sur les instructions de chirurgie standard .

Nous savons déjà que la transformation de base sur un cycle est un double blowing up or down , avec comme condition que la somme des modifications introduites t soit nulle , de façon à respecter le braid standard à trois ou quatre brins (cf. notes)



Nous savons aussi que cette opération élémentaire sur les cycles donne immédiatement trois théorèmes d'application sur les cycles (cf. notes)

Théorème 1

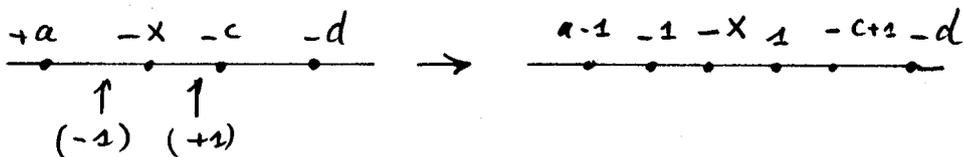
Si un cycle comporte un nombre de poids égaux à ± 1 supérieur ou égal à deux , alors il existe une forme plus réduite en nombre de poids

E,g) $6^* \rightarrow$ Arboresecent

Théorème 2

Un cycle $2P^*$ qui comporte deux non-alternances au moins possède une autre forme $2(P+1)^*$

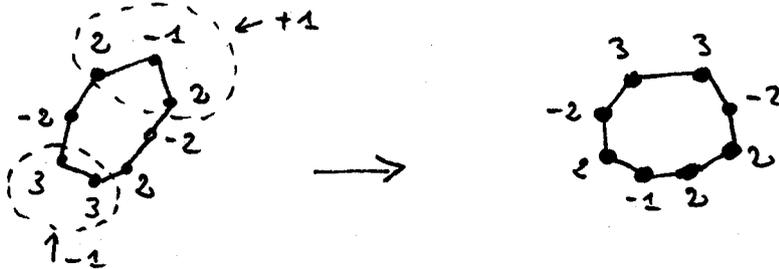
E,g)



Théorème 3

Un cycle comportant un nombre égal de non-alternances et de séquences $\frac{\pm a}{\mp 1} \frac{\pm b}{\mp 1}$ (pour cycles $\frac{\pm a}{\mp 1} \frac{\pm b}{\mp 1}$) possède une autre forme équivalente

E, g)



Remarque 1

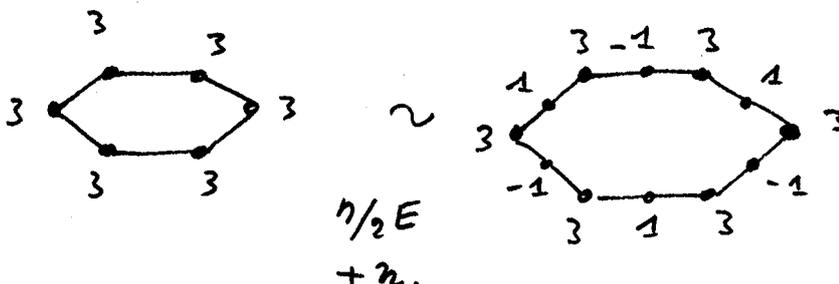
Ceci paraît relativement simple , mais en fait si l'on choisit un diagramme "correct " réduit , il n'y a guère plus d'une chance sur dix ou sur vingt de le trouver dans la table , donc le problème de savoir identifier un élément à partir d'un ensemble de modèles équivalents associés , est relativement important .

En conséquence , comme la classification se comprend en termes de chirurgie , il devient important de savoir évaluer les possibilités de transformations d'un graphe donné en un autre graphe équivalent, ou encore étant donnés deux graphes équivalents peut-on optimiser le nombre de transformations nécessaires dans le chemin de chirurgie qui les relie , et l'accroissement momentané du nombre de croisements qui peut éventuellement se produire .

Remarque 2

Le nombre de transformations simultanément réalisables sur un graphe donné est $\leq n/2$ si le cycle à n poids (n pair) dans un premier jet , et l'accroissement de poids est $\leq n$.

E, g)



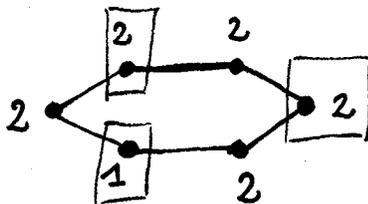
Remarque 3

Le cas le plus étrange étant celui qui permet d'obtenir des graphes différents réduits et équivalents, le maximum de possibilités étant atteint lorsque les nouveaux poids (éventuellement créés) permettent la modification de branches arborescentes du cycle (cf. les Perkolations), nous dirons généralement par "absorption de la modification par une branche " .

Remarque 4

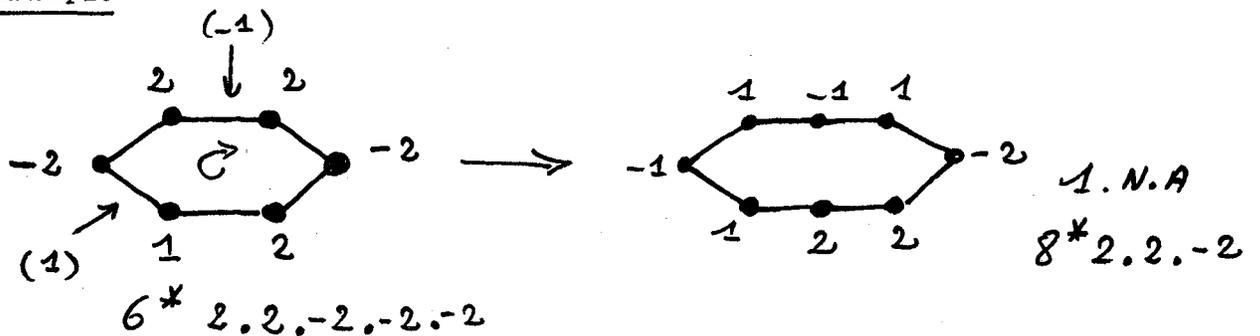
Le nombre de possibilités d'obtentions de nouveaux diagrammes est lié au nombre de poids dont le signe n'est pas alternant (ou nombre de $\frac{+}{-} 1 / 2$)

E, g)

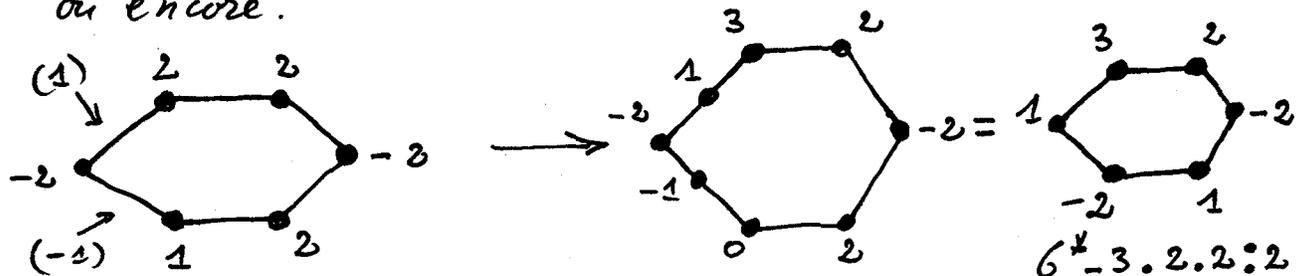


Type 6^* , trois poids non-alternants, nous avons la possibilité d'effectuer 9 transformations pour obtenir des graphes équivalents .

Exemple



ou encore.



Note : Il reste à chaque fois une non-alternance, donc encore d'autres équivalences

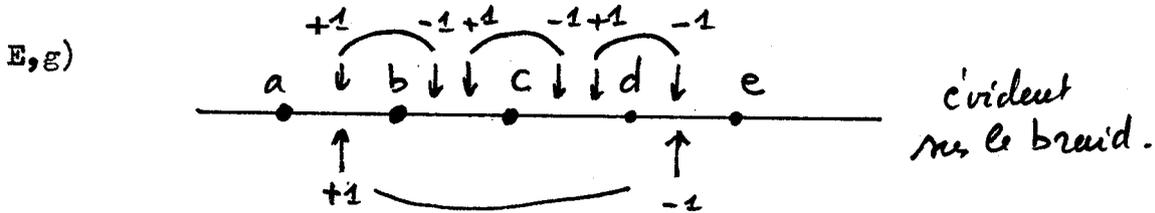
Remarque 5

Dans un cycle lorsqu'il y a un seul désaccord , il ne peut en général disparaître , car la double transformation nécessaire en fera en général apparaître un autre ailleurs, (exception faite lorsque le désaccord est un plus ou moins un)
 (cf. exemple p.6 , et voir le § irréductibilité)

2- Composition de transformations

Remarque 6

Dans bien des cas , les chemins de chirurgie peuvent être réduits car il n'est pas nécessaire de propager l'isotopie du noeud "de proche en proche comme un soliton "

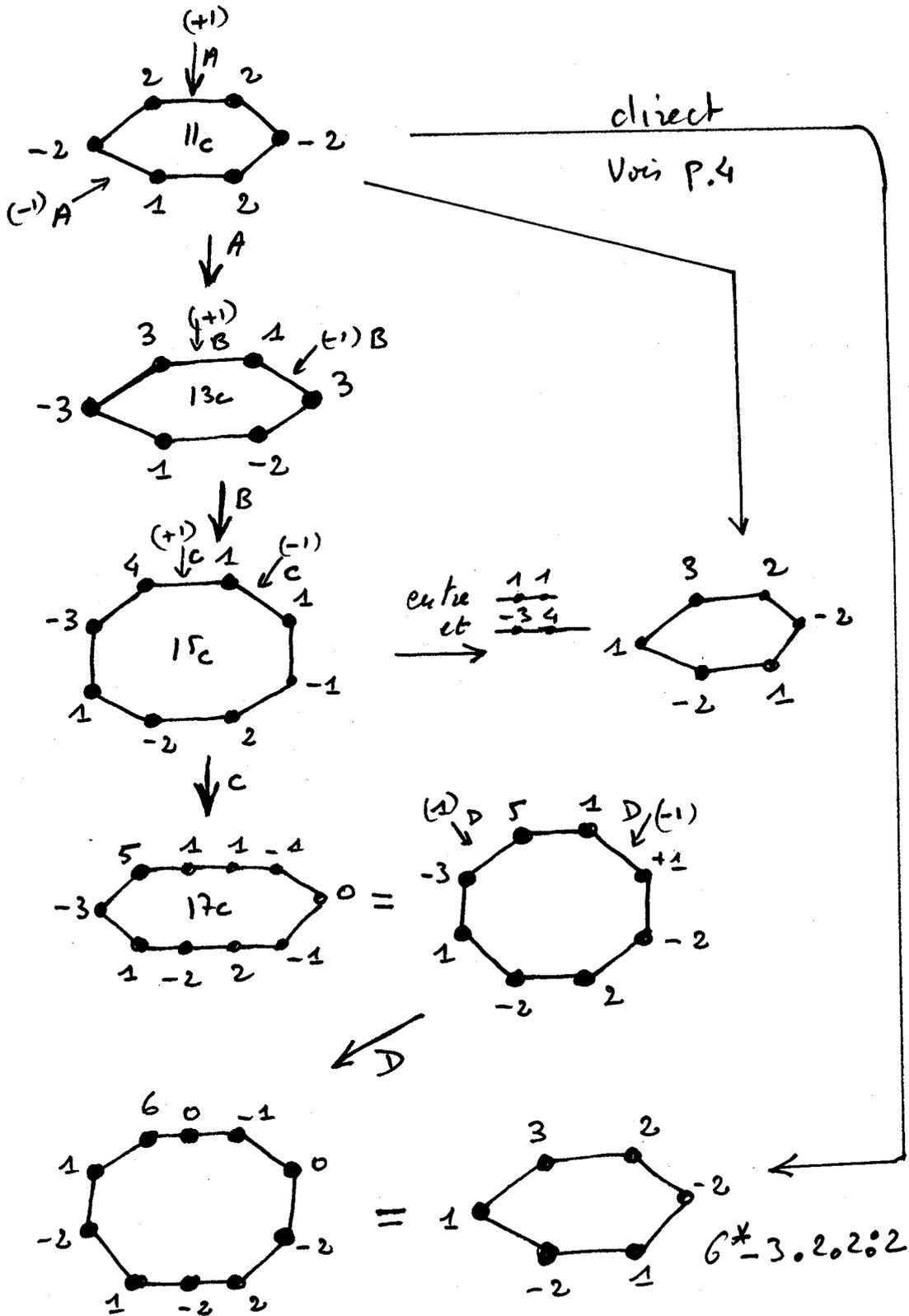


Conséquence

Il en résulte que le nombre de possibilités d'obtenir des diagrammes équivalents avec un minimum de non-alternances données est fini, et ce nombre est directement lié au nombre de non-alternances , de plus ou moins un , et d'absorptions possibles par les branches .

Dans la pratique , la table des noeuds et des enlacements non-alternants est construite à partir de celle des Alternants par introduction de non-alternances . En fait, dans la pratique si le nombre de croisements a été choisi correctement au départ , on peut remarquer que les chemins de chirurgie sont contenus dans le listing puisqu'il suffit seulement alors de considérer les transformations de cycles $2P^*$ en $2(P+1)^*$ et $2P^*$ en $2(P-1)^*$ à l'aide des trois théorèmes techniques cités précédemment , tout chemin étant une composition de telles opérations .

3- Exemple de réductibilité d'un chemin

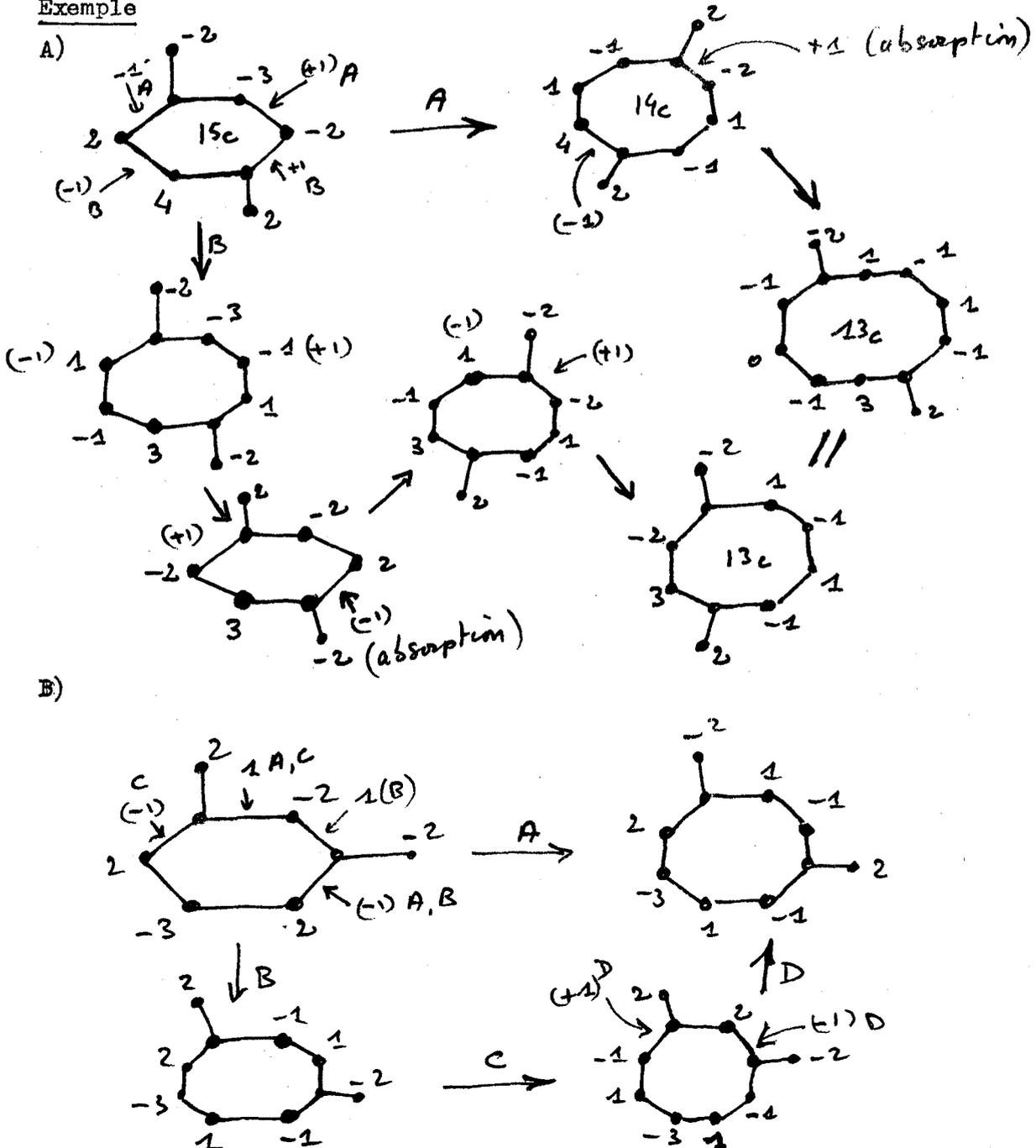


Remarque 7

Il reste donc à optimiser l'accroissement possible du nombre de croisements pour trouver au moins un chemin de chirurgie entre deux modèles équivalents standards .

Nous remarquerons entre autre que le nombre d'ennuis de type Perkolutions est lié directement au nombre d'absorptions (voir le § correspondant , $\leq \lfloor n/5 \rfloor$)

Exemple



Remarque 8

Un chemin de chirurgie entre deux modèles standards peut donc contenir un certain nombre de modèles dont le nombre de croisements (a priori) n'est plus minimal .

Nous distinguerons deux cas : 1) les transformations qui n'intéressent que le cycle

2) celles qui peuvent entraîner des absorptions.

1^{er} cas)

Les transformations sur le cycle lui-même sont en fait des torsions ± 1 du ruban que constitue le braid à quatre brins , donc le nombre de combinaisons possibles est fini , car il est inutile de propager la déformation comme une vague , et bien des chemins construits à priori sont réductibles (voir exemple page 5)

Nous remarquerons donc que le chemin comporte le maximum d'augmentation lorsque les torsions peuvent s'emboîter avec création de nouveaux poids . Si les transformations sont effectuées sur le cycle de départ , il y en a au plus $n/2$ intéressantes et si l'on fait intervenir de nouveaux segments créés , on en a au plus $i-n$ dans le cas le plus défavorable (tous les poids ramenés à des plus ou moins un ou zéro); mais localement un tel diagramme est reconnaissable aux séquences de plus ou moins un ou à des séquences du type

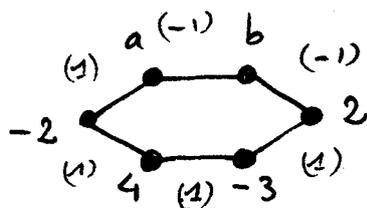


de même longueur, et nous remarquerons que faire disparaître localement deux morceaux $\begin{array}{cc} 2 & 2 \\ \bullet & \bullet \end{array}$ et $\begin{array}{cc} -2 & -2 \\ \bullet & \bullet \end{array}$ revient à effectuer une combinaison de transformations inverses de celles effectuées au départ , et par conséquent le résultat ne donne rien de nouveau , sinon qu'une boucle inutile dans le chemin de chirurgie (voir exemple page 5) , le chemin sera dit simplifiable .

Remarque

Nous dirons donc que dans ce cas , l'optimisation qui semble nécessaire est $\leq n / 2$ transformations avec au plus n croisements en plus . Dans ce premier cas , si toutes les possibilités directes ont été écrites , il n'y a aucun moyen de redescendre sur un nouveau graphe (cf. page 5)

Exemple

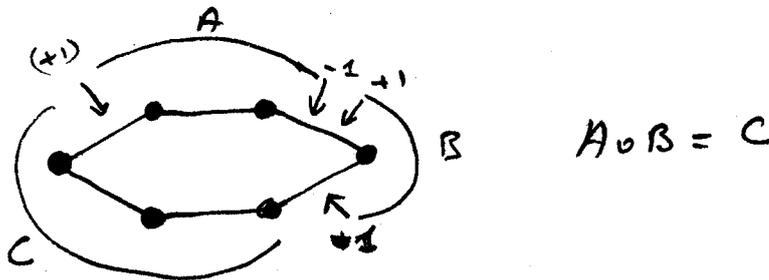


Il y a deux possibilités d'introduire un -1 et quatre un $+1$, donc 8 graphes équivalents directement au moins .

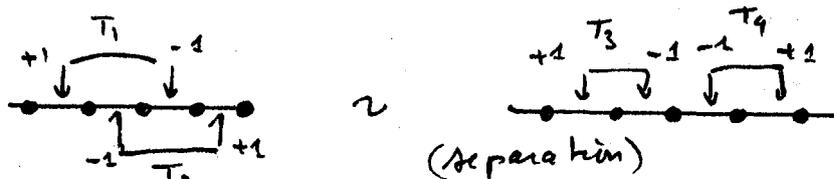
4- Equivalence de chemins

Les transformations étant des torsions du braid , nous pouvons voir immédiatement un certain nombre d'équivalences sur la composition des transformations d'un cycle .

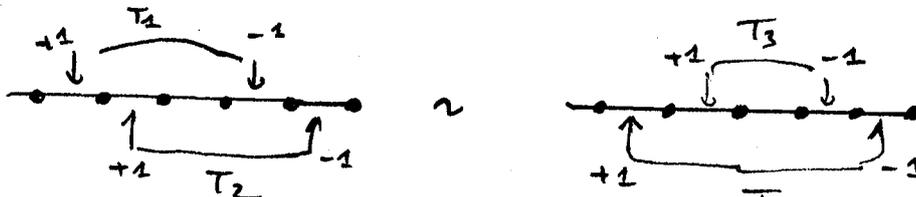
Règle 1



Règle 2



Règle 3



(les enboitements sont donc en générale inutiles)

5 - Absorption par une branche

(deuxième cas)

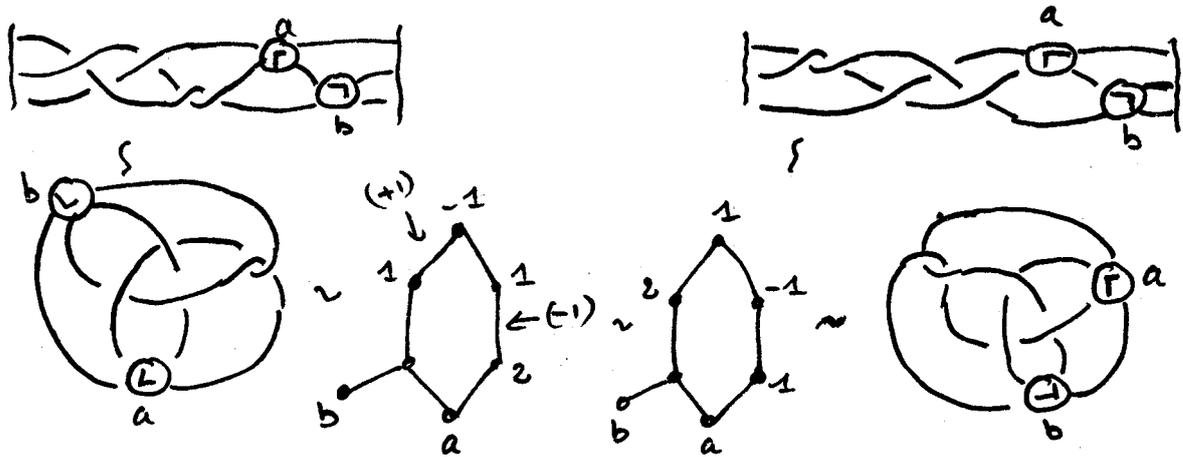
Lorsqu'il y a absorption possible d'un poids +1 ou -1 par une branche, il est alors possible d'avoir de nouveaux diagrammes équivalents avec redescente du nombre de croisements (en relation avec le nombre possible d'absorptions), l'exemple type d'une composition de ce genre est la Perkolation (cf. PERKO ans 74)

Remarque 10

La Perkolation est une transformation de chirurgie standard regardons l'exemple de PERKO:

1^{er} pas

$$a : b : -20 \sim -a0 : -b0 : -20$$

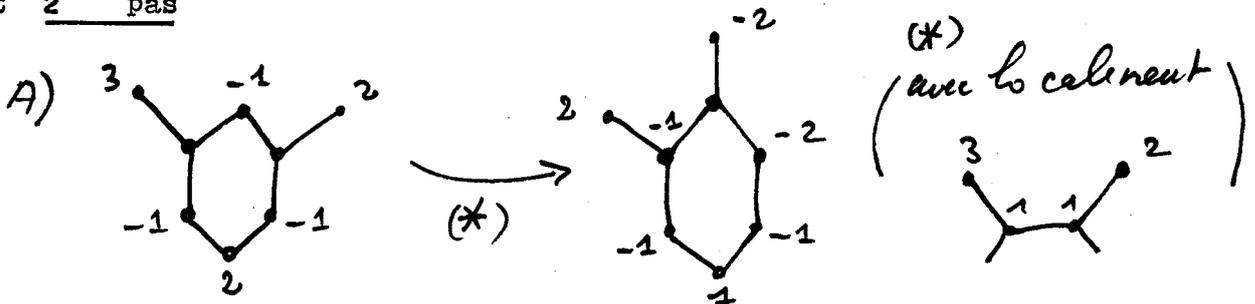


Nous avons donc comme je l'ai déjà écrit dans [c₁]

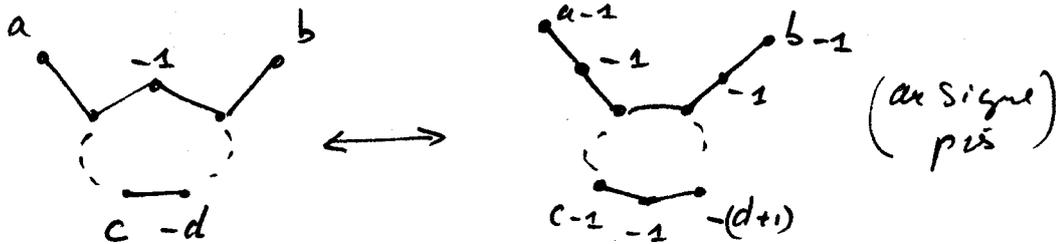
$$3 : -20 : -20 \sim -30 : 2 : -20 \quad (A)$$

$$21 : -20 : -20 \sim -210 : 2 : -20 \quad (B)$$

et 2^{ème} pas

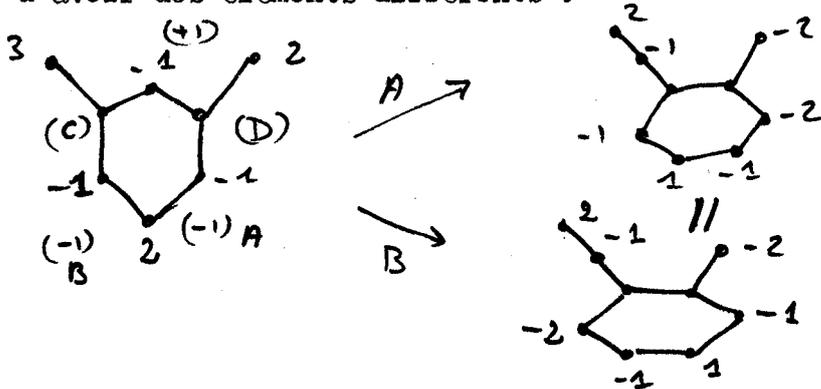


Nous avons donc ici deux absorptions par les branches, mais rien d'anormal sur le cycle, une Perkolation est donc un cas particulier de transformation de chirurgie standard avec absorption d'un $+1$ ou -1 par une branche arborescente, localement il faut donc pour avoir une Perkolation une double configuration locale du type :

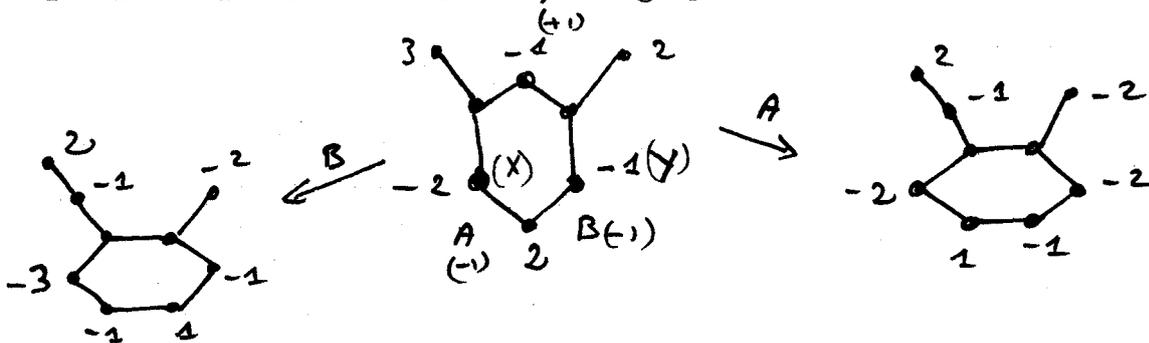


Remarque 11

Dans le cas de Perko, la symétrie du diagramme ne permet pas d'avoir des éléments différents :



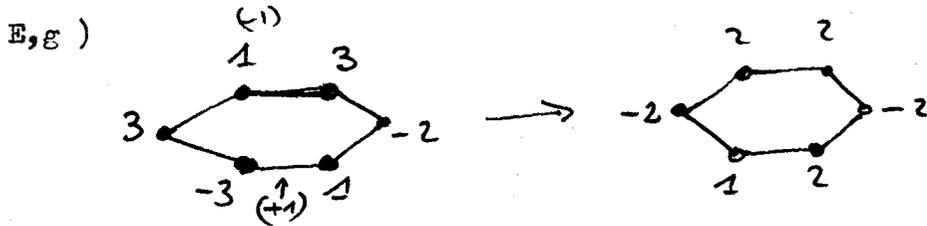
X : Y : Z est cyclique, et en C et D on obtiendrait 11 c
Par contre dans le cas suivant, les graphes sont distincts



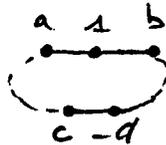
une non-alternance en X ou Y impliquerait une réductibilité.
il est donc important de savoir "jauger" l'irréductibilité d'un cycle.

6- Irréductibilité et réductibilité

Dans un premier temps , regardons les graphes ayant une seule non-alternance (un mauvais signe)



Règle 1



est non réduit (au signe près)

soit:

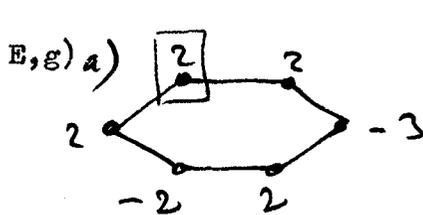
Si un graphe cyclique possède un +1 ou un -1 qui est non-alternant ce graphe est réductible

Critère

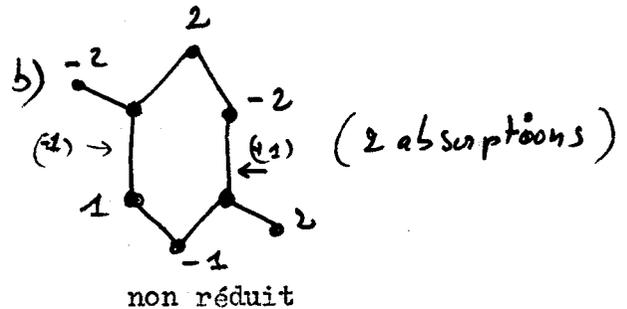
Un critère d'irréductibilité pourrait être pour les graphes n'ayant qu'une seule non-alternance sur le cycle

- pas de - 1 ou de + 1 non-alternant
- pas d'absorption par une branche

(par contre , il peut être éventuellement arborescent comme par exemple $6 \cdot 30 \cdot 20 \cdot -2 \cdot 2 \sim (22, 2-)(3, 2)$



serait réduit

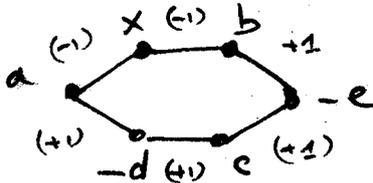


EXC : Montrer que $-3 : 21 : 20 \sim n^{\circ} 495$
 $-3 : 210 : 20 \sim n^{\circ} 479$



Remarque 12

Dans le cas d'une seule non-alternance, nous savons que nous obtenons beaucoup de graphes équivalents



- 1) deux possibilités pour - 1
 - 2) quatre possibilités pour + 1
- soit 8 graphes équivalents au moins

et de plus dans le cas d'un 6^{*}, il ne faut pas oublier qu'il existe quatre graphes possibles, donc le critère s'applique à l'ensemble des quatre graphes et non pas à l'un d'eux pris séparément.

Mais

Remarque 13

Les quatre graphes associés à un 6^{*} type ne sont pas chirurgicalement indépendants si l'on accepte de sortir du contexte de la chirurgie standard, (voir le § objet canonique associé à un polyèdre donné)

7 - Cycles ayant deux non-alternances

Règle 0

Si les deux non-alternances sont de signes contraires le cycle est réductible.

E, g)

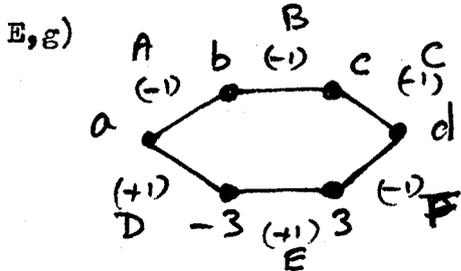


Note :

Maintenant les deux non-alternances seront de signes identiques

Règle 1

Si les poids sont ≥ 2 , le nombre de non-alternances ne peut pas être diminué



F, A, B, C enlève une non-alternance
D, E, F en crée une nouvelle

Règle 2

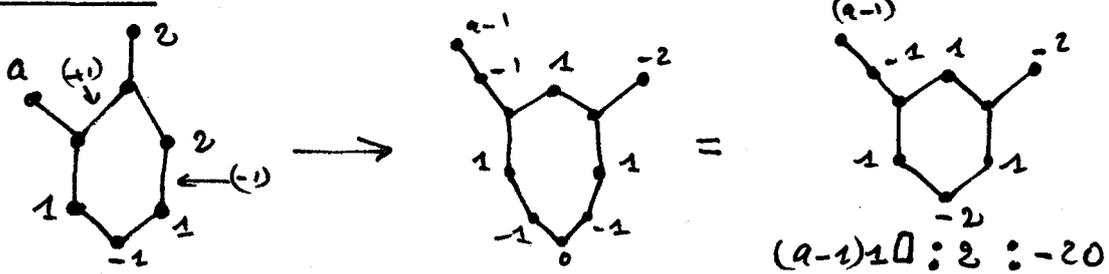
Par contre si un des poids non-alternants est un +1 ou un -1 le diagramme est réductible comme dans le cas d'une seule non-alternance

Règle 3

Le type local revient à avoir deux non-alternances de même signes (donc réductible)

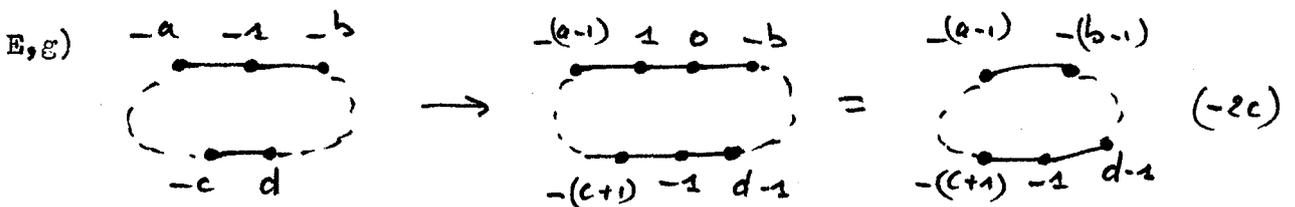
vaut moins un croisement

Par contre : a : - 20 : -20

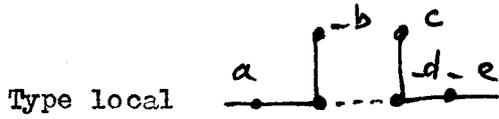


Règle 4

Un +1 Ou un -1 compris entre deux non-alternances donne une réduction.

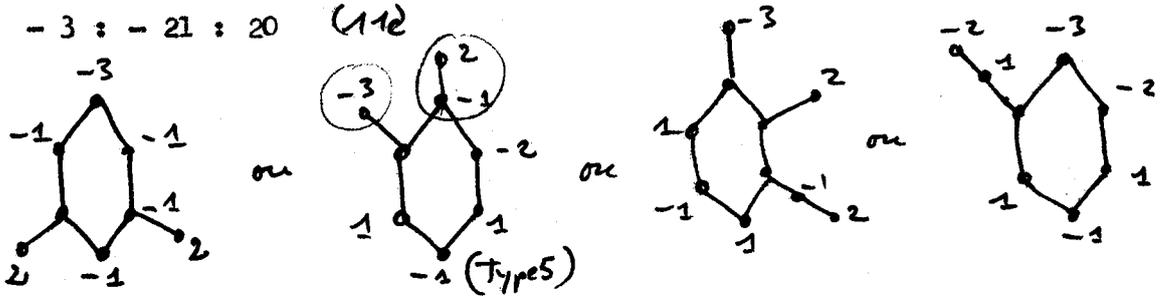


Règle 5

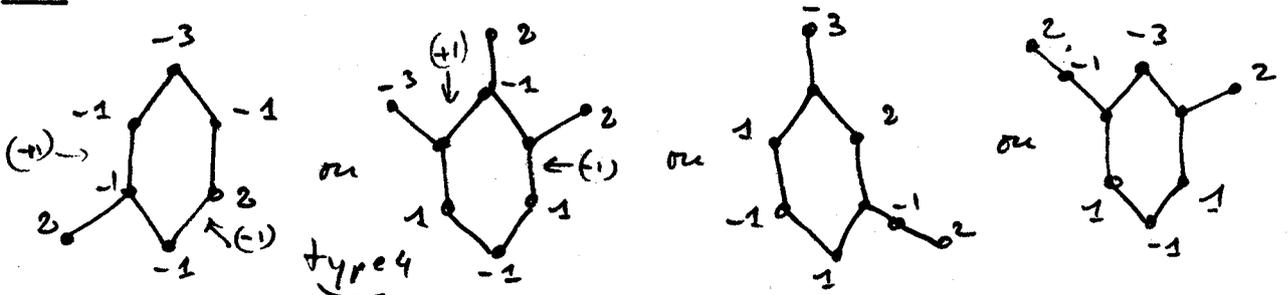


Donnons quelques exemples :

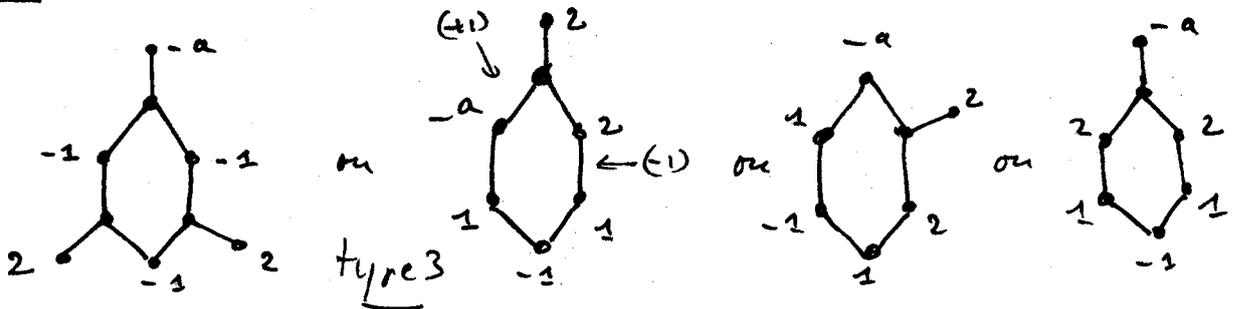
Ex 1 $-3 : -21 : 20$



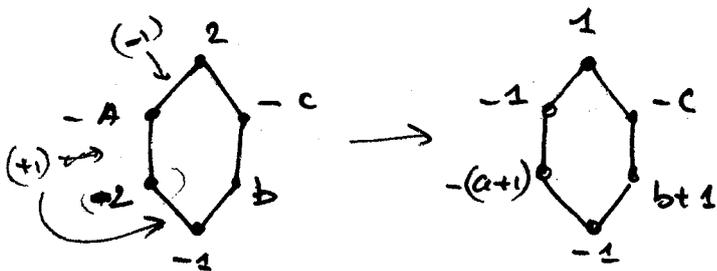
Ex 2 $-3 : -21 : 20$



Ex 3 $a0 : -20 : -20$



Ex 4 $6^* b.c.2.A.-2$ est Arborescent



type 6^{xx} ⇒ ARBO.

Problème

Un petit problème pour les amateurs d'invariants.

Nous savons maintenant par PERKO AMS 74 , que le nombre de twists de LITTLE n'est pas un invariant grâce à une duplication, mais nous savons aussi que ce nombre de twists de LITTLE n'est pas un invariant de chirurgie standard (voir exemple page 3) .

Par contre , nous pouvons remarquer que toute transformation (chemin) qui existe entre deux éléments équivalents est décomposable en transformations élémentaires de type double blowing sur les cycles et blowing sur les branches arborescentes et de plus que le nombre de celles-ci est fini, en conséquence ; il est possible d'évaluer les transformations qui modifient le nombre de twists et de combien .

PB. Etablir la table des modifications du nombre de twists
(qualitativement et quantitativement) =

