Espace lacanien

Samedi 28 août 2010 - Pierre-Christophe Cathelineau

Je voulais tout d'abord remercier Stéphane Dugowson d'avoir accepté d'intervenir au cours de ces journées, également Marc Darmon et Virginia Hasenbalg avec lesquels j'ai construit cette intervention. C'est donc selon un nouage à 4, nous sommes quatre à travailler sur le même objet, ou en tout cas à essayer de travailler. Je pense que nous pouvons être particulièrement intéressés par le fait qu'un mathématicien décide d'élaborer une théorie des espaces lacaniens en s'appuyant sur les travaux de Lacan, à propos du nœud borroméen. À ce titre, il me semble que la tentative de formaliser ce que Stéphane Dugowson appelle « l'espace lacanien », devrait retenir notre attention.

L'avant-dernière leçon du Séminaire *Encore* où Lacan réintroduit – après qu'il l'a déjà fait dans... *ou pire* – le nœud borroméen, marque comme vous le savez un tournant décisif dans la théorisation de Lacan et oblige à reconsidérer les conséquences logiques – j'essaierai de le montrer –, du tableau de la sexuation concernant l'Un et l'Autre. C'est pourquoi je saisis l'occasion de faire un rapide commentaire de cette leçon pour souligner les points qui me paraissent essentiels pour la lecture du Séminaire *Encore*, et pour la suite... et pour essayer de voir en quoi les travaux de Stéphane Dugowson peuvent intéresser la psychanalyse, et en quoi peut-être à ce départ de Lacan, il s'en éloigne. Cette tentative témoigne néanmoins de l'intérêt d'un mathématicien pour Lacan.

Peut-être qu'à l'endroit des psychanalystes, ou même à l'endroit des mathématiciens, le mathématicien ou le psychanalyste se trouvent précisément à formuler une demande qui est celle-là même qui introduit dans le champ de la psychanalyse le nœud borroméen, précisément dans ... *ou pire*, en raison même de l'objet qui se trouve coincé par le nœud, une formule : *Je te demande de refuser ce que je t'offre, parce que c'est pas ça*. Mais au-delà de cette impasse, il nous est également loisible – et je crois que je vous invite à le faire – de considérer que les impasses rencontrées par les mathématiciens sont nos propres impasses dans le travail sur les nœuds, et à ce titre, la rencontre d'un mathématicien est toujours extrêmement instructive.

En préambule, je voudrais rappeler que, pour réfléchir à la question du nœud, au début de l'avant-dernière leçon, Lacan reprend sa thèse selon laquelle *il n'y a pas de métalangage* et que le symbolique ne subsiste que de l'existence du dire. Ce qui veut dire qu'en quelque sorte, Lacan, d'abord anticipe sur ce qu'il va dire dans *R.S.I.* sur l'existence comme jeu possible entre les trois dimensions, mais surtout montre que c'est un dire, notre dire, dans ce travail, qui va soutenir l'usage de l'écriture borroméenne qui ne se tient en quelque sorte que de l'existence de ce dire. C'est-à-dire que la formalisation – fût-elle rigoureuse –, ne se soutient que d'une énonciation.

Mais auparavant, je voudrais essayer de dire quel est le contexte de cette introduction au nœud et pourquoi à la fin du Séminaire *Encore* il semble que Lacan articule ce qui est le savoir auquel permet d'aboutir le Séminaire *Encore*, mais précisément d'un rapport d'être qui ne peut se savoir, dit-il. Un interdit en quelque sorte, quelque chose qui ne peut être dit qu'entre les lignes, parce que c'est un Réel, un non savoir-faire nous dit-il, qui ne permet pas

l'accord de la jouissance et de sa fin. Il vient buter sur quelque chose qu'il appelle *notre solitude*. « Notre solitude » qui est en cette moment “le” point de butée du séminaire , à savoir la non inscriptibilité du rapport sexuel.

Alors voilà effectivement le point de départ de la réflexion sur le nœud dans *Encore*. Ce passage se conclut sur le fait que de l'être de l'Autre, le sujet ne veuille rien en savoir. Lacan opère alors une véritable inflexion dans son dire, pour signifier que l'écriture est une trace où se lit un effet du langage, et il en vient par quelques phrases plus loin, à parler de cette écriture singulière qu'est le nœud.
C'est à ce moment-là où le nœud apparaît. Que dit Lacan :

Cette ligne coupée ici, l'ai-je dit, veut dire qu'elle passe sous l'autre, ici c'est au-dessus parce que c'est l'autre qui s'interrompt, c'est ce qui produit cette chose qui se distingue de ce qui serait un simple rond, un rond de ficelle si ça existait, ça s'en distingue en ce sens que quoiqu'il n'y ait qu'une seule ficelle, ça fait un nœud.

Donc il ne nous parle pas tout de suite du nœud borroméen, mais il nous parle du nœud au sens du nœud des chaussures, le simple nœud. Et cette remarque pour dire que le nœud du rond de ficelle – le nœud de ficelle que nous avons l'habitude de qualifier ainsi à propos du nœud borroméen – suppose que ladite ficelle soit elle-même nouée, et, que les deux brins qui forment rond, fassent nœud. En ce sens, il dira plus loin que compte tenu du fait que les trames doivent être nouées, doivent nouer ce rond de ficelle, ce rond de ficelle a quelque chose a quelque chose de mythique. Le rond de ficelle en lui-même a quelque chose de mythique. Et c'est en ce point de l'exposé que Lacan reparle du nœud borroméen et de sa propriété maintenant pour nous triviale, à savoir, par une question :

Comment faire pour que quelque chose, pour que ces trois ronds de ficelle tiennent ensemble, et de façon telle que si on en coupe un, ils soient tous libres ?

Là, évidemment il y a une définition implicite de quelque chose qui s'appelle le coinçage – le coinçage de trois droites – qui a de quoi nous faire réfléchir, en ce sens qu'elle interroge la notion de point, en ce sens que la notion de point dans les mathématiques, je dirai d'un espace euclidien, suppose le recoupement de deux droites, tel qu'il a cours dans l'espace à trois dimensions et que ce coinçage remet sans doute radicalement en cause cette définition du point — je dis ça parce que ça va avoir une certaine importance par rapport à l'exposé qui va suivre.

Nous pouvons donc considérer que cet aspect de la théorie de Lacan est un principe axiomatique et la question est : ce principe axiomatique peut-il être pris en compte dans l'élaboration mathématique, à savoir cette question du coinçage ?
C'est évidemment une question que j'adresse à Stéphane Dugowson.

Le surgissement du nœud à ce moment est donc d'une particulière importance puisque c'est en quelque sorte en étant allé par les mathèmes au bout d'une certaine formalisation de l'impossible qu'elle suppose, la non-écriture du rapport sexuel, que Lacan décide de se frayer un chemin grâce à une autre écriture, une écriture nodale, dans ce Réel, pour essayer d'avancer sur la voie d'un certain savoir et ce malgré l'interdit qui pèse du fait de la non

écriture. La reprise qu'en propose Stéphane Dugowson permet de dire que Lacan ne fait rien moins que valoir que c'est alors à une nouvelle définition de l'espace qu'il convient de faire appel dans ce qu'il définit lui-même comme une écriture distincte de la définition de l'espace à trois dimensions.

C'est pourquoi il me semble que les travaux de Stéphane Dugowson vont permettre, même s'il y a un écart avec la psychanalyse , de situer la nature de cet espace. Par exemple – c'est ce que Stéphane Dugowson va nous dire tout à l'heure, mais je me permets d'anticiper un peu sur son exposé –, si les parties de l'espace qui sont dites connexes, –"connexes", qui signifie d'un seul tenant (comme les territoires de la France et de l'Espagne sont connexes parce que d'un seul tenant) –, **un espace connectif est un lieu où peuvent se dire le lien et la séparation**. Et c'est dans le cadre de cet espace dit « connectif » que prend consistance tout d'abord l'espace borroméen et plus largement les espaces lacaniens dont la caractéristique principale est de pouvoir être représentés par des entrelacs dans l'espace abstrait.

Bien entendu, ici surgit une difficulté sur la nature de cette représentation dans l'écriture d'un entrelac caractérisé par des ronds de ficelle. Vous allez me dire : est-ce que c'est une représentation ? Est-ce une présentation de la structure d'un espace plus fondamental ? Et à ce titre est-il encore possible de traiter cette structure mathématique comme un banal modèle ayant ainsi une représentation imaginaire de par le plongement du nœud dans un espace à trois dimensions ? Vous savez que Lacan reprend dans *R.S.I.* qu'il ne s'agit pas d'un modèle ni d'une représentation, mais d'une présentation. C'est dire la singularité de cet espace lacanien et c'est peut-être donc là que la théorie de Stéphane Dugowson mérite d'être interrogée.

En effet, s'agit-il de dire que le nœud borroméen est un modèle, une représentation possible, une variété d'espace connectif , est-ce à ce titre une représentation ? Ou bien faut-il :
- prendre comme principe axiomatique de la définition du nœud, que le point résulte d'un coincement de trois droites ?
- et construire la théorie des nœuds à partir de cette définition du point, sans se référer au point de l'espace euclidien ?
C'est une question, c'est une question que j'adresse au mathématicien. Peut-être n'est-elle pas pertinente ?

Lacan propose dans ce séminaire des travaux pratiques sur le nouage à trois et le nouage à quatre. Il dit : *il faut que je vous le montre parce qu'après tout il n'y a que comme ça que ça peut entrer*. *Après le premier pliage, vous pouvez, avec le troisième, faire un pliage nouveau*. Ici, Lacan nous décrit ce que Stéphane Dugowson appelle dans sa reprise « la présentation d'un espace connectif par entrelacs ». Je fais là référence à des travaux que va sans doute citer dans son exposé Stéphane Dugowson, les travaux d'un mathématicien allemand – Hermann Brunn – dans un article fondateur de 1892, intitulé : *Über Verkettung*, – « *De l'enchaînement* » –, et qui propose la conjecture suivante : que **tout espace connectif constitué d'un nombre fini quelconque de points est représentable par entrelacs**.
Il y a sans doute pour vous une question : comment se fait-il que l'on passe de la notion d'espace connectif constitué de points à celle d'espace connectif représenté par entrelacs ? C'est justement l'objet de la démonstration que va nous proposer Stéphane Dugowson.

Ce qui est intéressant, avec cette définition des entrelacs, c'est que cette présentation par entrelacs est possible avec "n" composants. Vous vous souvenez qu'il y a un schéma donné dans la leçon du 15 mai 1973 qui est censé représenté ces "n" composantes, c'est une illustration à 13 composantes, dont Lacan dit qu'elle constitue la solution générale, telle que si l'on coupe l'un quelconque de ces "n" ronds, tous sont libérés. Il s'agit bien d'une chaîne borroméenne mais également d'entrelacs au sens où l'entend Brunn.

Quel est l'intérêt de cette structure borroméenne ?

D'abord si la structure est généralisable – c'est-à-dire qu'on peut avoir affaire à une chaîne à n composante – dès la mise en place de la chaîne à quatre, la symétrie est rompue et il est possible, selon la place où l'on se situe chaque rond, d'ordonner le nouage en distinguant un premier, un deuxième, un troisième, un quatrième... et ici une petite phrase de Lacan annonce déjà les travaux ultérieurs sur le sinthome : *À partir du quatrième, qui est le sinthome, il n'y a plus de symétrie entre les ronds*.

La question naïve que je pose est la suivante : est-il possible avec la théorie des espaces connectif de rendre compte des dissymétries du nœud dont parle déjà Lacan dans le séminaire *Encore*, et qui annonce le séminaire sur le sinthome ?

Mais ce qui demeure, et ce, quel que soit le nombre de "n" composantes de la chaîne, c'est que chaque rond de ficelle constitue – et ça c'est un point sur lequel je souhaite insister – un vrai rond de ficelle sans nœud, c'est la plus éminente représentation de quelque chose qui ne se soutient que de l'Un.
Et pourquoi ici Lacan reprend mot à mot ce qu'il avait avancé dans ... *ou pire* à propos de l'Un, et que j'avais commenté lors des journées de l'année dernière : *Un vrai rond de ficelle ça n'enferme rien qu'un trou* — à propos de l'Un. C'est-à-dire qu'il reprend effectivement ce qu'il nous disait déjà dans ... *ou pire*, à savoir que les ronds de ficelle – et il le dit à partir de la notion du nœud borroméen –, le rond de ficelle présentifie précisément le trou de l'Un.

Ce qui est particulièrement remarquable dans ce passage, c'est l'articulation très serrée entre le nœud, le Un et l'objet petit *a*.

Il rappelle qu'il a amené le nœud borroméen à propos de la formule : *Je te demande de refuser ce que je t'offre, parce que c'est pas ça* ; à savoir que cette formule est à soi seul un entrelacs de verbes qui serrent et coincent un objet petit *a*, lui-même n'étant aucun être, comme ce qui suppose le vide, une demande et un désir, qu'aucun *être* ne supporte.
Au passage il faut souligner ici l'extraordinaire distance prise par Lacan par rapport au discours de l'être et plus précisément à toute forme d'ontologie. C'est-à-dire que Lacan situe, au centre de ce coinçage, un vide qui ne fait pas être. La présentation d'un rond noué à deux autres, montre dans le Réel ce qui est le trou, avec ceci de particulier que chacune des consistances sur lesquelles Lacan va revenir dans *R.S.I.* est trouée. C'est intéressant parce que les consistances effectivement – dont il ne parle pas dans cette leçon, mais qui annoncent *R.S.I.* et *Les Non-dupes errent* – les consistances ont ceci de particulier : ce sont des Uns troués, y compris l'Imaginaire. Nous avons donc affaire à un espace noué et troué et

c'est ce trou qui est l'index de l'Un, et le vide que ces trous viennent coincer, grâce au nœud sans qu'aucun être ne s'y puisse repérer.
C'est, peut-être ici, qu'une question peut être posée au mathématicien sur la définition qu'il donne de l'espace qu'il appelle borroméen, car c'est bien à une généralisation de la théorie de Lacan qu'il propose de conclure. Il nous dit que contrairement au nœud borroméen constitué de courbes fermées, plongées dans l'espace ordinaire, l'espace borroméen n'a que trois points. Et cet espace n'est pas un espace topologique au sens mathématique habituel, sa structure étant entièrement contenue d'en préciser les parties connexes. Et il ajoute : le nœud borroméen n'est pas un espace connectif, mais il représente un espace connectif qui n'a que trois points : l'espace borroméen.

Il y a donc un saut épistémologique de l'espace connectif à sa représentation par le nœud, et il faudra, me semble-t-il, que Stéphane Dugowson précise :
- ce qu'il veut dire lorsqu'il suppose ce saut, et qu'il nous dise en quoi l'espace connectif est en quelque sorte la condition du nœud borroméen ;
- ou bien, qu'il nous montre en quelque sorte, si nous devons partir du nœud borroméen pour penser l'espace ?
Il y a là une difficulté, que l'on trouve dans ses travaux, de savoir :
- si l'on doit partir d'un espace projectif pour penser le nœud borroméen
- ou, si l'on doit partir d'un postulat, d'un principe axiomatique, lié au nœud borroméen, pour penser l'espace ?
C'est une difficulté.

Il y a une phrase de Lacan qui dit assez l'articulation du nœud, de l'objet petit *a* et de l'Un, où il parle de *corrélats de parole jouissante en tant que jouissance de parole. Que coincent-elles d'autre que d'autres Uns ?*
Ainsi la pure continuité du commencement à la fin de la phrase, à savoir la métonymie, se donne - pour un sujet - des corrélats dans l'objet, et coince un trou. Voilà le premier enseignement de cette avant-dernière leçon.
Ce que Lacan va redire, sous une autre forme un peu plus loin, en se demandant ce à quoi cette enfilade de chaînes pliées sous la forme de ronds – la chaîne à "n" composantes –, peut servir ?

Il évoque ici un point clinique, que je vous indique, à propos de la chaîne borroméenne à n composantes censée être une présentation du discours, à savoir : les phrases interrompues de Schreber : *Nun will ich mich*..., comme celles dont Schreber fait usage lorsqu'il dit : « ainsi je vais me... », et puis il interrompt la phrase. Ici, ce que dit Lacan, c'est que l'Un a été retiré comme chaînon, de telle sorte que tous les autres chaînons sont libres. L'entrelacs brunnien est délié, qui renvoie précisément à la structure d'un entrelacs beaucoup plus consistant, et là, ce qui est assez curieux, c'est qu'une fois que Lacan a évoqué la déliaison impliquée par ces phrases interrompues de Schreber, il évoque quelque chose qui est l'inverse d'une déliaison, à savoir le maniement des lettres mathématiques et leur enchaînement rigoureux. Et il trouve dans la chaîne borroméenne précisément, la meilleure présentation de la consistance des Uns dans la chaîne mathématique, mais ce qui est intéressant, c'est qu'il mette en regard l'exemple clinique de Schreber dans la psychose et puis la consistance de la chaîne mathématique, liée par ces Uns qui font chaîne. Il nous dit d'ailleurs que lorsque que

une des lettres n'est pas consistante, toute la chaîne se délie et la démonstration mathématique perd de sa consistance.

Il est remarquable ici que Lacan s'intéresse à ce que nous pouvons appeler avec Stéphane Dugowson des **entrelacs**, **ou** encore une **chaîne borroméenne**. Si l'on s'en tient maintenant au nœud borroméen, que dire de l'Un, constitué par chaque rond du fait de la propriété borroméenne ? C'est que chaque Un est pour le nœud une exception, qui, si elle est détruite, détruit le nœud lui-même. Il y a là une équivalence, dont parle Lacan, qui contraste avec la dissymétrie introduite dans les mathèmes avec l'*au moins un* : $\exists x\ \overline{\Phi x}$, il existe *au moins un* x qui nie phi de x, au point qu'il soit possible de dire que le nœud borroméen vient immédiatement rappeler que dans les mathèmes de la sexuation, cet *au moins un* pourrait fonctionner comme un symptôme — c'est ce que d'ailleurs rappelait, lors d'une réunion préparatoire aux prochaines journées sur la topologie qui vont avoir lieu en mai 2011, Charles Melman. À savoir que l'un des points d'impasse de la théorie de la formalisation de la sexuation, c'est que *l'au moins un* fait symptôme. Alors que précisément, ce qui nous est présenté dans les nœuds borroméens et de la fonction de l'Un, c'est qu'on pourrait avoir affaire à une chaîne où la question du symptôme soit résolu, notamment avec le nouage à trois.

Il y a en outre ce constat que l'Un est constitué de chaque rond, et qu'en coupant n'importe quel des ronds, le nœud se disperse, ce qui conforte l'idée que chaque rond, chaque Un, fait exception dans la chaîne, et déplace précisément la question de la dissymétrie de l'*au moins un* dans le tableau de la sexuation. Mais la question n'est pas aussi simple, si l'on admet qu'elle puisse resurgir elle-même, et là je reviens à l'exposé que va nous présenter Stéphane Dugowson, dans la théorie de l'espace connectif :

- N'y a-t-il pas, au niveau des entrelacs borroméens, un point qui fasse exception ?

C'est-à-dire que si effectivement les Uns se constituent comme exception(s), n'y a-t-il pas par rapport à cette exception constituée par chaque Un dans la chaîne, une exception de l'exception en quelque sorte, qui traduirait qu'il existe un point qui fasse exception à la chaîne. Et c'est là l'enjeu de la théorie des points génériques développée par Stéphane Dugowson, et qui évidemment rend moins élégante la perception, la compréhension précisément, de la notion d'exception pour nous.
Si l'on s'en tient à la définition que donne de l'espace connectif borroméen Stéphane Dugowson, il serait constitué de quatre points, dont un qui serait générique et qui disparaissait si l'un des trois autres points venait à disparaître.
Donc vous entendez bien ce que je dis : il y a trois points qui, je dirais, sont représentés par des ronds. Ces trois points sont noués et il y en a un quatrième – Stéphane Dugowson nous dit « extérieur » – qui, si il disparaît, fait disparaître les trois autres.
Alors évidemment en est tout à fait tenté de voir en ce quatrième point, l'objet petit *a*, et c'est à ce titre, ou en tout cas à ce point de coinçage dont j'ai parlé au début de mon exposé, c'est à ce titre précisément que le point générique tel que Stéphane Dugowson nous l'introduit, me paraît très intéressant.

Enfin la dernière question qui court tout au long de cet avant-dernier séminaire, est sans doute la plus difficile parce qu'elle annonce les avancées suivantes de Lacan.

Lacan parle de l'articulation de l'Un, – à la chaîne borroméenne, au nœud borroméen et il en déplace tous les enjeux –, notamment celle de la fonction de l'Autre. *Comment*, nous dit-il, *quelque part, mettre comme telle la fonction de l'Autre ?* L'Autre, c'est-à-dire, nous dit-il peut être une femme, en tant que l'Autre ne s'additionne pas à l'Un, l'Autre seulement s'en différencie, et qu'à défaut de le définir par rapport à l'*au moins un*, ***l'Autre c'est l'Un en moins*.** Alors là, cette formule mérite d'être soulignée. On parle fréquemment de la question du *pas-tout* dans *Encore*, mais il me semble que traiter la question de l'Autre à partir de cette formule de « *l'Un en moins* » ! Je viens peut-être de faire un lapsus !
C'est « ***l'Une en moins*** ». Lapsus révélateur ! On y est toujours dans l'Un ... Effectivement lapsus révélateur, mais intéressant, comme lapsus précisément : *l'Une en moins* ». Ce qui est intéressant, c'est que cette « *une en moins* », dans le rond..., dans le nœud borroméen, ne saurait finalement s'écrire... – en tout cas c'est l'hypothèse que je vous propose, je ne sais pas si elle est juste –, ... ne saurait s'écrire que de la différence d'un rond par rapport à un autre. C'est-à-dire que c'est la différence en quelque sorte d'un rond par rapport à un autre qui introduit à l'intérieur du nœud borroméen la problématique de l'Autre.

Vous allez me dire, mais quelle est l'incidence clinique de cette remarque ?

Si j'ai bien entendu l'intervention de Corinne Tyszler, que j'ai trouvée très passionnante, je l'ai trouvée particulièrement passionnante sur ce point précisément, ce point d'intervention de l'analyste, et d'invention de la patiente, concernant l'introduction de cet Autre à l'intérieur de ce que j'ai cru pouvoir entendre comme un nœud de trèfle. Effectivement, l'hypothèse qui m'est venue à l'esprit – mais vous me direz si cette hypothèse est juste –, c'est que, il se pourrait que les signifiants « H » qu'évoquait ainsi Corinne dans son exposé, pouvaient être une nomination (c'est-à-dire un deuxième rond) qui faisait effectivement dès lors fonctionner à l'intérieur du nœud de trèfle quelque chose qui pouvait inscrire l'altérité dans le nœud : un deuxième rond comme nomination. Mais c'est une hypothèse...

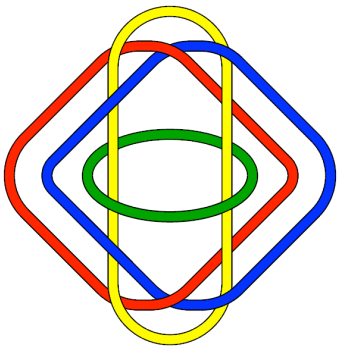
Alors ce qui m'amène à cette dernière remarque à Stéphane Dugowson par rapport à ce qu'il peut proposer : est-il possible d'avoir une théorie mathématique des espaces connectifs, comme celle qu'il élabore, d'introduire cette dimension de pure différence, qui permet à l'intérieur du nœud borroméen de situer l'altérité dans l'écriture sous une forme algébrique ? Merci.

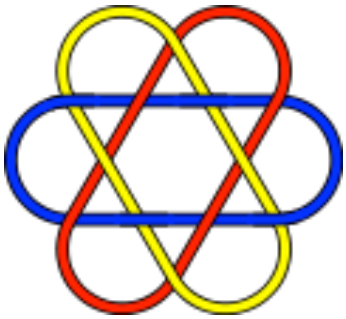
Transcription : Monique de Lagontrie

Entrelacs brunnien

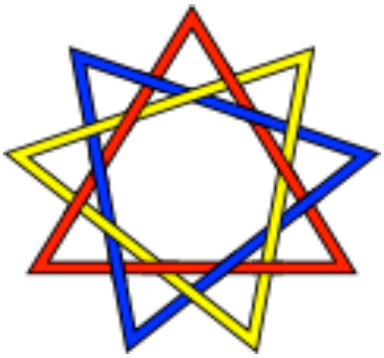
En théorie des nœuds, un entrelacs brunnien est **un nœud non trivial qui devient trivial si l'un quelconque de ses composants est enlevé**. En d'autres termes, couper n'importe laquelle des boucles libère toutes les boucles de l'entrelacs. L'adjectif brunnien vient de **Hermann Brunn**, qui a rédigé un article en 1892 prenant pour exemples de tels nœuds. Le plus simple et le plus connu est le nœud borroméen, un entrelacs de trois éléments non noués entre eux. À partir de trois éléments, il existe une infinité d'entrelacements possibles

contenant le même nombre de boucles. Voici quelques exemples d'entrelacs brunniens à trois composants qui diffèrent du nœud borroméen (d'après Wikipedia.fr Décembre 20)





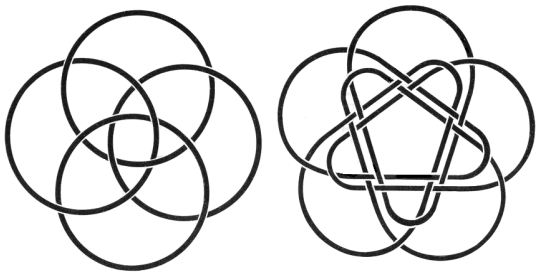
Entrelacs brunnien à 12 croisements



Entrelacs brunnien à 18 croisements

Le Nœud borroméen à quatre et le Sinthome

Jacques Lacan dans le séminaire sur le Sintome utilise un nœud borroméen à 4 brins, comme ceux-ci :

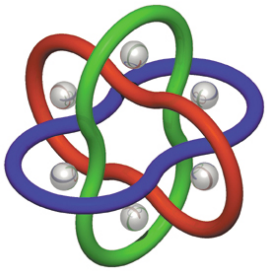


Ces schémas de C. Van de Walle,
sont extraits de la Tribune des Lecteurs de "Pour la Science"143, 9, 1989, p.4

Chimie et Nœud Borroméen

Quand la chimie devient de l'art
Des chimistes ont dessiné un symbole millénaire à l'aide de quelques molécules.

31/05/2004 - La chimie se met à l'art. Des scientifiques ont créé une version moléculaire du nœud borroméen, trois anneaux qui s'entrecroisent, à l'échelle nanométrique. Cette structure est très présente dans l'art viking et l'architecture de la Renaissance. L'équipe dirigée par Fraser Stoddart, de l'Université de Californie, à Los Angeles, a publié ses résultats dans le dernier numéro de la revue Science.



Le problème des chimistes était de fermer les trois boucles en même temps, condition nécessaire pour que la structure soit réussie. Ils ont d'abord créé 12 chaînes moléculaires de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène, chacune destinée à représenter un quart d'anneau. Ils ont ensuite dissous un peu de zinc dans la solution et l'ont chauffée. Les ions métalliques chargés électriquement ont servi d'appâts autour desquels les chaînes se sont organisées.

La structure finale à 3 dimensions est composée de six ions de zinc et des douze chaînes combinés dans le plus petit nœud borroméen du monde : il atteint 2,5 nanomètre de large.

Isabelle Cuchet (dans CyberSciences)