

HUMANITÉS NUMÉRIQUES :

DE NOUVEAUX OUTILS POUR LE MÉDIÉVISTE

Atelier n° 1

Initiation à l'analyse de réseaux

- R.M.B.L.F. -

Réseau des Médiévistes Belges de Langue Française



fnrs
LA LIBERTÉ DE CHERCHER

Louvain-la-Neuve, 8 mai 2018

Nicoas Ruffini-Ronzani (UNamur / UVSQ) et Sébastien de Valeriola (UCLouvain / UGent)

nicolas.ruffini@unamur.be

sebastien.devaleriola@uclouvain.be

Table des matières

A. INTRODUCTION

B. MANIPULATION

Table des matières

A. INTRODUCTION

1. L'analyse des réseaux sociaux
2. Les graphes
3. Manipulation et visualisation
4. Analyse

1. L'ANALYSE DES RÉSEAUX SOCIAUX

L'analyse des réseaux sociaux

Le principe de l'analyse des réseaux sociaux est simple : il s'agit d'étudier un groupe d'entités sur base des **relations** qu'elles entretiennent entre elles.

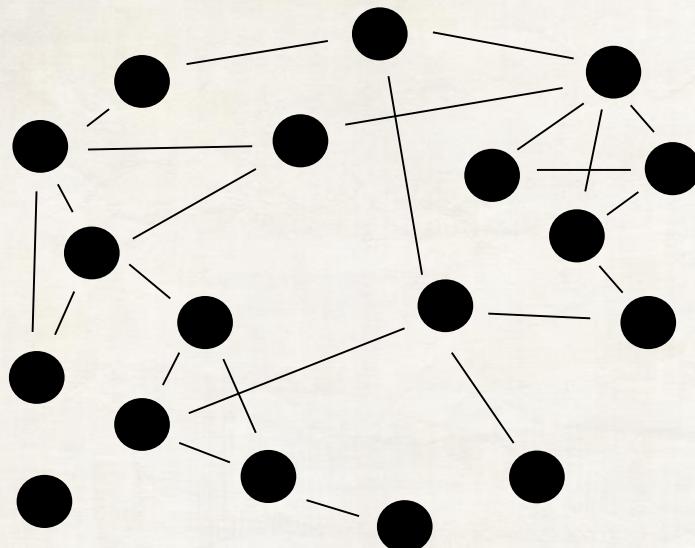
L'engouement prononcé de l'historiographie pour cet ensemble de techniques est plutôt récent :

- dans les années 1950 et 1960, les sociologues s'intéressent aux données relationnelles, dans un contexte fort différent de celui de l'analyse des réseaux sociaux :
 - présence conjointe à un même événement ;
 - partage de certaines caractéristiques comme la race, l'âge ;
 - etc.
- à la fin des années 1970, certains historiens commencent à s'intéresser de près aux relations entre les individus ; cet intérêt reste cependant marginal, peut-être en raison des lourdes manipulations de pré-traitement à effectuer sur les données historiques (qui sont généralement moins lourdes pour des données sociologiques) ;
- au cours des années 1990, l'analyse des réseaux sociaux décolle vraiment au sein de la communauté des historiens.

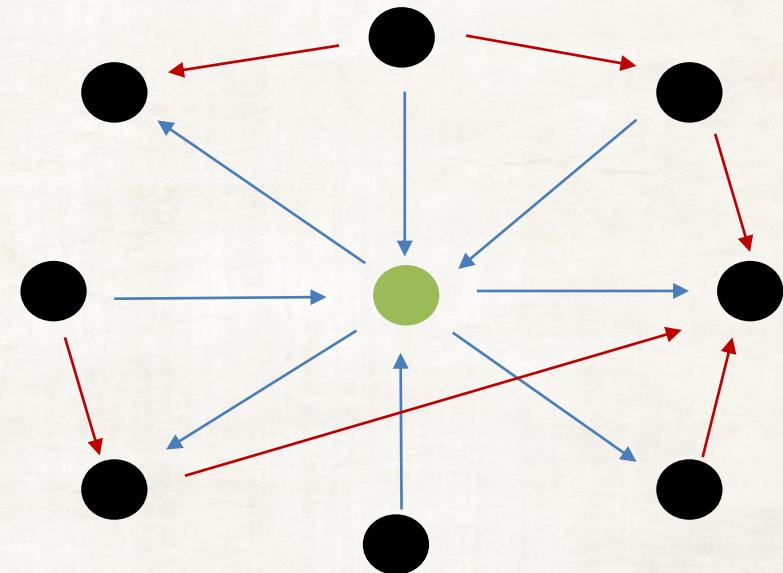
Deux types d'analyses

On distingue deux types d'analyse, qui témoignent de deux approches différentes de la relation sociale :

La démarche *globale* tente de capturer les **relations essentielles** qui lient les individus appartenant à un groupe social, et considère donc **tous les membres** de celui-ci, et toutes les dépendances entre eux.



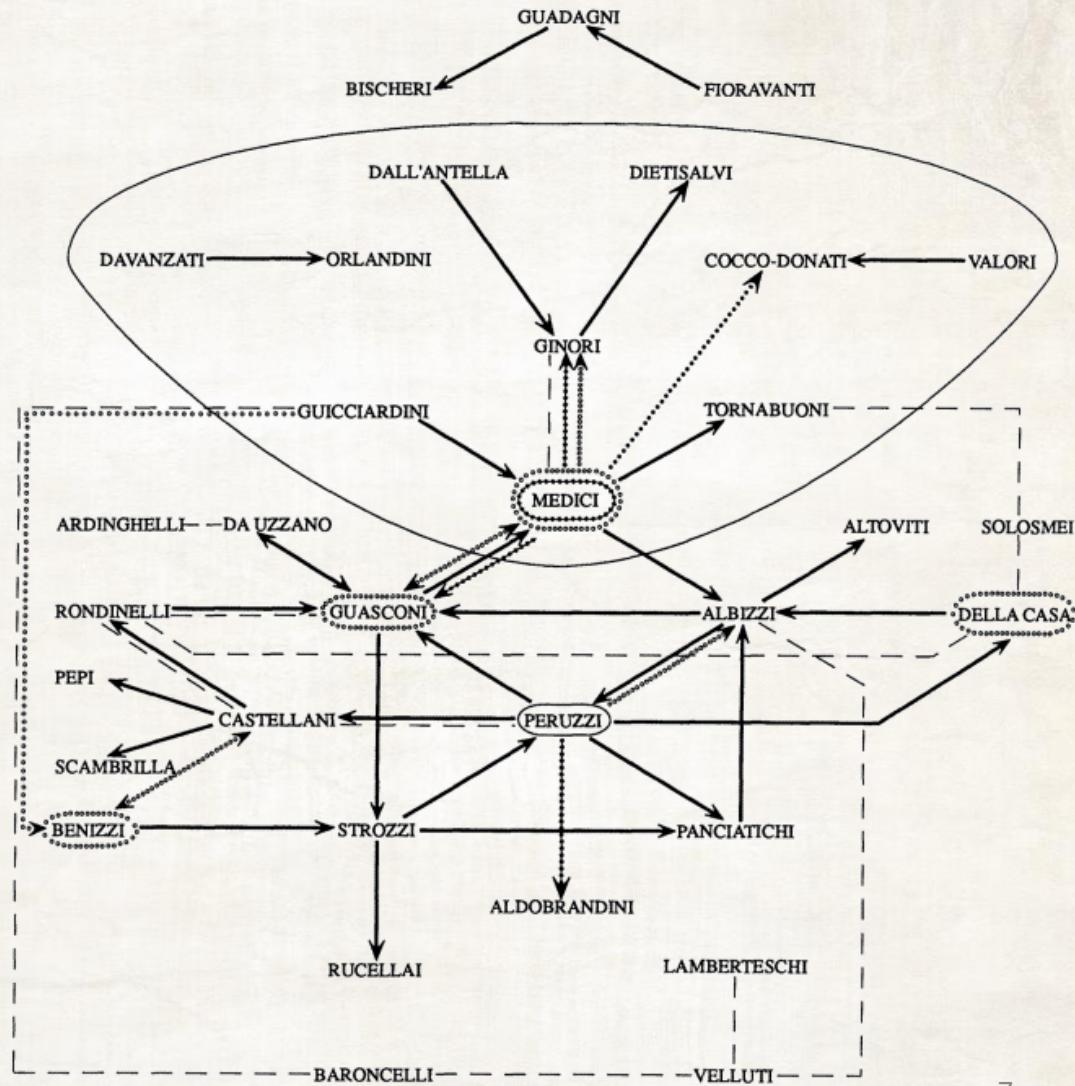
La démarche *égocentrique* prend le point de vue inverse, et étudie les différents réseaux **d'un individu en particulier**.



Exemple de démarche globale

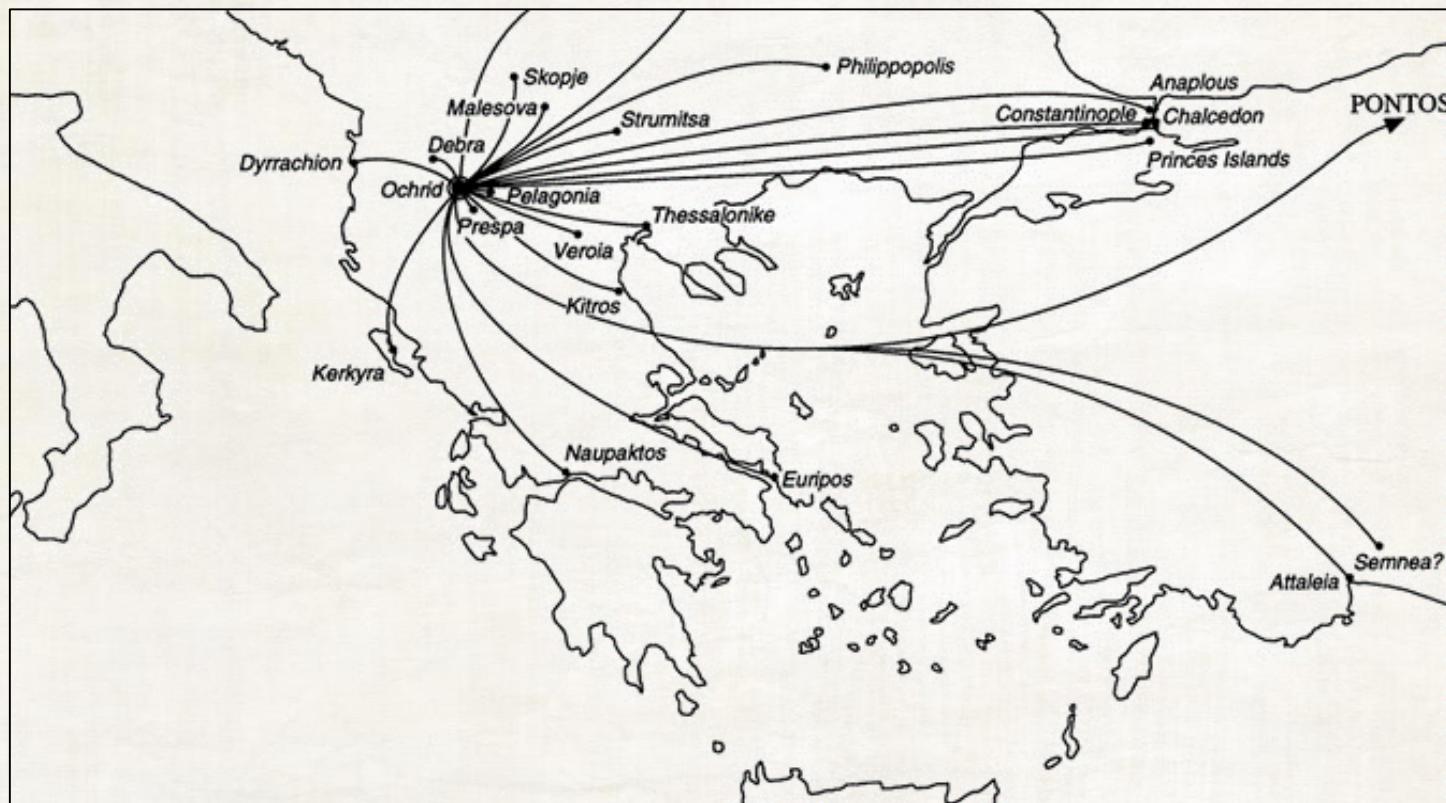
John Padgett et Christopher Ansell analysent les relations de mariage, d'affaires et de voisinage au sein de la communauté aristocrate florentine du xv^e siècle. Ils parviennent à identifier des groupes sociaux, soudés de différentes manières, qui correspondent à des clans oligarchiques distincts.

ANSELL, C. ET PADGETT, J., « Robust action and the rise of the Medicis, 1400-1434 », in *American journal of sociology*, 98, n° 6, 1993, p. 1259-1319



Exemple de démarche égocentrique

Margaret Mullett extrait des lettres de l'archevêque Théophylacte d'Ochrid toutes sortes des renseignements qui lui permettent d'étudier les relations de l'ecclésiastique avec les dignitaires religieux et laïques du début du XII^e siècle.



MULLETT, M., *Theophylact of Ochrid : Reading the letters of a Byzantine archbishop*, Aldershot, Ashgate, 1997.

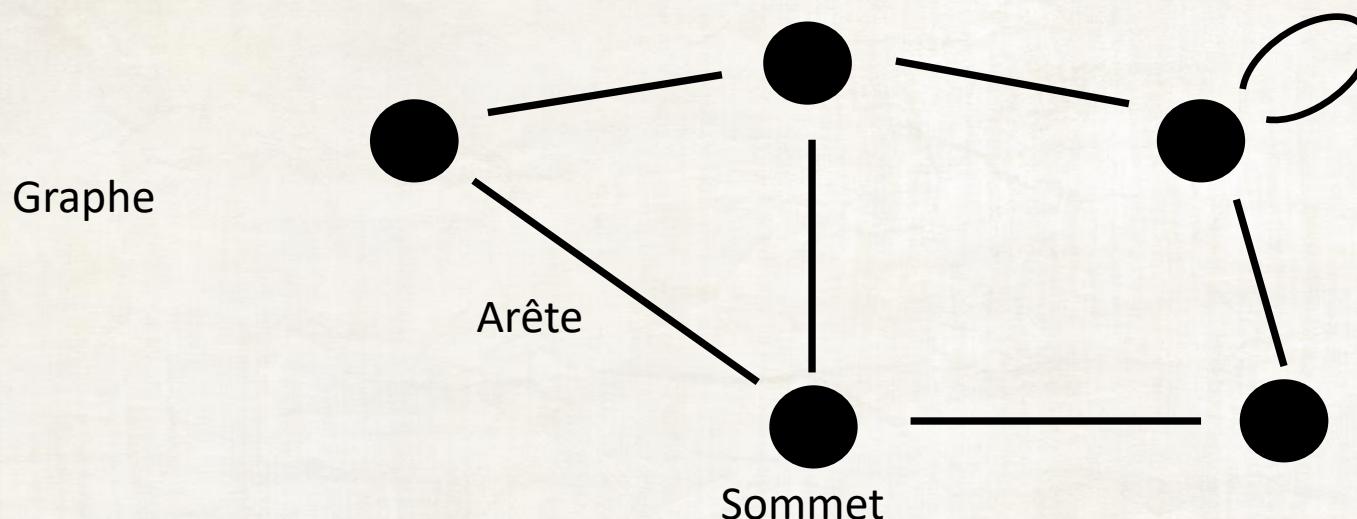
2. LES GRAPHES

Définition formelle

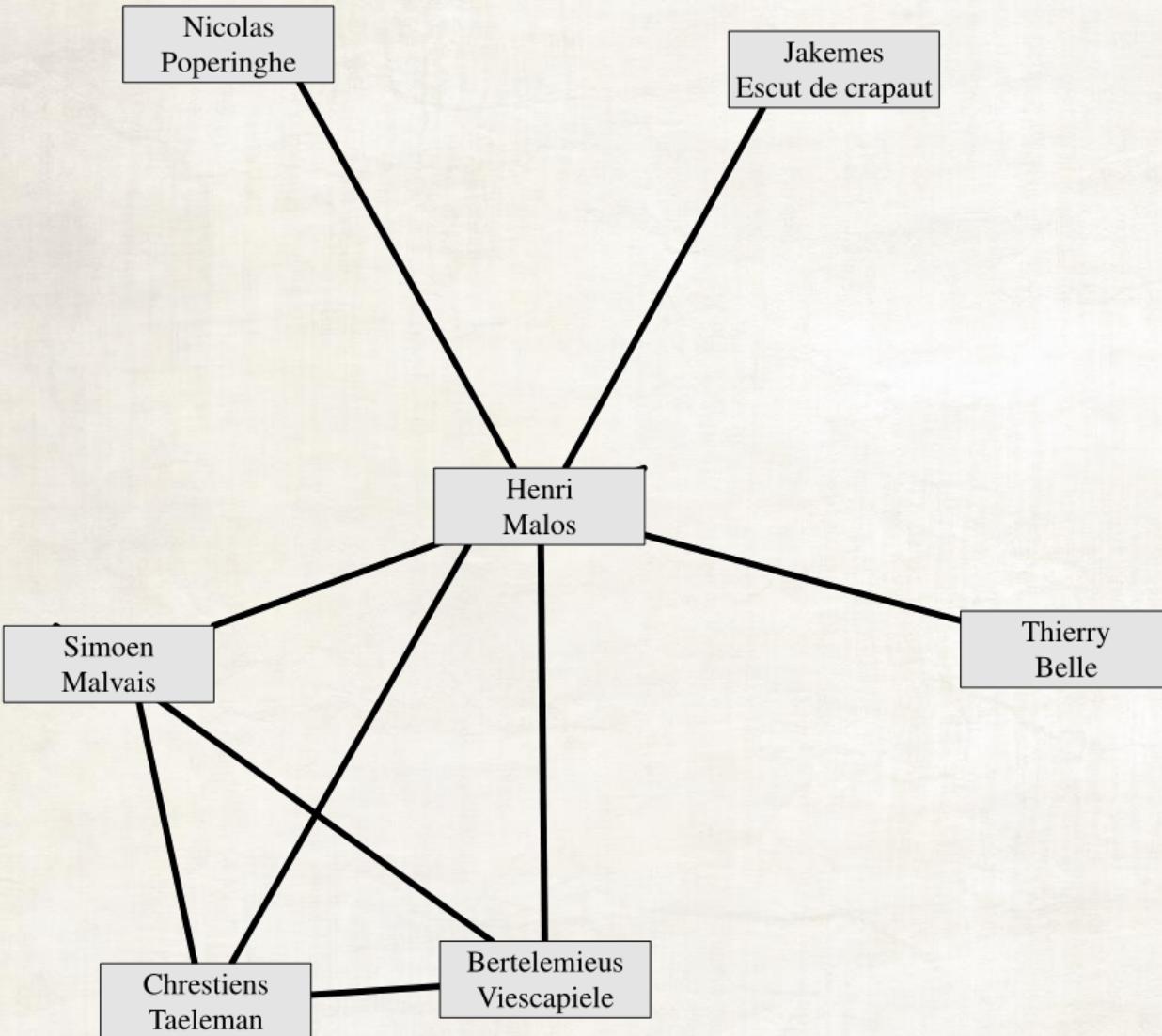
La base de l'analyse des réseaux est la représentation du réseau par un objet mathématique : le graphe.

Un *graphe* est un ensemble d'éléments appelés *sommets* accompagné d'un ensemble de relations entre ceux-ci, appelées *arêtes*.

Il est habituel de représenter graphiquement cette structure à l'aide de formes géométriques (figurant les sommets) reliées entre elles par des courbes (figurant les arêtes).



Exemple de graphe



Nous pouvons ainsi par exemple considérer le réseau égocentré d'un acteur économique yprois du XIII^e siècle (obtenu à partir d'un corpus de chirographes), et le graphe qui lui est associé.

Les sommets de ce graphe représentent des bourgeois yprois, qui sont joints deux à deux par une arête s'ils sont liés commercialement (dans un sens encore à définir).

Le graphe possède sept sommets et neuf arêtes.

Graphes orientés et non-orientés

Les arêtes d'un réseau peuvent être « à double sens », auquel cas elles rendent compte de relations symétriques ; on parle alors de graphe *non orienté*.

C'est le cas du graphe représenté sur le slide précédent : les arêtes peuvent par exemple y figurer la relation « X apparaît avec Y dans un même chirographe ».

Celle-ci est bien symétrique : si le bourgeois Henri Malos apparaît dans un chirographe avec Jakemes Escut de crapaut, Jakemes Escut de crapaut apparaît évidemment dans un chirographe avec Henri Malos.

Au contraire, les arêtes d'un graphe *orienté* sont « à sens unique » et rendent compte de relations asymétriques.

La relation « être créancier de » est un exemple de telle relation : si Jakemes Escut de crapaut est le créancier de Henri Malos, il est incorrect de dire que Henri Malos est forcément le créancier de Jakemes Escut de crapaut.

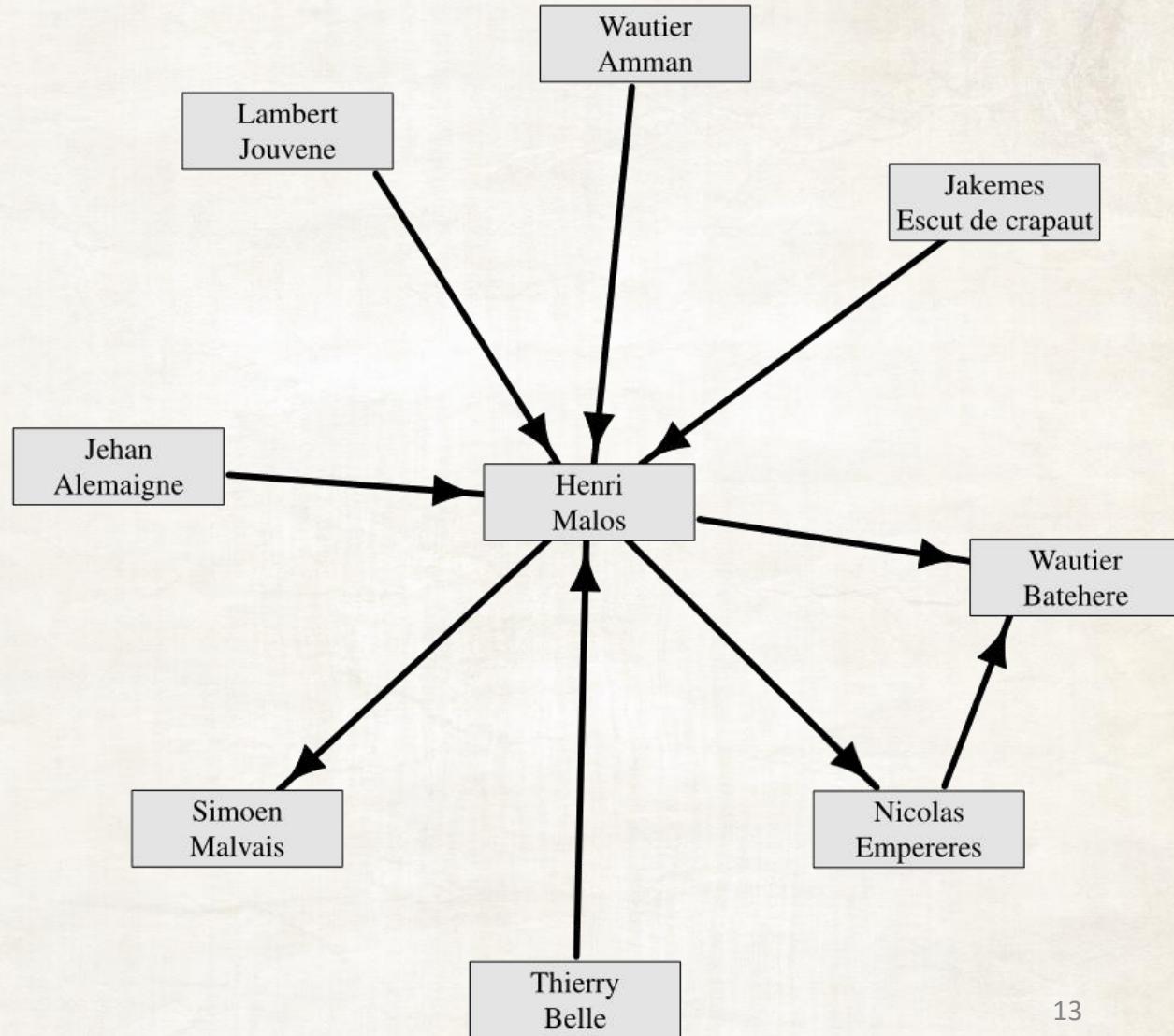
Exemple de graphe orienté

Les arêtes sont alors représentées par des flèches.

La flèche reliant

Nicolas Empereres
à
Wautier Batehere

signifie donc qu'il existe un chirographe dans lequel le premier joue le rôle du créancier, tandis que le second joue le rôle du débiteur.



Graphes pondérés

Il arrive que les relations entre deux personnes soient multiples.

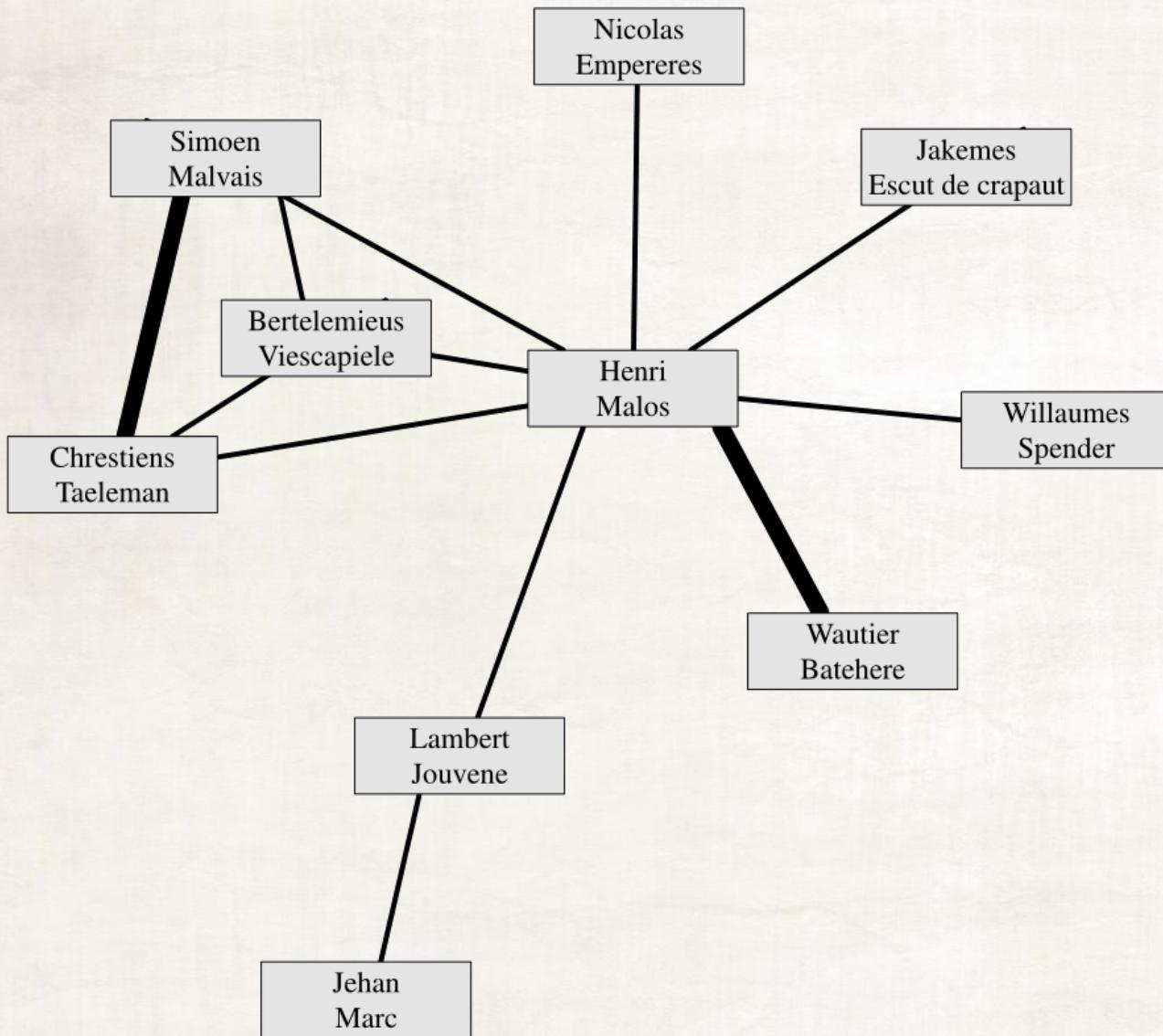
Dans les exemples précédents, il est envisageable que deux individus aient conclu plus d'un contrat ensemble.

Plutôt que de tracer plusieurs arêtes, on associe à chacune d'elles un nombre entier, appelé *poids*, qui représente le nombre de fois que la relation entre les deux sommets est attestée.

On parle alors de graphe *pondéré* ou *valué*.

Cette caractéristique est parfois figurée par l'affichage du poids à côté de l'arête, d'autres fois par la largeur de l'arête elle-même.

Exemple de réseau pondéré



Toutes les arêtes ont un poids égal à 1, sauf celle qui relie

Simoen Malvais
et
Chrestiens Taeleman

et celle qui relie

Henri Malos
et
Wautier Batehere

qui sont de poids 2.

3. MANIPULATION ET VISUALISATION

Matrice d'adjacence

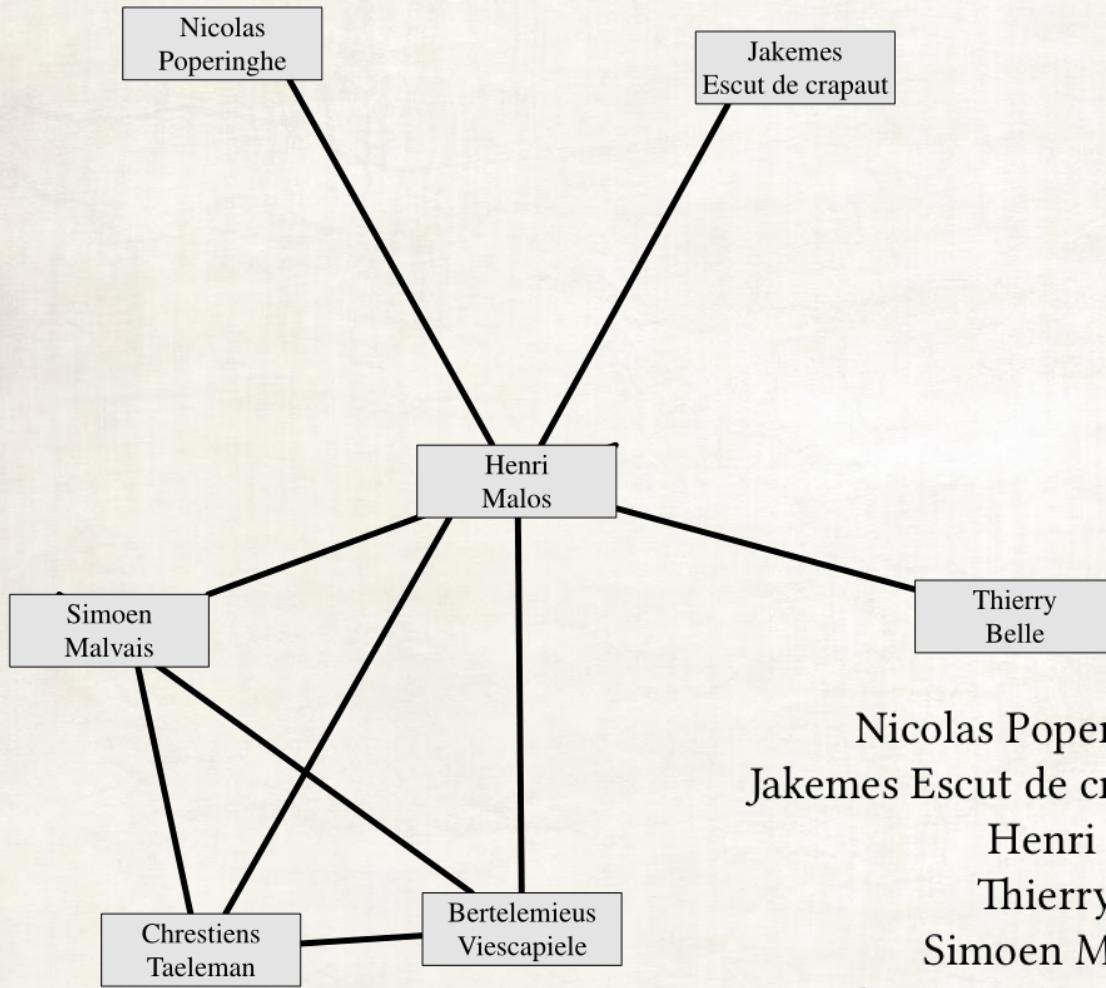
Les sommets et les arêtes d'un réseau constituent une structure mathématiquement pratique et efficace, mais trop complexe pour être manipulée telle quelle par un ordinateur.

Pour cette raison, on associe à chaque réseau une *matrice d'adjacence*.

Il s'agit d'un tableau carré ayant autant de lignes et de colonnes que le nombre total de sommets, et dont chacune des entrées vaut 1 si les sommets associés à la ligne et à la colonne de l'entrée sont connectés, ou 0 s'ils ne sont pas connectés :

$$\text{matrice d'adjacence}_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{s'il existe une arête reliant les sommets } i \text{ et } j, \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

Exemple de matrice d'adjacence



Nicolas Poperinghe
 Jakemes Escut de crapaut
 Henri Malos
 Thierry Belle
 Simoen Malvais
 Chrestiens Taeleman
 Bertelemieus Viescapiele

	Nicolas Poperinghe	Jakemes Escut de crapaut	Henri Malos	Thierry Belle	Simoen Malvais	Chrestiens Taeleman	Bertelemieus Viescapiele
Nicolas Poperinghe	0	0	1	0	0	0	0
Jakemes Escut de crapaut	0	0	1	0	0	0	0
Henri Malos	1	1	0	1	1	1	1
Thierry Belle	0	0	1	0	0	0	0
Simoen Malvais	0	0	1	0	0	1	1
Chrestiens Taeleman	0	0	1	0	1	0	1
Bertelemieus Viescapiele	0	0	1	0	1	1	0

Intérêt de la représentation matricielle

L'existence d'une représentation matricielle de chaque réseau n'est pas anodine : elle ouvre la porte à une multitude d'outils disponibles dans diverses branches des mathématiques.

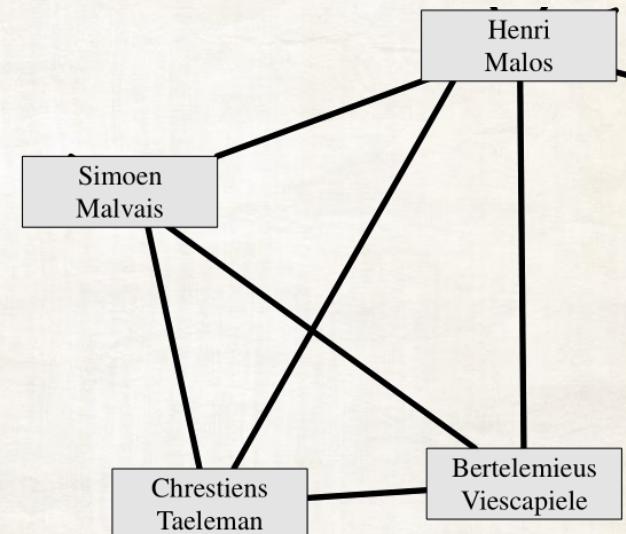
Par exemple, certaines techniques permettent de repérer des sous-matrices particulières, comme celle qui est visible dans la matrice d'adjacence donnée en exemple.

Le sous-réseau correspondant possède en effet une caractéristique particulière, facilement observable dans ce modeste cas particulier, mais sans doute beaucoup plus difficile à reconnaître pour des réseaux plus importants : tous les sommets sont connectés à tous les autres (on parle d'une *clique*).

0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	1	1	0

Simoen Malvais
Chrestiens Taeleman
Bertelemieus Viescapiele

Simoen Malvais	0	1	1
Chrestiens Taeleman	1	0	1
Bertelemieus Viescapiele	1	1	0



Visualisation d'un graphe

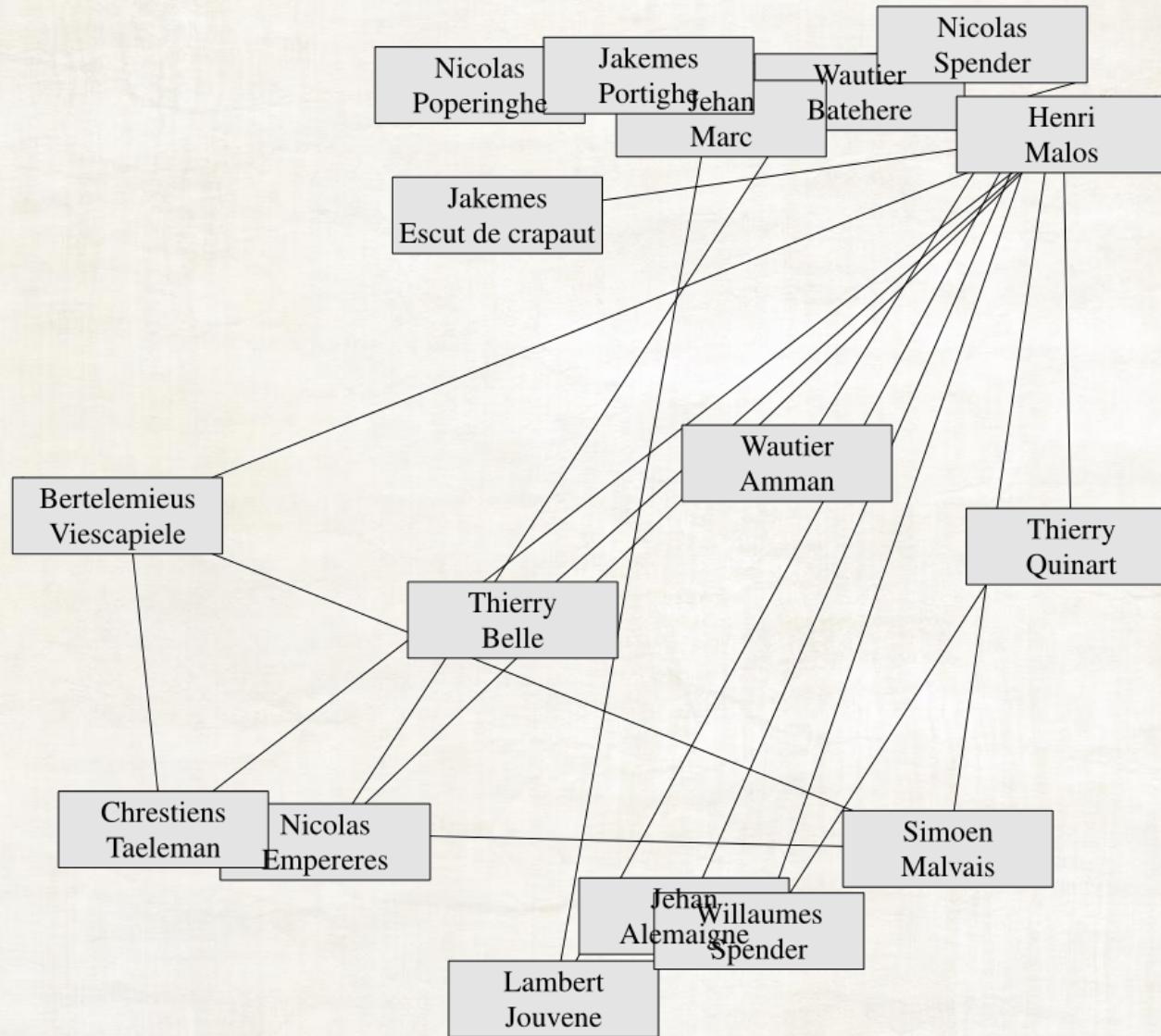
L'ordinateur est capable d'appliquer des méthodes quantitatives non triviales, mais ne possède évidemment aucune intuition par rapport au réseau qu'il traite.

Pour cette raison, les spécialistes de la théorie des réseaux ont développé des techniques permettant de visualiser les ensemble de sommets et leurs arêtes, afin de se faire une idée des directions dans lesquelles investiguer :

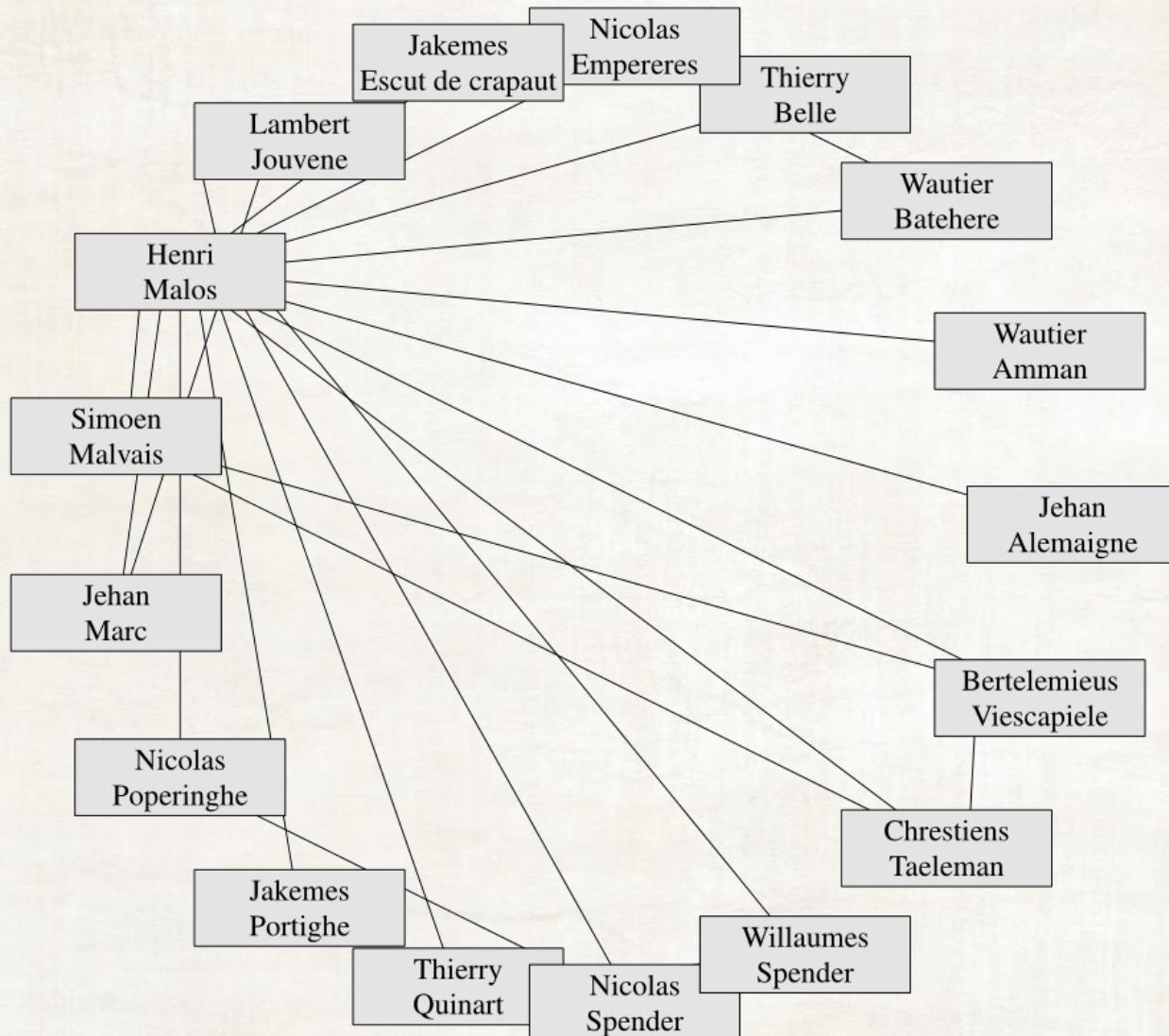
- le graphe possède-t-il une structure en étoile, suggérant que l'un des individus du réseau y occupe une place particulièrement importante ? ;
- est-il constitué de plusieurs sous- graphe faiblement liés entre eux ? ;
- etc.

C'est à ce genre de questions que l'analyste doit répondre, afin de décider l'orientation qu'il donnera à son analyse.

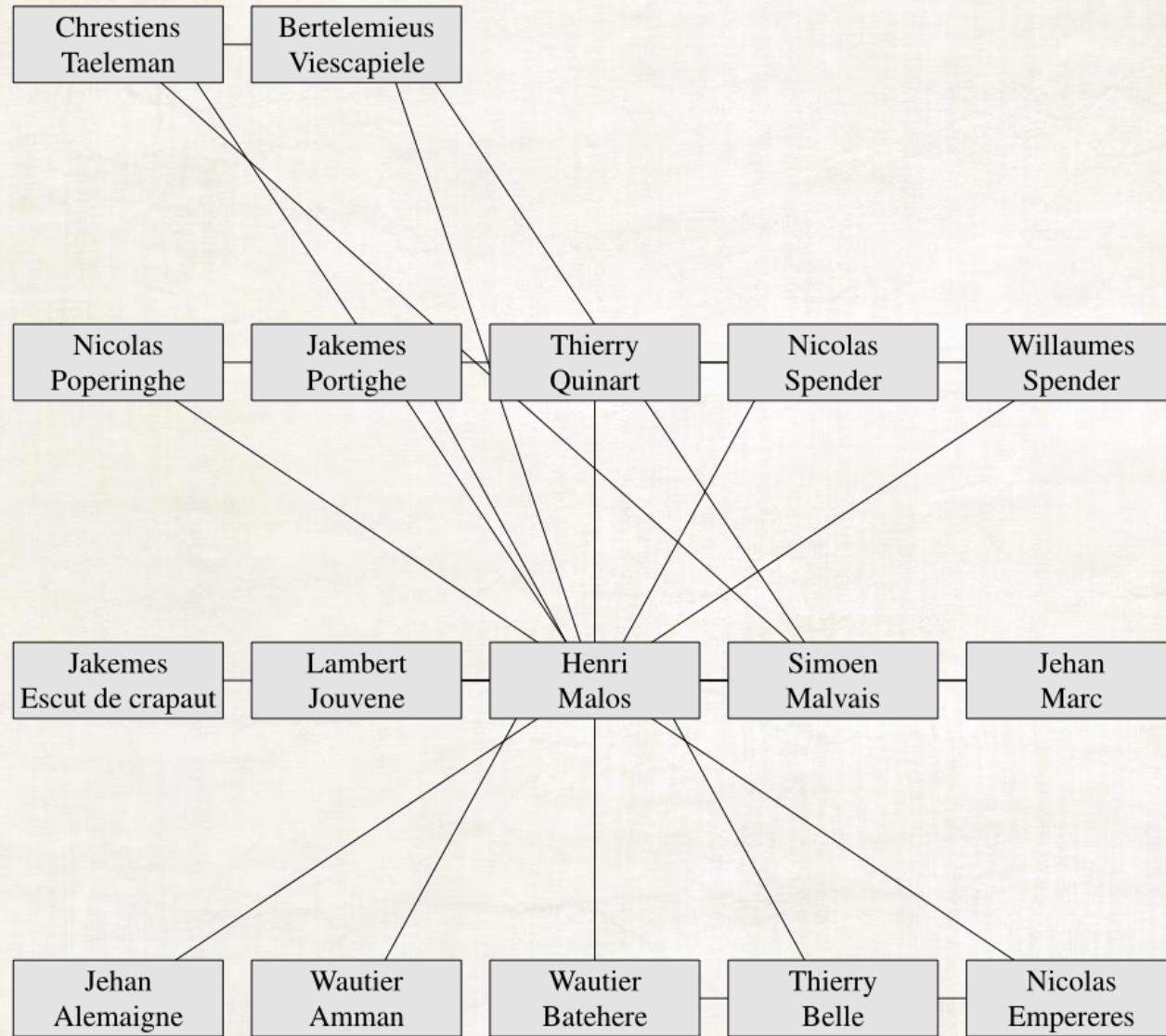
Plusieurs visualisations d'un même graphe : disposition aléatoire



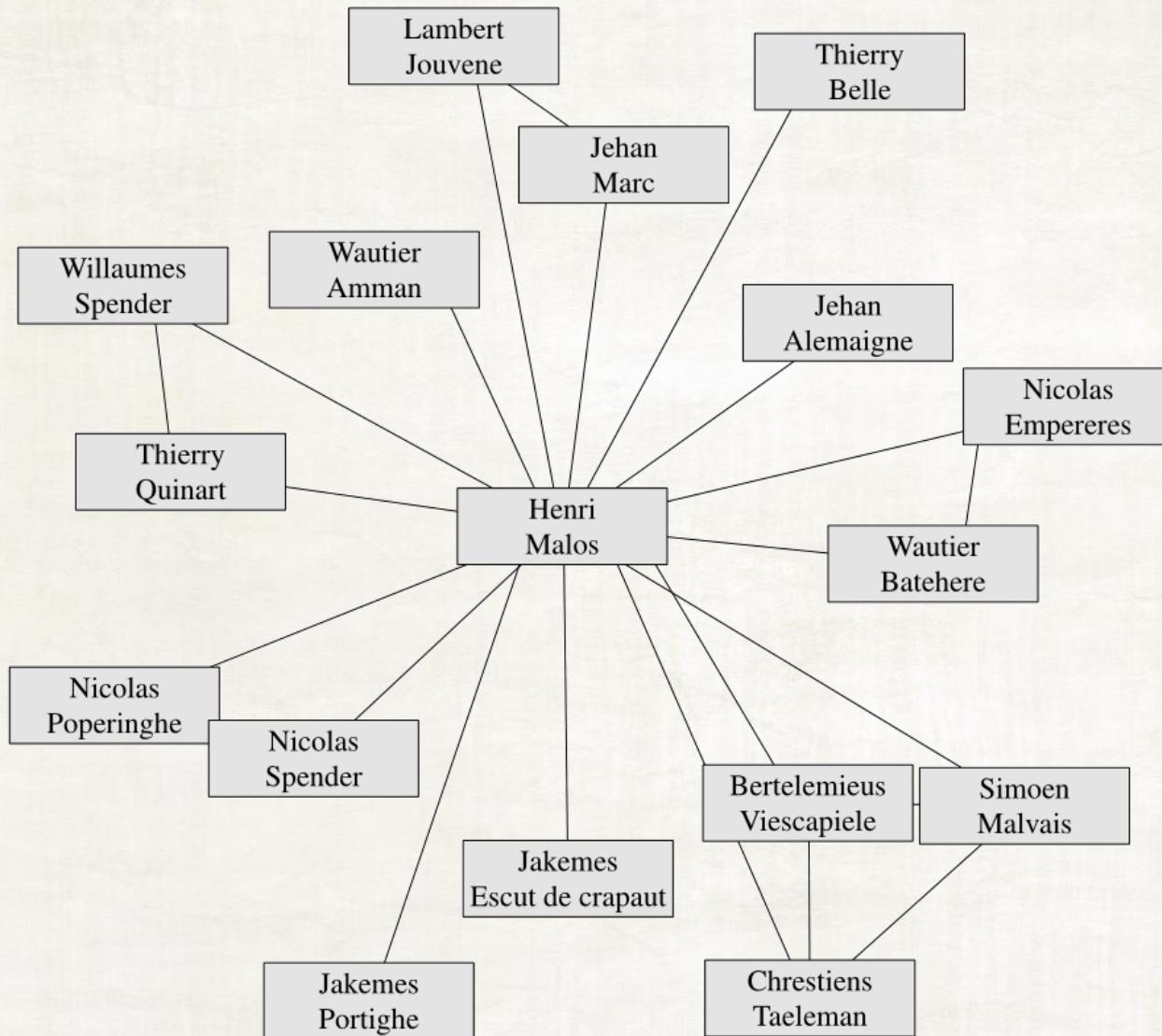
Plusieurs visualisations d'un même graphe : disposition circulaire



Plusieurs visualisations d'un même graphe : disposition sur une grille



Plusieurs visualisations d'un même graphe : disposition de Davidson-Harek

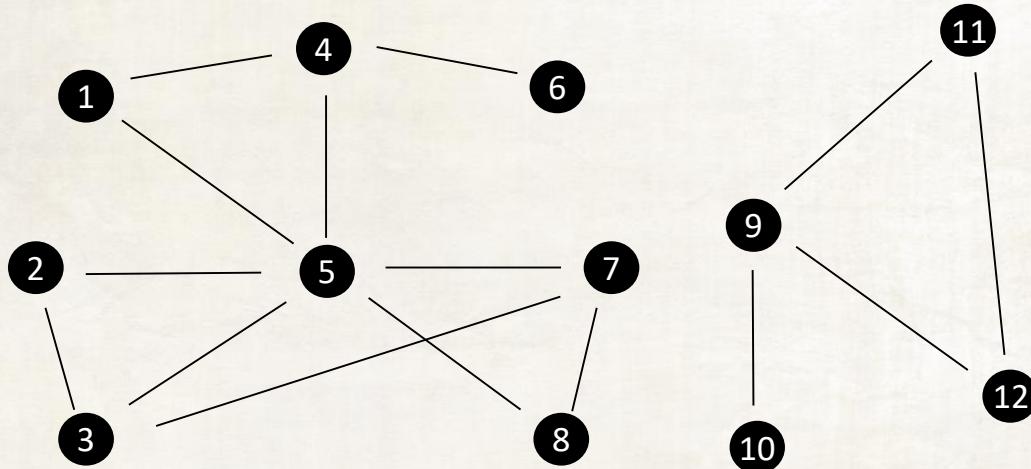


4. ANALYSE

Connexité et distance

Une première question à poser lors de l'analyse d'un graphe est sans doute celle de sa *connexité* : peut-on, en empruntant successivement des arêtes, voyager de n'importe quel sommet à n'importe quel autre ?

Si ce n'est pas le cas, on peut identifier les *composantes connexes* du graphe , qui sont les plus grands sous-graphes qui sont connexes.



Au sein d'un graphe connexe, la *distance* entre deux sommets X et Y est définie comme le nombre minimal d'arêtes qu'il faut emprunter pour atteindre Y en partant de X.

Par exemple, la distance entre les sommets 6 et 8 est égale à 3 : le plus court chemin de 6 à 8 est : $6 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 8$.

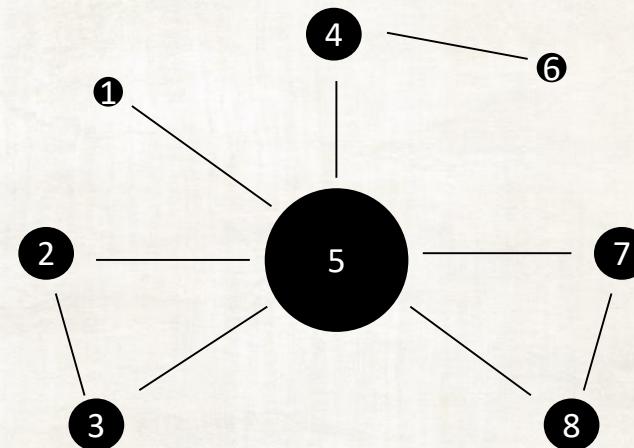
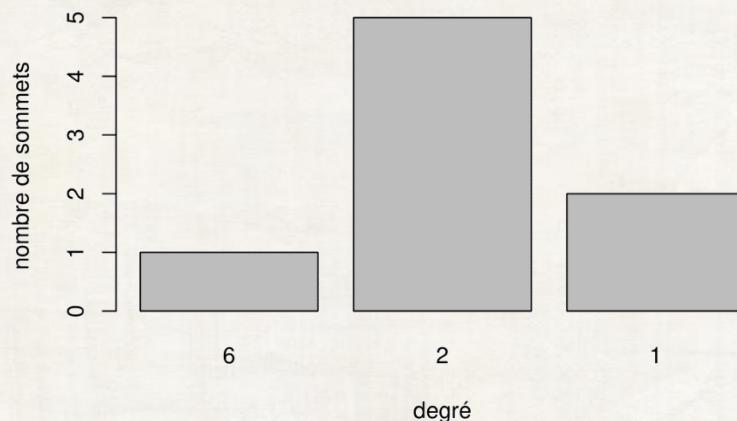
Degré

On appelle *degré* d'un sommet le nombre total d'arêtes reliant celui-ci aux autres sommets du graphe.

Les individus ayant un degré élevé sont très impliqués dans le réseau correspondant.

Une pratique courante tend à représenter les sommets d'un réseau en utilisant des figures géométriques dont la taille est proportionnelle aux degrés : on peut ainsi en un coup d'œil en identifier les acteurs principaux.

À un niveau plus global, l'analyse de la distribution des degrés de tous les sommets d'un graphe (par exemple à l'aide d'un histogramme) peut être porteuse de beaucoup d'informations.



Centralité de proximité

La *centralité* d'un sommet est une mesure de son importance au sein du graphe ; le degré peut être considéré comme une telle mesure.

La *centralité de proximité* est définie de la manière suivante : pour un sommet s , il s'agit de mesurer si s est « proche » de tous les autres sommets :

$$\text{centralité de proximité } (s) = \frac{1}{\sum_{t \in R} \text{dist}(s, t)}$$

Cette définition est très intuitive :

- si le sommet s est très « important » au sein du graphe, sa distance au reste du graphe est petite, et sa centralité est donc élevée ;
- au contraire, s'il ne s'agit pas d'un sommet « important », sa distance au reste du graphe est grande et sa centralité est donc petite.

Cette métrique ne signifie pas grand chose par elle-même (il s'agit de l'inverse d'une distance, une variable dont la valeur est difficile à évaluer) : elle n'est vraiment utile que dans une optique de comparaison.

Centralité de proximité : exemple

centralité (sommet 6)

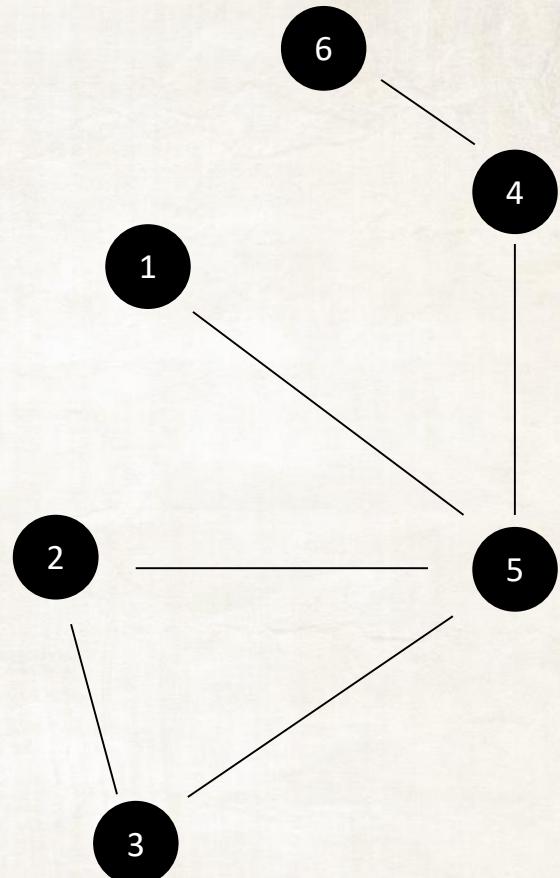
$$= \frac{1}{\text{dist}(6,1) + \text{dist}(6,2) + \text{dist}(6,3) + \text{dist}(6,4) + \text{dist}(6,5)}$$

$$= \frac{1}{3 + 3 + 3 + 1 + 2} = \frac{1}{12}$$

centralité (sommet 5)

$$= \frac{1}{\text{dist}(5,1) + \text{dist}(5,2) + \text{dist}(5,3) + \text{dist}(5,4) + \text{dist}(5,6)}$$

$$= \frac{1}{1 + 1 + 1 + 1 + 2} = \frac{1}{6}$$



Donc le sommet 5 est plus « central » que le sommet 6, conformément à l'intuition.

Autres notions de centralité

Sans entrer dans les détails, mentionnons quelques autres mesures de centralité :

- *centralité d'intermédiarité* : mesure du nombre de plus courts chemins sur lesquels le sommet est situé ;
- *centralité spectrale* : mesure qui attribue itérativement des scores aux sommets en se basant sur les scores de leurs proches voisins ;
- *centralité d'information* ;
- *centralité de Katz* ;
- *centralité de percolation* ;
- ...

Homophilie

L'homophilie d'un réseau est la tendance des individus qui le composent à s'associer avec d'autres individus qui leur sont semblables selon un critère choisi.

Le coefficient d'homophilie est défini pour un graphe non orienté R et un groupe de C catégories (permettant de classer chacun des sommets de R) de la manière suivante :

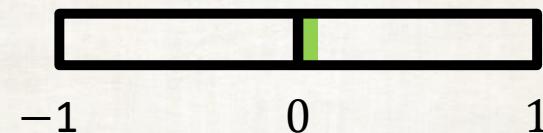
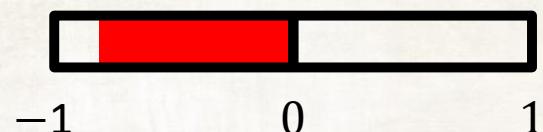
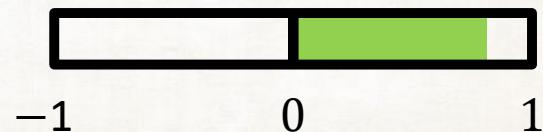
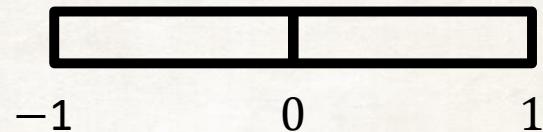
$$\text{coefficient d'homophilie } (R) = \frac{\sum_{i=1}^C p_{ii} - \sum_{i=1}^C \left(\sum_{j=1}^C p_{ij} \right)^2}{1 - \sum_{i=1}^C \left(\sum_{j=1}^C p_{ij} \right)^2}$$

où p_{ij} est la portion des arêtes de R qui relient un sommet appartenant à la catégorie i à un sommet de la catégorie j .

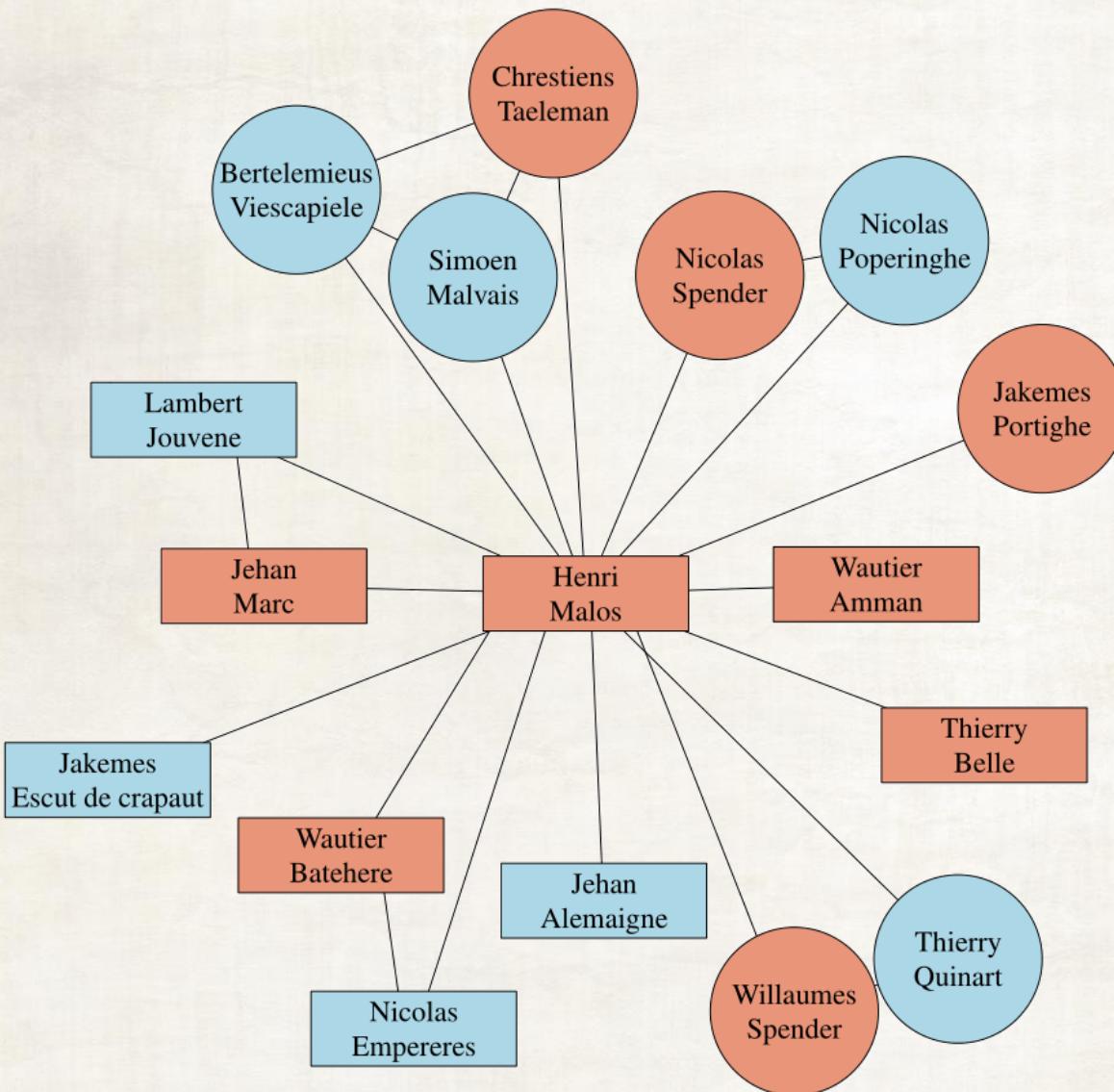
Homophilie : intuition

On peut voir cette métrique comme une mesure de « corrélation » des catégories avec elles-mêmes :

- le coefficient d'homophilie est toujours compris entre -1 et 1 ;
- lorsqu'il est **positif**, le réseau est *homophile*, et ses sommets ont tendance à être connectés avec d'autres sommets de la même catégorie ;
- au contraire, lorsqu'il **négatif**, le réseau est *dishomophile*, et ses sommets ont tendance à être connectés avec des sommets d'autres catégories ;
- lorsqu'il est proche de **zéro**, le réseau est *anhomophile*, et les catégories n'exercent pas d'influence sur les relations entre les sommets.



Homophilie : exemple



Le coefficient d'homophilie de ce réseau pour les catégories de formes est positif, avec une valeur de 31,85%.

→ les individus-cercles sont plutôt reliés à d'autres individus-cercles, les individus-rectangles sont plutôt reliés à d'autres individus-rectangles.

Le coefficient d'homophilie de ce réseau pour les catégories de couleurs est négatif, avec une valeur de -11,03%.

→ les individus bleus sont plutôt reliés à de individus rouges, et vice-versa.

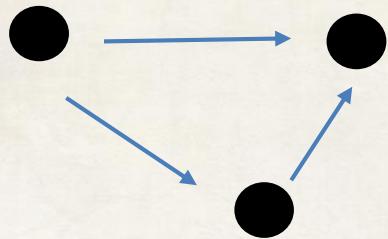
Table des matières

B. MANIPULATION

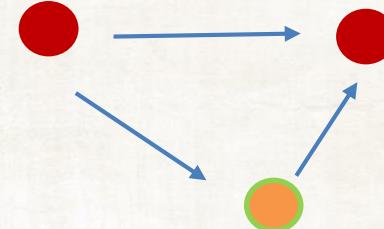
1. Encodage des données
2. Description de Gephi
3. Importation de la base de données
4. Paramétrage de la visualisation : spatialisation
5. Calcul de statistiques du réseau
6. Ajout d'un attribut
7. Restriction du réseau à l'aide de filtres
8. Intégration des dates au réseau

1. Que doit-on encoder dans le tableau ?

A. Des liens entre des nœuds



B. Des attributs permettant de spécifier l'identité des nœuds



1. Encoder les données dans le tableau

Impérativement nommer ces colonnes *Source* et *Target*

	A	B	C	D	E	F	G
1	Source	Target	Date de début	Date de fin	Passage source	Type de lien	Source_Info
2	Baudouin II de Hainau	Abbaye d'Hasnon	1092	1096	Voir texte	Donation / confirma	DB 4665
3	Baudouin II de Hainau	Albert, abbé d'Hasnon	1092	1096	Voir texte	Donation / confirma	DB 4665
4	Gossuin de Mons	Baudouin II de Hainau	1092	1096	Huius conventionis te	Souscription de char	DB 4665
5	Haspres, pržv™tž	Arras, Saint-Vaast	1093	1113	Voir bibliographie	Abbatiat	DB 8499
6	Lambert, Žvžque d'Ari	Baudouin II de Hainau	1093	1098	Souscription de charte	Souscription de char	DB 5682
7	Guerric, doyen de Tou	Gaucher, Žvžque de C	1093	1095	Guerrico decano obti	Consentement	DB 3347
8	Mazelin, archidiacre d	Gaucher, Žvžque de C	1093	1095	Mascelino eiusdem lo	Consentement	DB 3347
9	Ržgnier	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	per assensum illorum	Consentement	DB 3348
10	Rohardus	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	per assensum illorum	Consentement	DB 3348
11	Ansfrid, la•c	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
12	Baudry de Roisin	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
13	Bernard, archidiacre	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
14	Bernard, chanoine	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
15	Ebroin, chancelier	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
16	Frždžric, archidiacre	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
17	Fulcard, abbé de Lobb	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
18	Gonthier, chanoine	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
19	Leutherus, chanoine	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
20	Oilbald, chanoine	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
21	Olbert, chanoine	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
22	Ržgnier, doyen de Car	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
23	Ržgnier, la•c	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
24	Wazelin, chanoine	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348
25	Wiger, chanoine	Gaucher, Žvžque de C	1093	1094	Signum	Souscription de char	DB 3348

Prendre garde à l'orientation des liens

1. Encoder les données dans le tableur

Dater chaque lien : choix méthodologiques à justifier

A	B	C	D	E	F	G	
1	Source	Target	Date de début	Date de fin	Passage source	Type de lien	Source_Info
2	Baudouin II de Hainau	Abbaye d'Hasnon	1092	1096	Voir texte	Donation / confirma	DB 4665
3	Baudouin II de Hainau	Albert, abbé d'Hasnon	1092	1096	Voir texte	Donation / confirma	DB 4665
4	Gossuin de Mons	Baudouin II de Hainau	1092	1096	Huius conventionis te	Souscription de charte	DB 4665
5	Haspres, prêtre	Arras, Saint-Vaast	1093	1113	Voir bibliographie	Abbatiat	DB 8499
6	Lambert, évêque d'Ari	Baudouin II de Hainau	1093	1098	Souscription de charte	Souscription de charte	DB 5682
7	Guerric, doyen de Tou	Gaucher, évêque de C	1093	1095	Guerrico decano obti	Consentement	DB 3347
8	Mazelin, archidiacre d	Gaucher, évêque de C	1093	1095	Mascelino eiusdem lo	Consentement	DB 3347
9	Régnier	Gaucher, évêque de C	1093	1094	per assensum illorum	Consentement	DB 3348
10	Rohardus	Gaucher, évêque de C	1093	1094	per assensum illorum	Consentement	DB 3348
11	Ansfrid, laïc	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
12	Baudry de Roisin	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
13	Bernard, archidiacre	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
14	Bernard, chanoine	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
15	Ebroin, chancelier	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
16	Frédéric, archidiacre	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
17	Fulcard, abbé de Lobb	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
18	Gonthier, chanoine	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
19	Leutherus, chanoine	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
20	Oilbald, chanoine	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
21	Olbert, chanoine	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
22	Régnier, doyen de Car	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
23	Régnier, laïc	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
24	Wazelin, chanoine	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348
25	Wiger, chanoine	Gaucher, évêque de C	1093	1094	Signum	Souscription de charte	DB 3348

1. Encoder les données dans le tableur

Caractériser la relation entre la *Source* et la *Target*

A	B	C	D	E	F	G	
1	Source	Target	Date de début	Date de fin	Passage source	Type de lien	Source_Info
2	Baudouin II de Hainau	Abbaye d'Hasnon		1092	1096	Voir texte	Donation / confirmatio DB 4665
3	Baudouin II de Hainau	Albert, abbé d'Hasnon		1092	1096	Voir texte	Donation / confirmatio DB 4665
4	Gossuin de Mons	Baudouin II de Hainau		1092	1096	Huius conventionis te	Souscription de charte DB 4665
5	Haspres, prêtre	Arras, Saint-Vaast		1093	1113	Voir bibliographie	Abbatiat DB 8499
6	Lambert, évêque d'Ari	Baudouin II de Hainau		1093	1098	Souscription de charte	Souscription de charte DB 5682
7	Guerric, doyen de Tou	Gaucher, évêque de C		1093	1095	Guerrico decano obti	Consentement DB 3347
8	Mazelin, archidiacre	Gaucher, évêque de C		1093	1095	Mascelino eiusdem lo	Consentement DB 3347
9	Régnier	Gaucher, évêque de C		1093	1094	per assensum illorum	Consentement DB 3348
10	Rohardus	Gaucher, évêque de C		1093	1094	per assensum illorum	Consentement DB 3348
11	Ansfrid, laïc	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
12	Baudry de Roisin	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
13	Bernard, archidiacre	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
14	Bernard, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
15	Ebroin, chancelier	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
16	Frédéric, archidiacre	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
17	Fulcard, abbé de Lobb	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
18	Gonthier, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
19	Leutherus, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
20	Oilbald, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
21	Olbert, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
22	Régnier, doyen de Car	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
23	Régnier, laïc	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
24	Wazelin, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348
25	Wiger, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094	Signum	Souscription de charte DB 3348

1. Encoder les données dans le tableau

Garder le souvenir de la source

A	B	C	D	E	F	G	
1	Source	Target	Date de début	Date de fin	Passage source	Type de lien	Source_Info
2	Baudouin II de Hainau	Abbaye d'Hasnon		1092	1096 Voir texte	Donation / confirma	DB 4665
3	Baudouin II de Hainau	Albert, abbé d'Hasnon		1092	1096 Voir texte	Donation / confirma	DB 4665
4	Gossuin de Mons	Baudouin II de Hainau		1092	1096 Huius conventionis te	Souscription de charte	DB 4665
5	Haspres, prêtre	Arras, Saint-Vaast		1093	1113 Voir bibliographie	Abbatiat	DB 8499
6	Lambert, évêque d'Ari	Baudouin II de Hainau		1093	1098 Souscription de charte	Souscription de charte	DB 5682
7	Guerric, doyen de Tou	Gaucher, évêque de C		1093	1095 Guerrico decano obti	Consentement	DB 3347
8	Mazelin, archidiacre	Gaucher, évêque de C		1093	1095 Mascelino eiusdem lo	Consentement	DB 3347
9	Régnier	Gaucher, évêque de C		1093	1094 per assensum illorum	Consentement	DB 3348
10	Rohardus	Gaucher, évêque de C		1093	1094 per assensum illorum	Consentement	DB 3348
11	Ansfrid, laïc	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
12	Baudry de Roisin	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
13	Bernard, archidiacre	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
14	Bernard, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
15	Ebroin, chancelier	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
16	Frédéric, archidiacre	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
17	Fulcard, abbé de Lobb	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
18	Gonthier, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
19	Leutherus, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
20	Oilbald, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
21	Olbert, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
22	Régnier, doyen de Car	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
23	Régnier, laïc	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
24	Wazelin, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348
25	Wiger, chanoine	Gaucher, évêque de C		1093	1094 Signum	Souscription de charte	DB 3348

1. Encoder les données dans le tableau

Distinguer les homonymes

Encoder chaque occurrence de la relation (Gephi pondérera en conséquence)

Enregistrer au format CSV

A	B	C	D	E	F	G	
1	Source	Target	Date de d'but	Date de fin	Passage source	Type de lien	Source_Info
2	Baudouin II de Hainau	Abbaye d'Hasnon		1092	1096	Voir texte	Donation / confirma DB 4665
3	Baudouin II de Hainau	Albert, abbŽ d'Hasnon		1092	1096	Voir texte	Donation / confirma DB 4665
4	Gossuin de Mons	Baudouin II de Hainau		1092	1096	Huius conventionis te	Souscription de char DB 4665
5	Haspres, prŽv"m"tŽ	Arras, Saint-Vaast		1093	1113	Voir bibliographie	Abbatiat DB 8499
6	Lambert, ŽvŽque d'Ari	Baudouin II de Hainau		1093	1098	Souscription de chart	Souscription de char DB 5682
7	Guerric, doyen de Tou	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1095	Guerrico decano obti	Consentement DB 3347
8	Mazelin, archidiacre d	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1095	Mascelino eiusdem lo	Consentement DB 3347
9	RŽgnier	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	per assensum illorun	Consentement DB 3348
10	Rohardus	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	per assensum illorun	Consentement DB 3348
11	Ansfrid, la•c	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
12	Baudry de Roisin	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
13	Bernard, archidiacre	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
14	Bernard, chanoine	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
15	Ebroin, chancelier	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
16	FrŽdŽric, archidiacre	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
17	Fulcard, abbŽ de Lobb	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
18	Gonthier, chanoine	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
19	Leutherus, chanoine	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
20	Oilbald, chanoine	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
21	Olbert, chanoine	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
22	RŽgnier, doyen de Car	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
23	RŽgnier, la•c	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
24	Wazelin, chanoine	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348
25	Wiger, chanoine	Gaucher, ŽvŽque de C		1093	1094	Signum	Souscription de char DB 3348

1. Encoder les données dans le tableau (nouveau fichier)

Y encoder les individus de la colonne *Source* et de la colonne *Target*

Ne pas changer la graphie des noms

Colonne *Id* Une colonne par attribut (sexe, statut, etc.)

	A	B	C
1	Id	Statut	
2	Abbaye d'Hasnon	7	
3	Abbé de Celle	8	
4	Ada d'Avesnes	5	
5	Adam, abbé de Saint-Aubé	8	
6	Affligem, abbaye	7	
7	Airullfus, chanoine	6	
8	Alaman de Prouvy	5	
9	Alard, abbé d'Aubechies	8	
10	Alard, abbé de Saint-Ghisl	8	
11	Alard, archidiacre	6	
12	Alard, laïc	5	
13	Alard, prévôt	6	
14	Alard, prévôt de Saint-Gér	8	
15	Albaldus, chanoine	6	
16	Albaud, chapelain	6	
17	Albéron, doyen	6	
18	Albert, abbé d'Hasnon	8	

1. Encoder les attributs dans le tableur

Y encoder les individus de la colonne *Source* et de la colonne *Target*

Ne pas changer la graphie des noms



	A	B	C
1	Id	Statut	
2	Abbaye d'Hasnon	7	
3	Abbé de Celle	8	
4	Ada d'Avesnes	5	
5	Adam, abbé de Saint-Aubé	8	
6	Affliger, abbaye	7	
7	Airullfus, chanoine	6	
8	Alaman de Prouvy	5	
9	Alard, abbé d'Aubechies	8	
10	Alard, abbé de Saint-Ghisl	8	
11	Alard, archidiacre	6	
12	Alard, laïc	5	
13	Alard, prévôt	6	
14	Alard, prévôt de Saint-Gér	8	
15	Albaldus, chanoine	6	
16	Albaud, chapelain	6	
17	Albéron, doyen	6	
18	Albert, abbé d'Hasnon	8	

1. Encoder les attributs dans le tableur

	A	B	C
1	Id	Statut	
2	Abbaye d'Hasnon	7	
3	Abbé de Celle	8	
4	Ada d'Avesnes	5	
5	Adam, abbé de Saint-Aubé	8	
6	Affliger, abbaye	7	
7	Airullfus, chanoine	6	
8	Alaman de Prouvy	5	
9	Alard, abbé d'Aubéchies	8	
10	Alard, abbé de Saint-Ghisl	8	
11	Alard, archidiacre	6	
12	Alard, laïc	5	
13	Alard, prévôt	6	
14	Alard, prévôt de Saint-Gér	8	
15	Albaldus, chanoine	6	
16	Albaud, chapelain	6	
17	Albéron, doyen	6	
18	Albert, abbé d'Hasnon	8	

Attributs numériques

Conserver ailleurs le souvenir de leur signification



Enregistrer au format CSV

2. Description de Gephi : Lancement

Si le lancement de Gephi provoque l'erreur « Cannot find Java 1.8 or higher » et que Java est installé sur votre ordinateur, il suffit d'indiquer manuellement à Gephi où.

Pour cela, ouvrir le fichier `Gephi-0.9.2\etc\gephi.conf`, et modifier la ligne

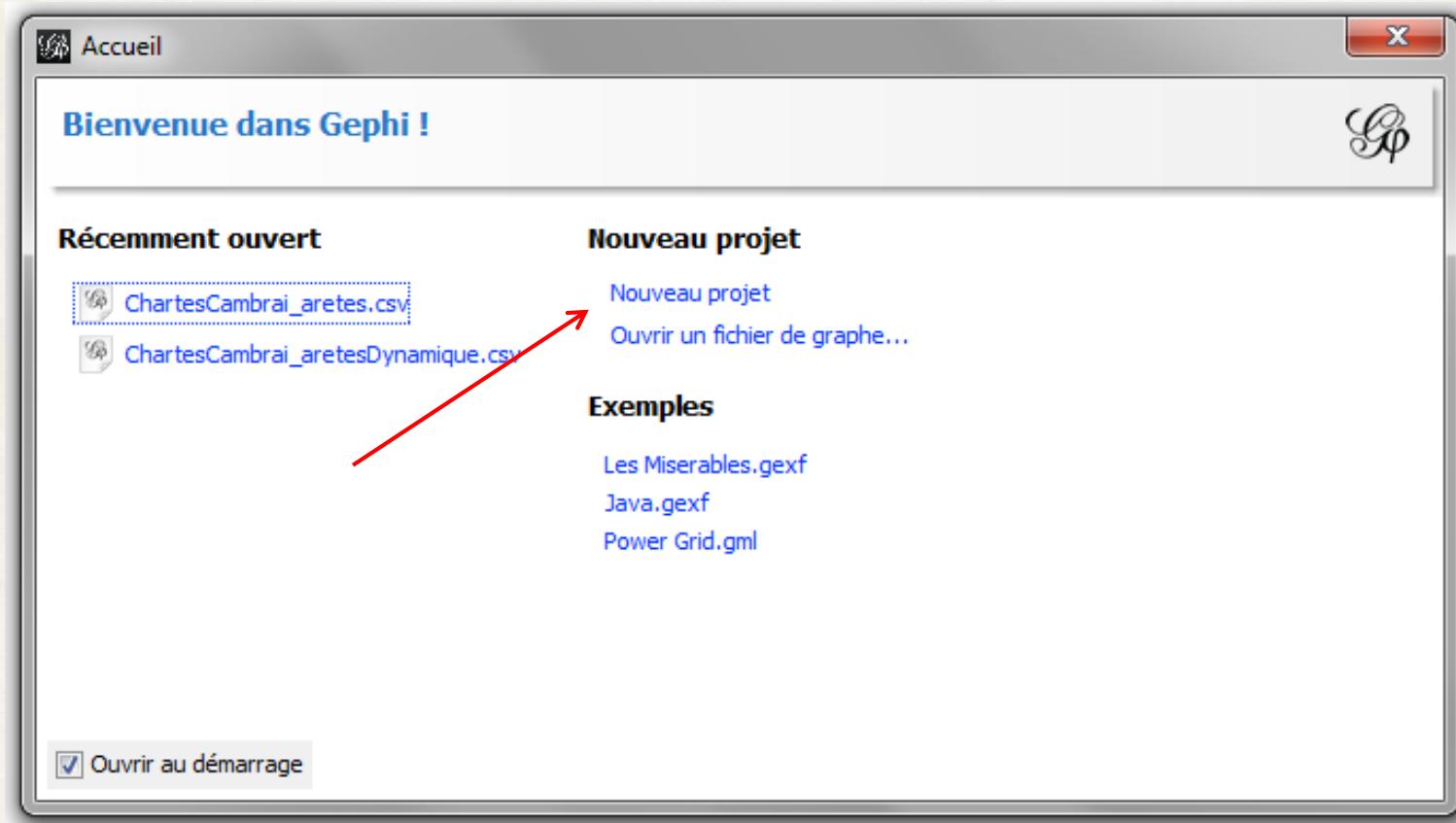
```
...
#jdkhome="/path/to/jdk"
...
```

en indiquant le chemin de Java sur votre machine :

```
...
jdkhome="C:\Program Files (x86)\Java\jre1.8.0_171"
...
```

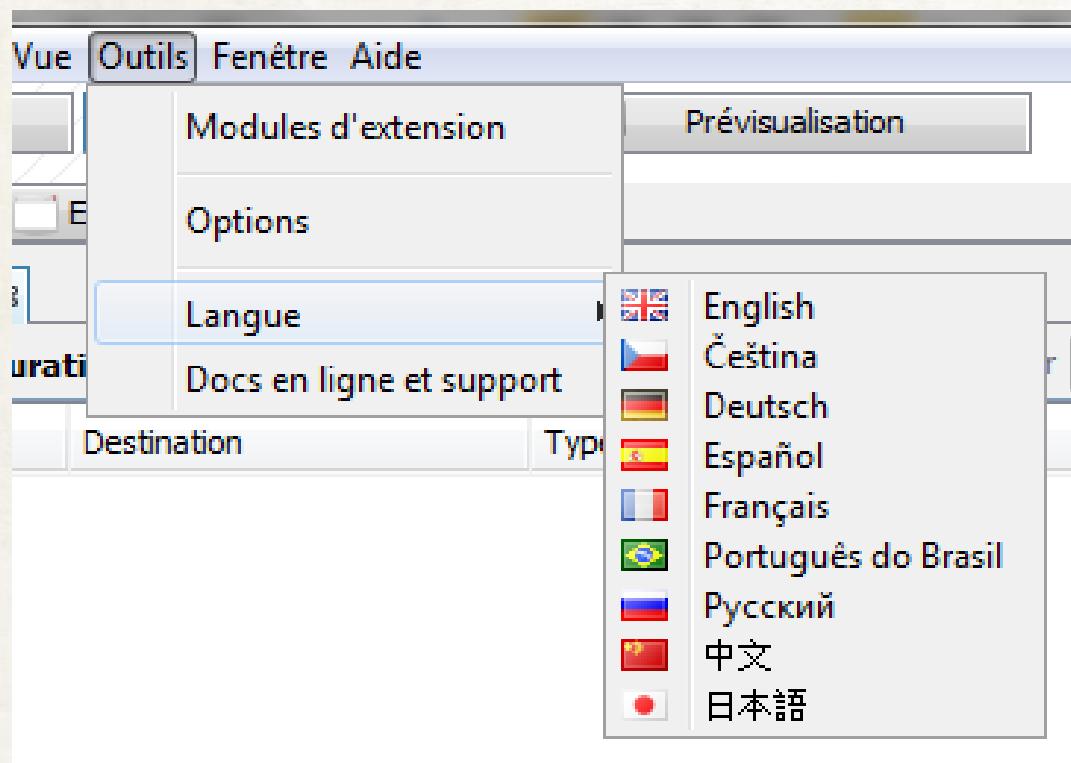
2. Description de Gephi : Lancement

Lancer Gephi et sélectionner « Nouveau projet »

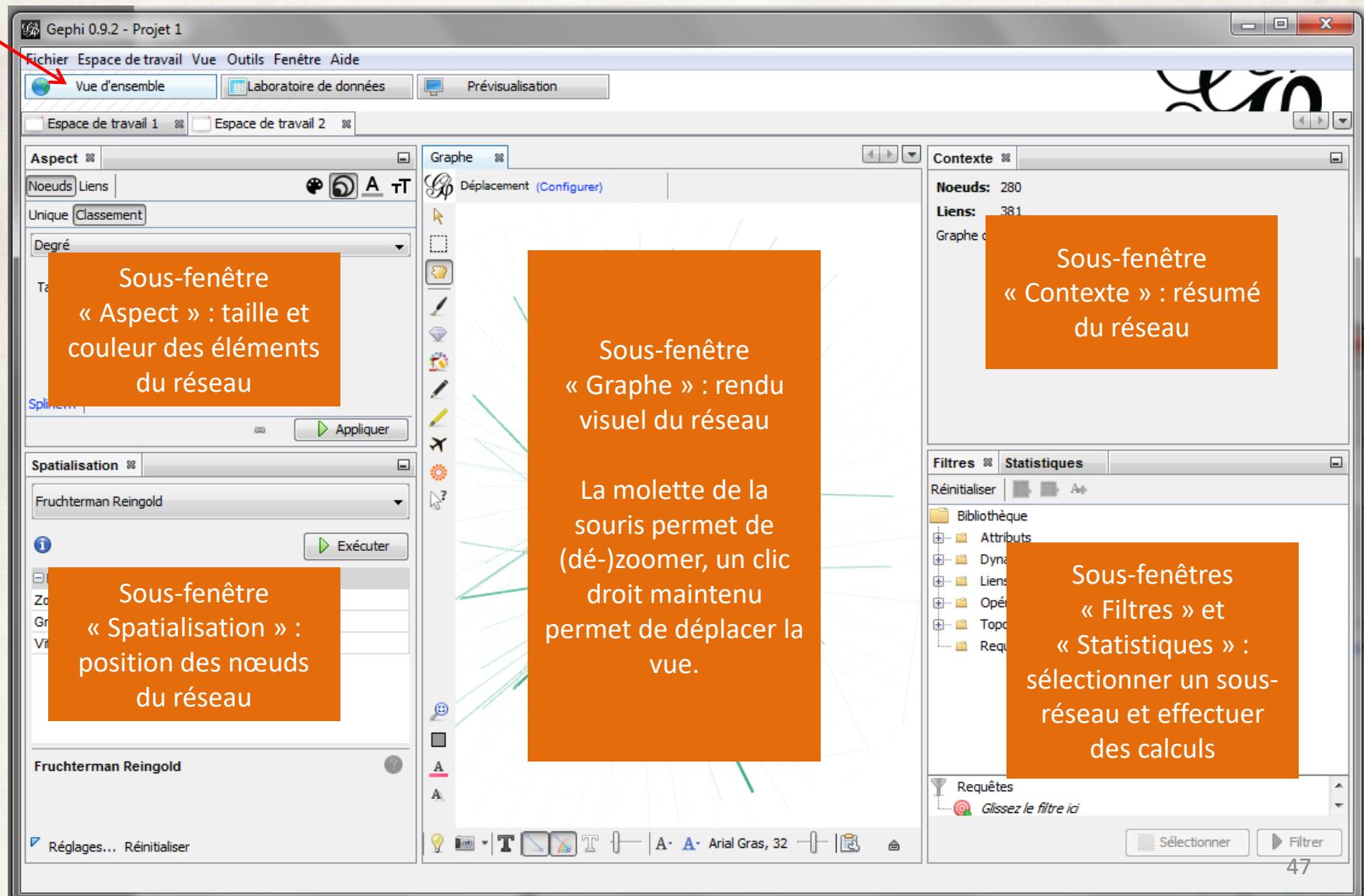


2. Description de Gephi : Langue

Si Gephi n'est pas en français, il suffit de changer la langue dans le menu Outils > Langue



2. Description de Gephi : Onglet « Vue d'ensemble »



2. Description de Gephi : Onglet « Laboratoire de données »

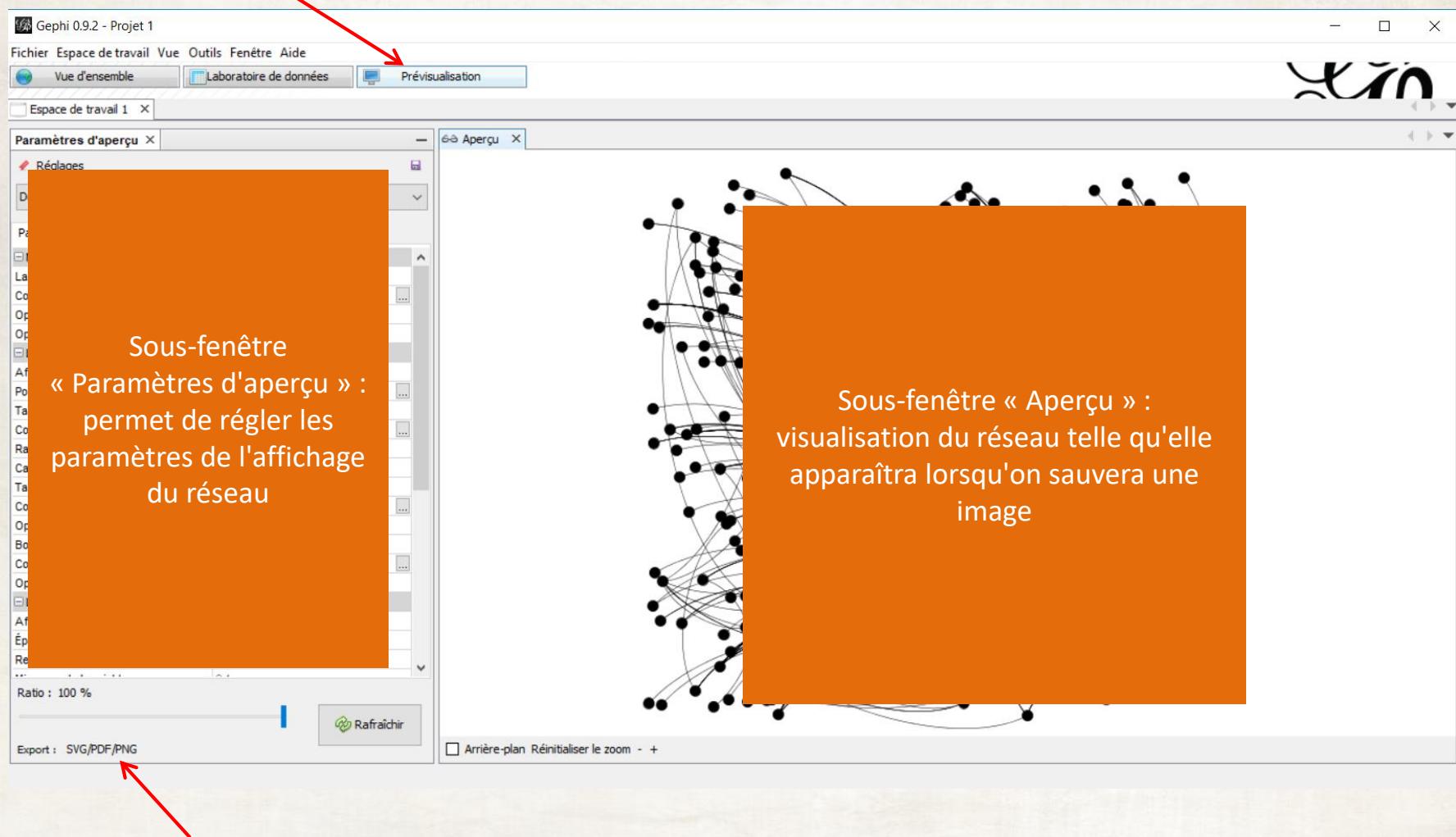
Sous-onglets « Noeuds » et « Liens » : liste des données dont est constitué le réseau

C'est ici qu'on va importer la base de données, et qu'on peut manipuler les données une fois importées.

Bandeau inférieur : ensemble d'opérations à effectuer sur les colonnes

Source	Destination	Type	Id	Label	Interval	Weight	date de début	date de fin	passage source	type de lien	source_info
Urbain II, pape	Manassès, évê...	Dirigé	683			1.0	1093	1094	Deperditum	Confit	DB 11449
Urbain II, pape	Gaucher, évêq...	Dirigé	684			2.0	1094	1095	Deperdita	Confit	DB 8193
Pascal II, pape	Raoul,										1452
Raoul, archevê...	Gauche...										1452
Pascal II, pape	Gauche...										1453
Gaucher, évêq...	Lobbes										1348
Amaury de Gouy	Gauche...										149
Enguerrand de ...	Gauche...										149
Foulques, vida...	Gauche...										149
Gautier Tonnerre	Gauche...										1494
Jean d'Esnes	Gauche...										1494
Jean de Felchin	Gauche...										1494
Manassès, évê...	Lamb...										2412
Manassès, évê...	Honne...										2437
Manassès, évê...	Mont-S...										2596
Fulgence, abbé...	Afflige...										403
Gontier, abbé ...	Liessie...										403
Fulgence, abbé...	Manas...										546
Manassès, évê...	Afflige...										403
Adam, abbé de...	Manas...										50
Alard, prévôt d...	Manasses, eve...	Dirigé	703			5.0	1098	1099	Signum	Souscription de...	DB 3844
Albéron, doyen	Manassès, évê...	Dirigé	704			1.0	1098	1099	... istam cartam no...	Souscription de...	DB 1403
Anselme, chan...	Manassès, évê...	Dirigé	705			8.0	1098	1099	Ut autem hec car...	Souscription de...	DB 850
Erlebald, doyen	Manassès, évê...	Dirigé	706			0.0	1098	1099	Ut autem hec car...	Souscription de...	DB 850

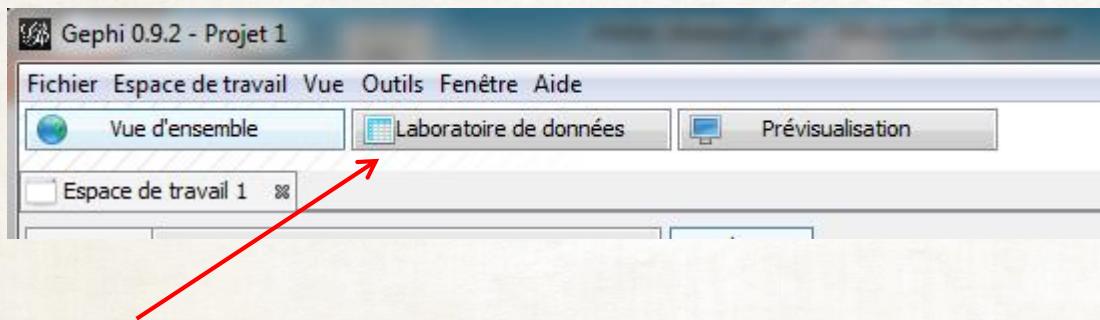
2. Description de Gephi : Onglet « Prévisualisation »



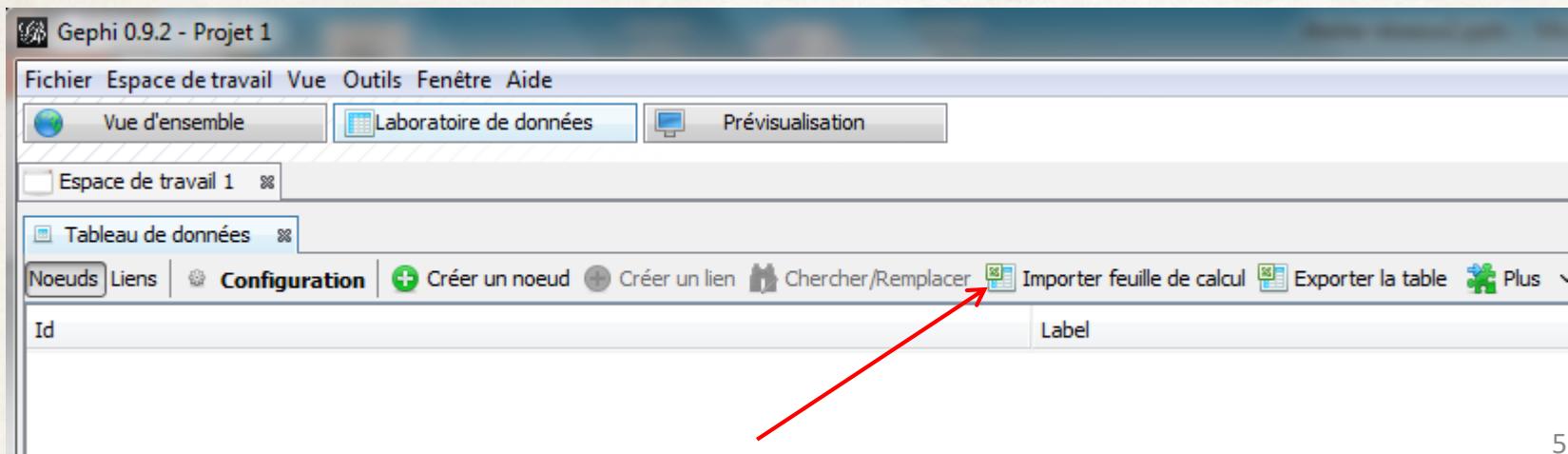
Exportation de l'image

3. Importation de la base de données

Aller dans le « Laboratoire de données »



Cliquer sur « Importer feuille de calcul »

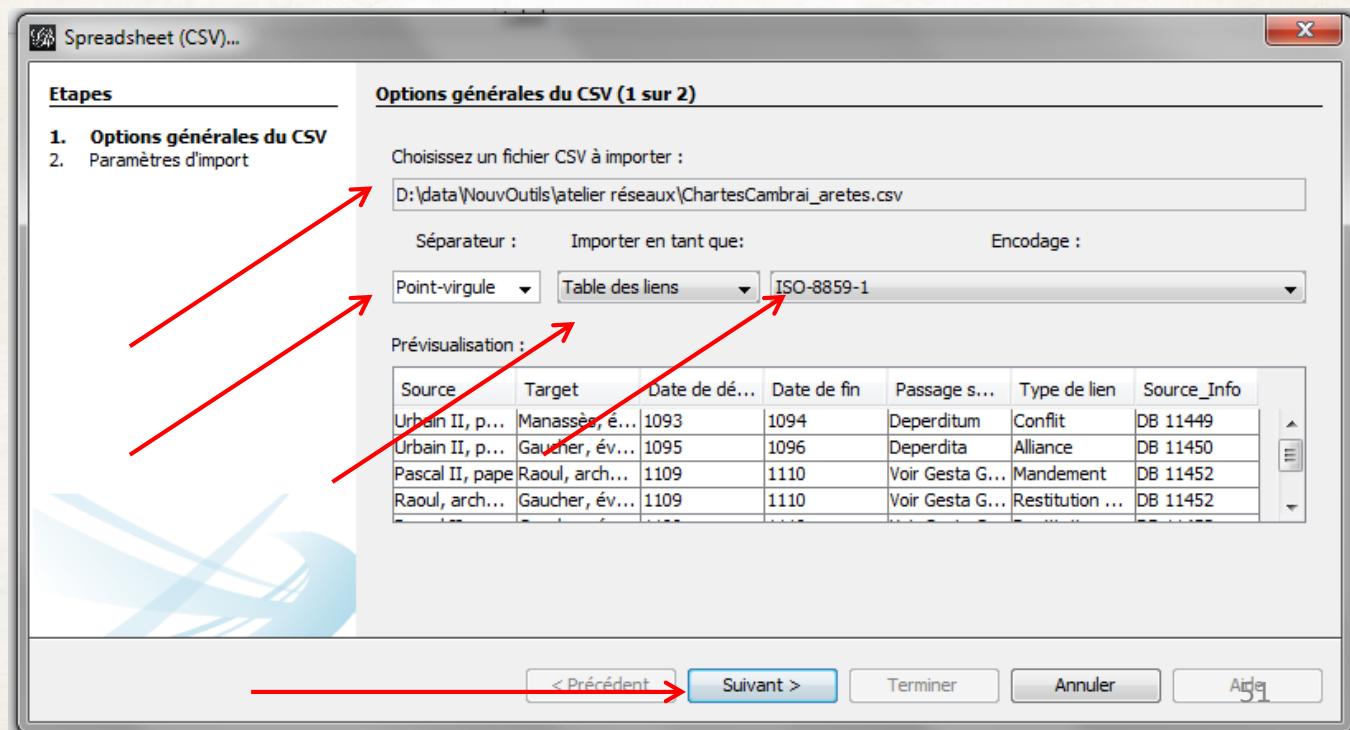


3. Importation de la base de données

Sélectionner :

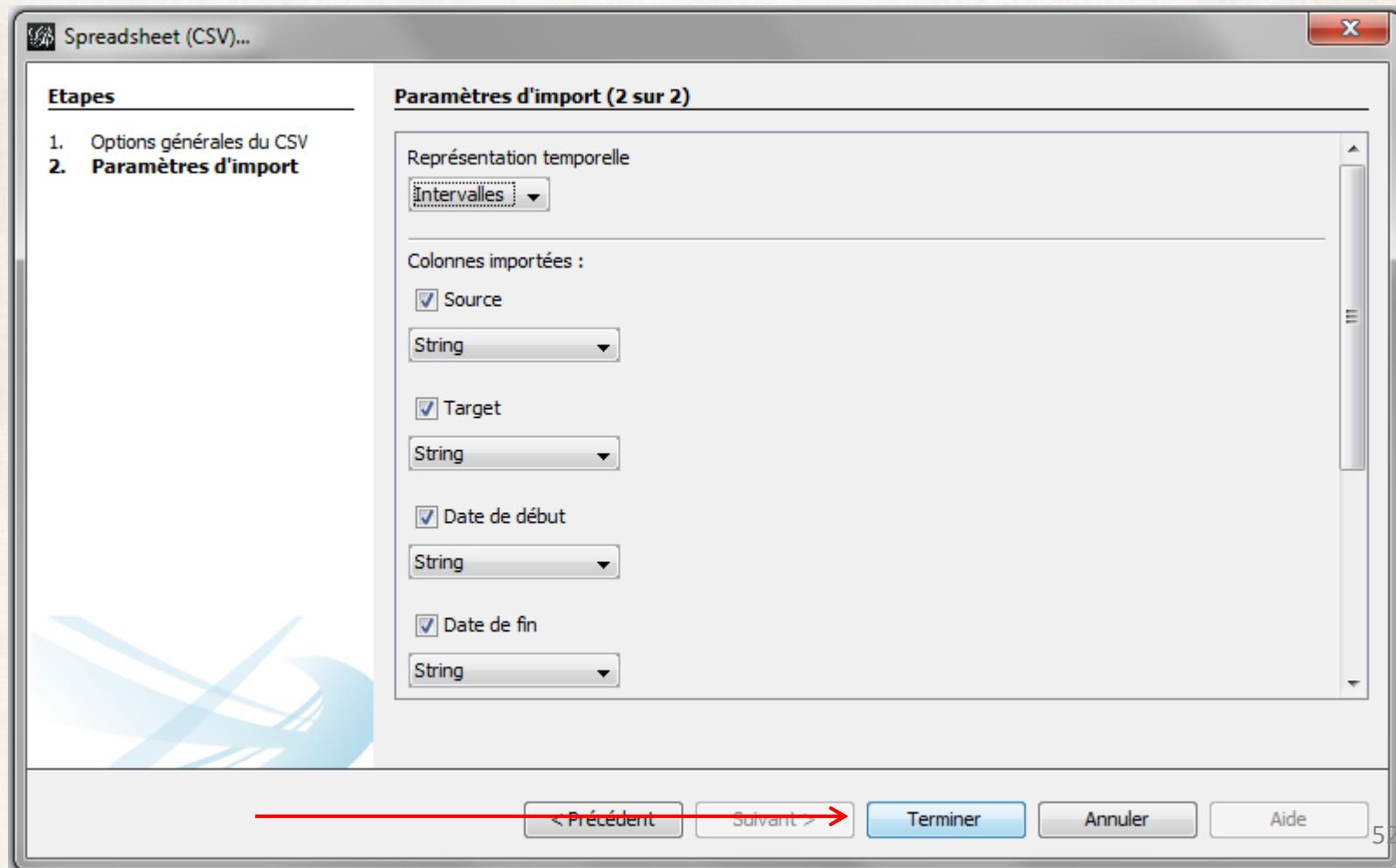
- le (chemin vers le) fichier `ChartesCambrai_liens.csv` ;
- « Point-virgule » dans « Séparateur » ;
- « Table des liens » dans « Importer en tant que » ;
- le bon encodage dans « Encodage » : « ISO-8859-1 » sur Windows ;
« UTF-8 » sur
UNIX ;

Cliquer sur
« Suivant »



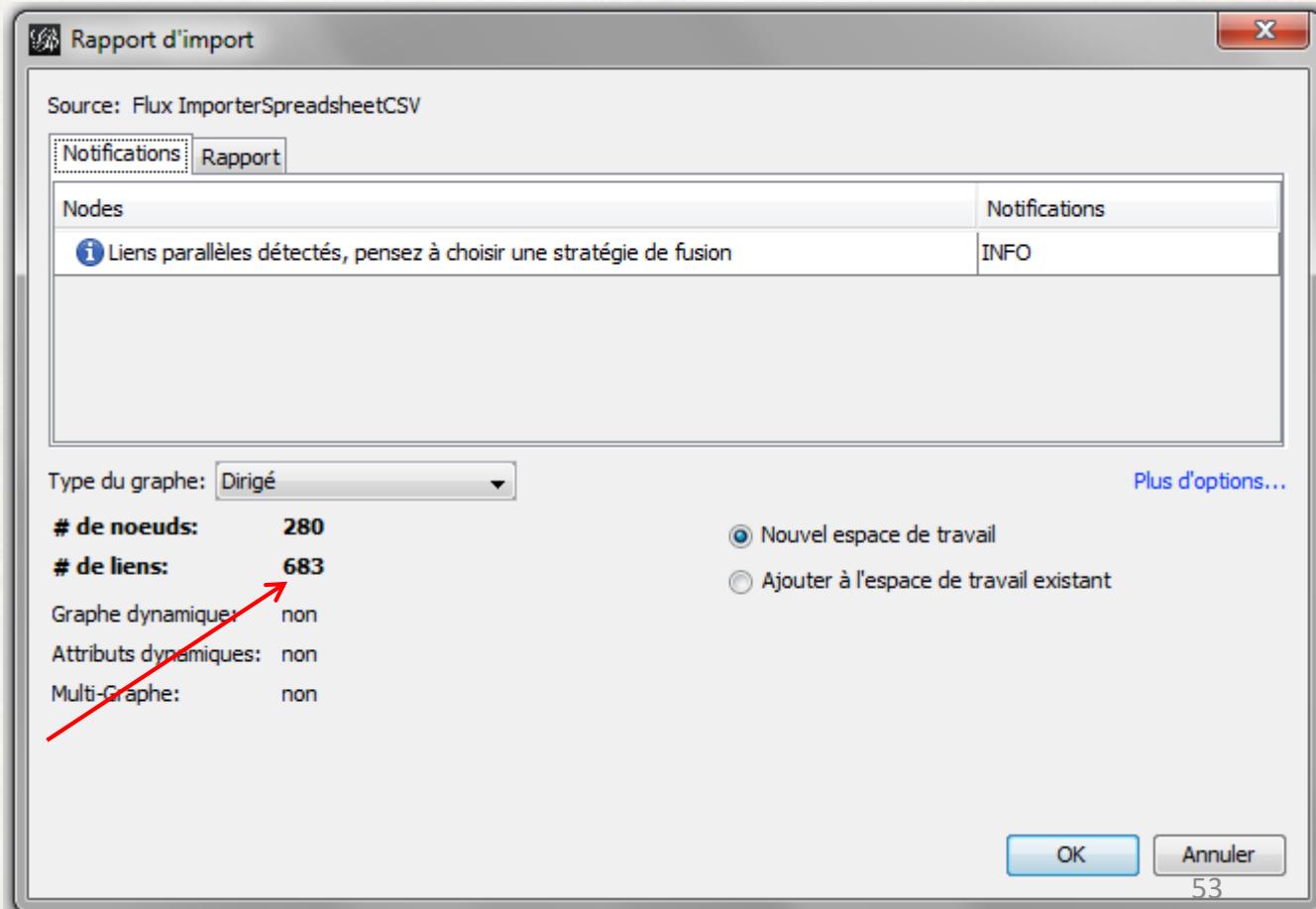
3. Importation de la base de données

Cliquer sur « Terminer »



3. Importation de la base de données

Vérifier que le nombre de liens est bien égal au nombre de lignes de la base de données et cliquer sur « Ok »



3. Importation de la base de données

L'onglet « Liens » du « Tableau de données » donne une liste des liens et permet de les éditer, exporter, etc.

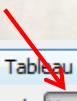


Tableau de données							
Noeuds		Liens		Configuration			
Source	Destination	Type	Id	Label	Interval	Weight	date de début
Urbain II, pape	Manassès, évêque de C...	Dirigé	683			1.0	1093
Urbain II, pape	Gaucher, évêque de Ca...	Dirigé	684			2.0	1094
Pascal II, pape	Raoul, archevêque de ...	Dirigé	685			1.0	1109
Raoul, archevêque de ...	Gaucher, évêque de Ca...	Dirigé	686			1.0	1109

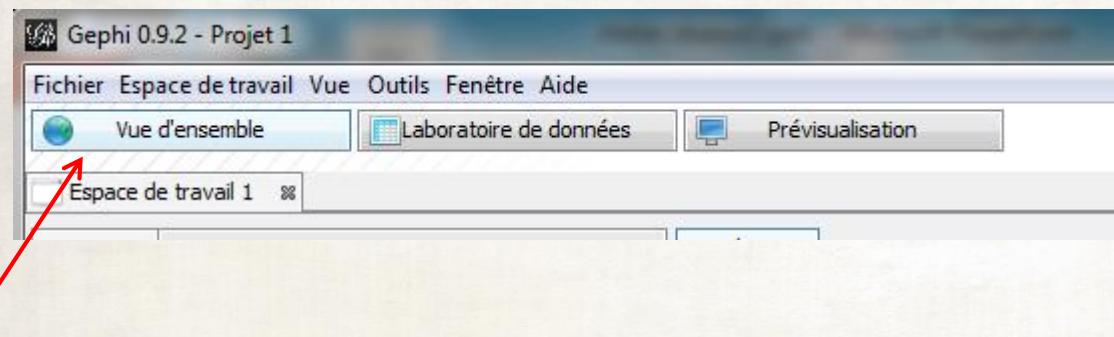
L'onglet « Nœuds » du « Tableau de données » donne une liste des nœuds et permet de les éditer, exporter, etc.



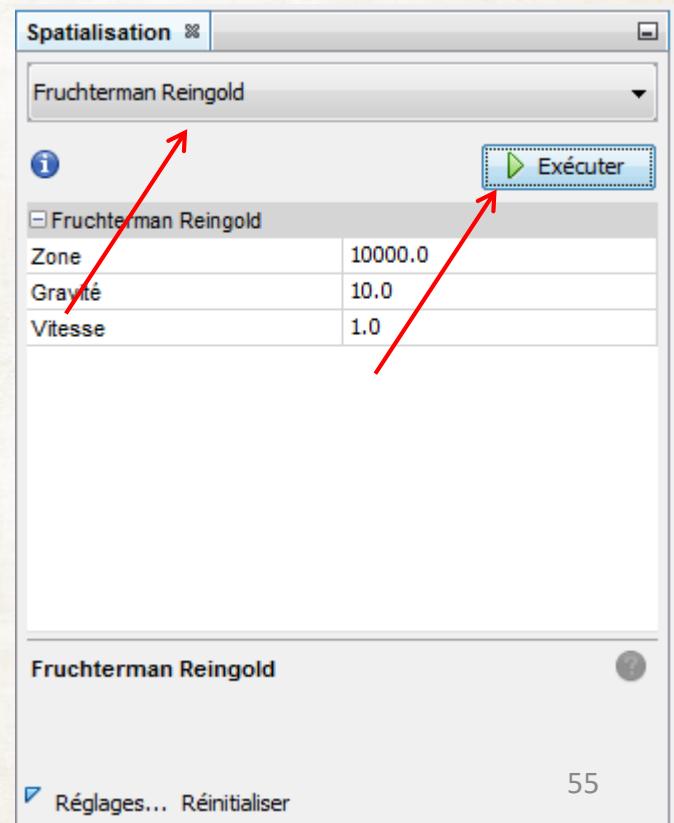
Tableau de données							
Noeuds		Liens		Configuration			
Id	Label	Créer un noeud	Créer un lien	Chercher/Remplacer	Importer feuille de calcul	Exporter la table	Plus
Urbain II, pape							
Manassès, évêque de Cambrai							
Gaucher, évêque de Cambrai							
Pascal II, pape							

4. Paramétrage de la visualisation : spatialisation

Afficher l'onglet « Vue d'ensemble »



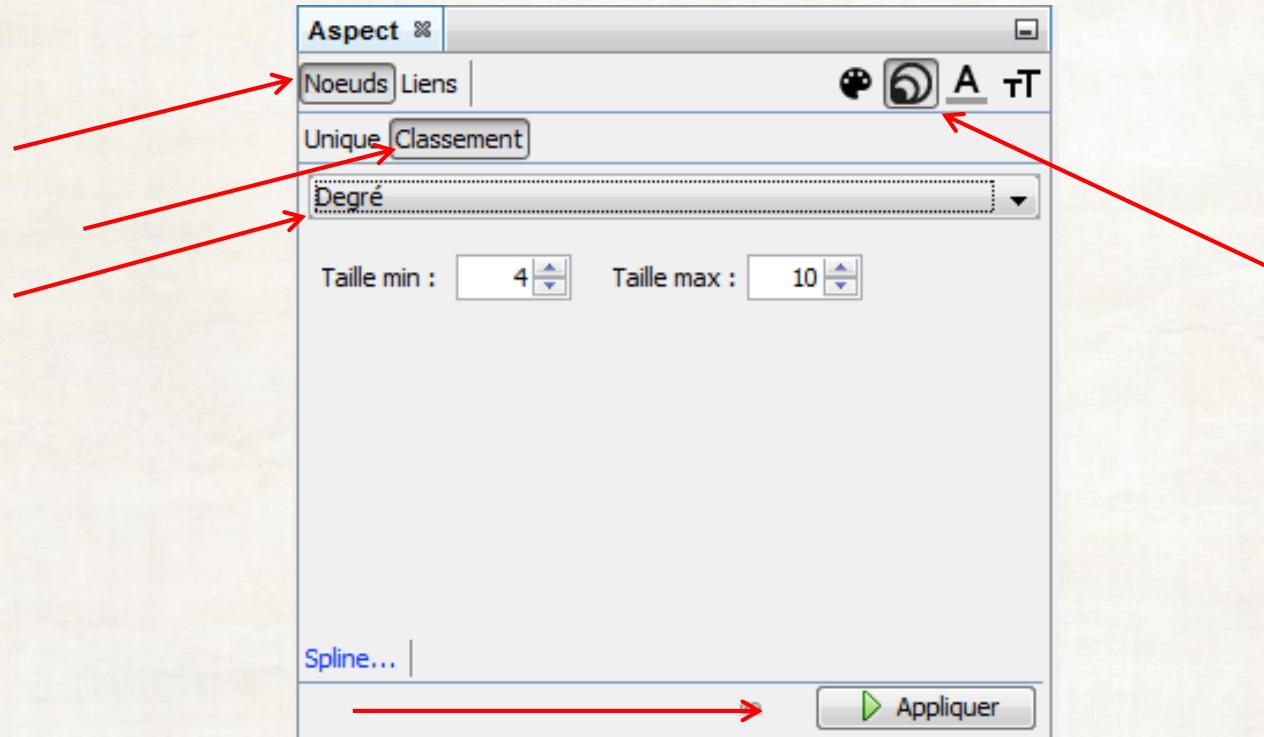
Dans la sous-fenêtre « Spatialisation » (en bas à gauche), sélectionner l'algorithme de spatialisation « Yifan Hu », cliquer sur « Exécuter » puis sur « Arrêter » lorsque le graphe est suffisamment « aéré ».



4. Paramétrage de la visualisation : taille des nœuds

Dans la sous-fenêtre (en haut à gauche) « Aspect », sélectionner « Nœuds », l'icône « Taille » et « Classement ».

Choisir un attribut (par exemple « Degré ») et cliquer sur « Appliquer ».

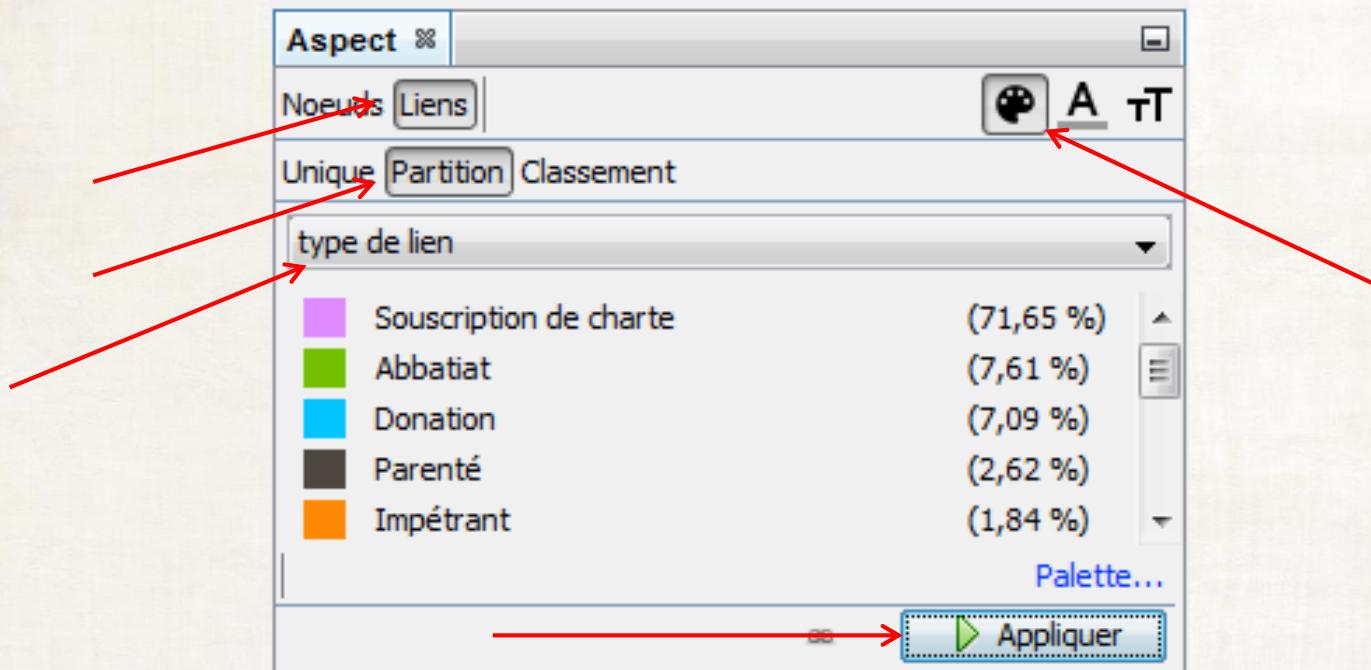


Si nécessaire, modifier les tailles min et max et appliquer à nouveau.

4. Paramétrage de la visualisation : couleur des liens

Dans la sous-fenêtre (en haut à gauche) « Aspect », sélectionner « Liens », l'icône « Couleur » et « Partition ».

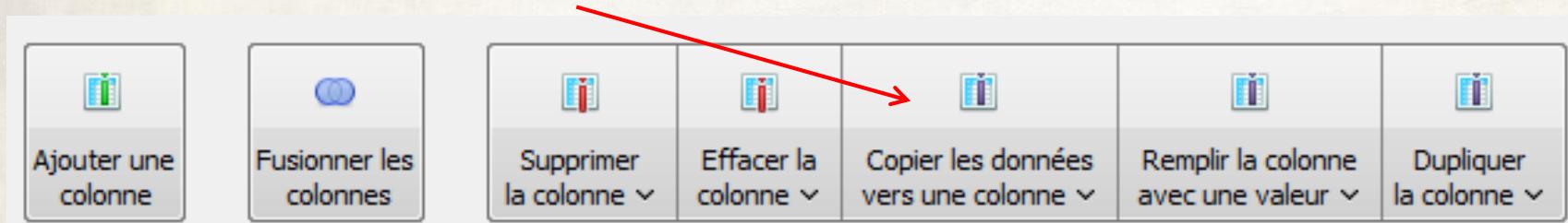
Choisir un attribut (par exemple « type de lien ») et cliquer sur « Appliquer ».



4. Paramétrage de la visualisation : ajout de labels aux nœuds

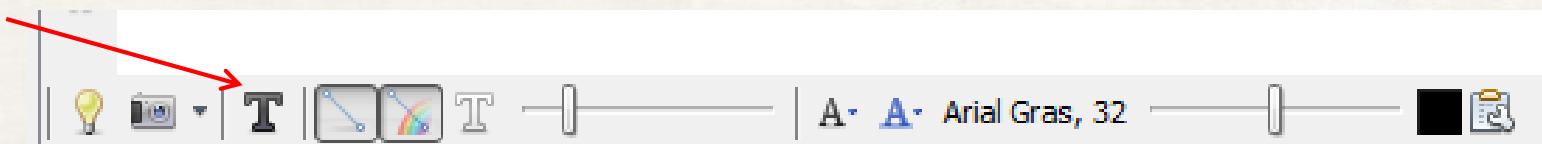
Retourner dans le « Laboratoire de données », dans le sous-onglet « Nœuds ».

Cliquer dans le bandeau inférieur sur « Copier les données vers une colonne ».



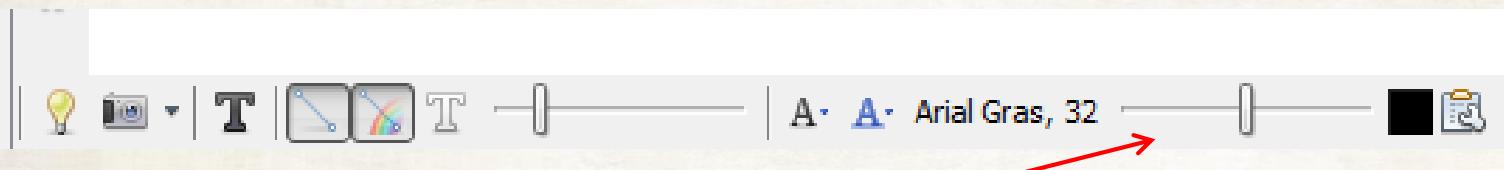
Sélectionner la colonne « Id » (origine des informations), puis la colonne « Label » (point d'arrivée des informations).

Dans l'onglet « Vue d'ensemble », dans le sous-onglet « Graphe », cliquer sur l'icône « Afficher les labels des nœuds » dans le bas de la fenêtre.

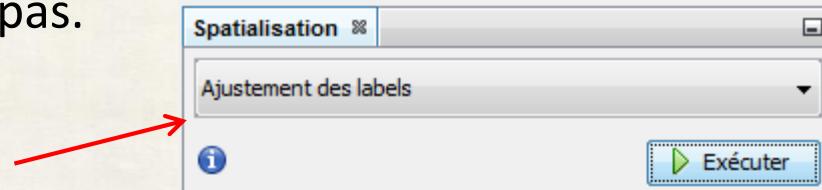


4. Paramétrage de la visualisation : ajustement des labels

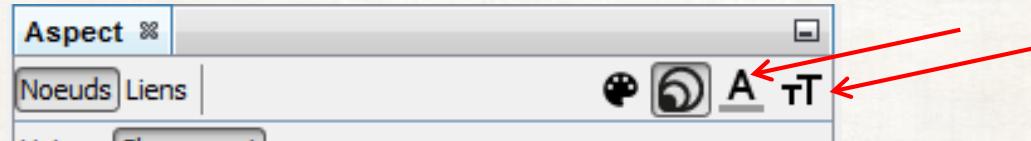
La molette à droite de la barre inférieure permet d'ajuster la taille des labels.



Il existe un algorithme de spatialisation qui fait en sorte que les labels ne se chevauchent pas.



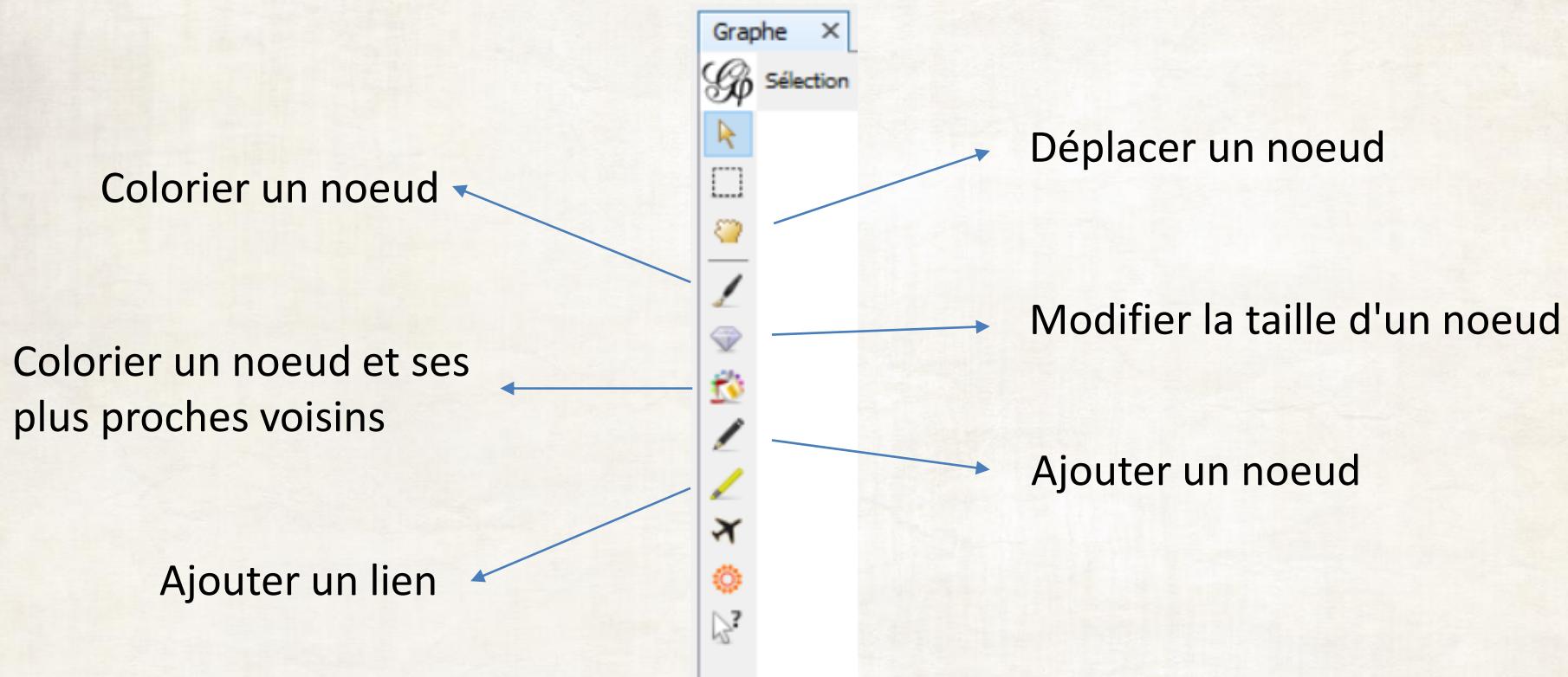
Il est aussi possible de faire en sorte que la couleur et/ou la taille des labels soient fonctions d'une variable, comme nous l'avons fait avec la taille des nœuds et la couleur des liens.



De la même façon que nous avons attribué des labels aux nœuds, on peut attribuer des labels aux liens.

4. Paramétrage de la visualisation : commandes manuelles

Il est aussi possible d'effectuer des modifications manuelles directement sur le graphe en utilisant les commandes situées sur le bord supérieur gauche :

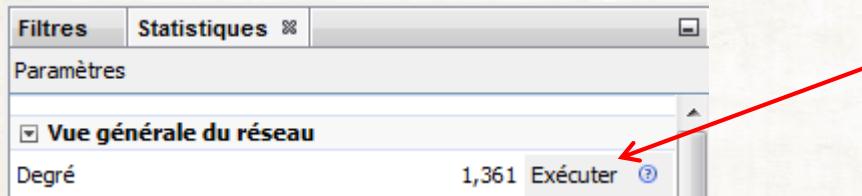


D'autres commandes sont aussi disponibles en effectuant un clic droit sur un noeud.

5. Calcul de statistiques du réseau

La sous-fenêtre « Statistiques » (à droite, dans la « Vue d'ensemble ») permet de calculer différentes métriques du réseau.

Par exemple, on peut étudier le degré de ses nœuds : cliquer sur « Exécuter ».



La fenêtre qui s'ouvre alors contient un rapport relatif au calcul qui vient d'être effectué : degré moyen, distribution du degré au sein du graphe, etc.

Degree Report

Results:

Average Degree: 1,361

Degree Distribution

160

5. Calcul de statistiques du réseau

Dans l'onglet « Laboratoire de données », on voit maintenant dans la liste des noeuds que ceux-ci ont trois nouveaux attributs : le degré, le degré entrant et le degré sortant.

Id	Degré Entrant	Degré Sortant	Degré
Baudouin II de Hainaut	5	3	8
Abbaye d'Hasnon	1	0	1

Il est dès lors possible d'utiliser ces attributs dans l'analyse (par exemple en restreignant le réseau aux sommets dont le degré est plus grand qu'une certaine valeur).

En exécutant le calcul des plus courts chemins (dans la sous-fenêtre « Statistiques »), on accède de la même façon à d'autres attributs, parmi lesquels la centralité de proximité (en anglais *Closeness centrality*).



6. Ajout d'un attribut

Dans l'onglet « Laboratoire de données », cliquer sur « Importer feuille de calcul » et choisir la feuille de calcul `ChartesCambrai_statuts.csv`.

Cette base de données contient deux colonnes : une colonne « Id » (obligatoire pour que Gephi puisse retrouver les identifiants des noeuds) et un colonne « Statut ».

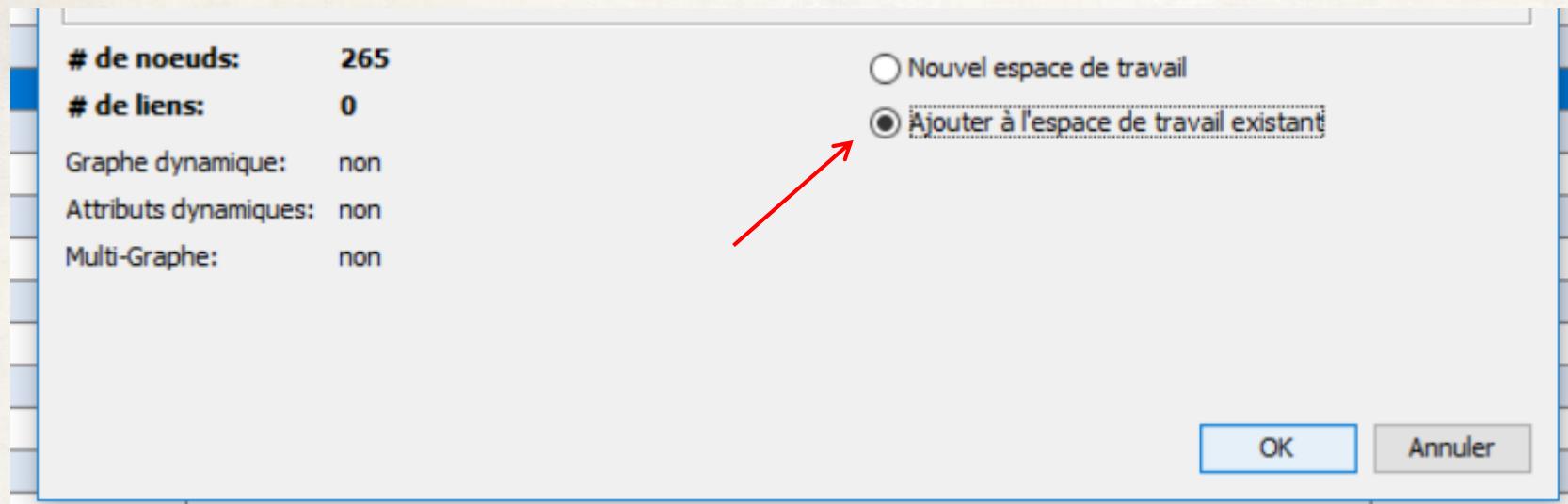
	A	B
1	Id	Statut
2	Abbaye d'Hasnon	7
3	Abbé de Celle	8
4	Ada d'Avesnes	5
5	Adam, abbé de Saint-Aubert	8
6	Affligem, abbaye	7
7	Airullfus, chanoine	6
8	Alaman de Prouvy	5
9	Alard, abbé d'Aubechies	8
10	Alard, abbé de Saint-Ghislain	8

1	Pape	2	Archevêque
3	Évêque	4	Empereur / comte
5	Aristocratie locale	6	Chanoine de Cambrai
7	Abbaye	8	Autre ecclésiastique

6. Ajout d'un attribut

Sélectionner le (chemin vers le) fichier csv, « Point-virgule » dans « Séparateur », le bon encodage dans « Encodage » et « Table des noeuds » dans « Importer en tant que ».

Cliquer « Suivant » puis « Terminer » ; dans le rapport d'import qui apparaît alors, cocher « Ajouter à l'espace de travail existant », puis cliquer « Ok ».



6. Ajout d'un attribut

Nous pouvons maintenant par exemple colorier les noeuds en fonction de ce statut.

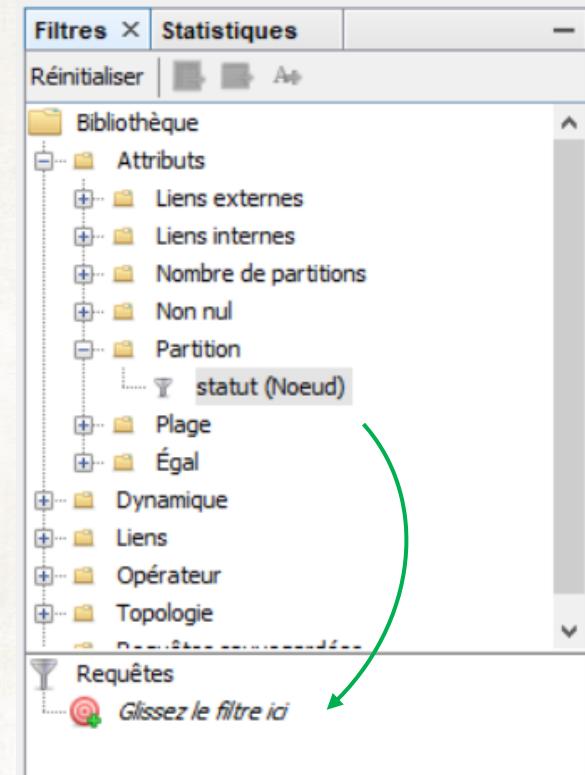
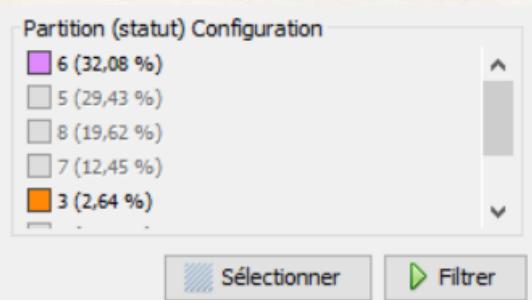
Pour cela, dans l'onglet « Vue d'ensemble », fenêtre « Aspect », « Noeuds », « Couleur », « Partition », sélectionner « statut », puis cliquer sur « Appliquer ».

7. Restriction du réseau à l'aide de filtres

Un système élaboré de filtres permet de restreindre le réseau à certaines de ses sous-parties.

Restreignons par exemple le réseau au sous-réseau constitué uniquement des évêques et des chanoines.

Dans la sous-fenêtre « Filtres », naviguer dans Attributs > Partition, puis glisser-déposer le filtre « statut (Noeud) » sur la liste des « Requêtes ».



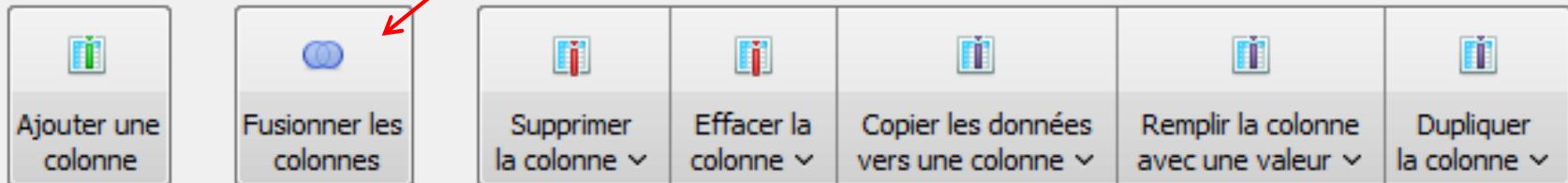
Il suffit ensuite de cliquer sur les statuts qui correspondent au sous-réseau voulu (ici 6 et 3) dans la listes située tout en bas, puis de cliquer sur « Filtrer ».

8. Intégration des dates au réseau

Gephi offre la possibilité d'associer chaque objet (noeud ou lien) à un intervalle temporel, rendant le réseau *dynamique*.

La base de données contient des informations chronologiques : une date de début et une date de fin pour chaque lien.

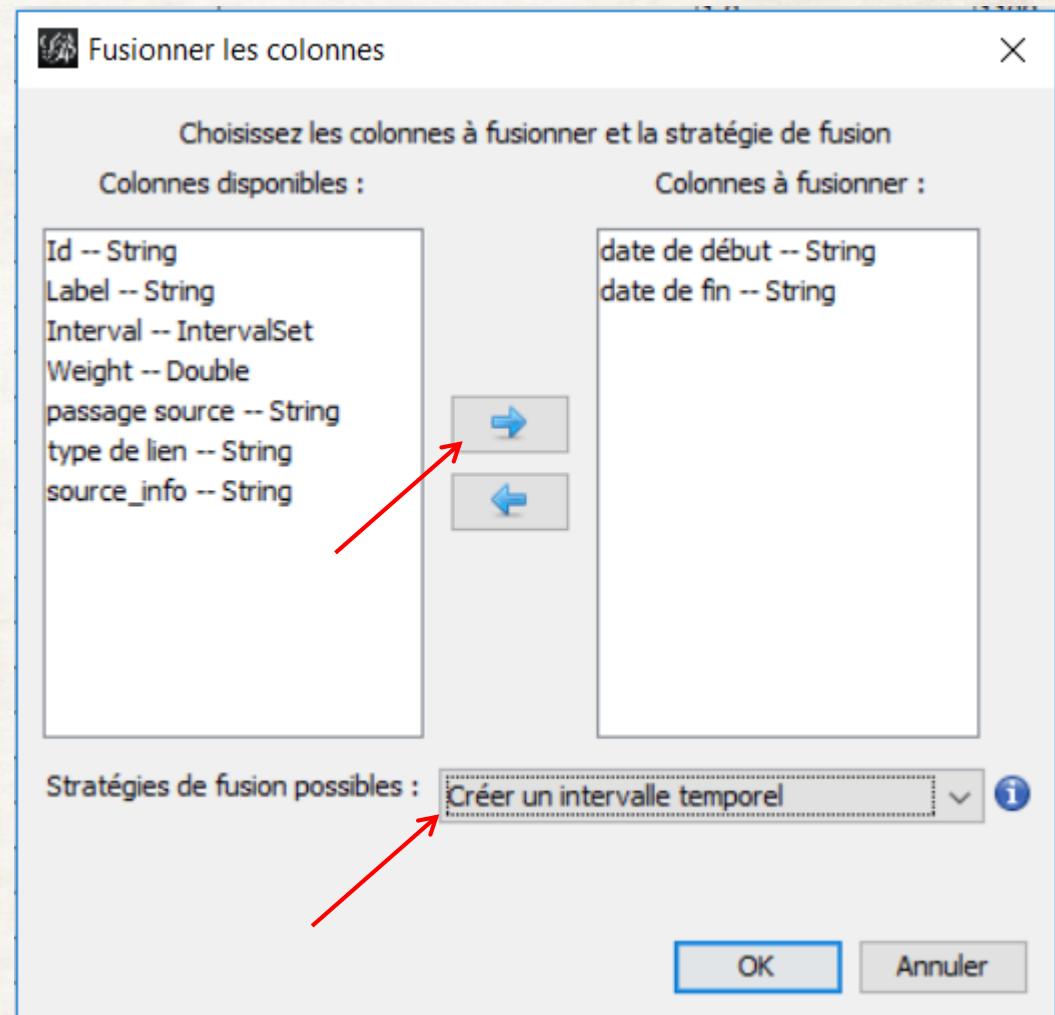
Remplissons d'abord la variable « Interval » automatiquement créée par Gephi : pour cela, dans le « Laboratoire de données », afficher la liste des « Liens » et cliquer sur « Fusionner les colonnes » dans le bandeau inférieur.



8. Intégration des dates au réseau

Dans la fenêtre qui s'ouvre, faire passer les variables « date de début » et « date de fin » de la liste de gauche à la liste de droit en utilisant la flèche.

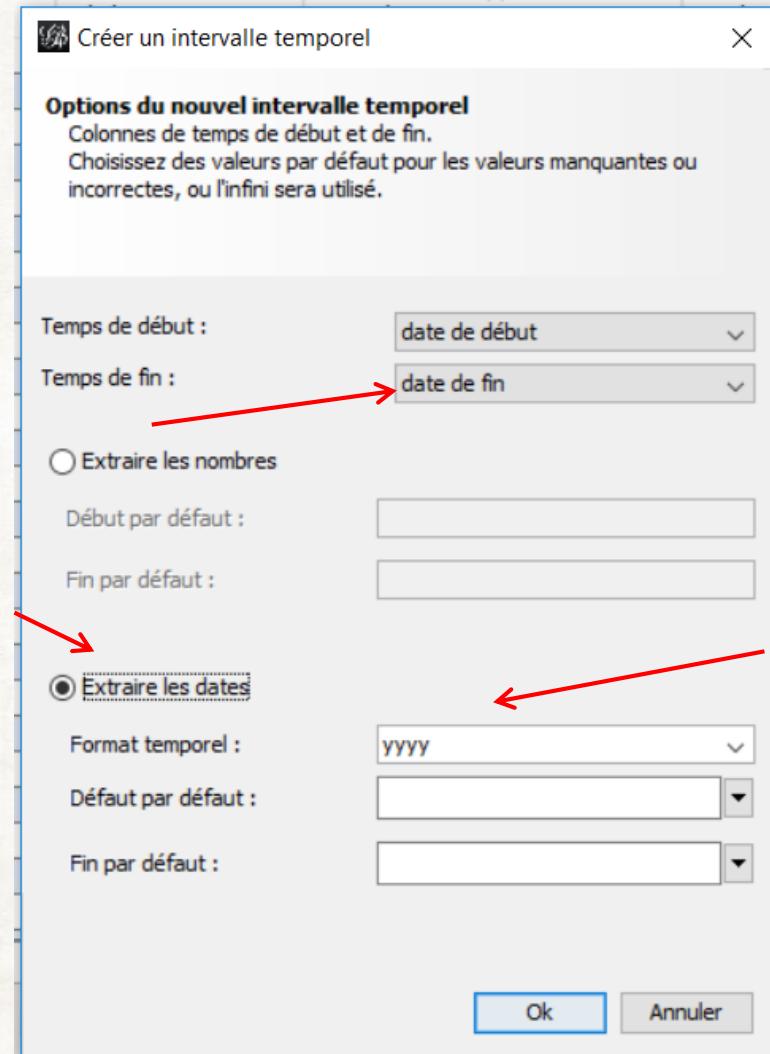
Sélectionner ensuite la stratégie de fusion « Créer un intervalle temporel »



8. Intégration des dates au réseau

Sélectionner la variable « date de début » en tant que « Temps de début », et « date de fin » en temps que « Temps de fin ».

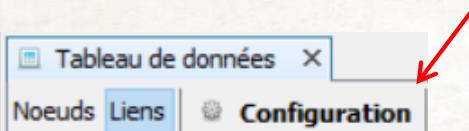
Cocher « Extraire les dates », et inscrire dans le champ « Format temporel » le format « yyyy » : ceci signale à Gephi que les dates que nous lui donnons sont formatées comme des années à quatre chiffres.



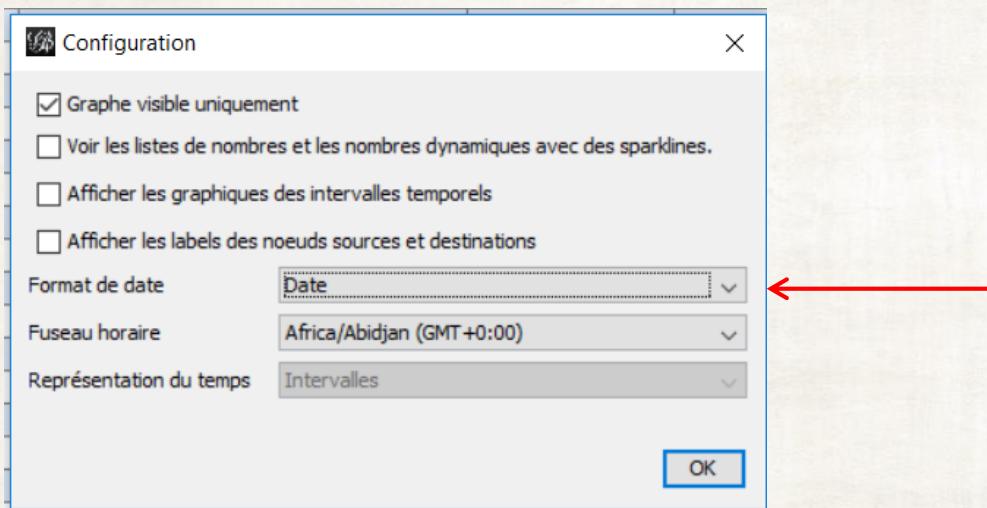
8. Intégration des dates au réseau

La colonne « Interval » est maintenant remplie avec l'intervalle qui correspond aux deux années données.

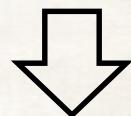
Par défaut, Gephi affiche les dates comme des nombres : pour changer cela, ouvrir la fenêtre de « Configuration »



et sélectionner « Date » dans « Format de date »



Interval
<[-2764874000000.0, -276433
<[-27643338000000.0, -276118
<[-27454035600000.0, -274224
<[-27611802000000.0, -275802
<[-27611802000000.0, -275802
<[-27611802000000.0, -275802
<[-27611802000000.0, -275802
<[-27611802000000.0, -275802

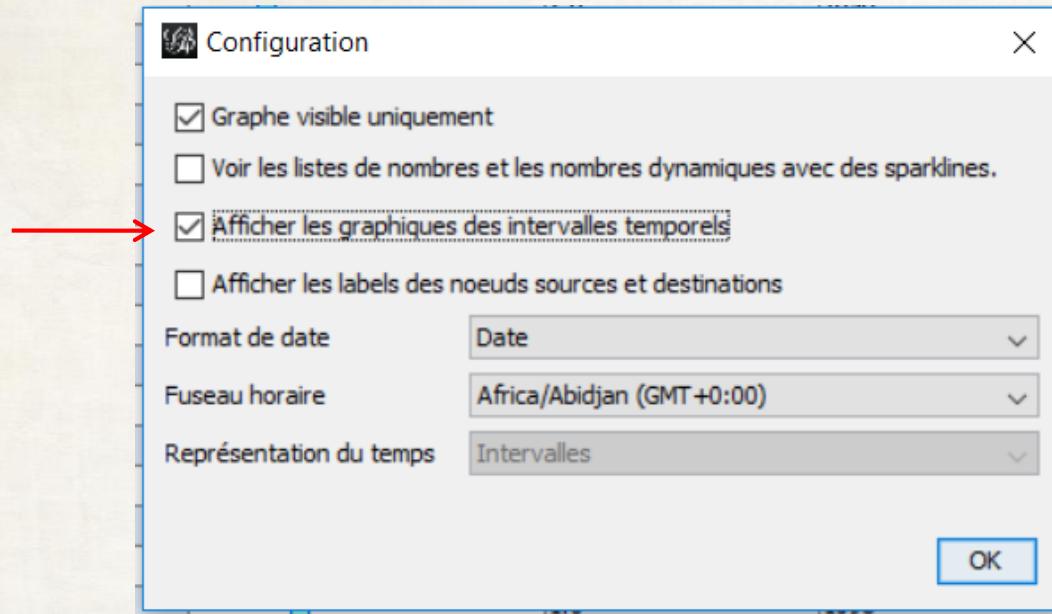


Interval
<[1096-01-06, 1097-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1096-01-06, 1103-01-07]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>

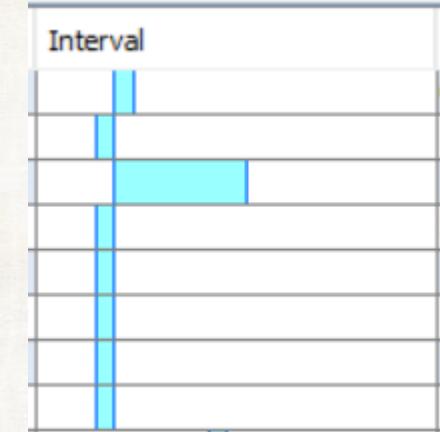
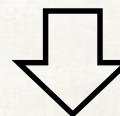
8. Intégration des dates au réseau

Puisque seules les années lui ont été fournies et qu'il a besoin de dates précises, Gephi a considéré qu'il s'agissait du milieu de l'année, c'est-à-dire le 1er juin ou le 1er juillet.

On peut obtenir une visualisation encore plus pratique de ces intervalles en ouvrant la fenêtre « Configuration », et en cochant la case « Afficher les graphiques des intervalles temporels ».



Interval
<[1096-01-06, 1097-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1096-01-06, 1103-01-07]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>
<[1095-01-06, 1096-01-06]>



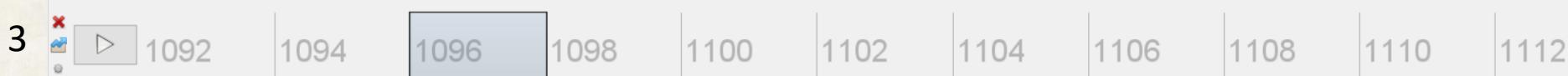
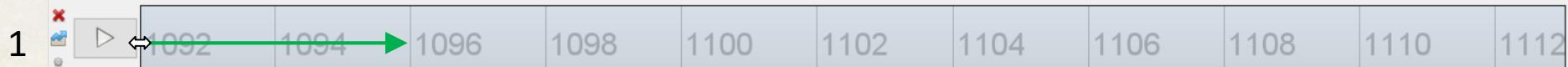
8. Intégration des dates au réseau

Dans « Vue d'ensemble », cliquer sur  [Activer la Chronologie](#) tout en bas.

Le bandeau qui apparaît alors permet de n'afficher que les liens correspondants à un intervalle temporel quelconque.



Pour sélectionner un intervalle temporel, il suffit de faire glisser chacune de ses extrémités pour réduire l'intervalle ; par défaut, toute la période couverte par les liens est sélectionnée.



8. Intégration des dates au réseau

En glissant le petit intervalle sélectionné le long du bandeau inférieur, on voit les liens du graphe apparaître et disparaître.

Nous obtenons ainsi une vision dynamique du réseau, qui évolue avec le temps.

La touche « Play » du ruban inférieur permet de jouer une petite animation de l'évolution du graphe.

