

Utilisation des réseaux pour modéliser des systèmes issus des sciences juridiques ou des sciences de l'information.

Romain BOULET

Institut pour la Recherche et le Développement (IRD)
UMR ESPACE-DEV, Montpellier.
romain.boulet@ird.fr
www.romainboulet.fr

Séminaire *Modélisation des Systèmes Complexes*, CNAM
lundi 5 décembre 2011

Plan

- 1 Introduction
 - Graphes : Quelques définitions
 - Réseaux réels
 - Propriétés structurales

Plan

- 1 Introduction
 - Graphes : Quelques définitions
 - Réseaux réels
 - Propriétés structurales

Définition d'un graphe

Un graphe est :

- un ensemble de sommets
- un ensemble d'arêtes, une arête liant deux sommets



Définition d'un graphe

Un graphe est :

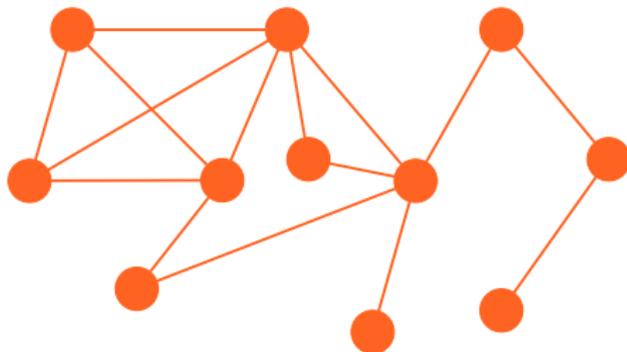
- un ensemble de sommets
- un ensemble d'arêtes, une arête liant deux sommets



Définition d'un graphe

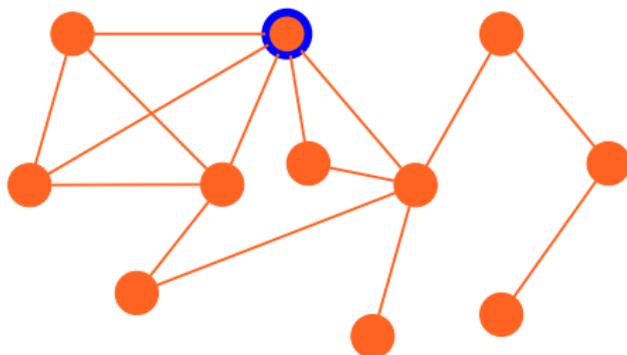
Un graphe est :

- un ensemble de sommets
- un ensemble d'arêtes, une arête liant deux sommets



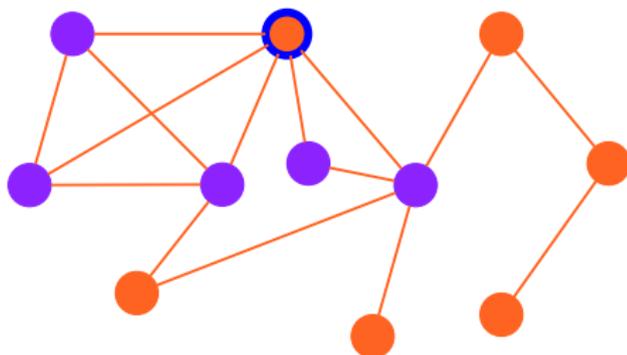
Quelques définitions

- les voisins du sommet v .
- degré d'un sommet = nombre de voisins.
- Γ_v = le graphe des voisins du sommet v



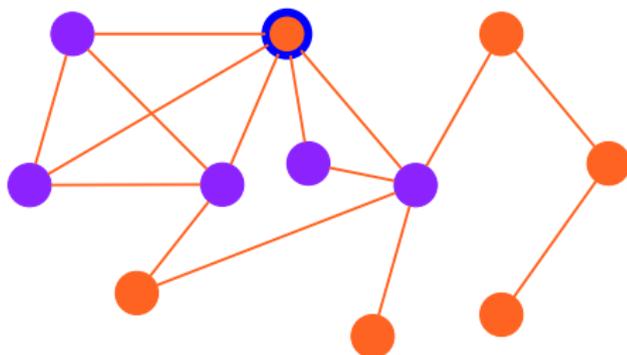
Quelques définitions

- les voisins du sommet v .
- degré d'un sommet = nombre de voisins.
- Γ_v = le graphe des voisins du sommet v



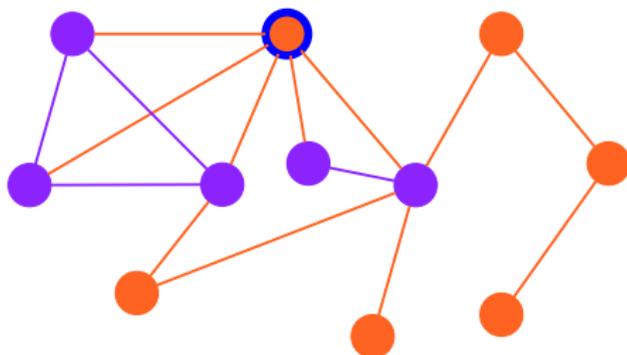
Quelques définitions

- les voisins du sommet v .
- degré d'un sommet = nombre de voisins.
- Γ_v = le graphe des voisins du sommet v



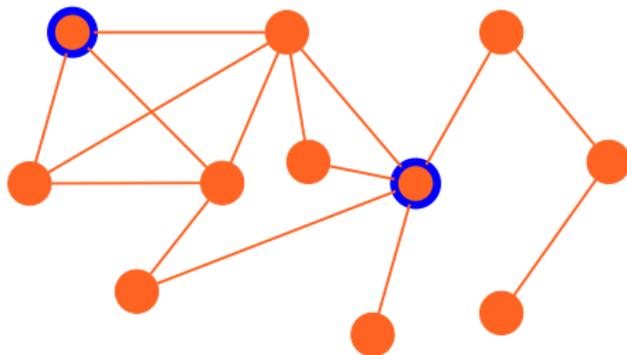
Quelques définitions

- les voisins du sommet v .
- degré d'un sommet = nombre de voisins.
- Γ_v = le graphe des voisins du sommet v



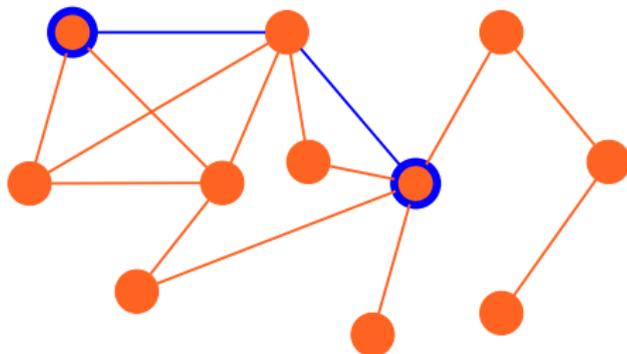
Quelques définitions

- plus court chemin.
- diamètre du graphe (max des plus courts chemins).



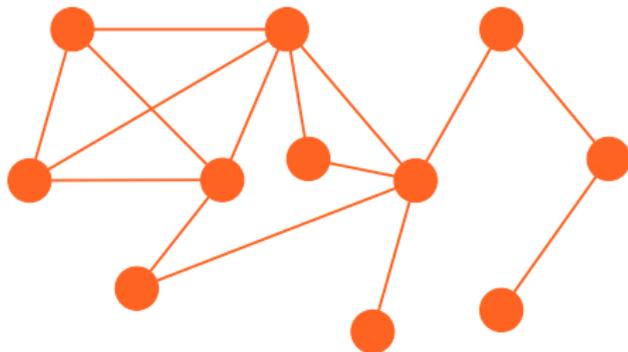
Quelques définitions

- plus court chemin.
- diamètre du graphe (max des plus courts chemins).



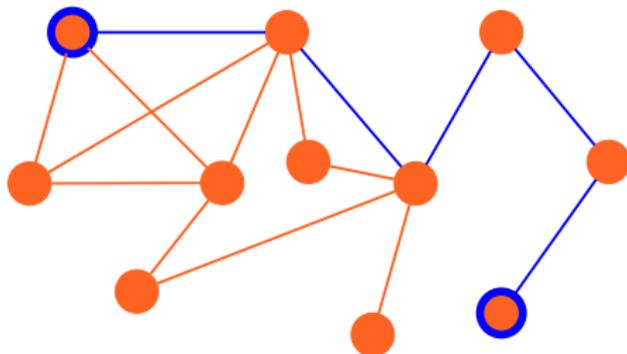
Quelques définitions

- plus court chemin.
- diamètre du graphe (max des plus courts chemins).



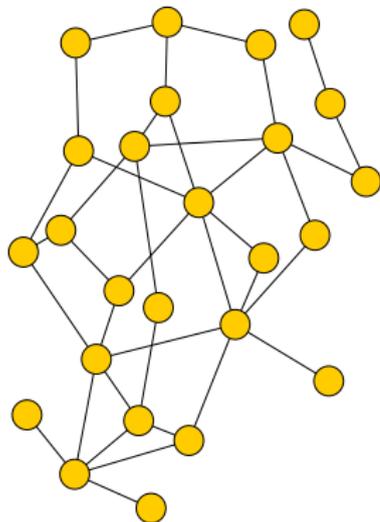
Quelques définitions

- plus court chemin.
- diamètre du graphe (max des plus courts chemins).

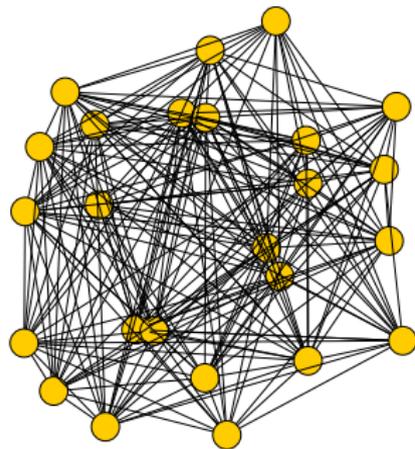


Quelques définitions

Densité : $\frac{\text{Nombre d'arêtes existantes}}{\text{Nombre d'arêtes possibles}}$



densité = 0.12



densité = 0.72

Plan

- 1 Introduction
 - Graphes : Quelques définitions
 - Réseaux réels**
 - Propriétés structurales

Des réseaux réels

- Système (réel) composé d'entités (objets, personnes, ...) reliées par des liens. Exemple : un réseau social, un réseau informatique.
- Un graphe peut formaliser certaines caractéristiques d'un réseau.

Passage du réseau au graphe : une étape inter-disciplinaire

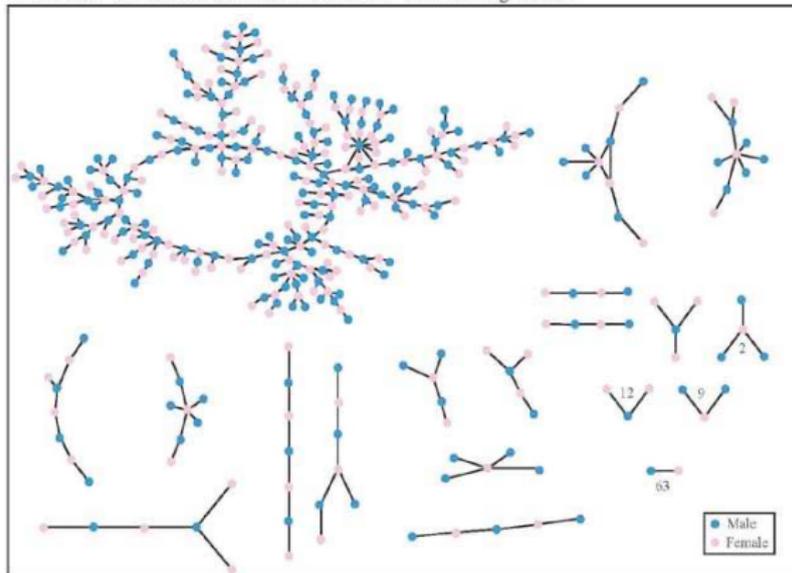
- graphe = objet mathématique,
réseau = organisation reflétant un phénomène réel
- Un véritable travail inter-disciplinaire où l'expert (l'historien, le juriste,...) construit avec le mathématicien le graphe associé au réseau (définition des sommets et des arêtes).

Passage du réseau au graphe : une étape inter-disciplinaire

- graphe = objet mathématique,
réseau = organisation reflétant un phénomène réel
- Un véritable travail inter-disciplinaire où l'expert (l'historien, le juriste,...) construit avec le mathématicien le graphe associé au réseau (définition des sommets et des arêtes).

Réseau des relations amoureuses au sein d'un lycée

The Structure of Romantic and Sexual Relations at "Jefferson High School"

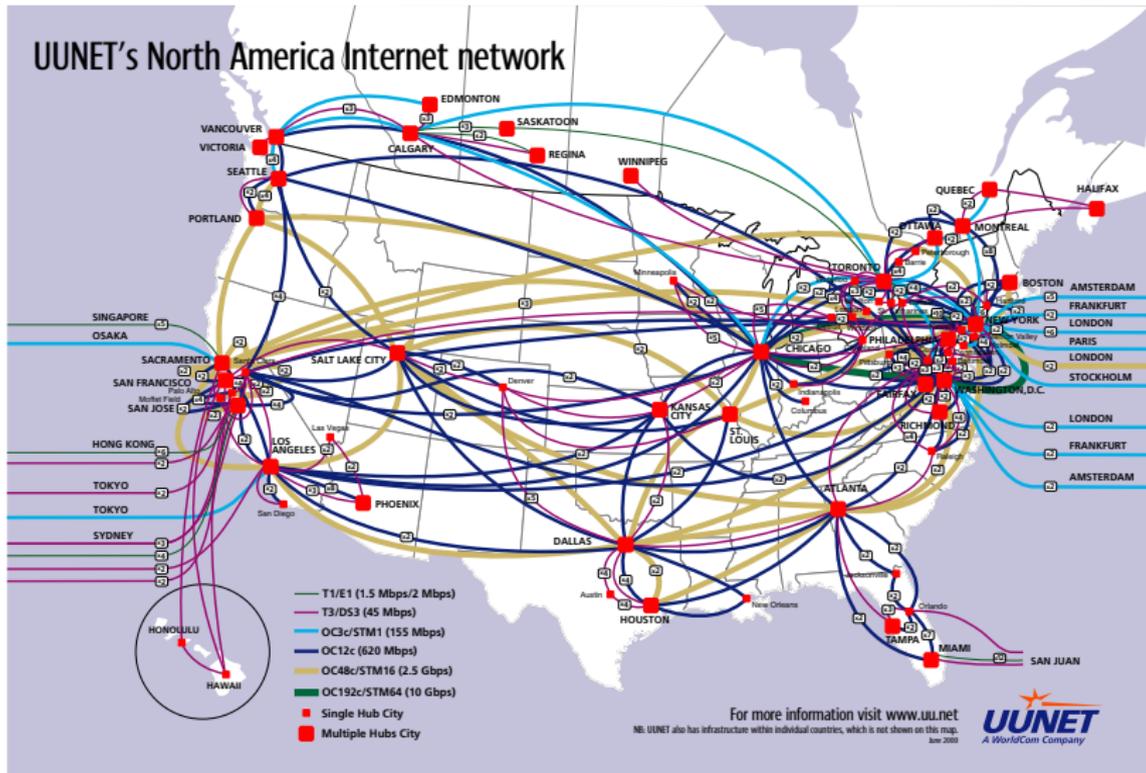


Each circle represents a student and lines connecting students represent romantic relations occurring within the 6 months preceding the interview. Numbers under the figure count the number of times that pattern was observed (i.e. we found 63 pairs unconnected to anyone else).

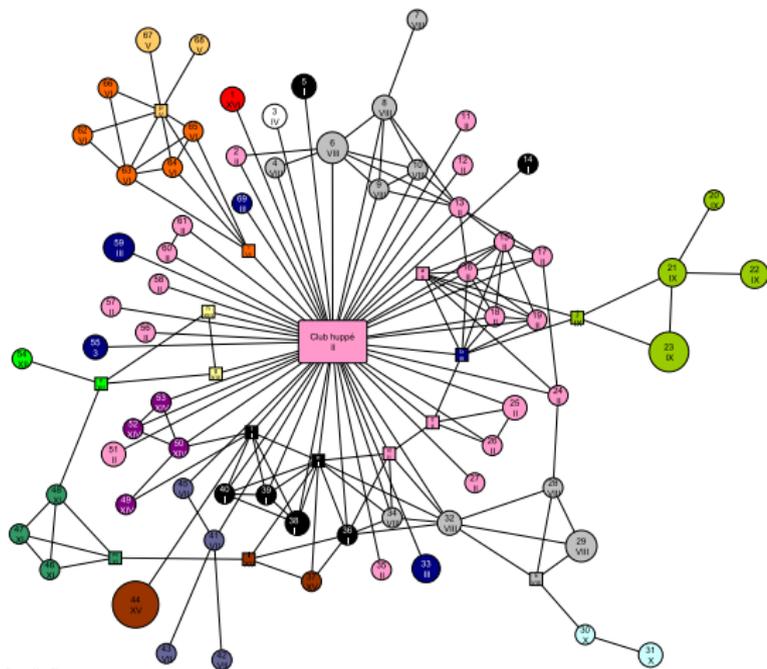
Autres réseaux sociaux

- Réseau des collaborations scientifiques (Newman, M. E. J. *Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results*. Phys. Rev. E, vol. 64, 2001)
- Réseau des contacts mails (messagerie instantanée, facebook, myspace, etc) (Ebel, H. *et al. Scale-free topology of e-mail networks*. Physical Review E, vol. 66, 2002.)
- Réseau des dirigeants d'entreprises (Davis, G. F. *et al. The Small World of the American Corporate Elite, 1982-2001*. Strategic Organization, vol. 1, 2003)
- Réseau des acteurs hollywoodien (Newman, M. E. J. *et al. Random graph models of social networks*. PNAS vol. 99, 2002)
- Réseau des connaissances entre Mormons dans l'Utah (Bernard, H. R. *et al. Studying Social Relations Cross-Culturally*. Ethnology, vol. 27, no. 2, 1988.)
- etc ...

Réseaux de communications (internet)



Réseau social paysan au Moyen-Age



Powered by yFiles

Plan

- 1 Introduction
 - Graphes : Quelques définitions
 - Réseaux réels
 - **Propriétés structurales**

L'effet petit monde

La plupart des réseaux réels ont des propriétés structurales communes.

Définition

L'effet petit monde d'un graphe est caractérisé par une faible connectivité globale et une forte connectivité locale.

- Connectivité globale : diamètre, moyenne des plus courts chemins
- Connectivité locale : moyenne de la densité du graphe des voisins de chaque sommet

L'effet petit monde

La plupart des réseaux réels ont des propriétés structurales communes.

Définition

L'effet petit monde d'un graphe est caractérisé par une faible connectivité globale et une forte connectivité locale.

- Connectivité globale : diamètre, moyenne des plus courts chemins
- Connectivité locale : moyenne de la densité du graphe des voisins de chaque sommet

L'effet petit monde

La plupart des réseaux réels ont des propriétés structurales communes.

Définition

L'effet petit monde d'un graphe est caractérisé par une faible connectivité globale et une forte connectivité locale.

- Connectivité globale : diamètre, moyenne des plus courts chemins
- Connectivité locale : moyenne de la densité du graphe des voisins de chaque sommet

L'effet petit monde

La plupart des réseaux réels ont des propriétés structurales communes.

Définition

L'effet petit monde d'un graphe est caractérisé par une faible connectivité globale et une forte connectivité locale.

- Connectivité globale : diamètre, moyenne des plus courts chemins
- Connectivité locale : moyenne de la densité du graphe des voisins de chaque sommet

Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Complexité du Droit

- Plusieurs systèmes juridiques existent et se développent
- Citations et interférences entre ces divers systèmes
- Deux rapports du Conseil d'Etat (1991, 2006) fustigent la complexité du droit français.
- Décision du Conseil Constitutionnel du 29 décembre 2005

↔ Etude de la complexité du Droit

Complexité du Droit

- Plusieurs systèmes juridiques existent et se développent
- Citations et interférences entre ces divers systèmes
- Deux rapports du Conseil d'Etat (1991, 2006) fustigent la complexité du droit français.
- Décision du Conseil Constitutionnel du 29 décembre 2005

↔ Etude de la complexité du Droit

Complexité du Droit

- Plusieurs systèmes juridiques existent et se développent
- Citations et interférences entre ces divers systèmes
- Deux rapports du Conseil d'Etat (1991, 2006) fustigent la complexité du droit français.
- Décision du Conseil Constitutionnel du 29 décembre 2005

↔ Etude de la complexité du Droit

Présentation du problème

Objectifs

- Etude du réseau de références entre codes
- Analyser la complexité du droit
- Comment sont articulés les différents domaines juridiques ?
- Fournir une cartographie du Droit codifié français
- Quelle est la place du code de l'environnement dans cette carte ?
- Interêt mathématique : étude d'un graphe dense.

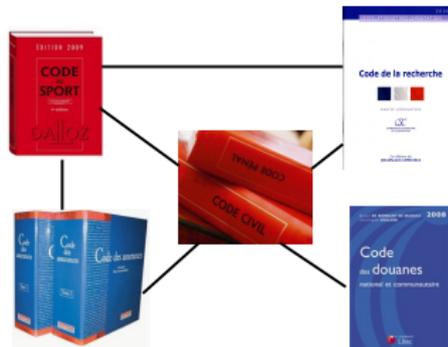
Construction du réseau

Le graphe associé au réseau *hypercode* est

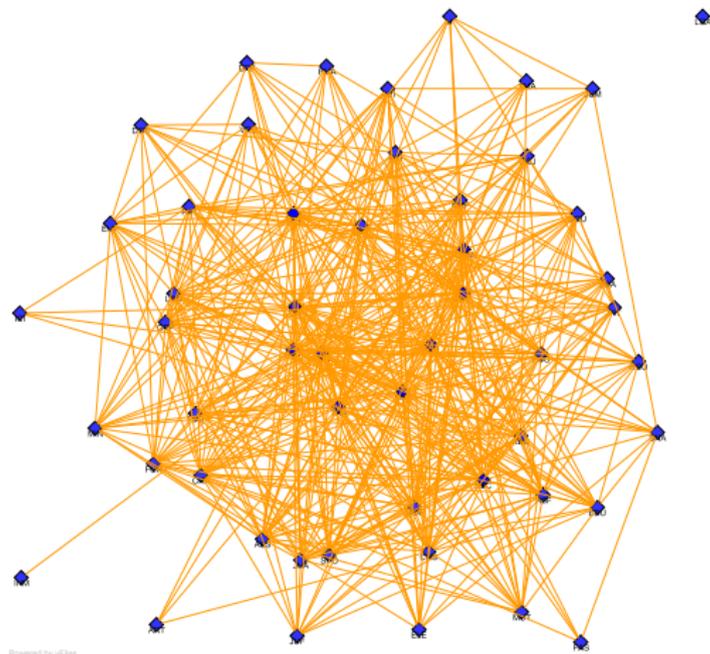
- Les sommets sont les 52 codes législatifs en vigueur
- Une arête lie deux sommets si et seulement si il existe au moins une référence d'un code à l'autre

Extrait de l'article Article L211-12 du code de l'environnement :

Les dommages touchant les récoltes, les cultures, les bâtiments et le cheptel mort ou vif affectés aux exploitations agricoles sont évalués dans le cadre de protocoles d'accords locaux. A défaut, ils sont évalués dans les conditions prévues par l'article L. 361-10 du code rural.



Construction du réseau



Powered by yFiles

Plan

- 2 **Le réseau des codes législatifs français**
 - Introduction
 - **Analyse du réseau**
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Un faux-semblant de petit-monde : un *Monde concentré*

	hyper-code	$G(n, d)$ simulé	réseau math.	réseau P2P	réseau paysan
n	51	51	$2.1 \cdot 10^5$	$6.2 \cdot 10^6$	615
m	531	531	$4.6 \cdot 10^5$	$1.6 \cdot 10^8$	4193
d	0.416	0.416	$2.1 \cdot 10^{-5}$	$8.2 \cdot 10^{-6}$	0.022
k	20.8	20.8	4.4	51.3	13.64
\bar{l}	1.595	1.584	7.73	4	3.9
L	1.569	1.553			3.71
D	3	2.06	27	10	10
C_1	0.694	0.416	0.72	0.13	0.78
C_2	0.601	0.415		0.07	0.46
C_D	0.441	0.163			0.105
C_l	0.047	0.006			0.061
C_P	0.456	0.141			0.252

Le club-huppé

Existe-il-un pôle « influent » ?

- Les 7 codes de plus haut degré forment une clique.
- Les 10 codes de plus haut degré forment une clique privée d'une arête.
- Les 10 codes de plus haut degré sont également les dix codes les plus centraux pour l'intermédiarité et la proximité.

⇒ Nous sommes en présence d'un club-huppé.

Le club-huppé

Les dix codes à plus fort degré :		
Sigle	Nom abrégé	Degré
PEN	pénal	42
GCT	général des collectivités territoriales	40
SAP	santé publique	40
PPE	procédure pénale	39
CIV	civil	38
RUR	rural	37
COM	commerce	36
ENV	environnement	35
SSC	sécurité sociale	35
TRA	travail	35

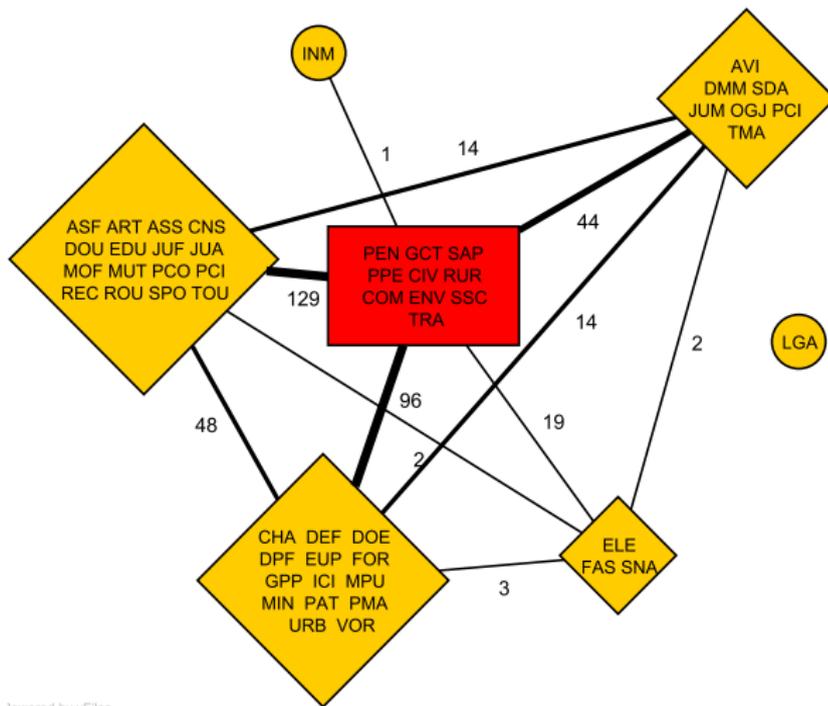
TABLE: Les dix codes formant le club-huppé classés par ordre décroissant de degré

A la recherche de communautés

- L'étude du graphe privé du club huppé nous permet de :
 - De regarder la structure du réseau en l'absence du groupe influent
 - De dédensifier le graphe
- Plusieurs algorithmes de détection de communautés ont été appliqués :
 - Partitionnement spectral
 - Optimisation gloutonne de la modularité
 - Marches aléatoires

A la recherche de communautés

- L'étude du graphe privé du club huppé nous permet de :
 - De regarder la structure du réseau en l'absence du groupe influent
 - De dédensifier le graphe
- Plusieurs algorithmes de détection de communautés ont été appliqués :
 - Partitionnement spectral
 - Optimisation gloutonne de la modularité
 - Marches aléatoires



powered by yFiles

A la recherche de communautés

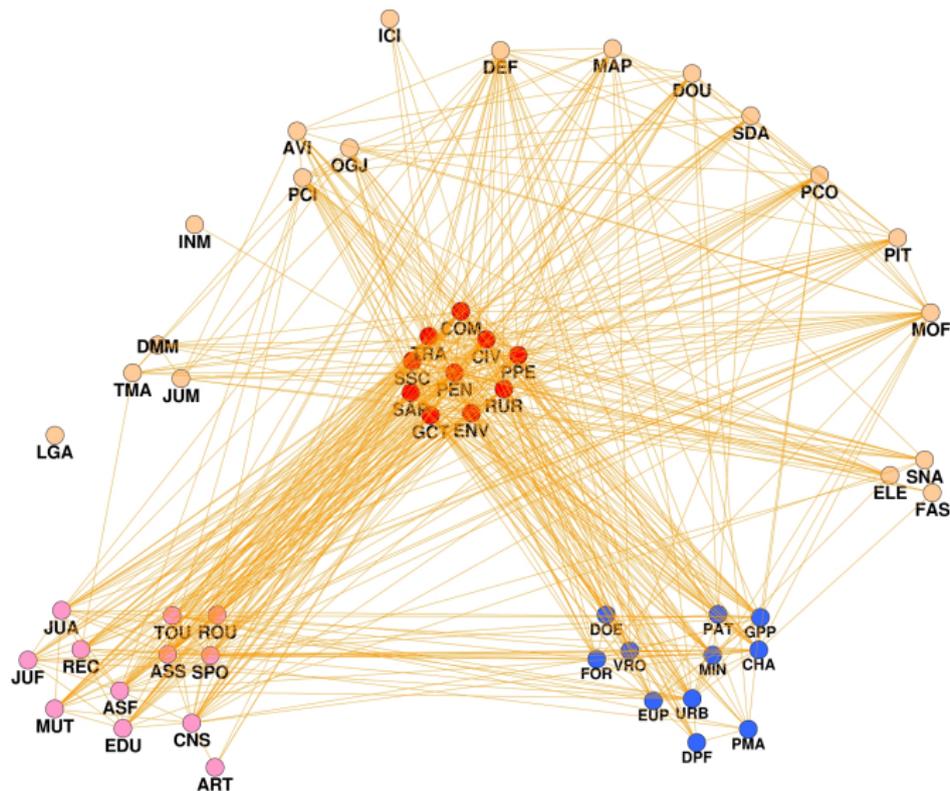
Un groupe stable à 11 éléments :

Sigle	Nom abrégé
CHA	construction et habitation
DOE	domaine de l'Etat
DPF	domaine public fluvial
EUP	expropriation, utilité publique
FOR	forestier
GPP	général de la propriété des pers. publ.
MIN	minier
PAT	patrimoine
PMA	ports maritimes
URB	urbanisme
VOR	voirie routière

Un groupe stable à 12 éléments :

Sigle	Nom abrégé
ASF	action sociale et famille
ART	artisanat
ASS	assurances
CNS	consommation
EDU	éducation
JUF	juridictions financières
JUA	justice administrative
MUT	mutualité
REC	recherche
ROU	route
SPO	sport
TOU	tourisme

Visualisation du réseau



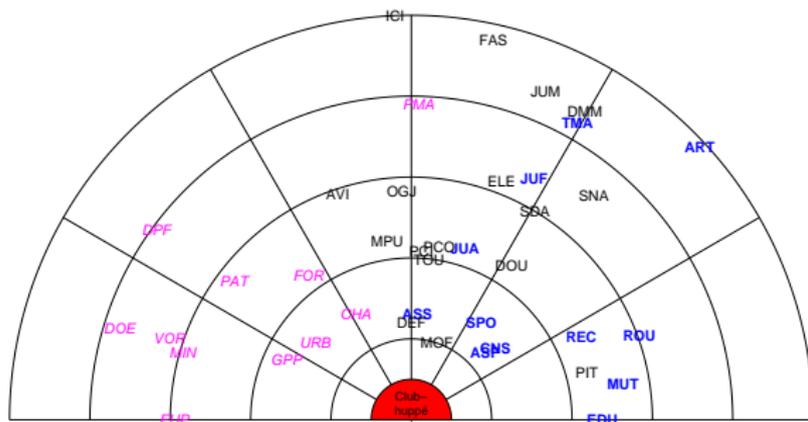
Représentation du graphe

- On munit l'ensemble des sommets du graphe d'une dissimilarité (euclidienne) : la semi-distance de Dice :

$$\delta^2(v, w) = \frac{|\Gamma_v \Delta \Gamma_w|}{|\Gamma_v| + |\Gamma_w|}$$

- On plonge les sommets dans un espace de grande dimension (\mathbb{R}^{39} dans notre cas)
- On diminue la dimension via une ACP.
- On représente les sommets sur un demi-disque.

Représentation en hémicycle



Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - **Interprétations**
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Interprétations

- Richesse du réseau des interrelations entre grands domaines du droit.
- Un groupe de dix codes structure le système juridique français parmi lesquels :
 - Le code pénal (contient les mesures relevant des infractions).
 - Le code civil (ancienneté et notoriété).
 - D'autres codes plus inattendus comme le code de l'environnement ou le code général des collectivités territoriales.
- Deux groupes stables se dessinent.

A la recherche de communautés

Un groupe stable à 11 éléments :

Sigle	Nom abrégé
CHA	construction et habitation
DOE	domaine de l'Etat
DPF	domaine public fluvial
EUP	expropriation, utilité publique
FOR	forestier
GPP	général de la propriété des pers. publ.
MIN	minier
PAT	patrimoine
PMA	ports maritimes
URB	urbanisme
VOR	voirie routière

Un groupe stable à 12 éléments :

Sigle	Nom abrégé
ASF	action sociale et famille
ART	artisanat
ASS	assurances
CNS	consommation
EDU	éducation
JUF	juridictions financières
JUA	justice administrative
MUT	mutualité
REC	recherche
ROU	route
SPO	sport
TOU	tourisme

A la recherche de communautés

Un groupe stable à 11 éléments :

Sigle	Nom abrégé
CHA	construction et habitation
DOE	domaine de l'Etat
DPF	domaine public fluvial
EUP	expropriation, utilité publique
FOR	forestier
GPP	général de la propriété des pers. publ.
MIN	minier
PAT	patrimoine
PMA	ports maritimes
URB	urbanisme
VOR	voirie routière

Un groupe stable à 12 éléments :

Sigle	Nom abrégé
ASF	action sociale et famille
ART	artisanat
ASS	assurances
CNS	consommation
EDU	éducation
JUF	juridictions financières
JUA	justice administrative
MUT	mutualité
REC	recherche
ROU	route
SPO	sport
TOU	tourisme

Codes des territoires et des ressources

A la recherche de communautés

Un groupe stable à 11 éléments :

Sigle	Nom abrégé
CHA	construction et habitation
DOE	domaine de l'Etat
DPF	domaine public fluvial
EUP	expropriation, utilité publique
FOR	forestier
GPP	général de la propriété des pers. publ.
MIN	minier
PAT	patrimoine
PMA	ports maritimes
URB	urbanisme
VOR	voirie routière

Codes des territoires et des ressources

Un groupe stable à 12 éléments :

Sigle	Nom abrégé
ASF	action sociale et famille
ART	artisanat
ASS	assurances
CNS	consommation
EDU	éducation
JUF	juridictions financières
JUA	justice administrative
MUT	mutualité
REC	recherche
ROU	route
SPO	sport
TOU	tourisme

Codes à caractères sociaux

Bibliographie

Boulet R., Mazzega P. and D. Bourcier (2011) *A Network Approach to the French System of Legal codes- Part I : Analysis of a Dense Network*. Accepted in Artificial Intelligence and Law (sous presse)

Mazzega P., Bourcier D., Boulet R. (2009), *The Network of French Legal Codes*, Twelfth International Conference on Artificial Intelligence and Law (ICAAIL 2009, Barcelone).

Mazzega P., Bourcier D., Boulet R. (2009), *Code Communities in the French Legal System*, Symposium on Courts and Mediations - New Paths for Justice. 18-19 June, 2009.

Bourcier D., Mazzega P., Boulet R., *Visualiser la Complexité du Droit*, Les technologies de l'information au service des droits : opportunité, défis, limites sous la coordination de Daniel Le Métayer, Bruylant,

Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Historique

- Le code de l'environnement est récent : années 2000
 - Création en septembre 2000
 - Ajout d'un livre consacré à l'Antartique en 2003
- Code « Patchwork »
 - Articles venant de plusieurs codes (rural, forestier ...)
 - Dispositions de provenances diverses (Droit interne, Droit communautaire, ...)

Parties législatives et règlementaires

- Partie législative

- Elle contient les textes législatifs issus du Parlement
- Valeur supérieure à la partie règlementaire dans la hiérarchie des normes.

- Partie règlementaire

- Elle contient les décrets et arrêtés
- Détails d'application de la loi

→ Nous considérons uniquement la partie Législative du code de l'environnement que nous notons CEL

Les sept Livres

- Livre I : Dispositions communes.
- Livre II : Milieux physiques.
- Livre III : Espaces naturels.
- Livre IV : Faune et flore.
- Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances.
- Livre VI : Dispositions applicables en NouvelleCalédonie, en Polynésie Française, à Wallis et Futuna, dans les terres australes et antarctiques françaises et à Mayotte.
- Livre VII : Protection de l'environnement en Antarctique.

Numérotation des articles

L

Partie
Législative

4

Livre IV

2

Titre II

5

Chapitre V

— 13

13e article
de ce chapitre

Définition du réseau

Article L211-3

En complément des règles générales mentionnées à l'article L. 211-2, des prescriptions nationales ou particulières à certaines parties du territoire sont fixées par décret en Conseil d'Etat afin d'assurer la protection des principes mentionnés à l'article L. 211-1.

[...]

induit une arête entre l'article L211-3 et L211-2 et une arête entre L211-3 et L211-1

Article L222-4

[...]

II. Le projet de plan est, après avis des commissions départementales compétentes en matière d'environnement, de risques sanitaires et technologiques concernés, soumis, pour avis, aux conseils municipaux et, lorsqu'ils existent, aux organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale intéressés. Il est ensuite soumis à enquête publique dans les conditions prévues au chapitre III du titre II du livre 1er.

[...]

induit une arête entre l'article L222-4 et le chapitre III du titre II du livre 1er.

Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - **Indices de structure**
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Sommets

Ce réseau comporte 1782 sommets répartis comme suit :

- 7 livres
- 31 titres
- 122 chapitres
- 201 sections
- 107 sous-sections
- 26 paragraphes
- 1288 articles

Mais : beaucoup de sommets isolés (606 sommets)

- Parties du code jamais citées (93 sommets)
- Articles *isolés* (513 sommets)

Article L429-2

Le droit de chasse sur les terres et sur les espaces couverts d'eau est administré par la commune, au nom et pour le compte des propriétaires.

Sommets

Ce réseau comporte 1782 sommets répartis comme suit :

- 7 livres
- 31 titres
- 122 chapitres
- 201 sections
- 107 sous-sections
- 26 paragraphes
- 1288 articles

Mais : beaucoup de sommets isolés (606 sommets)

- Parties du code jamais citées (93 sommets)
- Articles *isolés* (513 sommets)

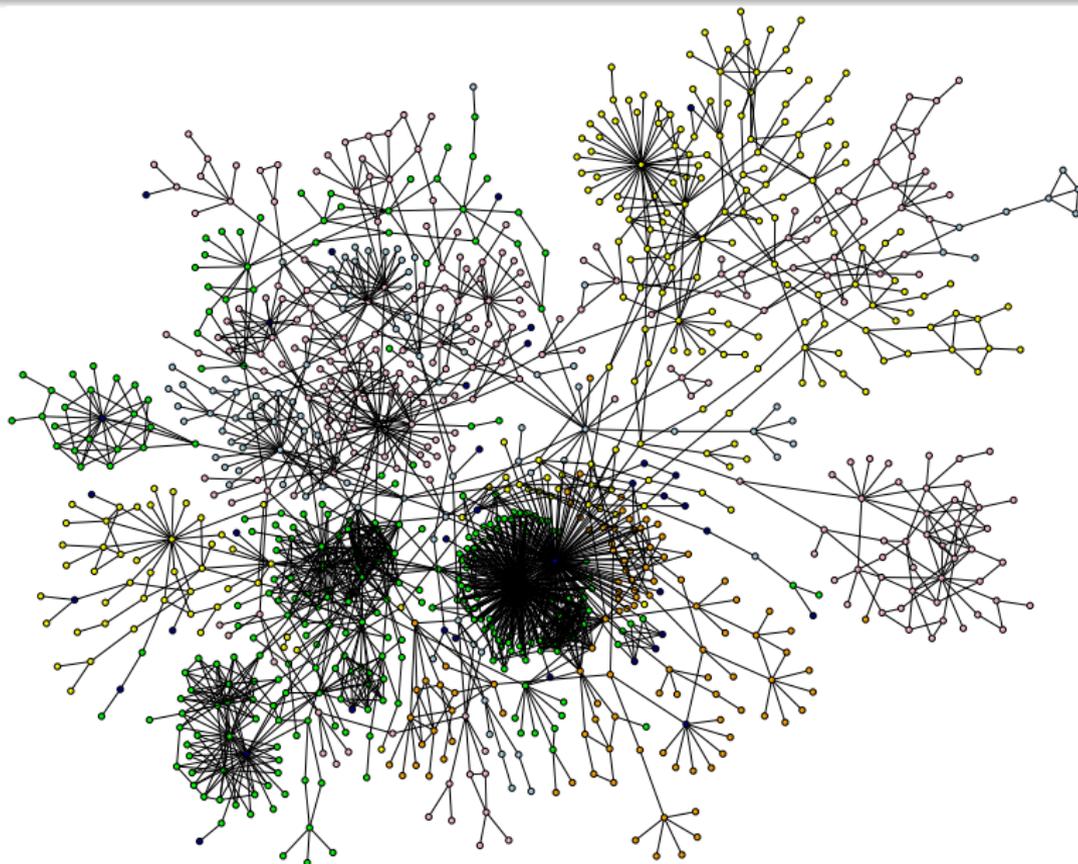
Article L429-2

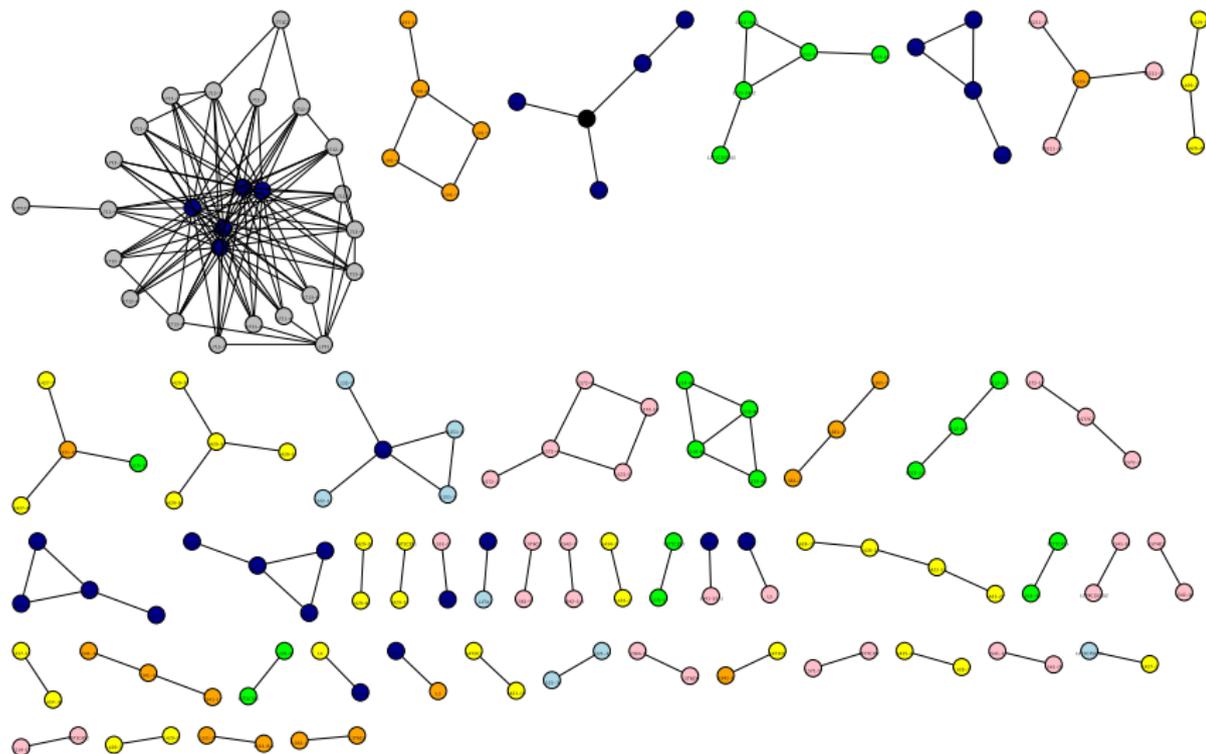
Le droit de chasse sur les terres et sur les espaces couverts d'eau est administré par la commune, au nom et pour le compte des propriétaires.

Composantes connexes

50 composantes connexes de taille :

- 980 (composante connexe géante),
- 40 (1 composante),
- 26 (1 composante),
- 5 (5 composantes),
- 4 (8 composantes),
- 3 (5 composantes),
- 2 (29 composantes)





Effet petit monde dans CEL

Graphe	n	m	densité	\bar{l}	L	C_1	C_2
CEL	980	2186	0.0046	6.86	6.78	0.49	0.13
Graphe aléatoire	980	2186	0.0046		4.61	0.0046	0.0046
Médiéval	615	4193	$2,22 \cdot 10^{-2}$	3,9	3,71	0,78	0,46
Firmes	291	1036	0.02	5.64		0.84	

Effet petit monde dans CEL

Graphe	n	m	densité	\bar{l}	L	C_1	C_2
CEL	980	2186	0.0046	6.86	6.78	0.49	0.13
Graphe aléatoire	980	2186	0.0046		4.61	0.0046	0.0046
Médiéval	615	4193	$2,22 \cdot 10^{-2}$	3,9	3,71	0,78	0,46
Firmes	291	1036	0.02	5.64		0.84	

- Connectivité globale resserrée

Effet petit monde dans CEL

Graphe	n	m	densité	\bar{l}	L	C_1	C_2
CEL	980	2186	0.0046	6.86	6.78	0.49	0.13
Graphe aléatoire	980	2186	0.0046		4.61	0.0046	0.0046
Médiéval	615	4193	$2,22 \cdot 10^{-2}$	3,9	3,71	0,78	0,46
Firmes	291	1036	0.02	5.64		0.84	

- Connectivité globale resserrée
- Connectivité locale forte

Effet petit monde dans CEL

Graphe	n	m	densité	\bar{l}	L	C_1	C_2
CEL	980	2186	0.0046	6.86	6.78	0.49	0.13
Graphe aléatoire	980	2186	0.0046		4.61	0.0046	0.0046
Médiéval	615	4193	$2,22 \cdot 10^{-2}$	3,9	3,71	0,78	0,46
Firmes	291	1036	0.02	5.64		0.84	

- Connectivité globale resserrée
- Connectivité locale forte

⇒ Effet petit monde très marqué

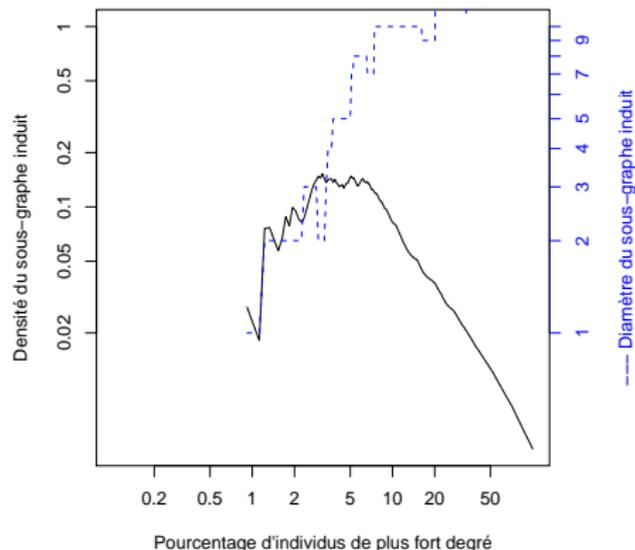
Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - **Articles centraux**
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Club-huppé ?

Pas de club-huppé !!!

Les huit sommets de plus fort degré ne partagent aucun liens.



Articles relais

- L640-1
- L141-1
- L424-3
- L413-4
- L218-44
- L142-2
- Livre V titre I
- L581-32

Articles relais

Article L640-1

- I. - Les articles L. 122-1 à L. 122-3, L. 141-1 à L. 142-3, L. 218-1 à L. 218-72, L. 229-1 à L. 229-4, L. 332-1 à L. 332-14, L. 332-16 à L. 332-27, L. 334-1 à L. 334-8, L. 411-1 à L. 411-4 et L. 412-1 à L. 415-5 sont applicables aux Terres australes et antarctiques françaises.*
- II. - Les pouvoirs dévolus au préfet par les dispositions mentionnées au I sont exercés par le représentant de l'Etat.*
- III. - Les dispositions relatives à la protection des monuments naturels et des sites sont énoncées par la loi n°56-1106 du 3 novembre 1956 ayant pour objet, dans les territoires relevant du ministère de la France d'outre-mer, la protection des sites et monuments de caractère historique, scientifique, artistique ou pittoresque, le classement des objets historiques, scientifiques ou ethnographiques et la réglementation des fouilles.*

Articles relais

Article L142-2

Les associations agréées mentionnées à l'article L. 141-2 peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts collectifs qu'elles ont pour objet de défendre et constituant une infraction aux dispositions législatives relatives à la protection de la nature et de l'environnement, à l'amélioration du cadre de vie, à la protection de l'eau, de l'air, des sols, des sites et paysages, à l'urbanisme, ou ayant pour objet la lutte contre les pollutions et les nuisances, la sûreté nucléaire et la radioprotection, ainsi qu'aux textes pris pour leur application.

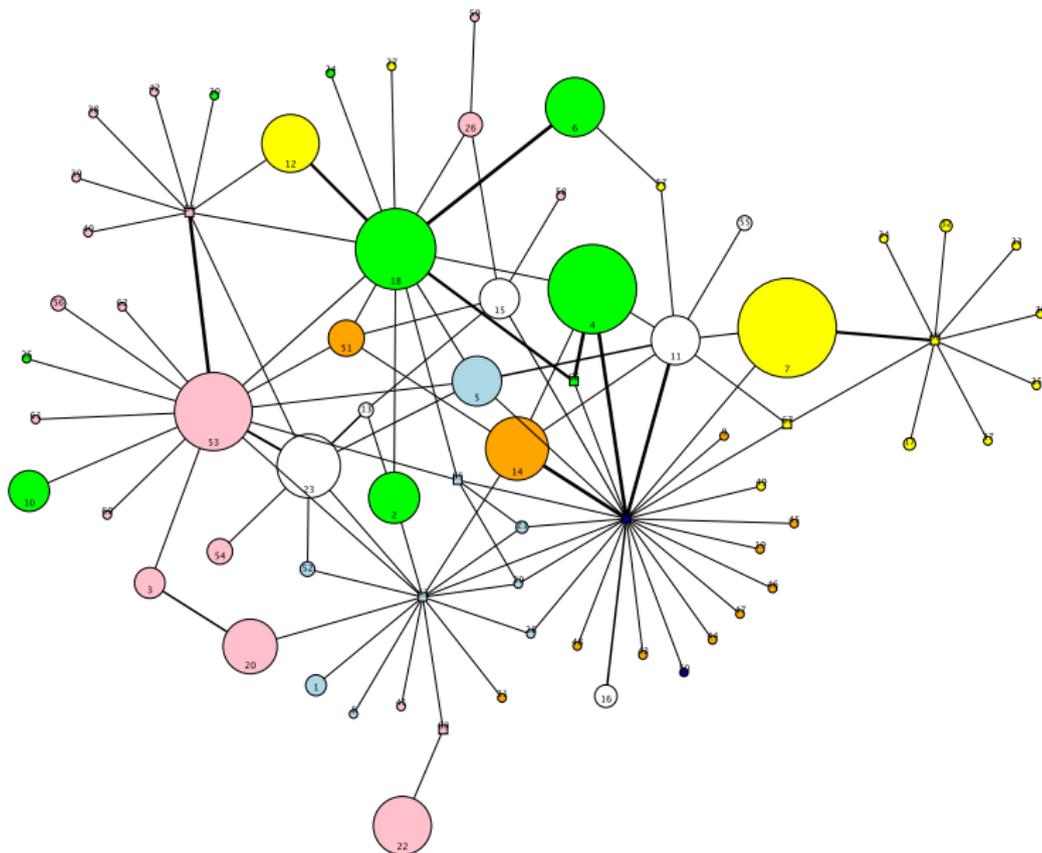
Ce droit est également reconnu, sous les mêmes conditions, aux associations régulièrement déclarées depuis au moins cinq ans à la date des faits et qui se proposent, par leurs statuts, la sauvegarde de tout ou partie des intérêts visés à l'article L. 211-1, en ce qui concerne les faits constituant une infraction aux dispositions relatives à l'eau, ou des intérêts visés à l'article L. 511-1, en ce qui concerne les faits constituant une infraction aux dispositions relatives aux installations classées.

Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - **Partitionnement**
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Méthode

- On enlève les sommets relais.
- On partitionne le graphe via un partitionnement spectral basé sur le laplacien normalisé
- Nous conservons le partitionnement possédant la plus forte modularité.
- Nous ajoutons les sommets relais dans la représentation finale.



Remarques sur le partitionnement

- Certaines communautés sont des sections entières du code
 - chapitre 1 du titre 3 du livre 1
Institutions intervenant dans le domaine de la protection de l'environnement
 - chapitre 1 du titre 8 du livre 5
Publicité, enseignes et préenseignes

Remarques sur le partitionnement

- Certaines communautés sont composées en majorité d'articles d'une section du code mais quelques articles d'autres sections y sont aussi présents.
 - Communauté contenant les articles du Chapitre 3 Titre I Livre II et les articles L652-1 et L652-8

Article L652-1 :

I. Les articles L. 213-8 à L. 213-9-3 et L. 213-11 à L. 213-11-16 ne sont pas applicables à Mayotte.

II. Dans le cas où il n'existe pas d'administrateurs des affaires maritimes, d'officiers de port, d'officiers de port adjoints, les pouvoirs qui leur sont dévolus par les dispositions du livre II sont exercés par le représentant de l'Etat ou par l'un de ses délégués.

III. Sont également applicables les dispositions du code de la santé publique mentionnées aux articles L. 211-11 et L. 214-14 du présent code, dans les conditions indiquées à l'article L. 1515-1 du code de la santé publique.

Remarques sur le partitionnement

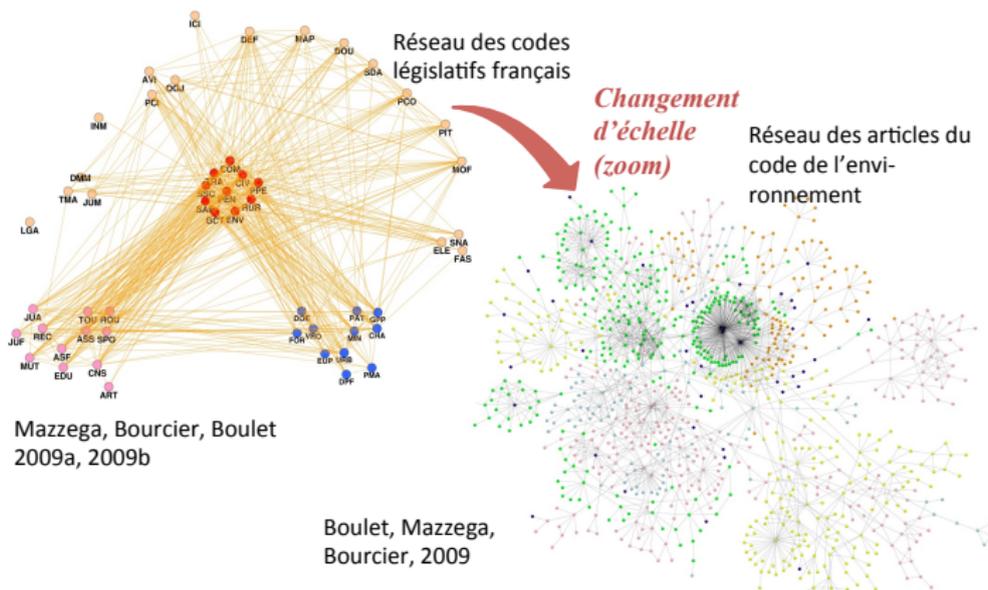
- Certaines communautés sont « mixtes » *i.e.* mélangent des articles provenant d'au moins deux sections différentes
 - sur les 22 articles de la communauté 15 :
 - 10 sont dans le chapitre II du titre II du livre I *évaluation environnementale*.
 - 9 sont dans le chapitre I du titre VII du livre V *Lutte contre le bruit*.

extrait de l'article L5716 :

La délivrance de l'autorisation visée au premier alinéa est subordonnée à la réalisation d'une étude d'impact dans les conditions fixées par les articles L. 122-1 à L. 122-3 et soumise à consultation du public dans des conditions fixées par décret.

- Cas du livre VI

Changement d'échelle et changement de structure



Bibliographie

Boulet R., Mazzega P., Bourcier D., *Réseaux normatifs relatifs à l'environnement : structures et changement d'échelles*. Dans "Politiques Publiques Systèmes Complexes", Editions Hermann, en cours d'édition (février 2012)

Boulet R., Mazzega P., Bourcier D. *Network Analysis of the French Environmental Code*, Artificial Intelligence approaches to the complexity of legal systems (AICOL 2009, Rotterdam)

Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Plan

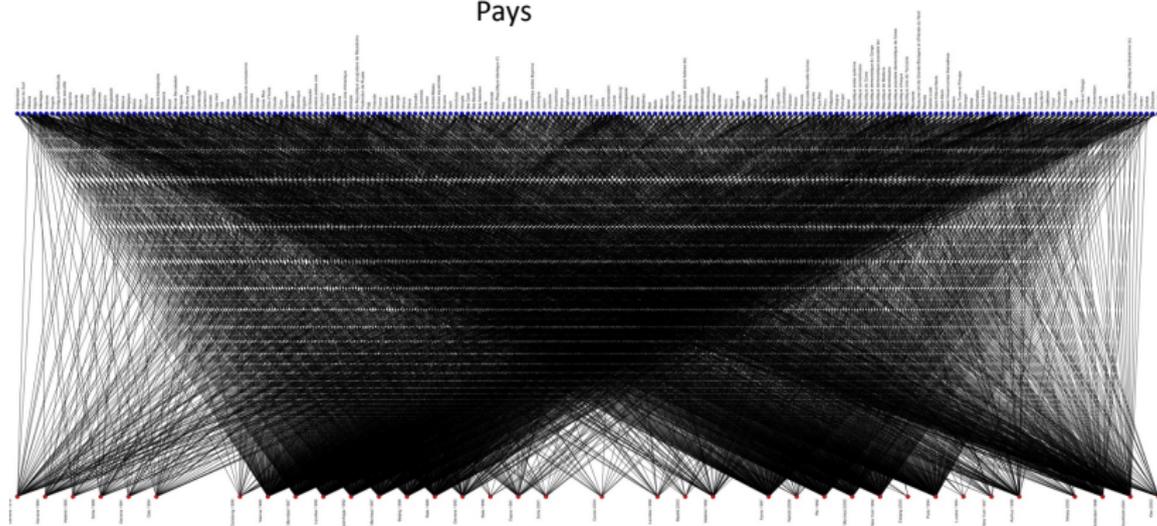
- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - Stratégies de signatures

Graphe Pays/Traités

16 Etats ont signé la Convention sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation.

192 Etats ont ratifié le protocole de Kyoto.

Pays



Traités

Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - **Réseaux entre Etats**
 - Stratégies de signatures

Définition du réseau

Construction du réseau :

- Les sommets sont les Etats
- Un lien entre deux Etats s'ils ont co-signé un même traité
⇒ cela donne un graphe complet ! Nécessité de pondérer pour avoir une « structure ».

Une première propriété structurale

bipartitionnement : Deux groupes, l'un à 158 pays et l'autre avec 38 pays :

Albanie	Federation de Russie	Pologne
Allemagne	Finlande	Portugal
Autriche	France	Republique de Moldova
Belarus	Grece	Republique tcheque
Belgique	Hongrie	Roumanie
Bulgarie	Italie	Royaume-Uni
Canada	Lettonie	Serbie
Chypre	Liechtenstein	Slovaquie
Communaute europeenne	Lituanie	Slovenie
Croatie	Luxembourg	Suede
Danemark	Montenegro	Suisse
Espagne	Norvege	Ukraine
Estonie	Pays-Bas	

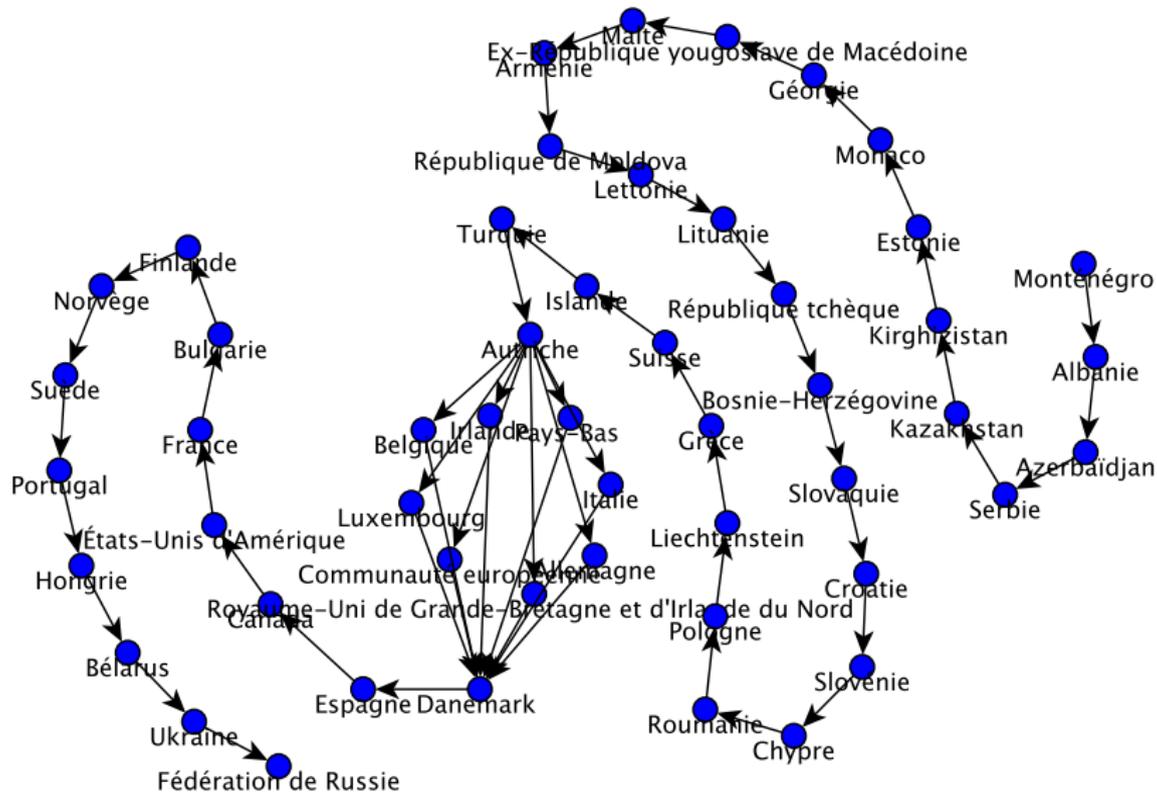
Plan

- 2 Le réseau des codes législatifs français
 - Introduction
 - Analyse du réseau
 - Interprétations
- 3 Le réseau des articles du Code de l'Environnement
 - Indices de structure
 - Articles centraux
 - Partitionnement
- 4 Le réseau des Etats liés par les traités internationaux
 - Réseau Pays/Traités
 - Réseaux entre Etats
 - **Stratégies de signatures**

Définition du réseau

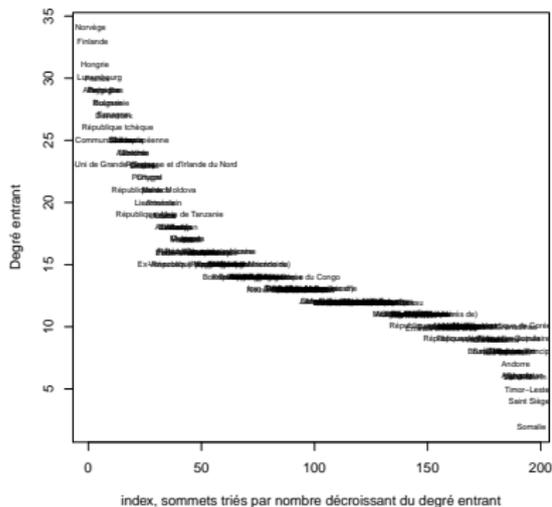
Construction du réseau :

- Les sommets sont les Etats
- Un lien orienté de A vers B si A a signé le traité juste après B (A suit B).

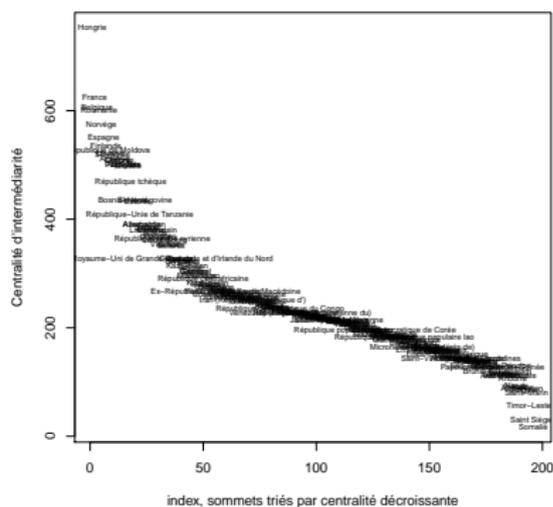


Centralités

Degrés entrants du graphe non-orienté



Centralités d'intermédierité du graphe orienté



- Rôle central de la Norvège, la France et la Hongrie
- Clique d'ordre 18 : Allemagne, Autriche, Belgique, UE, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Japon, Luxembourg, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède. A laquelle s'ajoute Etats-Unis, Canada, Japon, Nouvelle Zélande, Burkina Faso, et quelques autres états européens pour former une communauté *stable*.

Bibliographie

Boulet R., Mazzega P., Bourcier D., *Réseaux normatifs relatifs à l'environnement : structures et changement d'échelles*. Dans "Politiques Publiques Systèmes Complexes", Editions Hermann, en cours d'édition (février 2012)

Mazzega P., Boulet R., Libourel T. *Graphs for Ontology, Law and Policy*. In "Graph Theory", ISBN 979-953-307-303-2. (sous presse)

Plan

- 5 Analyse d'un réseau sémantique
 - Introduction
 - Indices structuraux sur graphes multiplexes
 - Multiplicité et communautés

Plan

- 5 Analyse d'un réseau sémantique
 - Introduction
 - Indices structuraux sur graphes multiplexes
 - Multiplicité et communautés

Contexte

- Analyse de thesaurus pour mieux les appréhender et les manipuler.
- Guider un utilisateur à mieux formuler une requête.
- Réseau avec différents types de liens.

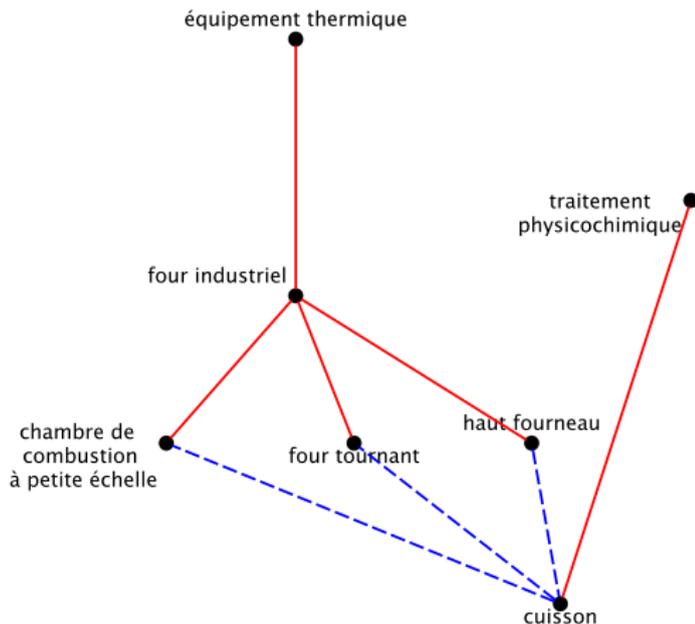
Les thésaurus

Référence en terme de langage

↳ Modélisés en réseaux sémantiques

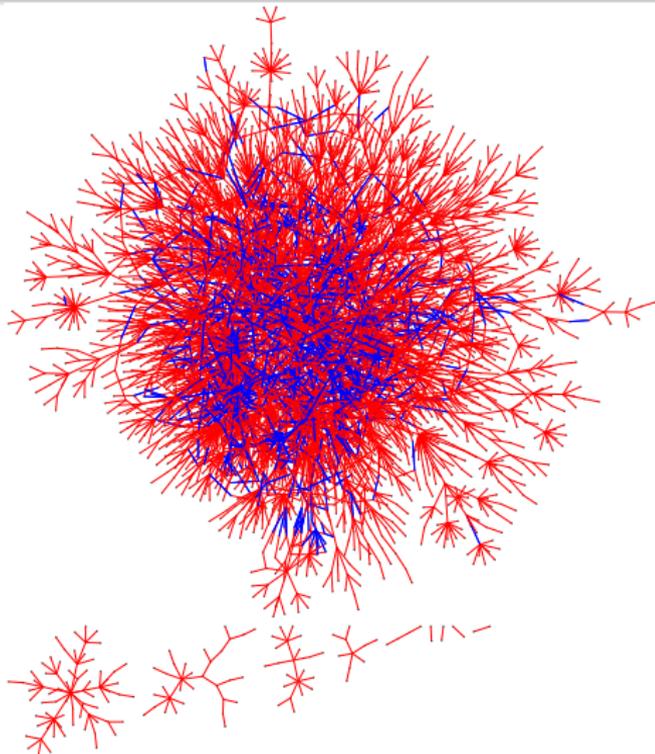
- noeuds : termes
- liens :
 - hiérarchiques (**narrower/broader**)
 - d'association (**related to**)

↳ Réseaux multiplexes



Le thésaurus GEMET

- Thésaurus Général sur l'Environnement Multilingue
- 5208 termes
- 5191 liens
narrower/broader
- 1043 liens related to



Démarche

Influence des liens **related to** dans la structuration du réseau.

- Introduction de nouveaux indices,
- Application à GEMET et comparaison avec l'aléatoire
- Comparaison avec un modèle aléatoire où les liens **related to** sont placés au hasard (probabilité uniforme).
- Notations
 - G_n : graphe des liens hiérarchiques
 - $G_n \cup E_r$: graphe total (liens hiérarchiques et associatifs)

Plan

- 5 Analyse d'un réseau sémantique
 - Introduction
 - Indices structuraux sur graphes multiplexes
 - Multiplicité et communautés

Multiplicité et connexité

Impact sur la connexité mesuré par :

- gain de connexité :

$$\frac{\text{croissance de la plus grande composante connexe}}{\text{croissance totale possible de la plus grande composante connexe}}$$

- évolution de la connexité :
 - par sommets
 - par arcs
 - algébrique

Application au thésaurus GEMET

Indice	GEMET	Aléatoire
gain de connexité	0.95	0.99
$v(G_n)$	1	1
$v(G_n \cup E_r)$	1	1
$e(G_n)$	1	1
$e(G_n \cup E_r)$	1	1
$\lambda_2(G_n)$	$7.739 \cdot 10^{-4}$	$7.739 \cdot 10^{-4}$
$\lambda_2(G_n \cup E_r)$	$9.315 \cdot 10^{-3}$	$3.07 \cdot 10^{-2}$

- Gain de connexité proche de l'aléatoire
- Présence d'une composante connexe géante
- Connexités par sommets et par arcs non pertinentes

Multiplicité et connectivité globale

La connectivité globale est un des aspects de l'effet petit-monde. Mesurée par :

- Moyenne des plus courts chemins
- Diamètre

Position des liens *related to* ?

→ Etude de la centralité d'intermédierité des liens *related to*.

Multiplexité et connectivité globale

La connectivité globale est un des aspects de l'effet petit-monde. Mesurée par :

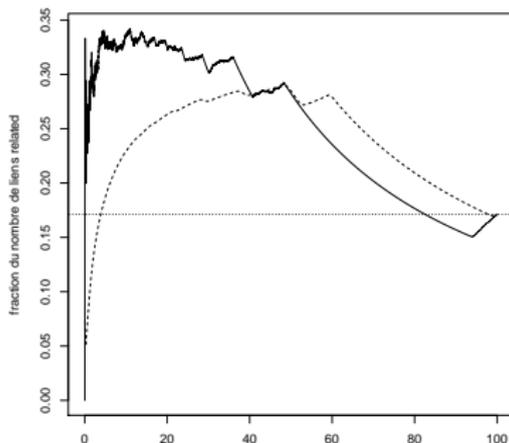
- Moyenne des plus courts chemins
- Diamètre

Position des liens **related to** ?

↔ Etude de la centralité d'intermédiation des liens **related to**.

Application au thésaurus GEMET

Indice	GEMET	Aléatoire
Moyenne des plus courts chemins de G_n	15.09	15.09
Moyenne des plus courts chemins de $G_n \cup E_r$	9.59	8.58
Diamètre de G_n	41	41
Diamètre de $G_n \cup E_r$	23	18.70



- Connectivité globale tendant vers celle de l'aléatoire
- Position *centrale* des liens related to

Multiplexité et connectivité locale

- Graphe simple : connectivité locale mesurée par la probabilité que deux sommets soient liés sachant qu'ils ont un voisin commun : $\frac{6 \times (\text{nb de triangles})}{\text{nb de triplets connexes}}$
- \leftrightarrow taux de transitivité
- graphe multiplexe : apport des liens **related to** dans ce taux de transitivité

Application au thésaurus GEMET

Dans GEMET : 38 triangles \triangle créés contre 2.3 pour le modèle aléatoire.

Ainsi

- Un resserrement de la connectivité globale
- Une augmentation du clustering

⇒ Transformation du réseau de liens hiérarchiques en réseau de petit-monde.

Plan

- 5 Analyse d'un réseau sémantique
 - Introduction
 - Indices structuraux sur graphes multiplexes
 - Multiplicité et communautés

Multiplicité et communautés

Question : les liens **related to** sont-ils plutôt des liens intra ou inter-communautés ?

Indice	GEMET	Aléatoire
nb liens related to intra-communauté	879	946
nb liens related to inter-communauté	164	97
nb liens narrower/broader intra-communauté	4635	4195
nb liens narrower/broader inter-communauté	416	856

TABLE: Répartition (intra-communauté ou inter-communauté) des différents types de liens lors d'un partitionnement du réseau.

Les liens **related to** sont en proportion plus présents entre les communautés que les liens **narrower/broader**.

Multiplicité et communautés

Question : les liens **related to** sont-ils plutôt des liens intra ou inter-communautés ?

Indice	GEMET	Aléatoire
nb liens related to intra-communauté	879	946
nb liens related to inter-communauté	164	97
nb liens narrower/broader intra-communauté	4635	4195
nb liens narrower/broader inter-communauté	416	856

TABLE: Répartition (intra-communauté ou inter-communauté) des différents types de liens lors d'un partitionnement du réseau.

Les liens **related to** sont en proportion plus présents entre les communautés que les liens **narrower/broader**.

Exemples de communautés

- "produit de nettoyage" "détergent" "savon" "agent tensio-actif"
"détergent synthétique"
- "législation agricole" "loi sur les engrais" "loi sur l'alimentation
des animaux d'élevage" "droit rural"
- "audiovisuel" "communication" "congrès" "service d'information"
"source d'information" "mass media" "presse écrite" "radio"
"télécommunication" "télévision" "discours" "industrie de la
communication" "moyen de communication" "présentation
audio-visuelle" "cahier de documentation" "programme radio"
"programme télévisé" "bourse d'informations"
- "biogéographie" "cartographie" "géodésie" "géographie"
"géomorphologie" "hydrographie" "orographie" "géographie
physique" "géographie politique" "géographie économique"

Plan

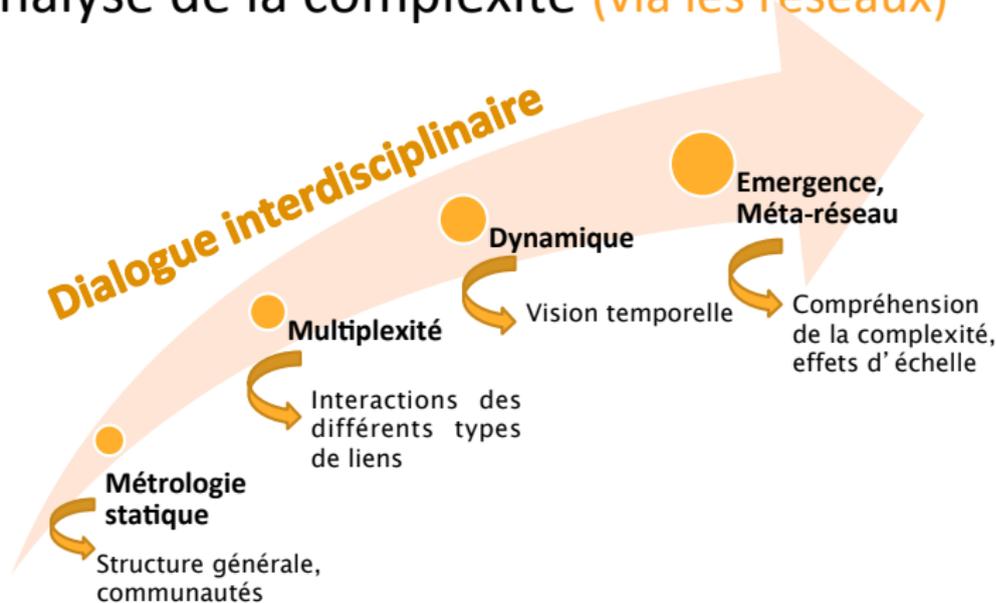
6 Conclusion

Synthèse

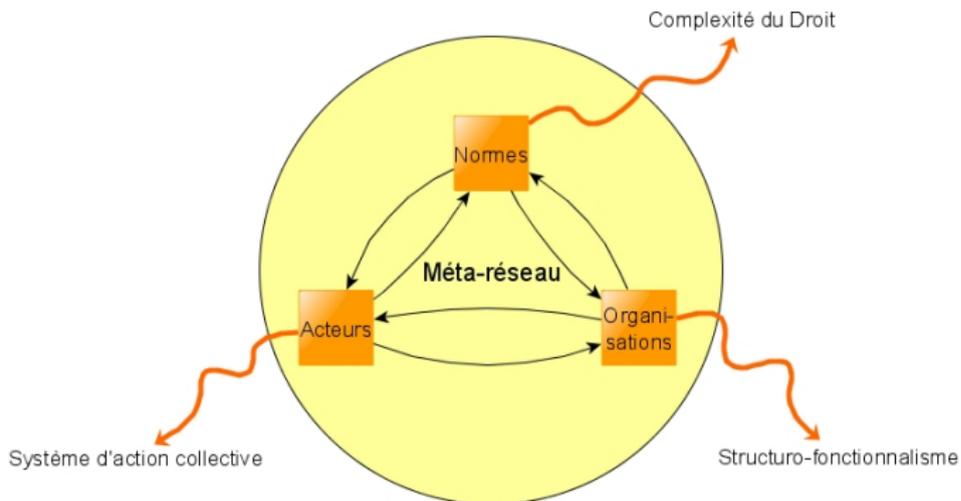
- Plusieurs systèmes modélisés et étudiés via les réseaux
 - réseau de dépendances à l'échelle des codes
 - réseau de dépendances à l'échelle des articles
 - réseaux liés aux signatures d'Etats aux traités internationaux.
- Collaborations interdisciplinaires
- Meilleure compréhension de ces systèmes complexes juridiques.

Perspectives

Analyse de la complexité (via les réseaux)



Perspectives



Merci de votre attention