

Rapport n°17-37
JUN 2021

Rapport final de recherche

LA VISUALISATION INTERACTIVE DE LA JURISPRUDENCE DE LA COUR DE CASSATION (VICO)

Outil : <http://visualex.org/>

Sous la direction de : Audilio Gonzalez-Aguilar, maître de conférences, Institut Méditerranéen des Sciences de l'Information et de la Communication (IMSIC), Université de Toulon, Aix-Marseille et Laboratoire Paragraphe EA 349 Université Paris 8.

Ont également contribué à ce rapport de recherche :

- Marc Clément, magistrat, président du Tribunal administratif de Lyon,
- Raphaël Volt, informaticien, docteur en Recherche Numérique à l'Université de Nottingham (Royaume-Uni)
- Stefan du Château, maître de conférences de l'Université de Toulouse 2.

Le présent document constitue le rapport scientifique d'une mission réalisée avec le soutien du GIP Mission de recherche Droit et Justice (convention 17.37). Son contenu n'engage que la responsabilité de ses auteurs. Toute reproduction, même partielle est subordonnée à l'accord de la Mission.

Sommaire

PREAMBULE	5
INTRODUCTION	7
1 LES FONDEMENTS ET CONCEPTS DE LA VISUALISATION	11
1.1 L'HISTOIRE DE LA VISUALISATION	11
1.1.1 <i>La lente maturation de la data visualisation du Moyen Âge au XVIII^e siècle.</i>	11
1.1.2 <i>La Data Visualisation : l'avènement d'une discipline à partir du XIX^e siècle</i>	19
1.2 LES DEFINITIONS ET CARACTERISTIQUES DE LA VISUALISATION	28
1.2.1 <i>Définitions de la visualisation</i>	30
1.2.2 <i>Les caractéristiques de la visualisation</i>	37
2 LA VISUALISATION DES DONNEES, DE L'INFORMATION ET DES CONNAISSANCES.....	41
2.1 LES ETAPES DU PROCESSUS DE LA VISUALISATION	43
2.1.1 <i>La cartographie</i>	43
2.1.2 <i>La sélection</i>	43
2.1.3 <i>La présentation</i>	43
2.1.4 <i>L'interactivité</i>	43
2.1.5 <i>Les facteurs humains</i>	44
2.1.6 <i>L'évaluation</i>	44
2.2 LES TYPES DE VISUALISATION.....	46
2.2.1 <i>La taxonomie selon les types des données, les tâches, les aptitudes et le contexte</i>	46
2.2.2 <i>Taxonomie selon les techniques de visualisation</i>	47
2.2.3 <i>Taxonomie de la visualisation selon le type des connaissances.</i>	48
3 LA VISUALISATION DES DONNEES DANS LE DROIT	52
3.1 L'HISTOIRE DE LA VISUALISATION DANS LE DROIT	52
3.1.1 <i>Les schémas d'Isidore de Séville</i>	53
3.1.2 <i>Les arbres consanguinitatis et affinitatis</i>	55
3.1.3 <i>Le Vidal Mayor</i>	57
3.1.4 <i>L'arbor Actionum</i>	58
3.1.5 <i>Le miroir des saxons (Sachsenspiegel)</i>	61
3.1.6 <i>Le Raimond Lulle « Ars brevis quae est de inventione iuris »</i>	63
3.1.7 <i>L'enseignement du droit par images : dans le "Corpus juris civilis" 1674</i>	66
3.1.8 <i>La preuve par images à la fin du Moyen Age</i>	67
3.1.9 <i>L'encyclopédie de tous les savoirs</i>	69
3.2 L'ETAT DE L'ART DE LA VISUALISATION DE DONNEES JURISPRUDENTIELLES.....	71
3.2.1 <i>La visualisation du droit en Europe</i>	72
3.2.2 <i>La visualisation du droit hors Europe</i>	77
4 LES FONDEMENTS THEORIQUES DE NOTRE RECHERCHE : DE LA COMPLEXITE DU DROIT A L'OPEN DATA LEGAL	89
4.1 LE DROIT COMME SYSTEME COMPLEXE	89
4.1.1 <i>Le document juridique</i>	91
4.1.2 <i>Le document en droit comme système complexe</i>	92
4.1.3 <i>La complexité de l'information jurisprudentielle</i>	93
4.1.4 <i>L'analyse linguistique de l'information jurisprudentielle</i>	94
4.2 L'OPEN DATA JURIDIQUE.....	94
4.2.1 <i>Les données ouvertes : définition et caractéristiques</i>	95
4.2.2 <i>L'approche historique du « Legal Open Data »</i>	96
4.3 LES BASES DES DONNEES JURIDIQUES	100
4.3.1 <i>Historique et évolution des bases des données juridiques</i>	100
4.3.2 <i>L'open data jurisprudentielle</i>	102
4.4 LES BASES JURISPRUDENTIELLES : CASS & INCCA.....	104
4.4.1 <i>La structure et contenu des bases CASS & INCCA</i>	106

5	LES FONDEMENTS METHODOLOGIQUES : L'ANALYSE DE RESEAUX (ARS) ET SON UTILISATION POUR LA VISUALISATION DU DROIT	111
5.1	L'ANALYSE DE RESEAUX (ARS)	111
5.1.1	<i>Graphes et matrices</i>	112
5.1.2	<i>L'histoire de la théorie des graphes</i>	115
5.1.3	<i>Représentation graphique des graphes</i>	115
5.1.4	<i>Calculs en analyse de réseaux sociaux</i>	118
5.2	L'ANALYSE DE RESEAUX (ARS) EN DROIT	121
5.2.1	<i>Les travaux sur la théorie des réseaux en droit</i>	122
5.2.2	<i>Tableau avec les principales publications sur analyse de réseaux et droit</i>	126
5.2.3	<i>La recherche sur la visualisation interactive de la Cour de Cassation</i>	133
6	RESULTATS ET LIVRABLES DE LA VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE DU SITE DE LA COUR DE CASSATION	137
6.1	LE PROCESSUS DE LA VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE	138
6.1.1	<i>Le traitement de données de la jurisprudence du site de la Cour de Cassation</i>	139
6.1.2	<i>La collecte et la méthodologie pour son traitement</i>	140
6.1.3	<i>La représentation visuelle de la jurisprudence par réseaux</i>	140
6.1.4	<i>La cartographie globale de la jurisprudence de la Cour de Cassation</i>	142
6.2	LA CARTOGRAPHIE GLOBALE DE LA JURISPRUDENCE DE LA COUR DE CASSATION	146
6.3	LA VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE DES BASES CASS	154
	CONCLUSIONS	160
	BIBLIOGRAPHIE	164
	ANNEXES	170
A.	GUIDE D'UTILISATION DU SITE VISUALEX.ORG	170
B.	PUBLICATIONS	173
C.	CONFERENCES	173

Préambule

Le besoin de dépasser l'écrit nous amène à la visualisation comme une forme de déploiement du texte juridique. La visualisation Interactive de la jurisprudence de la COur de Cassation (VICO) cherche à faire une représentation visuelle interactive de la jurisprudence de la base CASS (<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/cass/>). Il a comme point de départ la notion fonctionnelle du document. Dans cette approche le document a d'une part, une fonction de communication, et d'autre part, une fonction de mémoire.

La jurisprudence est une trace du passé et une composante de la mémoire, qui désigne à la fois d'une part, les connaissances juridiques concernant un individu particulier dans les litiges, et d'autre part les catégories juridiques traitées dans chaque arrêt, ce qui relève d'un collectif, d'une institution : le savoir juridique assuré par la jurisprudence de la Cour de Cassation. La jurisprudence a le pouvoir de renvoyer au passé grâce aux relations qu'elle entretient avec le contexte juridique donné par le réseau sémantique des métadonnées qui constitue la base de la visualisation de la jurisprudence.

« L'une des caractéristiques communes des documents juridiques est la prépondérance absolue du texte et de la langue de leur domaine spécifique, dont la complexité peut conduire à l'impénétrabilité pour ceux qui ne possèdent aucune expertise juridique. Dans certaines expériences, la communication visuelle a été introduite dans les documents juridiques pour rendre leur signification plus claire et plus intelligible, tandis que des visualisations ont également été générées automatiquement à partir de données juridiques sémantiquement enrichies. » (Rossi & Palmirani, 2018).

La jurisprudence est une trace du passé et une composante de la mémoire, qui désigne à la fois d'une part, les connaissances juridiques concernant un individu particulier dans les litiges, et d'autre part les catégories juridiques traitées dans chaque arrêt, ce qui relève d'un collectif, d'une institution : le savoir juridique assuré par la jurisprudence de la Cour de Cassation. La jurisprudence a le pouvoir de renvoyer au passé grâce aux relations qu'elle entretient avec le contexte juridique donné par le réseau sémantique des métadonnées qui constitue la base de la visualisation de la jurisprudence.

Stephen Few nous dit : *“Nous sommes submergés par l'information, non pas parce qu'il y en a trop, mais parce que nous n'avons pas appris à l'appivoiser. Les informations stagnent dans les pools en expansion rapide à mesure que notre capacité à les collecter et à les stocker augmente, mais notre capacité à les comprendre et à les communiquer reste inerte, en grande partie sans préavis. Les ordinateurs accélèrent le processus de traitement de l'information, mais ils ne nous disent pas ce que signifie l'information ni comment communiquer sa signification aux décideurs. Ces compétences ne sont pas intuitives ; ils s'appuient largement sur des compétences d'analyse et de présentation qui doivent être acquises.”* (Few, 2019)

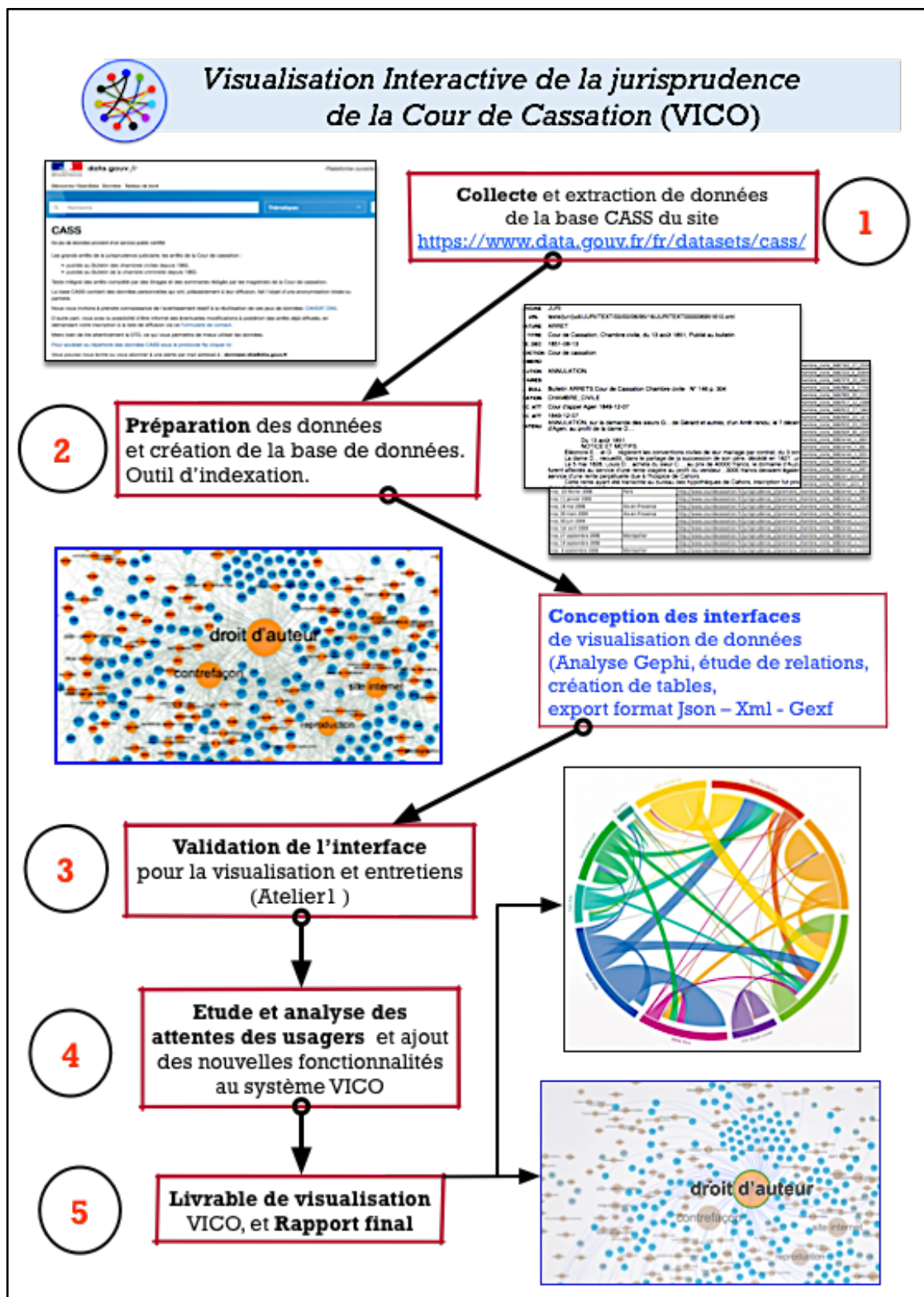


Figure 1. Projet VICO – Visualisation de la jurisprudence Cour de Cassation. (Gonzalez, 2019)

Introduction

« Le texte juridique doit rester une matrice de prises de décision. La dynamique de la jurisprudence doit être assurée aussi par la visualisation de l'information juridique »

Rossi & Palmirani

La visualisation Interactive de la jurisprudence de la COur de Cassation (VICO) est un outil de recherche juridique interactif basé sur la visualisation qui permet aux utilisateurs de naviguer facilement dans les réseaux de citations sémantiques de la jurisprudence et d'étudier comment les jurisprudences sont interdépendantes. Nous avons utilisé les 150.000 jurisprudences présentes dans les fichiers open data (en format XML) du site de la Cour de Cassation. Le projet est soutenu par la « Mission de Recherche Droit et Justice » (<http://www.gip-recherche-justice.fr/>). Pour quantifier la complexité du corpus judiciaire par le biais d'une analyse de réseau dans le domaine de la Cour de cassation, nous avons utilisé 11.850 jurisprudences présentes dans les tableaux du site de la Cour.

La Visualisation Interactive de la jurisprudence de la Cour de Cassation (VICO) consiste à faire une représentation visuelle interactive des tables de jurisprudence présentes sur le site de la Cour de Cassation (<https://www.courdecassation.fr/>). La visualisation est un outil de premier plan dans cette tâche, qui nécessite de pouvoir considérer l'ensemble des données juridiques traitées pour mettre en évidence des structures, des objets particuliers et des zones d'intérêt. La visualisation doit bien entendu être adaptée à la tâche du juriste.

Le modèle de VICO comme système d'information juridique, repose sur le concept de recherche informationnelle juridique contextuelle, d'analyse et de visualisation d'informations. L'objectif final du projet consiste à faire une recherche thématique par représentation visuelle interactive de la jurisprudence présente sur le site de la Cour de Cassation accessible sur une interface visuelle et interactive. Les documents présents dans la base CASS open data sont multi types, multi sources et multi relations, ce qui représente une source importante de complexité juridique. Cette modalité de recherche permet l'association thématique, la navigation interactive dans les documents à travers de multiples vues topologiques, topographiques et temporelle. Le moteur permet d'accéder à une structure visuelle de thèmes juridiques (approche globale) et de mots-clés qui montrent visuellement les jugements de la cour (approche spécifique) en établissant des liens entre les jurisprudences. Il donne accès au texte intégral de chaque décision et fournit à l'utilisateur une réponse claire et synthétique à un problème juridique initialement complexe en adoptant une approche holistique.

L'objectif est qu'un utilisateur puisse identifier grâce à une exploration visuelle des objets d'intérêt. Les données de la jurisprudence doivent donc être présentées de la façon la plus neutre, fidèle et complète possible, et le mode de visualisation utilisé doit idéalement

laisser un vaste contrôle à l'utilisateur pour adapter et affiner les paramètres de la visualisation de façon à mettre en valeur au fur et à mesure du processus de visualisation les résultats obtenus.

Notre travail propose une application de la méthode des réseaux sociaux au domaine juridique. Le changement de paradigme dans les techniques de traitement des données qui déplace les techniques de visualisation du tableau de chiffres vers le graphe nœuds-lien est aussi le témoin d'une transformation des manières de construire les connaissances, en renvoyant aux aspects d'ingénierie documentaire, autant qu'aux aspects sémantiques et sémiotiques de la communication » (Bourcier, Mazzega & Boulet 2010).

L'approche par analyse de réseaux sociaux (ARS) constitue pour nous le pendant de l'approche théorique par systèmes juridiques complexes. Plusieurs auteurs ont déjà identifié les propriétés structurelles du réseau du code juridique français. Dans les études que nous verrons plus loin, le corpus jurisprudentiel est traité comme un réseau de décisions, démontrant ainsi l'efficacité de l'analyse des réseaux dans le domaine juridique. Des informaticiens et des juristes et d'autres experts ont utilisé des méthodes d'analyse des citations des décisions de justice pour construire des réseaux de citations jurisprudentielles, ainsi que pour modéliser et quantifier davantage la complexité du corpus législatif (Katzand, Bommarito, 2014), mais dans ce type de modèles, la structure hiérarchique du système normatif est absente. Boulet et al. (2011) ont proposé une analyse du code en tant que système structuré, mettant en évidence un nouveau type de réseau caractérisé par une forte centralisation et une forte densité appelé "monde concentré" dans une "représentation dans un hémicycle".

Dans chaque niveau d'analyse, il existe cinq types d'analyse possibles : l'analyse statistique/profilage, l'analyse temporelle, l'analyse thématique et l'analyse de réseaux. Chacun de ces types d'analyse cherche à répondre à un type de questions spécifiques. Par exemple, les analyses temporelles aident à répondre aux questions QUAND, tandis que les analyses géospatiales répondent aux questions OÙ. Dans le réseau VICO et VisualLex nous avons essayé de répondre à la question : quelle sont les thèmes traités dans la jurisprudence et quels sont leurs mots-clés associés ?

Les visualisations peuvent être regroupées en fonction des besoins des utilisateurs, des types de tâches des utilisateurs ou des données visualisées. Elles peuvent également être regroupées en fonction des techniques d'exploration de données utilisées. Les techniques de visualisation prennent en compte l'interactivité ainsi que le type de déploiement, par exemple, si les visualisations sont imprimées sur papier, animées ou présentées sur des écrans interactifs.

Nous avons choisi de nommer ce projet VICO en hommage au philosophe et juriste italien Giambattista Vico¹ considéré comme le précurseur de la pensée complexe et de

¹ Vico G. (2001 [1744]), *L'Esprit de la Cité*. Traduit et présenté par Alain Pons, Paris : Fayard.

l'épistémologie constructiviste applicable à l'analyse des réseaux, qui correspond à la méthodologie et à la recherche de notre projet. L'analyse des réseaux a permis de mettre en évidence un certain nombre de résultats qui apparaissent sur les relations qui se nouent entre décisions de justice et domaine du droit. Elle offre l'opportunité de décrire les réseaux structurés autour de cas de jurisprudence, de sujets qui occasionnent le plus de litiges et la manière dont la Cour de Cassation rend des décisions sur ces derniers.

La visualisation est fondée sur la capacité naturelle de l'être-humain à voir des contenus et à catégoriser des scènes naturelles : il lui est en effet possible d'analyser 250 mégapixels et de prendre une décision à partir d'une image qui n'a jamais été vue (Fabre-Thorpe *et al.*, 2001) (Vanrullen, Thorpe, 2001). Cette phase est très courte, cependant la visualisation provoque cette réaction directe vers les neurones, due au fait que chaque neurone émet plusieurs impulsions au sein de ces simples actions (Thorpe, 2004). Nous sommes capables d'assimiler presque instantanément, et ce sans effort, une grande quantité de données, d'informations et de connaissances graphiques. Par exemple, utiliser une carte pour déterminer un trajet illustre cette pratique. L'œil perçoit au sein même de ce contexte la position relative immédiate des villes sur la carte, mais aussi la possibilité qu'une décision puisse être prise.

La visualisation de l'information a toujours été présente dans la société, que ce soit sous forme plus complexe, ou non, mais visant toujours à transmettre de l'information et de la connaissance de façon rapide et facile. Après tout, nous disons communément qu'une image vaut mille mots, puisque l'image est synonyme de compréhension immédiate dans le sens commun, particularité qui paraît correspondre à un trait ontologique de l'image. La visualisation de données, de l'information et de la connaissance, c'est la représentation par le biais d'images, de graphiques ou de cartographies, dans lesquels le focus central est la simplification de contenus pour la compréhension de l'idée générale, facilitant ainsi sa perception.

De nombreux domaines d'activité sont impactés par la visualisation, dans le cadre notamment de l'informatique décisionnelle, car les visualisations de données (qui manqueraient d'intelligibilité à première vue) assurent un gain de productivité en rendant celles-ci intelligibles, et donc utiles à la prise de décision. De plus, elle utilise les moyens du numérique pour améliorer notre compréhension, notamment par l'aspect interactif, celui-ci permettant d'élargir le champ d'exploration et d'interprétation des données, contrairement aux visualisations dites "statiques". L'analyse textuelle peut en effet s'appuyer sur les outils numériques qui offrent de nouvelles méthodes exploratoires.

Saussure et Derrida pensaient que le texte contenait même des images mentales de mots (Ratnapala, 2013). Il existe une forme de connaissance qui peut être découverte à partir des données visuelles : le tissage des métadonnées sémantiques contenues dans le document numérique. Une telle organisation génère un « infomapping » de schémas de réseaux sémantiques des métadonnées contenues dans le texte jurisprudentiel. A l'ère des humanités numériques, la visualisation des données jurisprudentielles nous apparaît comme essentiellement procédurale sous la forme de réseaux sémantiques à décrypter.

L'importance du monde visuel et son impact sur le droit est questionné en ces termes :

« Nous vivons dans une culture de plus en plus visuelle et nous sommes exposés à des quantités croissantes d'images, d'images, d'icônes, de graphiques, de figures, de graphiques, d'échelles, de tableaux, de diagrammes, de cartes, de croquis, de plans et de graphiques colorés et animés. [...] À mesure que de nouveaux outils électroniques favorisent le graphisme, les nouvelles énergies seront-elles axées sur la compréhension et la création par des moyens visuels ? Une culture de plus en plus visuelle attirera-t-elle davantage l'attention sur le visuel et en enseignera-t-elle tout comme la culture imprimée a reconnu que la lecture et l'écriture de texte étaient des compétences fondamentales qui devraient occuper des postes fondamentaux dans le programme ? Les nouveaux médias peuvent-ils réduire le fossé entre « lecture visuelle » et « écriture visuelle », entre la consommation visuelle et la création visuelle, de la même manière que l'impression a réduit le fossé entre la lecture textuelle et l'écriture ? Est-il probable que les nouvelles technologies puissent avoir un nouvel équilibre entre le consommateur visuel et le créateur visuel ? » (Katz² 1995).

Notre travail est organisé comme suit. La partie 1 passe brièvement en revue l'aspect théorique de la visualisation du droit ainsi que son historique. Dans la partie 2, nous présentons l'info-visualisation en tant qu'approche et processus. Puis dans la partie 3 nous donnons un bref aperçu de l'état de l'art de cette nouvelle discipline appliquée aux données jurisprudentielles. Dans la section 4, nous présentons les fondements théoriques de la visualisation et dans la partie suivante 5 les fondements méthodologiques, soit les principes d'analyse de réseaux pour la visualisation interactive de la jurisprudence du site de la Cour de Cassation et de la base de jurisprudence open data CASS. Dans la dernière partie 6 nous présentons l'ensemble de nos résultats et livrables.

² Cité par Katz, D. M. and Bommarito II, M. J. "Measuring the complexity of the law: the united states code," *Artificial Intelligence and Law*, vol. 22, no. 4, p. 337–374, 2014.

1 Les fondements et concepts de la visualisation

La visualisation entendue comme « *la représentation graphique de l'information quantitative* » a des racines profondes. Ces racines s'étendent aux histoires de la cartographie thématique, des graphiques statistiques et de la visualisation des données, qui sont liées les unes aux autres. Elles sont également liées à l'essor de la pensée statistique tout au long du XIXe siècle et à l'évolution de la technologie au XXe siècle. Depuis la surface, on peut voir le fruit actuel ; il faut regarder en dessous pour voir son origine et sa germination. Il y a certainement eu beaucoup de choses nouvelles dans le monde de la visualisation ; mais à moins de connaître son histoire, tout peut sembler nouveau. » (Friendly, 2001).

Dans notre approche, nous aborderons en premier lieu l'histoire de la visualisation (1.1) et en second lieu, les définitions et caractéristiques de la visualisation (1.2)

1.1 L'histoire de la visualisation

Les racines des représentations mentales remontent à la préhistoire, en témoignent les premières images rupestres. Dès l'Antiquité, les Grecs élaborent des méthodes de mnémotechnique et Aristote conclut que « *l'âme ne pense jamais sans une image mentale* »³. Au Moyen-Âge, l'image comme "substitut du langage" se retrouve inscrite dans les vitraux et dans les manuscrits et constitue sous diverses formes un outil de mémorisation et de visualisation des connaissances.

La visualisation de données en tant que discipline s'est développée dans le domaine des statistiques dès le dix-huitième siècle grâce aux travaux sur les représentations graphiques de l'écossais William Playfair appuyé par des mathématiciens Bayes et Laplace. Un long processus de maturation au cours des vingtième et vingt-et-unième siècle lui donneront un nouvel essor, grâce à l'apparition puis la généralisation des traitements informatiques.

1.1.1 La lente maturation de la data visualisation du Moyen Âge au XVIII^e siècle.

En 1295 – l'Arbre des sciences de Raymond Lulle (FR) aussi appelé "Arbre des vices et des vertus", préfigure les arbres de la connaissance.

³ Aristote, De l'âme • 432 a, 17 : «... l'âme ne pense jamais sans une image mentale » ;

• 431 b, 2 : «... la faculté pensante pense ses formes en images mentales » ;

• 432 a, 9 : « Personne ne pourrait jamais apprendre ou comprendre quoi que ce soit sans la faculté perceptive ; même quand on pense spéculativement, on doit avoir une image mentale avec laquelle penser. »

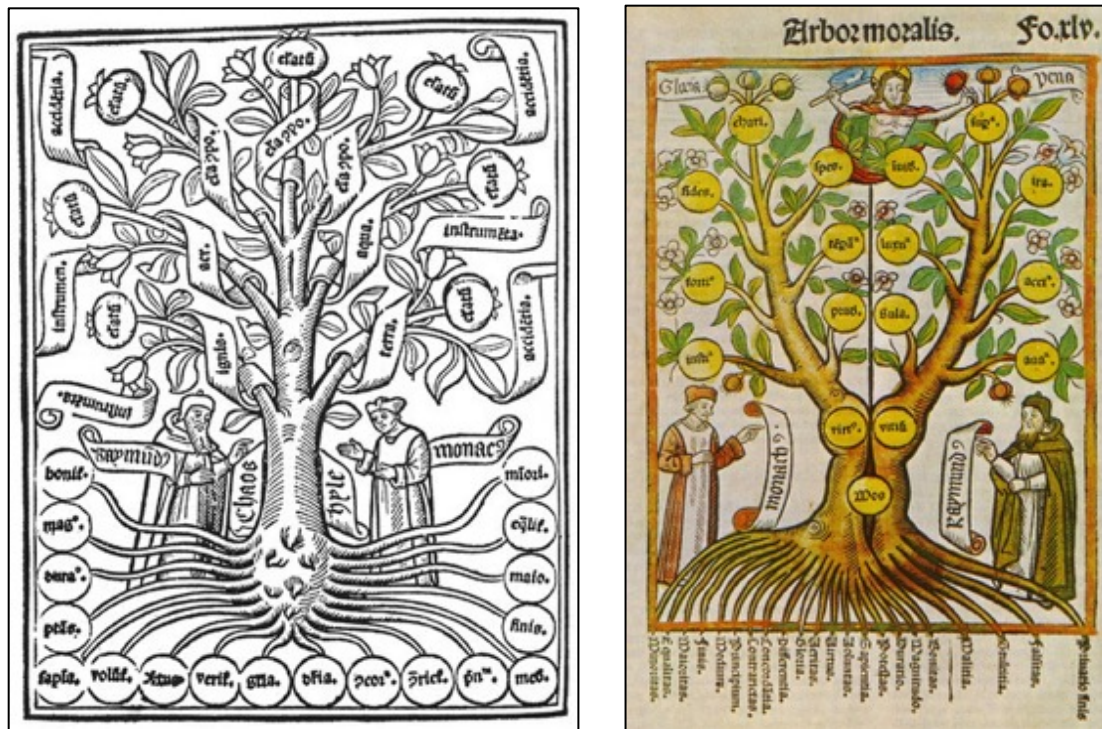


Figure 2. Arbres de la science. Raymond Lull. 1350. License CO 1.0 - Domaine Public

En 1370 - Nicolas Oresme (Né en 1323 en Allemagne et décédé le 11 juillet 1382 à Lisieux, France) représente sous la forme graphique le rapport entre deux variables et préfigure les premiers graphiques en barres.



Figure 3. "Tractatus de latitudinibus formarum" de Nicole Oresmes. License CO 1.0 - Domaine Public

Il est un des premiers à concevoir le principe et l'utilité des coordonnées cartésiennes pour la représentation graphique de phénomènes quantitatifs.

En 1612 - Christoph Scheiner, prêtre et astronome allemand, observe les taches solaires (qu'il assimilait à des grappes de petites planètes en orbite).

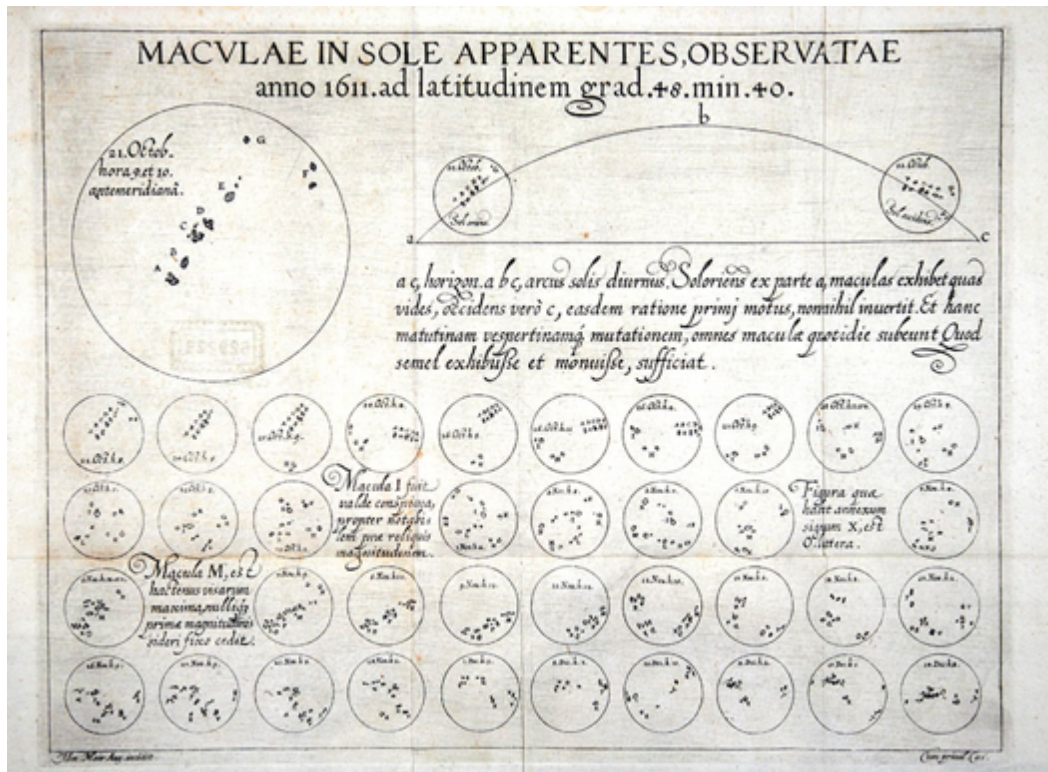


Figure 4. Scheiner. Taches solaires. License C0 1.0 - Domaine Public

En 1765 - le britannique Joseph Priestley signe une première ligne du temps. Il en élaborera des dizaines tout au long de ses travaux de nature historique.

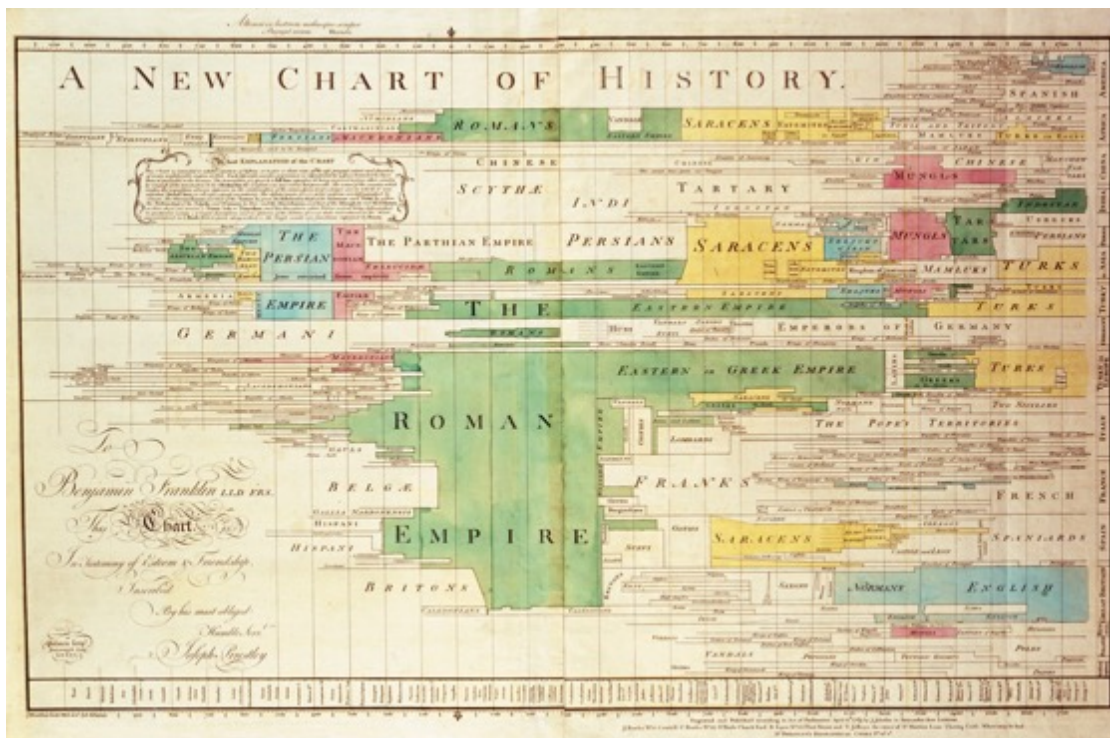


Figure 5. Joseph Priestley réalise la première ligne du temps. License C0 1.0 - Domaine Public

En 1782 - le mathématicien français Charles de Fourcroy analyse la superficie de 200 villes.

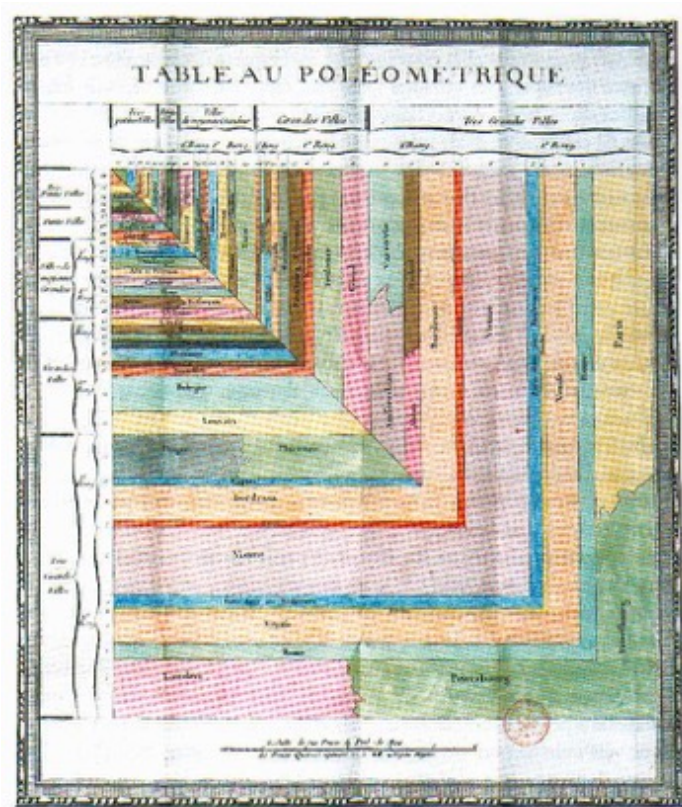


Figure 6. Charles de Fourcroy analyse la superficie de 200 villes. License C0 1.0 - Domaine Public

En 1786 - William Playfair, ingénieur et économiste écossais, invente trois types de conceptions graphiques : la série statistique sous forme de courbes, le graphique à barres et le graphique à secteurs.

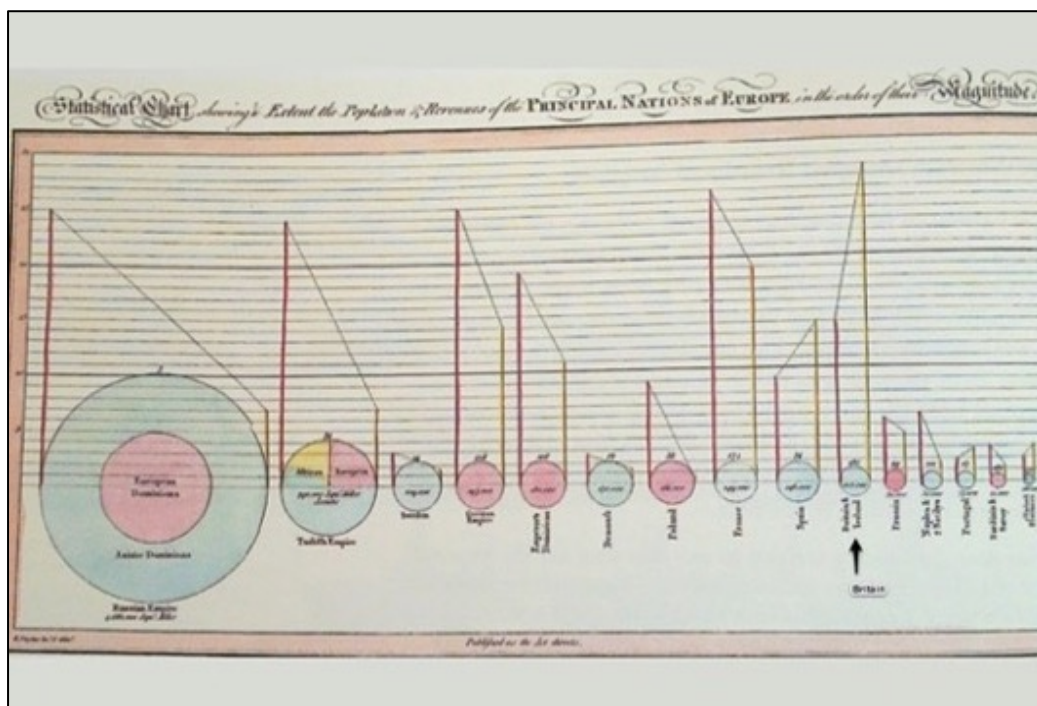


Figure 7. William Playfair. Graphique à barres et le graphique à secteurs. License C0 1.0 - Domaine Public

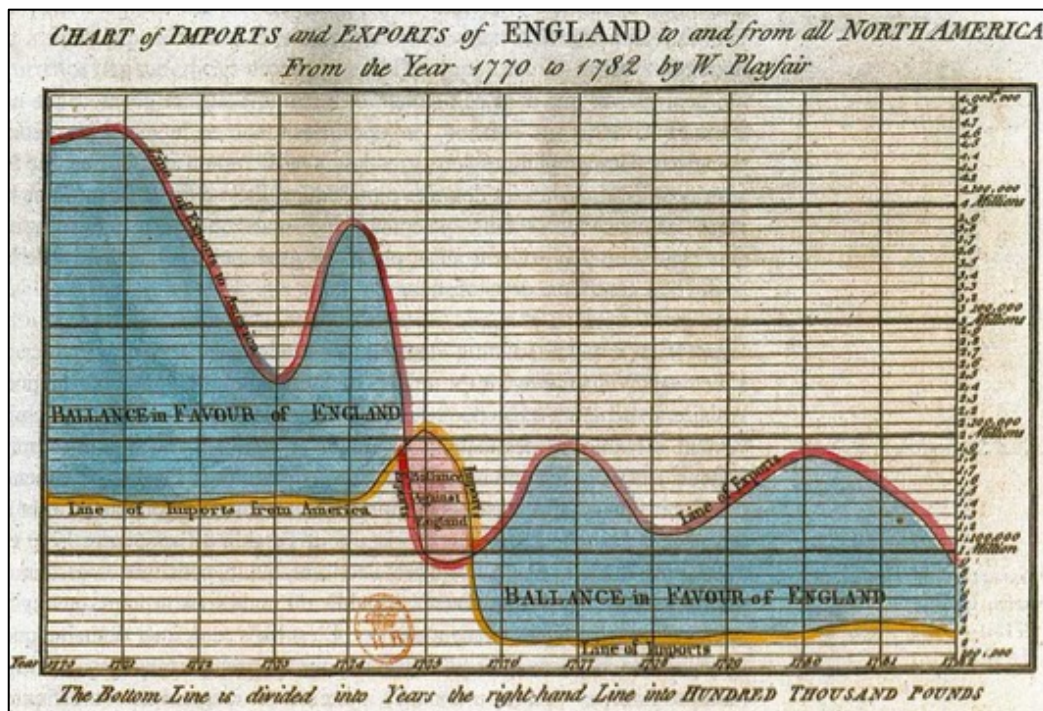


Figure 8. William Playfair : série statistique sous forme de courbes. License C0 1.0 - Domaine Public

En 1826 - les premières cartes choropèthes (teintées) sont élaborées par le baron français Charles Dupin. Une carte choroplèthe est une carte thématique où les régions sont colorées ou remplies d'un motif qui montre une mesure statistique, telle la densité de population ou le revenu par habitant. Ce type de carte facilite la comparaison d'une mesure statistique d'une région à l'autre ou montre la variabilité de celle-ci pour une région donnée.

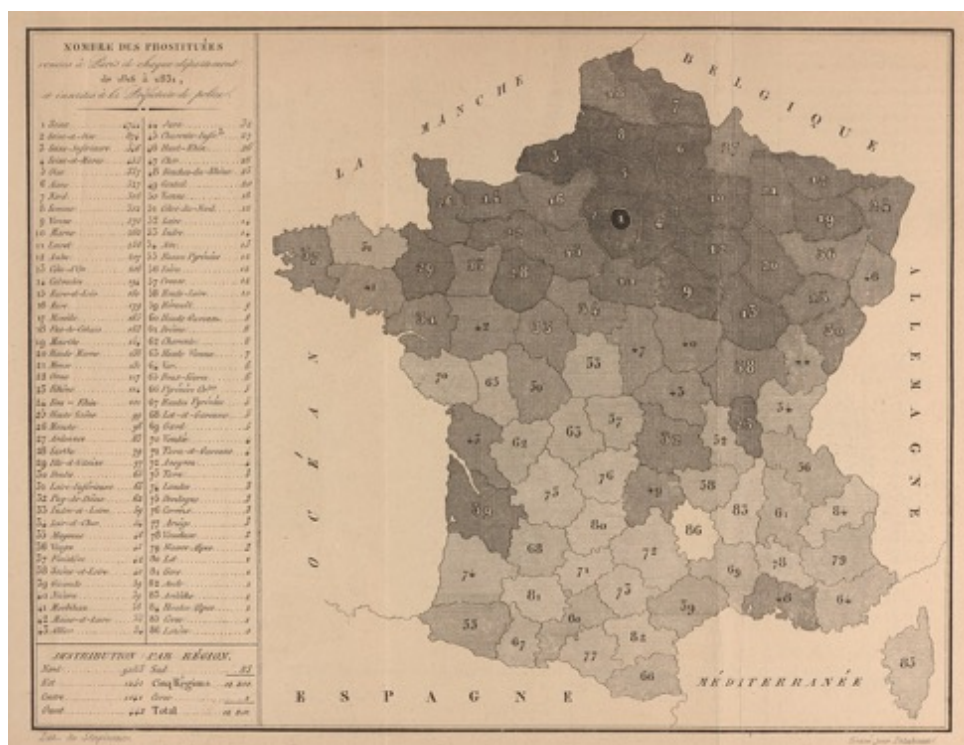


Figure 9. Carte choroplèthe de Charles Dupin. License C0 1.0 - Domaine Public

En 1829- André-Michel Guerry, statisticien et juriste français, est à l'origine des premiers histogrammes. Il pratique aussi la visualisation de statistiques comparées (cartes).

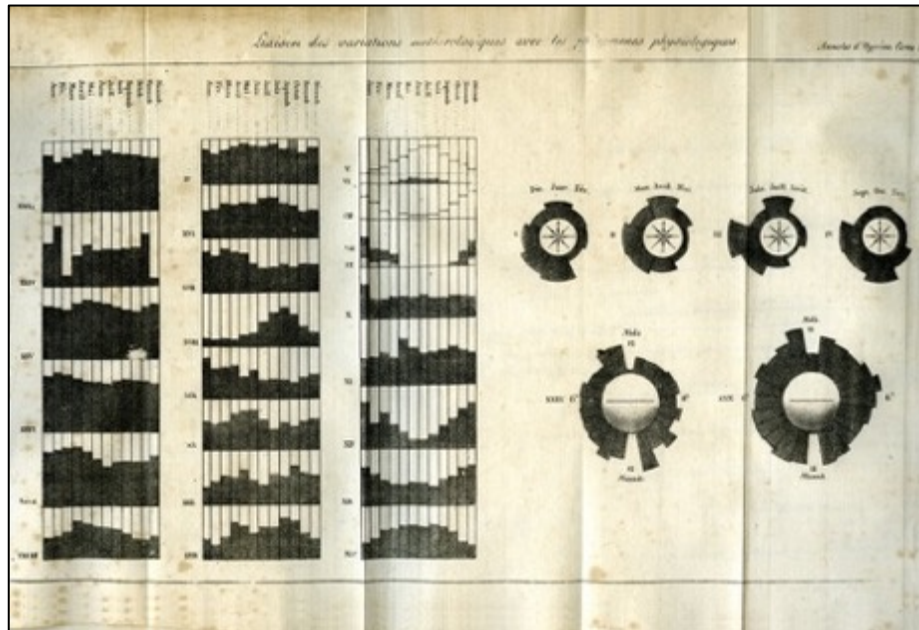


Figure 10. A.-M. Guerry, statisticien et juriste français réalise les premiers histogrammes. Domaine Public

En 1830 - Armand Joseph Frère de Montizon, professeur de « sciences exactes », a l'idée d'une représentation par des points et des cercles.

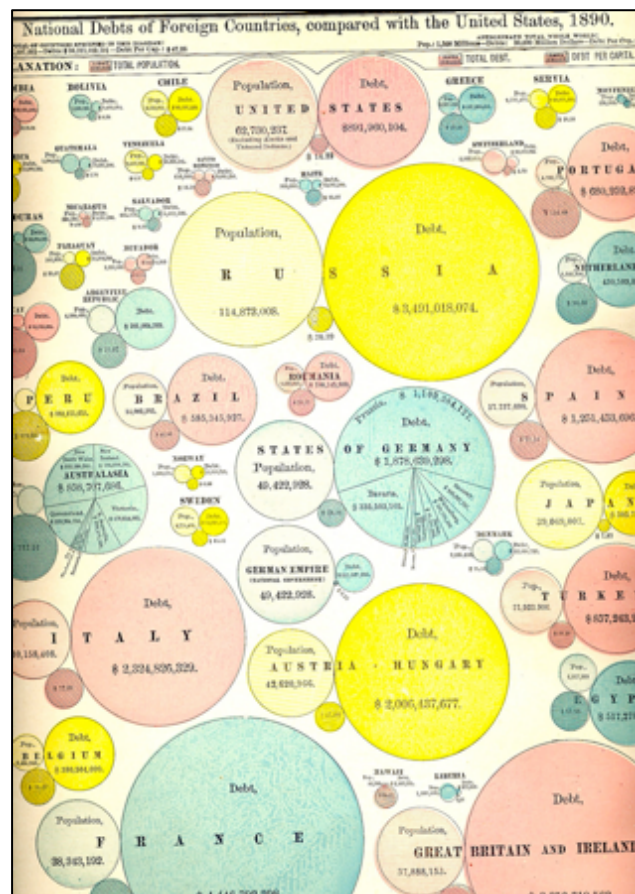


Figure 11. Représentation des séries statistiques sous forme de cercles License CO 1.0 - Domaine Public

En 1854 - Georges Boole, logicien, mathématicien et philosophe britannique, met au point la notation algébrique de Boole, fondée sur la théorie des ensembles.

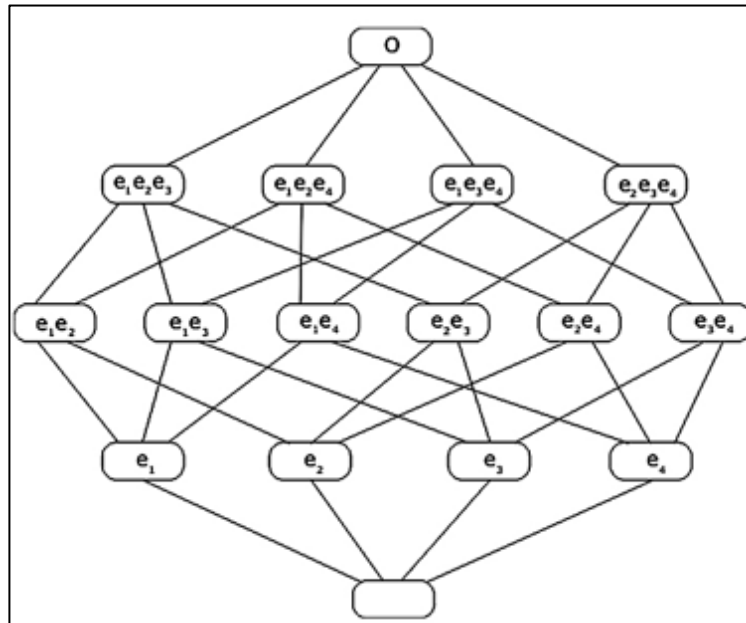


Figure 12. Notation algébrique de Boole

En 1854 - John Snow médecin britannique et père fondateur de l'épidémiologie étudie les modes de propagation de l'épidémie de choléra à Londres en 1854.

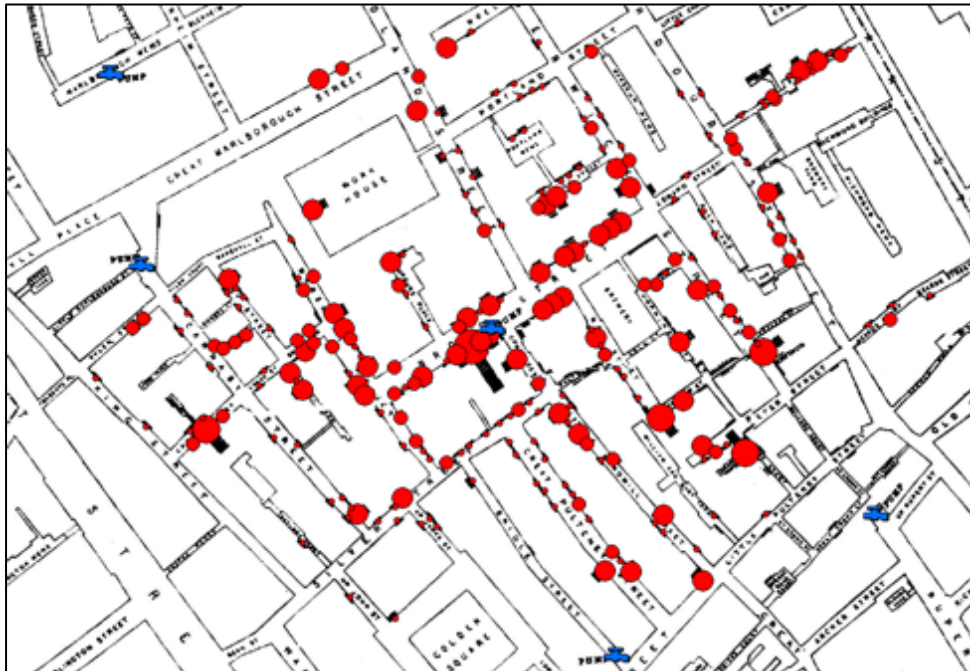


Figure 13. John Snow. Carte statistique de la propagation du choléra. License CC 1.0 - Domaine Public

En à peine 10 jours, plus de 500 personnes sont mortes dans un seul quartier. Il a alors reporté chaque décès sur une carte grâce à une méthode de cartographe astucieuse, ce qui lui a permis de démontrer que le nombre de décès devenait de plus en plus important à mesure que l'on se rapprochait de la pompe à eau située sur Broad Street, identifiant ainsi la

source de la contamination. Cette technique de cartographie statistique est encore utilisée de nos jours pour identifier le point d'origine des épidémies comme celle d'Ébola en Afrique ou du Choléra à Haïti.

En 1857 - Florence Nightingale, infirmière britannique et pionnière de l'usage des statistiques dans le domaine de la santé, utilise des histogrammes circulaires pour illustrer les principales causes de mortalité des soldats britanniques engagés dans la guerre de Crimée. Son support graphique, daté de 1858, lui a permis de mettre en évidence d'une manière éloquente que les épidémies ont été bien plus dévastatrices sur les effectifs que les blessures subies au combat.

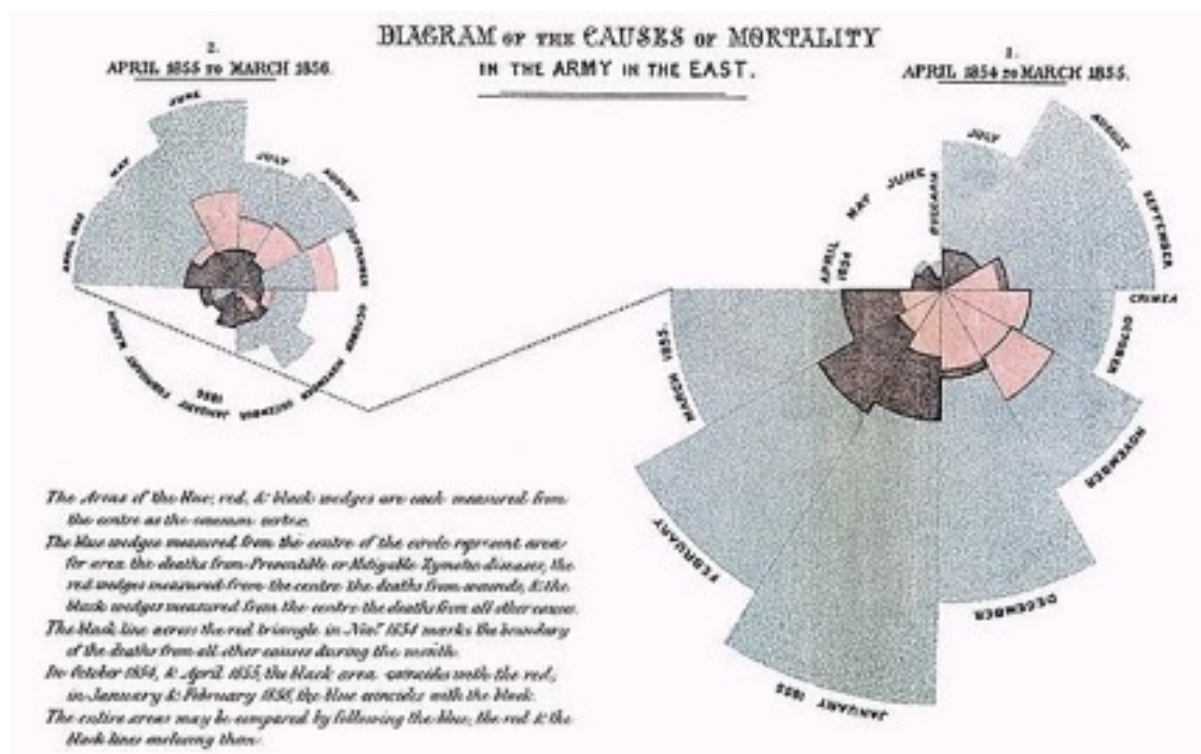


Figure 14. Florence Nightingale. Histogrammes circulaires des causes de mortalité des soldats. License CC 1.0 - Domaine Public

Florence Nightingale utilisait un support graphique de données pour communiquer des informations, certes, mais également pour convaincre, les autorités n'ayant pas pu lire ou comprendre des rapports statistiques traditionnels. Après avoir réalisé une étude statistique complète du système sanitaire dans les campagnes indiennes, elle fut la première femme à être élue membre de la Royal Statistical Society, et devient par la suite membre honoraire de l'American Statistical Association.

En 1869 - Charles Joseph Minard, ingénieur civil français, élabore une carte figurative de flux qui raconte l'histoire de la campagne de Russie conduite par Napoléon.

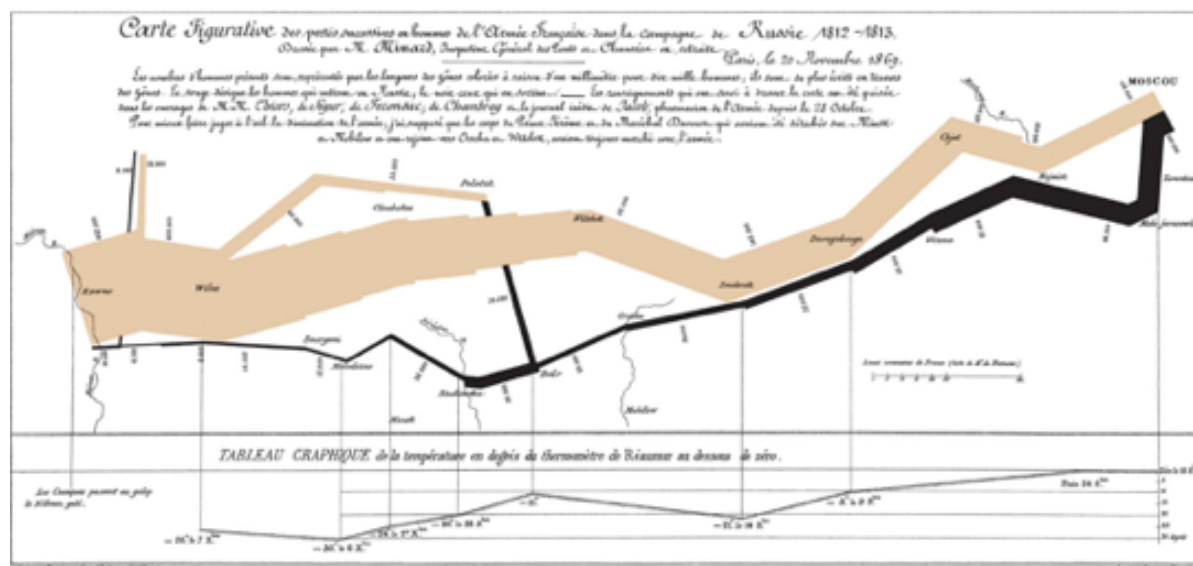


Figure 15. Charles Joseph Minard. Carte figurative de flux de la campagne de Russie conduite par Napoléon. License CC 1.0 - Domaine Public.

Elle représente l'histoire des pertes humaines colossales de la campagne de Russie durant laquelle l'armée napoléonienne est arrivée à Moscou avec moins d'un quart de son effectif de départ⁴.

Dans un graphique en deux dimensions, Minard associe diverses variables tenant de la géographie et des ressources en hommes au cours du temps :

- L'itinéraire de l'armée française en indiquant topographiquement les lieux (cours d'eau, villes) ;
- La direction en brun pour la campagne jusqu'à Moscou ; en noir pour la retraite ;
- La taille de l'armée française à chaque moment, en tenant compte des unités qui s'en séparent ou la rejoignent, par la largeur de la coloration en brun ou en noir ;
- La température de l'air, plus précisément son évolution pendant la retraite (en degrés réaumur)

1.1.2 La Data Visualisation : l'avènement d'une discipline à partir du XIX^e siècle

Jusqu'au XIX^e siècle la Data Visualisation s'est construit un vocabulaire mais il lui manquait encore des règles communes – c'est-à-dire une grammaire.

En 1920 - Otto Neurath philosophe, sociologue et économiste autrichien, développe un langage visuel à base de pictogrammes : l'Isotype (International System of Typographic Picture Education). Il fut un des rédacteurs en 1929 du texte « La Conception scientifique du monde » plus connu sous le nom de Manifeste du Cercle de Vienne.

⁴ La carte de Minard sur la campagne de 1812-1813 a donné lieu à de nombreuses infographies. Voir par exemple cette animation (<http://goumprod.com/minard/>) ou encore cette carte interactive <https://1812.tass.ru/en#chapter1>.



Figure 16. Otto Neurath- l'Isotype, langage visuel à base de pictogrammes. License C0 1.0 - Domaine Public

Le système international d'éducation en images typographiques a été développé par le sociologue et philosophe viennois Otto Neurath (1882-1945) comme méthode de statistique visuelle. Gerd Arntz, graphiste allemand, a été le concepteur chargé de réaliser les pictogrammes et les signes visuels d'Isotype. Finalement, Arntz a conçu environ 4000 de ces signes, qui symbolisent des données clés de l'industrie, de la démographie, de la politique et de l'économie.

En 1964 Thomas Saaty (USA) invente le diagramme en arc. Le diagramme en arc révèle des liens entre les sous-séquences qui expliquent les variations de la séquence en elle-même.

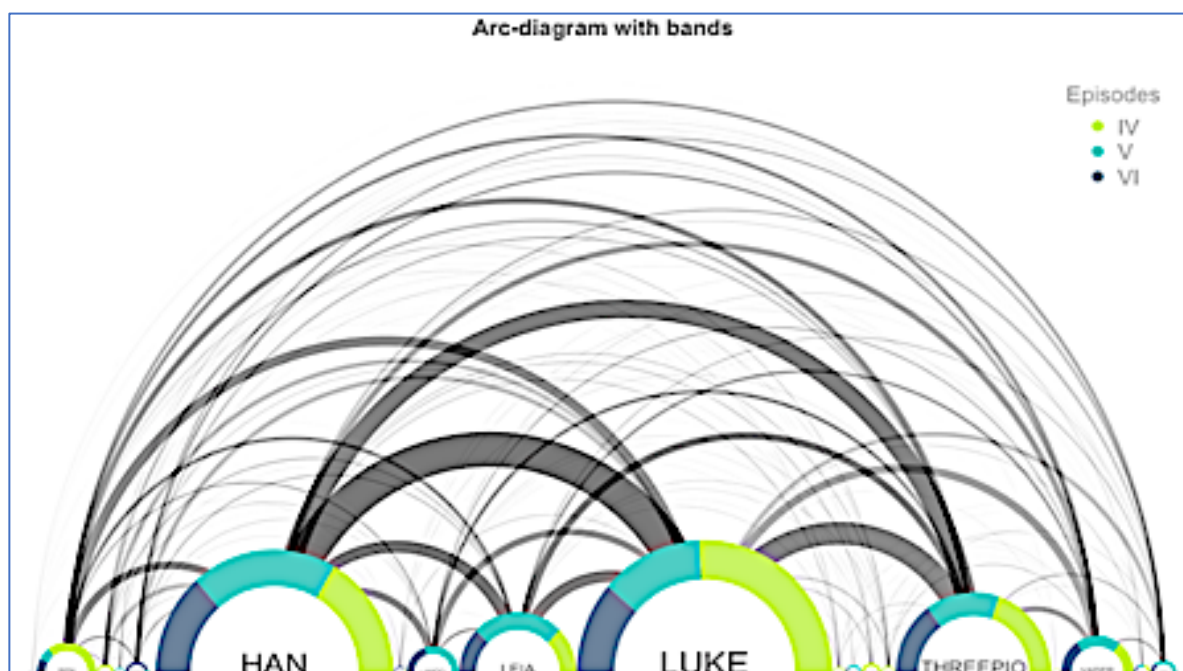


Figure 17. Diagramme en arc des dialogues entre les différents personnages de Star Wars

Dans la figure 17 on voit un diagramme en arc qui représente le temps de parole des personnages principaux dans les épisodes 4, 5 et 6 de « *Stars Wars* »⁵. C'est Luke Skywalker qui devient de moins en moins bavard au fil des épisodes mais celui qui est le personnage qui a le plus grand temps de parole dans le film, Han Solo, d'après le diagramme, se révèle être l'interlocuteur principal de Luke.

Jacques Bertin, en 1967, publie la première édition de la : « *Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes* » (Bertin, 1977). Avec cet ouvrage semble s'ouvrir un nouveau champ de connaissances, la « sémiologie graphique », ou science de la représentation graphique des données.

Type d'implantation	Nature des données							
	Qualitative				Quantitative			
	Nominale		Ordinale		Relative			Absolue
Ponctuelle	Forme 	Couleur 	Taille Couleur 	Valeur Texture 	Valeur 	Couleur 	Texture 	Taille
Linéaire	Forme 	Couleur 	Taille 	Valeur Couleur 	Valeur 	Couleur 		Taille
Zonale	Couleur 	Texture 	Valeur Texture 	Couleur Grain 	Valeur Texture 	Couleur Grain 	Taille 	Points comptables

Figure 18. Jacques Bertin : *Langage graphique* (Zanin et Tremelo 2003)

Jacques Bertin élabore une grammaire graphique ou sémiologie graphique, et pose les véritables bases du langage graphique, c'est à dire les éléments que l'on peut modifier pour représenter l'information. Identifier et définir clairement ces variables graphiques (couleur, taille, surface) a tout simplement servi de grammaire au langage graphique⁶.

En 1994 - Ben Shneiderman propose la représentation en Treemap, ou carte proportionnelle. Ben Shneiderman a développé à l'origine des cartes arborescentes comme moyen de visualiser un grand répertoire de fichiers sur un ordinateur, sans prendre trop de place sur l'écran. Cela fait des cartes arborescentes une option plus compacte et plus efficace pour l'affichage des hiérarchies, donnant une vue d'ensemble rapide de la structure. Les cartes d'arbres sont également idéales pour montrer les proportions entre les catégories par leur taille.

⁵ Source : <https://blog.reepert.io/data-visualisation-guide-pratique-de-la-visualisation-analytique>

⁶ A ces propos Bertin souligne « *La Graphique est un moyen de communiquer avec les autres. C'est son emploi le plus connu. Elle sert aussi à poser et à résoudre un problème. Cet usage dépasse maintenant le cercle des spécialistes et devient à la portée de tous grâce à la réduction des contingences techniques et à la simplification sémiologique. Mais la Graphique va plus loin encore en donnant une forme visible à la recherche et à ses méthodes. Pour prendre intimement conscience de tout ceci il faut réapprendre à "voir". C'est peut-être la propriété essentielle de la Graphique.* » (Bertin, 1977)

Cette métaphore visuelle permet une représentation hiérarchisée des données dans un espace défini qui traduit simplement les relations complexes qui peuvent lier les données. Les cartes arborescentes (treemaps) sont une alternative pour afficher la structure hiérarchique d'un diagramme en arbre tout en montrant les quantités pour chaque catégorie à travers la taille de la zone.

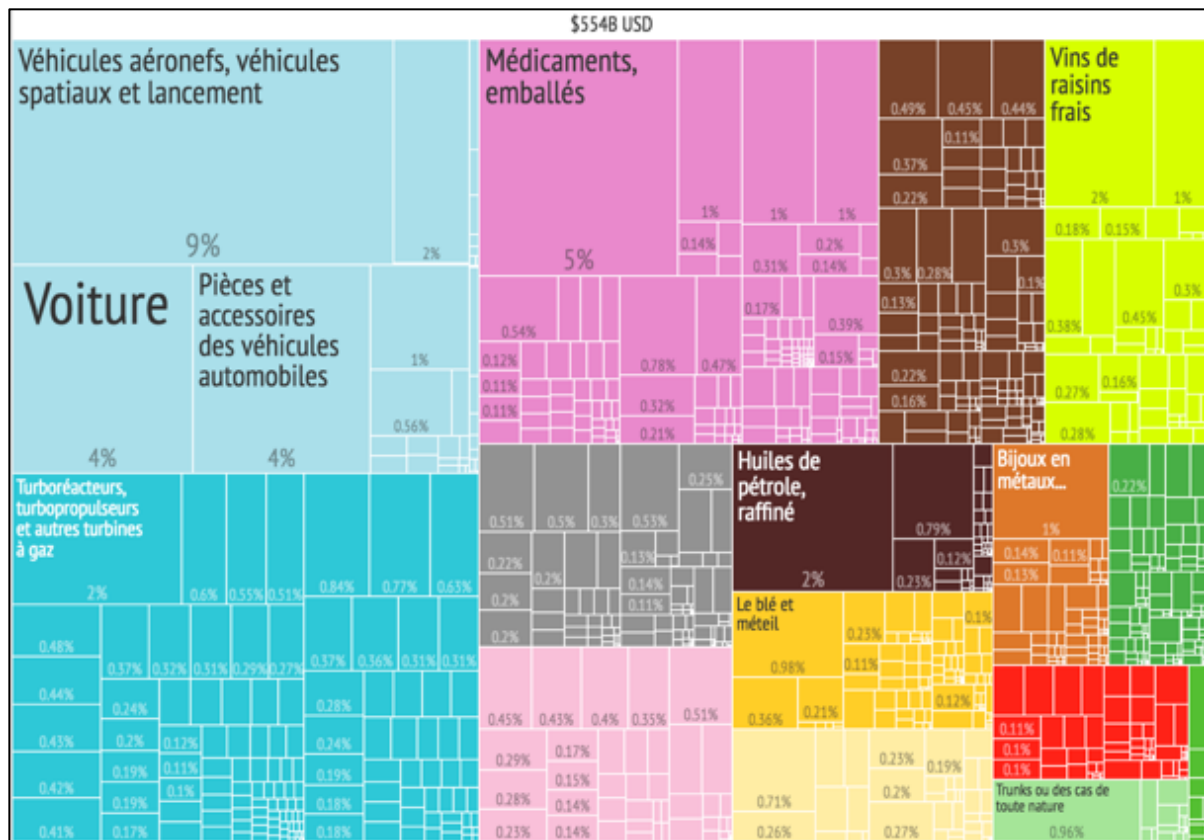


Figure 19. Treemap des Exportations de la France par Produit (2018) Source : « [The Atlas of Economic Complexity by @HarvardCID](https://atlas.cid.harvard.edu/) », sur atlas.cid.harvard.edu

Dans le treemap, chaque catégorie se voit attribuer une zone rectangulaire avec ses sous-catégories rectangulaires à l'intérieur. Lorsqu'une quantité est affectée à une catégorie, la taille de sa surface est indiquée proportionnellement à cette quantité et aux autres quantités de la même catégorie supérieure dans une relation pièce à pièce.

En 2005 la fondation Gapminder, présidée par Hans Rosling, professeur et chercheur suédois en médecine et santé, présente un outil d'exploration graphique et cartographique de données statistiques, dans leurs dimensions spatiale et temporelle, et leur croisement à l'aide de graphiques de type « nuages de points ».

Un diagramme à bulles est un graphique de plusieurs variables qui utilise un système de coordonnées cartésiennes pour tracer des points le long d'une grille où les axes X et Y sont des variables séparées. Dans ce type de diagramme, à chaque point on attribue une étiquette ou une catégorie. Chaque point tracé représente alors une troisième variable par l'aire de son cercle. Les couleurs peuvent également être utilisées pour distinguer d'autres catégories. Le

temps peut être affiché soit en l'ayant comme variable sur un des axes, soit en animant des variables de données qui changent avec le temps.

Les diagrammes à bulles sont généralement utilisés pour comparer et montrer les relations entre les cercles étiquetés/catégorisés, grâce à l'utilisation du positionnement et des dimensions. La synthèse du graphique à bulles peut être utilisée pour analyser les modèles et les corrélations.

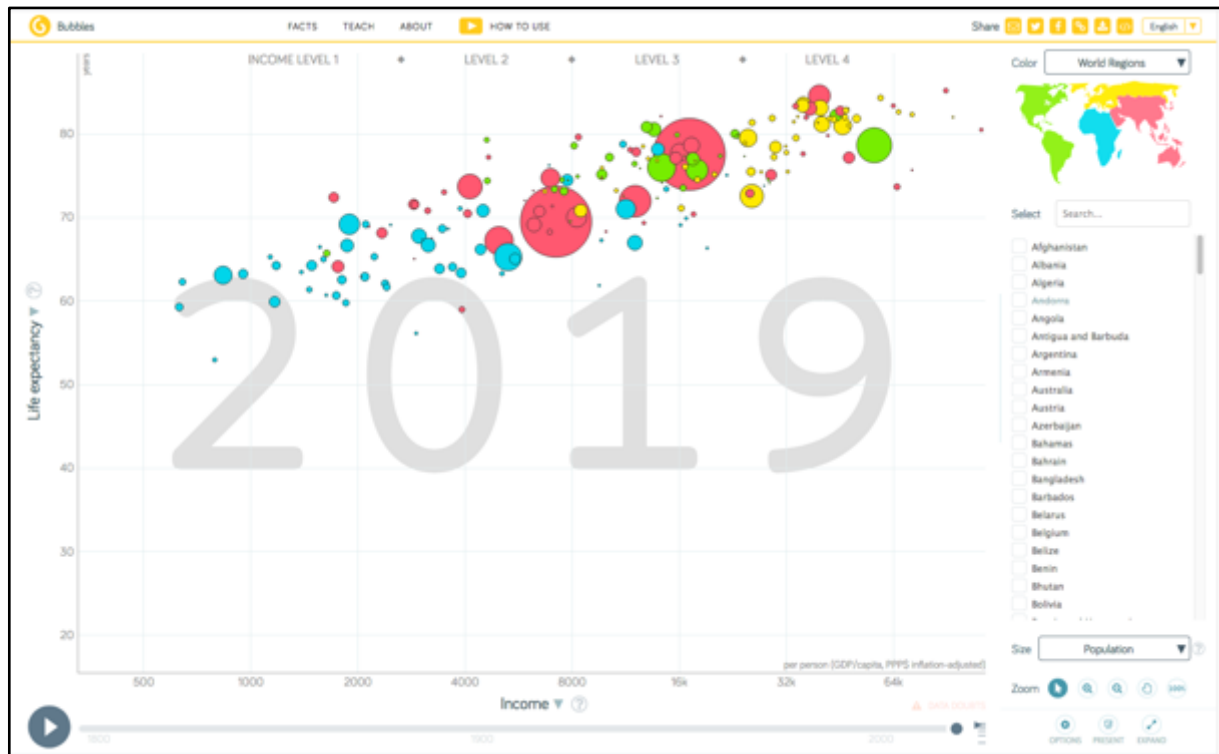


Figure 20. Outil Gapminder créé par Hans Rosling. [https://www.gapminder.org/tools/#\\$chart-type=bubbles](https://www.gapminder.org/tools/#$chart-type=bubbles)

L'outil se présente sous la forme de deux onglets : « Chart », pour la fonction de visualisation graphique, et « Map », pour la carte. La partie centrale de la fenêtre est occupée par la visualisation choisie, entourée d'une interface permettant de la paramétrer en choisissant les indicateurs, les types d'échelles, ainsi que d'autres options.

L'innovation majeure est la très grande interactivité du graphisme, ainsi que sa souplesse : l'outil permet de présenter des indicateurs sous plusieurs formes. L'interactivité aide à repérer des tendances, des situations originales, et à vérifier des hypothèses par sélection.

Le diagramme des cordes (Chords diagrams) créé par Martin Krzywinski, a été utilisé en 2007 par les infographies rapprochées du génome publiées au New York Times. Un « chord diagram » est un graphique qui permet de visualiser les interrelations entre les différentes entités d'une matrice de flux. Les données sont disposées radialement autour d'un cercle avec les relations entre les points de données généralement dessinés comme des arcs reliant les données.

Il en existe 2 types :

- Bipartite : les entités sont regroupées en 2 catégories. Les connexions vont d'une catégorie à l'autre, mais pas au sein d'une même catégorie. Cette représentation est similaire au *Sankey diagram* : sa moitié gauche représente les données sources / d'origine (entités en colonne) tandis que sa moitié droite regroupe les données cibles/de destination (entités en ligne).
- Directionnel : les entités ne sont pas regroupées en catégories et la matrice doit être carrée : le nombre de lignes doit être identique au nombre de colonnes.

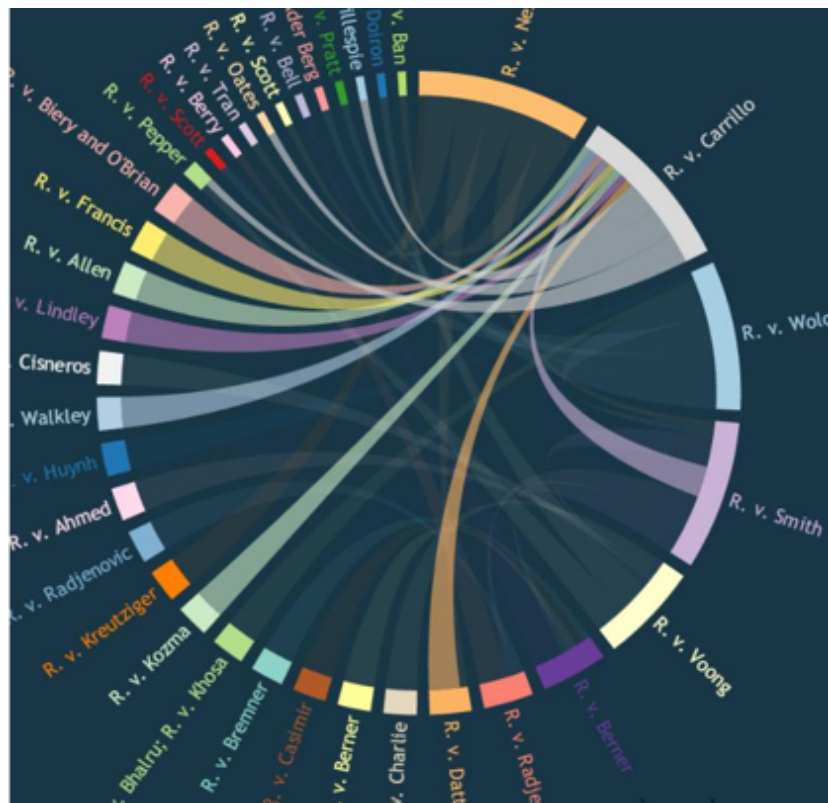


Figure 21. Judicial Case Law Citation Timeline (Mansfield, K , 2015)

Ce type de diagramme visualise les interrelations entre les entités. Les connexions entre les entités sont utilisées pour montrer qu'elles partagent quelque chose en commun. Cela rend les diagrammes de chaînes idéaux pour comparer les similitudes au sein d'un ensemble de données ou entre différents groupes de données.

Les nœuds sont disposés autour d'un cercle, les relations entre les points étant reliées entre elles grâce à l'utilisation d'arcs ou de courbes de Bézier. Les valeurs sont affectées à chaque connexion, qui est représentée proportionnellement par la taille de chaque arc. La couleur peut être utilisée pour regrouper les données dans différentes catégories, ce qui permet de faire des comparaisons et de distinguer les groupes. Le regroupement excessif devient un problème avec les diagrammes de cordes⁷, qui se produit lorsqu'il y a trop de connexions affichées.

⁷ Voir le site https://datavizcatalogue.com/methods/chord_diagram.html

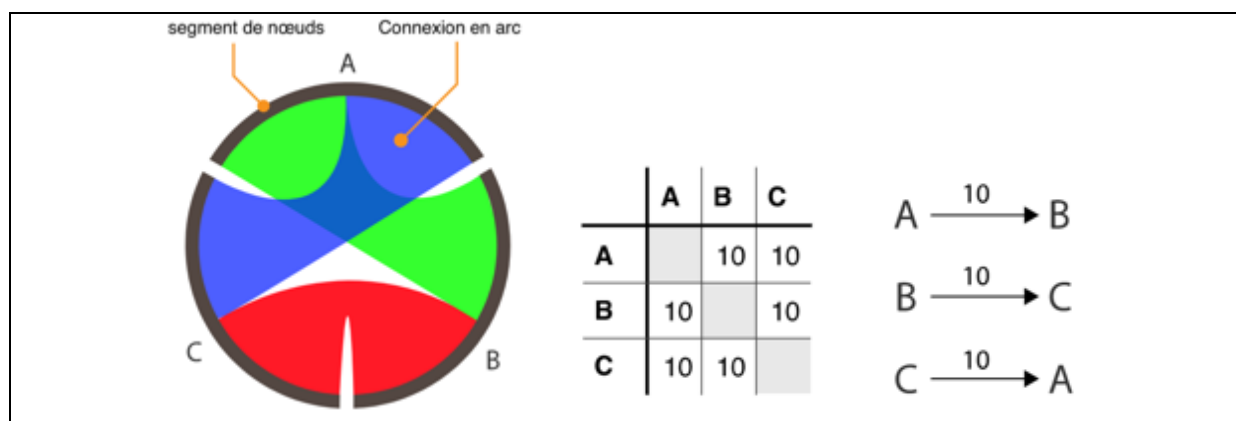


Figure 22. Tableur et relations dans le diagramme de cordes

2011 - Étapes importantes dans l'histoire de la cartographie thématique, des graphiques statistiques et de la visualisation des données

Le site *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization*⁸ créé par Michael Friendly et Daniel J. Denis 2011 fournit un aperçu graphique des événements de l'histoire de la visualisation de données que nous appelons "jalons". Les jalons sont présentés sous la forme d'une ligne de temps interactive. La ligne de temps est divisée en deux sections verticales. Il suffit de cliquer sur l'un des liens en bas de la timeline pour passer à une époque particulière. Les auteurs précisent que « nous envisageons ce projet Milestones comme le début d'une contribution à l'historiographie, sur le thème de la visualisation » (Friendly: 2006: hbook) et (Friendly Palsky: 2007).

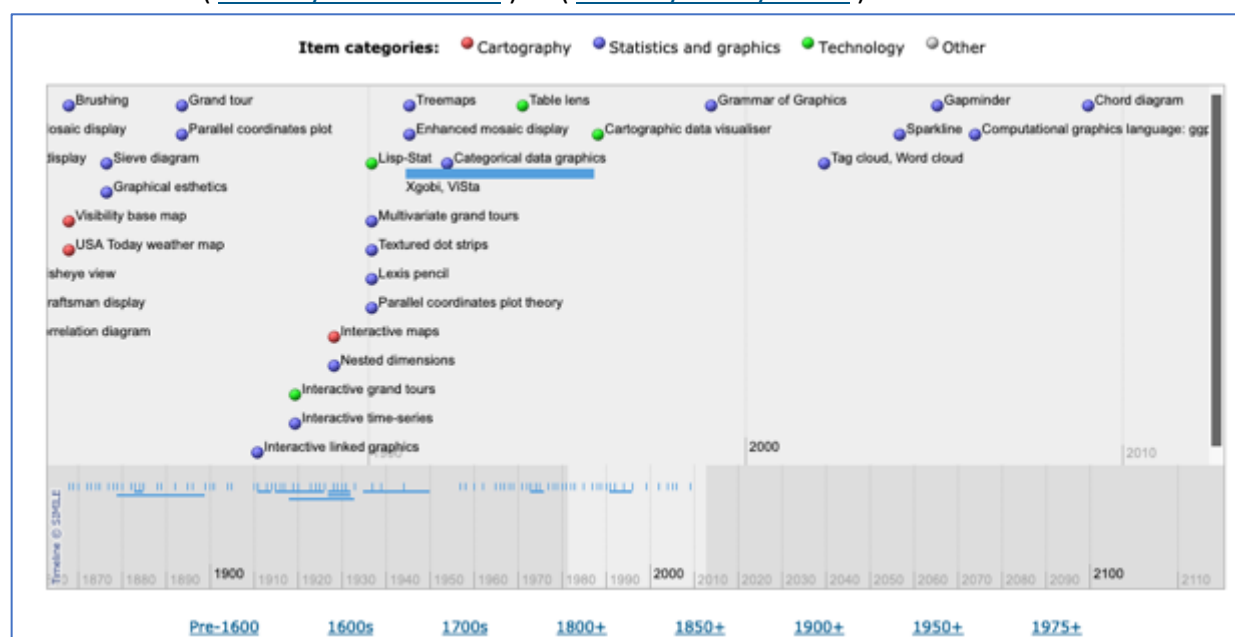


Figure 23. William Playfair : <http://datavis.ca/milestones/index.php>

En cliquant sur chacun des jalons de la frise temporelle, on affiche son résumé qui comprend à la fois un lien vers ses détails complets et une catégorie à laquelle il appartient. La catégorie

⁸ Voir le site , <http://www.datavis.ca/milestones/>

peut également être développée pour lancer une recherche d'autres jalons basés sur cette catégorie.

L'un des objectifs est de fournir une ressource multimédia flexible et utile, contenant des descriptions d'événements et de développements, des images illustratives et des liens vers des sources connexes (Web et imprimées) ou des commentaires plus détaillés. Un autre objectif est de créer une base de données qui collecte, catalogue, organise et illustre ces développements historiques importants" (Friendly, 2001).

Comme on l'aperçoit dans la figure 23, en cliquant sur chacun des jalons de la frise temporelle, on affiche son résumé qui comprend à la fois un lien vers ses détails complets et une catégorie à laquelle il appartient. La catégorie peut également être développée pour lancer une recherche d'autres jalons basés sur cette catégorie.

2006

Hadley Wickham

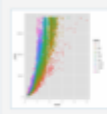
Langage graphique de calcul: ggplot2

Ajouté: 0000-00-00

Une implémentation open source influente de la Grammar of Graphics de Wilkinson (1999) dans R, ainsi que d'autres outils de calcul pour faciliter la production de beaux diagrammes statistiques

À cette époque, les logiciels de production de graphiques statistiques sont passés d'interfaces pointer-cliquer limitées et de langages graphiques de bas niveau à des langages de calcul de plus haut niveau pour spécifier un graphique. Cet article reconnaît le travail de Hadley Wickham dans les packages ggplot2, plyr et autres R, mais il existe un certain nombre d'autres contributeurs importants à ce sujet.

Références:
[Wickham: 2010](#)



ggplot2 tracé du jeu de données diamants


2009

Martin J. Krzywinski


Diagramme d'accords

Ajouté: 2012-05-04

Un diagramme circulaire conçu pour faciliter l'analyse des relations entre les variables catégorielles et autres en utilisant les accords d'un cercle avec divers attributs visuels. L'application principale est la structure génomique, où les accords peuvent coder diverses propriétés des séquences génomiques.



Circos-D3



Panneau d'échantillons Circos

Références:
[Krzywinski: 2009](#)

Figure 24. Détails et résumés. <http://datavis.ca/milestones/index.php?group=1975%2B>

Tableau de synthèse de l'évolution de la visualisation

Temps	Phase	La description
Avant le XVII ^e siècle	Cartes et diagrammes antérieurs	La visualisation des données a parcouru un long chemin. Bien qu'il soit affiché dans d'autres formats tels que des cartes, le contenu est très similaire aux visualisations d'aujourd'hui, avec principalement des données géologiques, économiques, médicales et juridiques. Les premières visualisations sont apparues avec les diagrammes géométriques, dans les tableaux des positions des étoiles et autres corps célestes, et dans la création de cartes pour faciliter la navigation et l'exploration.
1600-1699	Mesure et théorie	Parmi les problèmes les plus importants du XVII ^e siècle figuraient ceux qui concernaient la mesure physique du temps, de la distance et de l'espace pour l'astronomie, l'arpentage, la cartographie, la navigation et l'expansion territoriale. Ce siècle a également vu une nouvelle croissance considérable dans la théorie ainsi que l'aube de l'application pratique.
1700-1799	Nouvelles formes graphiques	Avec quelques rudiments de théorie statistique, des données d'intérêt et d'importance, et l'idée de représentation graphique déjà établie, le XVIII ^e siècle a vu l'expansion de ces aspects vers de nouveaux domaines et de nouvelles formes graphiques.
1800-1850	Les débuts du graphisme moderne	Avec les fondements fournis par les innovations précédentes de la conception et de la technique, la première moitié du 19 ^e siècle a connu une croissance importante des graphiques statistiques et de la cartographie thématique à un rythme exponentiel.
1850-1900	L'âge d'or des graphiques statistiques	Au milieu des années 1800, toutes les conditions d'une croissance rapide de la visualisation avaient généré des conditions optimales pour les graphiques de données. Des bureaux officiels de statistique d'État ont été créés dans toute l'Europe, en reconnaissance de l'importance croissante de l'information numérique pour la planification sociale, l'industrialisation, le commerce et les transports.
1900-1950	Les âges sombres modernes	Si la fin des années 1800 était « l'âge d'or » des graphiques statistiques et de la cartographie thématique, le début des années 1900 peut être appelé « l'âge moderne des ténèbres » de la visualisation. Il y avait peu d'innovations graphiques, et au milieu des années 1930, l'enthousiasme pour la visualisation qui caractérisait la fin des années 1800 avait été supplanté par l'essor de la quantification et des modèles formels, souvent statistiques, en sciences sociales.
1950-1975	Renaissance de la visualisation des données	La visualisation des données a commencé à se « réveiller » au milieu des années 1960
1975-présent	Visualisation de données haute résolution, interactive et dynamique	Au cours du dernier quart du XX ^e siècle, la visualisation des données est devenue un domaine de recherche mature, dynamique et multidisciplinaire et des outils logiciels sont apparus pour un large éventail de méthodes de visualisation et de types de données et de terminaux.

Tableau 1. Évolution de la visualisation pour arriver à être un domaine de recherche

1.2 Les définitions et caractéristiques de la visualisation

Le mot *visualisation* a été emprunté à l'anglais "*visualization*" (1883 ds NED); v. Rey-Gagnon Anglic. 1981. Bbg. Quem. DDL t. 10. « VISUALISATION n. f., emprunté (1887) à l'anglais *visualization* (1883), de to *visualize*". (Rey, 1992).

- 1887, en psychologie : « faculté de représentation visuelle ». Le terme a été utilisé dans le domaine de la psychologie par A. Binet et Ch. Féré, *Le Magnétisme animal*, p. 189 dans Quem. DDL t. 8. (Binet et Féré, 1890).
- 1923 : la visualisation est le « pouvoir de donner à l'image cinématographique une qualité visuelle frappante et originale ». La représentation d'un écran couleur a été verbalisée pour donner un sens au cinéma en 1919. (A. Hardy, *Quelques films...* dans *Les Nouvelles littéraires*, 28 avr., p. 6, col. d) ;
- 1938 : « action de rendre visible (une idée, un phénomène) » Le mot "*visualisation*" a été utilisé pour définir l'idée que nous pourrions avoir la photo et aussi les chiffres de production au moyen d'un graphique (sortie visible) (Artaud, loc. cit.);
- 1965, en informatique : « Présentation d'informations sur un écran ». Dans les années 1970, il est entré dans le vocabulaire de calcul déterminant de nouvelles contributions à l'étude, comme un affichage graphique, la sémantique et interactive. (Annonce, oct. ds H. Schmidt ds *Praxis* t. 18, p. 81).

La visualisation des données est une représentation graphique qui exprime l'importance des données. Elle révèle des informations et des modèles qui ne sont pas immédiatement visibles dans les données brutes. C'est un art à travers lequel les informations, les nombres et les mesures peuvent être rendus plus compréhensibles. Le principal objectif de la visualisation des données est de communiquer des informations de manière claire et efficace par des moyens graphiques (Friedman, 2008) . Cela ne signifie pas que la visualisation des données doit être ennuyeuse pour être fonctionnelle ou extrêmement sophistiquée pour être belle. Pour transmettre efficacement des idées, la forme et les fonctionnalités esthétiques doivent aller de pair, donnant un aperçu d'un ensemble de données plutôt clairsemé et complexe en communiquant ses aspects clés de manière plus intuitive.

" Si une visualisation est conçue pour représenter visuellement des données, et de le faire de manière à obtenir une meilleure compréhension de ces données, on l'appellera : visualisation pragmatique".

Voici les trois critères minimaux que toute visualisation doit remplir pour être considérée comme une visualisation pragmatique :

1.- Sur la base de données (non-visuelles). L'objectif d'une visualisation est la communication de données. Cela veut dire que les données proviennent de quelque chose d'abstrait ou du moins pas immédiatement visible (comme l'intérieur du corps humain). Cela exclut la photographie et le traitement de l'image. La visualisation rend l'invisible visible.

2.- Produire une image. Il peut sembler évident que la visualisation doit produire une image, mais ce n'est pas toujours aussi simple. Le visuel doit être le principal moyen de

communication, d'autres modalités peuvent fournir des informations supplémentaires. Si l'image est seulement une petite partie du processus, il ne s'agit pas de visualisation.

3.- Le résultat doit être lisible et reconnaissable. Le critère le plus important de la visualisation est de fournir un moyen d'apprendre au sujet des données. Toute transformation de données non triviales en une image laissera des informations, mais il doit y avoir au moins certains aspects pertinents des données qui peuvent être lues. La visualisation doit être également reconnaissable en tant que telle et ne pas être prise pour autre chose » (Kosara, 2016)"

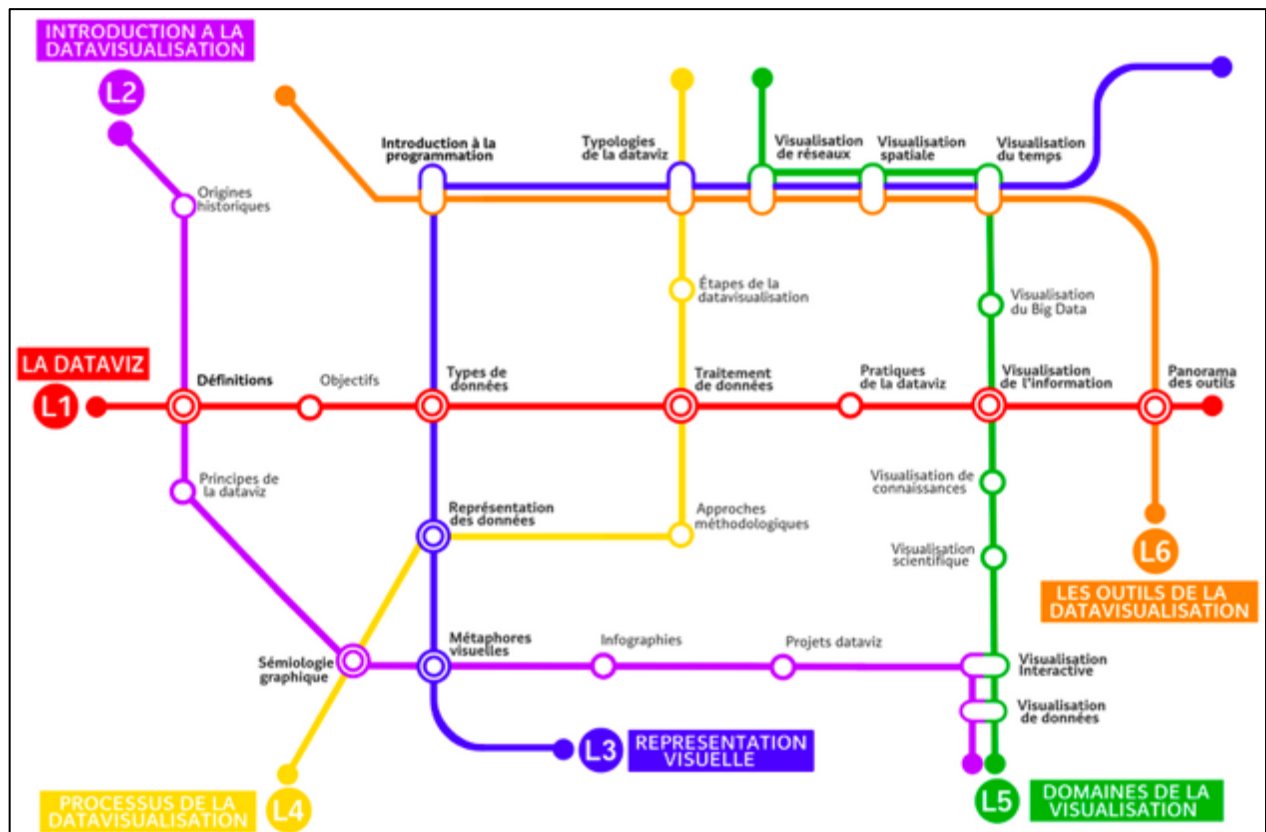


Figure 25. Carte du métro de la datavisualisation.

« Les données sont le nouveau pétrole » est peut-être un cliché, mais c'est vrai. Tout comme le pétrole, les données sous leur forme brute et non raffinée sont pratiquement sans valeur. Pour libérer sa valeur, les données doivent être affinées, analysées et comprises (Disney 2017). De plus en plus d'organisations voient le potentiel de leurs données, mais comment permettre à des non-experts d'analyser des données à grande échelle et d'extraire des informations potentiellement complexes ? Une réponse est donnée grâce à la visualisation graphique interactive.

La visualisation est la forme par laquelle nous pouvons nous représenter une information de façon graphique ou visuelle. Son objet est de faciliter l'assimilation et la compréhension de l'information. Elle est née du besoin d'assimiler de grandes quantités d'informations. Il revient au communicateur de transformer des données abstraites en messages visibles. Les outils les plus communs pour l'application et l'usage pratique d'une

telle technique de représentation sont les cartes conceptuelles et les diagrammes de réseaux (Pinto *et al.*, 2009).

Pourquoi la visualisation des données est-elle un outil si puissant⁹ (Schermann, 2019), car:

- Intuitif : présenter un graphique comme une structure de liaison de nœud est instantanément logique, même pour les personnes qui n'ont jamais travaillé avec des graphiques auparavant ;
- Rapide : c'est rapide parce que notre cerveau est excellent pour identifier les modèles, mais uniquement lorsque les données sont présentées dans un format tangible. Armés de la visualisation, nous pouvons repérer les tendances et les valeurs aberrantes très efficacement ;
- Flexible : le monde étant densément connecté, tant qu'il y a une relation intéressante entre les données, la visualisation graphique apportera une valeur ajoutée. ;
- Perspicace : l'exploration interactive des données graphiques permet aux utilisateurs d'acquérir des connaissances plus approfondies, de comprendre le contexte et de poser plus de questions, par rapport à la visualisation statique ou aux données brutes.

1.2.1 Définitions de la visualisation

La visualisation de données, de l'information et de la connaissance est de nature interdisciplinaire et prend en compte le calcul graphique, la géographie et la science de l'information. Elle possède un grand potentiel pour améliorer la façon d'accéder, de traiter et de générer de grandes quantités d'information. De ce fait, le rôle de cette technique est de réduire les données à un unique environnement, en simplifiant l'analyse. Parmi les outils utilisés par ce type de représentation, nous pouvons citer les cartes des sciences (Börner & Chen, 2002), les cartes conceptuelles, géographiques, ainsi que les informations digitalisées. Aux fins de présentation, les faits qui seront présentés sont fixés a priori, et le choix de la technique de présentation appropriée dépend largement de l'utilisateur. L'objectif est de communiquer de manière efficiente et efficace les résultats d'une analyse (Keim *et al.*, 2008).

Il existe autant de définitions de la visualisation des données qu'il y a de définisseurs, mais à la racine du terme qui existe depuis plusieurs années, le but est que les données soient visualisées de manière à permettre la compréhension. Nous définissons la visualisation de l'information, plus généralement, comme la communication des données abstraites et pertinentes en termes d'action, grâce à l'utilisation d'interfaces interactives.

A partir d'une sélection des définitions explicites (voir tableau en annexe XX) nous avons réalisé un nuage des mots pour montrer les concepts les plus importants de l'ensemble de ces définitions

⁹ Voir le site https://mschermann.github.io/data_viz_reader/introduction.html#what-is-data-visualization

Année	Définitions explicites de la visualisation	Auteurs
1974	« . . . la conception de la visualisation comme un système symbolique dynamique, capable d'organiser et de transformer de l'information perceptive que nous recevons » (p. 6)	(Paivio, 1974)
1982	La « lecture visuelle est la capacité à comprendre, à utiliser les images et à penser et à apprendre en termes d'images, c'est-à-dire , à penser visuellement » (p. 262)	(Hortin, 1982)
1983	« La visualisation est une technique efficace pour déterminer ce qu'un problème vous demande de résoudre. Si vous pouvez imaginer visuellement quelles informations sont présentes et quelles sont celles qui manquent, il est plus facile de décider des mesures à prendre pour constater les faits manquants » (p. 54)	(Nelson, 1983)
1983	« la représentation graphique est la transcription, dans le système graphique de signes, d'une pensée, d'une information connue par l'intermédiaire d'un système de signes quelconques ». (p. 23)	(Bertin, 1983)
1985	La « Visualisation (imagerie mentale) est comme une sorte de « tableau noir mental » sur lequel les idées peuvent être développées et leurs implications explorées » (p. 1)	(Sharma, 1985)
1986	« . . . une image visuelle a été définie comme un schéma mental représentant l'information visuelle ou spatiale » (p. 297)	(Presmeg, 1986)
1989	« La visualisation est un élément central de nombreux procédés de fabrication de transitions des modes de pensée concret à l'abstrait. C'est un outil pour représenter des idées et des informations mathématiques » (p. 50)	(Ben-Chaim et al., 1989)
1989	La « Capacité de traitement visuel a été définie comme suit :« Cette capacité comprend la visualisation et la traduction de rapports abstraits et des informations non-figuratifs en termes visuels. Elle inclut également la manipulation et la transformation des représentations visuelles et l'imagerie visuelle. » (p. 11)	(Bishop, 1989)
1991	La « Visualisation fait référence aux fonctions cognitives dans la perception visuelle. Dans la visualisation, les images allient les aspects de la représentation naturaliste avec des formes plus formelles pour améliorer la compréhension cognitive » (p. 2)	(Arnheim, 1991)
1994	La « Présentation de l'information dans la forme visuelle, non textuelle, est ce que l'on entend lorsque l'on parle de visualisation. Les symboles non textuels, des images, des graphiques etc., permettant de transmettre l'information seront appelés visuels » (p. 69)	(Lanzing, 1994)
1995	« La visualisation est définie comme une représentation spatiale de l'information, non arbitraire de l'image et « ressemblant des objets ou des événements réels. La visualisation comprend à la fois des représentations internes (par exemple, l'imagerie mentale) et des représentations externes (par exemple, des objets réels, des images et des graphiques imprimés, vidéo, film, animation) » (p. 45)	(Rieber, 1995)
1996	« La visualisation est un acte dans lequel un individu établit un lien étroit entre une construction interne et une chose à laquelle on accède par les sens. Une telle connexion peut être établie dans l'une des deux directions. Un acte de visualisation est composé d'une part d'une construction mentale d'objets et d'autre part, d'un processus d'association individuel avec les objets ou les événements externes perçus par elle. Alternativement, un acte de visualisation peut consister dans la construction, sur un support externe, tel que le papier, le tableau ou l'écran d'ordinateur, des objets ou des événements que la personne identifie avec l'objet (s) ou processus dans son esprit » (p. 441)	(Zazkis et al., 1996)

1999	« La visualisation est une sorte de représentation mentale qui peut représenter des objets, des personnes, des scènes, des situations, des mots, des discours, des concepts etc... dans un format Visu-spatiale. Les images mentales peuvent se référer à des entités qu'une personne : (a) est en train de percevoir à l'heure actuelle, (b) a perçus précédemment, ou (c) n'a jamais perçus. Les images mentales peuvent représenter soit du concret ou de l'abstrait, soit des entités réelles ou imaginaires qui peuvent être des photographies ou des films, comme des images ou des diagrammes, des schémas comme des croquis ou des symboles. Enfin, des images mentales peuvent être statiques ou peuvent représenter les mouvements et transformations » (p. 413)	(Antonietti, 1999)
1999	« La visualisation est le processus d'utilisation de la géométrie pour illustrer des concepts mathématiques » (p. 3)	(Habre, 1999)
1999	« La visualisation conserve ses significations habituelles en science cognitive, mais elle a aussi été considérée par la science et la technologie comme un moyen d'afficher des données générées par ordinateur ou des modèles numériques.» (p. 3)	(Mathewson, 1999)
1999	« La visualisation est la représentation graphique de données sous-jacentes. Elle est également le processus de transformation de l'information en une forme de perception afin que l'affichage résultant fasse visible la relation sous-jacente dans les données. La définition par McCormick, DeFanti, et Brown (1987) de visualisation est « l'étude des mécanismes dans les ordinateurs et les humains qui leur permettent de concert de percevoir, d'utiliser et de communiquer des informations visuelles (p. 63) » (p. 289-290)	(Liu et al., 1999)
1999	« La visualisation est l'utilisation de représentations visuelles, interactives et assistées par ordinateur de données abstraites pour amplifier la cognition » (p. 439)	(Card, Mackinlay & Shneiderman B. 1999)
2001	« L'utilisation de l'imagerie visuelle avec ou sans dessiner des diagrammes est appelé la visualisation » (p. 2)	(Presmeg & Balderas-Canas, 2001)
2001	« Par visualisation, on entend la compétence pour étudier les vues d'un objet et pour en former une image mentale, dans le sens de visualiser sa forme tridimensionnelle	(Giesecke et al . , 2001)
2001	La « . . . visualisation spatiale est la capacité de manipuler un objet dans un espace imaginaire en 3 dimensions et de créer une représentation de l'objet à partir d'un nouveau point de vue » (p. 2)	(Strong & Smith, 2001)
2002	« Les affichages visuels sont considérés comme des outils de communication, de réflexion et d'apprentissage qui exigent des préalables individuels spécifiques (connaissances notamment avant et compétences cognitives) afin d'être utilisé de manière efficace » (p. 102). Les textes et les présentations visuelles sont des représentations externes. Ces représentations externes sont comprises quand un lecteur ou un observateur construit des représentations mentales internes du contenu décrit dans le texte ou montré dans l'image » (p. 102)	(Schnotz, 2002)
2002	« . . . l'alphabétisation visuelle définie comme la capacité à interpréter les images ainsi que pour générer des images pour communiquer des idées et des concepts » (p. 1)	(Stokes, 2002)

2003	La « Visualisation pour les fins du présent document est une représentation d'un phénomène scientifique en deux dimensions, trois dimensions, ou avec une animation ». " Visualisations . . . pour tester des idées et révéler des aspects sous-spécifiés des phénomènes scientifiques . . . pour afficher de nouvelles idées et aider les enquêteurs en comparant une conjecture avec une autre . . . illustrer une idée que les mots ne peuvent pas décrire » (p. 743)	(Linn, 2003)
2003	« La visualisation de l'information est un ensemble de technologies qui utilisent l'informatique visuelle pour amplifier la cognition humaine avec des informations abstraites ».	(Jacko and Sears, 2003)
2004	La « ... visualisation est le processus d'utilisation d'illustrations géométriques des concepts mathématiques. La visualisation est une des techniques les plus couramment utilisées dans l'enseignement des mathématiques » (p. 108)	(Zaraycki, 2004)
2005	La « Visualisation est . . . la capacité de manipuler ou de transformer l'image des configurations spatiales dans d'autres arrangements » (p. 514)	(Piburnet al., 2005)
2005	« Les visualisations de l'information tentent de faire correspondre efficacement les variables de données aux dimensions visuelles afin de créer des représentations graphiques »	(Gee and Grinstein, 2005)
2005	« Contrairement à la visualisation scientifique, la visualisation de l'information porte généralement sur des données non numériques, non spatiales et à haute dimension ».	(Chaomei Chen 2005)
2007	La. . . visualisation est la compréhension mentale de l'information visuelle » (p. 315)	(Garmendia, Guisasola & Sierra, 2007)
2008	« La visualisation, en ce qui concerne la représentation externe, est l'utilisation systématique et ciblée d'informations sous forme d'images, de diagrammes, de tableaux et autres (Tuft, 1983). La visualisation concerne également la représentation interne, c'est-à-dire la production mentale, le stockage et l'utilisation d'une image résultant d'une représentation externe. (Reisberg, 1997) Les représentations externes et internes sont liées dans le sens où leur perception utilise des processus mentaux similaires. » (p. 30)	(Gilbert, Reiner & Nakhleh, 2008)
2009	« En particulier, dans le contexte de la résolution de problèmes mathématiques, la visualisation se réfère à la compréhension du problème de la construction et / ou l'utilisation d'un graphique ou une image pour aider à obtenir une solution (Bishop, 1989) » (p. 97)	(Deliyianni et al., 2009)
2009	« Visualisation spatiale », est la capacité d'interpréter précisément en trois dimensions (3D) la représentation des objets en deux dimensions (2D) » (p. 391)	(Korakakis et al., 2009)
2009	« On entend par visualisation de l'information (VI) l'utilisation d'interfaces interactives dont le but principal est de représenter l'entropie visuelle minimale d'une série de données à un utilisateur final ».	(Keim et al; 2006) (Fry, 2008) (Purchase et al., 2008) (Mazza, 2009)
2009	La « Visualisation est définie en termes de compréhension des transformations sur la structure et les associations avec la fonction » (p. 439)	(Mathai & Ramadas, 2009)

2012	« La visualisation est un processus par lequel les données sont représentées graphiquement afin d'exposer des modèles et des relations qui pourraient autrement être manquées. Si vous regardez une liste de numéros non ordonnés, comme le nombre d'appels mobiles par abonné dans un pays donné au fil du temps, vous pouvez constater une augmentation générale du nombre de numéros au cours de cet intervalle de temps en jetant simplement votre regard sur la liste des numéros. Cependant, il est peu probable que vous puissiez déceler des tendances plus " élaborées " dans les données, comme des variations selon la période de l'année, par exemple. Ou si on vous donne une liste de coordonnées GPS numériques, vous auriez probablement du mal à déterminer l'itinéraire qui a été réellement pris, à partir de la liste des numéros. La visualisation peut donner vie à ces chiffres et rendre évidentes ces tendances périodiques, ainsi que le chemin parcouru au cours d'un voyage GPS. »	(L'Université ouverte. 2012)
2013	« Qu'est-ce que la visualisation ? La réponse varie en fonction de la personne à laquelle vous vous adressez. Pour certains, il s'agit strictement des graphiques traditionnels, alors que pour d'autres, à la vision moins restrictive, elle peut être définie comme tout affichage de données, qu'il s'agisse d'art de données ou d'une feuille de calcul Excel. Je tends plutôt pour cette seconde approche, mais il m'arrive aussi d'adopter la première. Au final, cela n'a pas une réelle importance, l'essentiel étant de créer quelque chose en harmonie avec son propre objectif. »	(Yau, 2013)
2017	La visualisation des informations est l'art de représenter les données de manière à ce qu'elles soient faciles à comprendre et à manipuler, rendant ainsi les informations utiles. La visualisation peut donner un sens à l'information en aidant à trouver des relations dans les données et à soutenir (ou réfuter) les idées sur les données.	(Disney, 2017)
2019	« La visualisation de l'information est une catégorie particulière de visualisation où la représentation visuelle est choisie par le système particulier utilisé et où les données peuvent être de nature abstraite. Elle peut contenir des données numériques et non numériques. La représentation spatiale de l'information sur un écran peut être modifiée en fonction des objectifs de l'utilisateur et n'est pas liée à une géométrie sous-jacente particulière comme c'est souvent le cas pour la visualisation scientifique. Ainsi, elle diffère de la visualisation scientifique où la représentation spatiale est normalement définie par les données. La figure 4.3 montre comment l'information peut être représentée à l'aide de symboles et de liens.» (p. 439)	(Earnshaw et al., 2019)

Tableau 2. *définitions explicites de la visualisation (traduction de l'auteur)*

À partir d'une sélection des définitions explicites (tableau 2) nous avons réalisé un nuage des mots pour montrer les concepts les plus importants de l'ensemble de ces définitions



Figure 26. Nuage des mots de mots de définitions de visualisation.

Cette méthode de représentation visuelle en nuage des mots permet d'identifier rapidement les termes les plus importants de notre sélection de définitions de la visualisation, ainsi que l'importance relative entre les termes.

Une autre analyse en regroupant les concepts de différentes définitions nous montre de façon graphique, avec un dendrogramme, les regroupements conceptuels de la sélection des définitions du tableau 2

Le nuage des mots nous montre que les mots les plus significatifs dans les définitions sur la visualisation sont : visualisation, représentation, information, données, visuel.

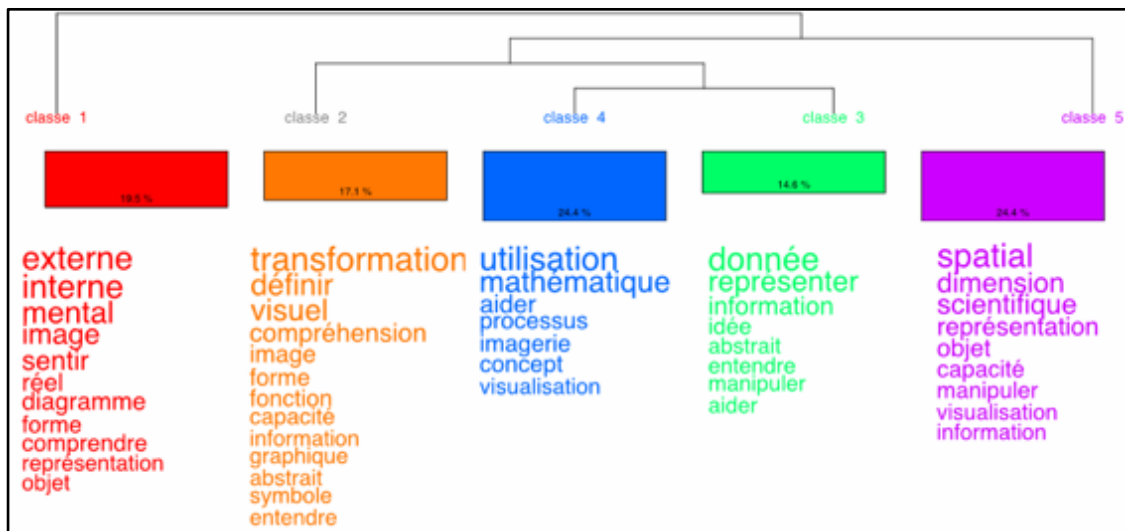


Figure 27. Dendrogramme de clusters de mots des définitions de la visualisation

Un dendrogramme est un arbre de partitions successives de l'espace des données (Fig. 27). Si on parcourt le dendrogramme, la méthode descendante (division), nous montre des clusters qui regroupent les concepts en groupes sémantiques. Nous avons également réalisé un graphe de réseaux de concepts les plus pertinents pour proposer une définition de la visualisation.

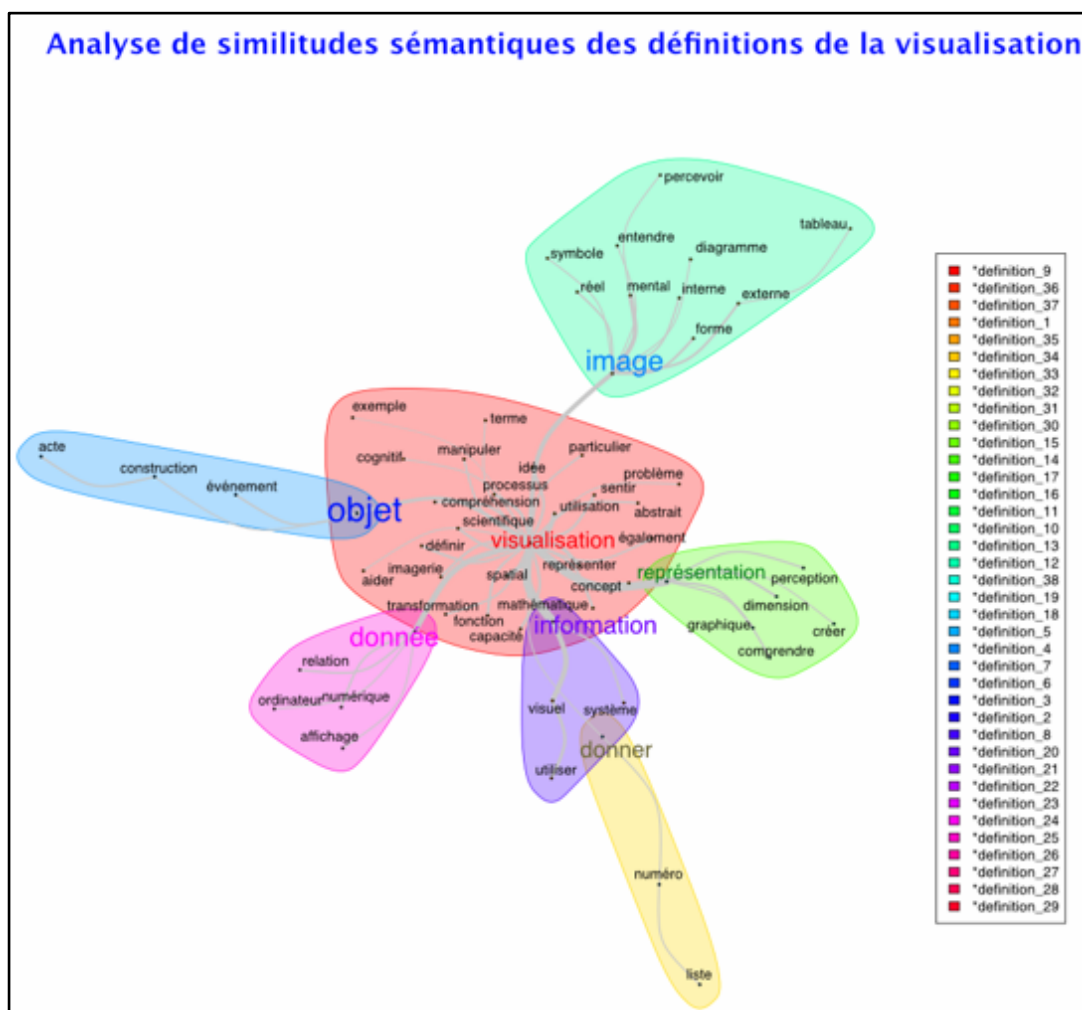


Figure 28. Analyse de similitudes sémantiques des définitions de la visualisation

Dans le dendrogramme de clusters, on voit que les concepts sont regroupés en six (5) classes et que les classes font référence aux caractéristiques visuelles (classe 5) ; aux fonctions de la visualisation (classe 3) ; aux types des données (classe 1 et 4) et aux caractéristiques de la visualisation (classe 2)

Nous avons également réalisé un graphe Analyse de similitudes sémantiques des définitions de la visualisation. Ce Graphe socio-sémantique de concepts est réalisé à partir de 38 définitions afin de détecter (par analyse de similitudes) les thèmes récurrents des définitions dans un corpus visuel. Avec l'analyse de similitude, réalisée avec le logiciel IRaMuTeQ (<http://www.iramuteq.org/>) on va détecter les catégories qui ne sont pas fixées a priori mais rendues visibles par un procédé qui permet de classer et de regrouper les concepts clés de définitions sur la visualisation, selon leurs relations effectives — qui fait quoi, qui parle à qui, où, sur quoi, avec qui, etc..

La similarité dans l'analyse de réseaux nous montre que de 38 définitions il y a 5 classes de concepts (ou plus, selon la structure analysée) se retrouvent dans la même classe d'équivalence. Nous pouvons proposer, selon cette analyse, la définition suivante : « *la visualisation est une représentation graphique des données réalisée par les ordinateurs, pour transformer les informations dans un système d'images pour amplifier la compréhension cognitive* ».

1.2.2 Les caractéristiques de la visualisation

Une visualisation fait que « certains phénomènes et portions de la réalité deviennent visibles et compréhensifs ; beaucoup de ces phénomènes ne sont pas naturellement accessibles à l'œil nu et beaucoup ne sont même pas d'ordre visuel » (Costa, 1998). La visualisation des données est l'étude de la représentation visuelle des données, ce qui signifie « une information abstraite dans une certaine forme schématique qui inclut les attributs ou les variables des unités d'information ».¹⁰

« La recherche dans le domaine de la visualisation cherche à compléter la connaissance humaine en tirant parti des capacités visuelles humaines à donner du sens à l'information abstraite, fournissant les moyens par lesquels les humains disposant de capacités perpétuelles permanentes peuvent aborder un nombre croissant de données. Les visualisations rehaussent le cycle de fabrication du sens en aidant à la recherche de l'information, en facilitant la découverte des modèles et en fournissant les moyens d'évaluer diverses hypothèses » (Heer, 2008).

La visualisation de l'information est caractérisée par (1) être interrelationnelle, (2) transformer les données "brutes" en informations pertinentes, (3) chercher la perte minimale d'informations dans cette transformation, et (4) s'adresser aux utilisateurs qui interagissent, transformant et interprétant ces informations. « La visualisation est l'utilisation de

¹⁰ Source Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Data_visualization

représentations visuelles interactives et informatisées de données abstraites pour amplifier la cognition » (Card, Mackinlay & Shneiderman B. 1999). Il existe trois principaux objectifs de la visualisation, à savoir a) la présentation, b) une analyse de confirmation et c) l'analyse exploratoire.

Bénéfices de la visualisation

Le bénéfice principal de la visualisation réside dans l'expansion du système de traitement cognitif humain. La visualisation permet les actions suivantes :

- D'appréhender des structures plus complexes, sans connaître le sujet central de l'information, d'identifier des scénarios de compréhension et de représentation interne, de s'appropriier les données/informations/connaissances pour une amélioration de la mémoire du travail visuel et verbal ;
- De favoriser dans la perception des propriétés existantes dans les données répertoriées et non prévues initialement ;
- D'isoler les problèmes dans les données ou dans leur collection. Avec une visualisation efficace, les erreurs présentes au sein des données sont rapidement détectées ;
- De recueillir simultanément de grandes ou de petites caractéristiques de données ;
- De faciliter l'analyse des données, sans présupposés (Ware, 2012).

L'amplification cognitive par la visualisation

L'amplification cognitive se présente sous la forme de six processus de visualisation :

- Réduction des ressources cognitives mobilisées par l'utilisateur pour traiter et analyser les informations (haute interaction de l'utilisateur, sa perception étant conduite pour un accès facile à la richesse des données) ;
- Simplification de la recherche d'informations : une grande quantité de données dans une petite surface, ayant une possibilité de groupement de données par critères ;
- Augmentation de possibilités de détection ;
- Inférence perceptive utilisant la perception visuelle : certains problèmes sont évidents avec une représentation visuelle, comme une carte du métro ;
- Moyens de gestion des données (Card, 1999).

Visualisation et traitement de l'information

La visualisation facilite le traitement de l'information pour trois raisons (Chauvin, 2008) :

- Elle permet un traitement plus rapide de l'information relationnelle, soit par analogie directe, lorsqu'il s'agit de relations spatiales, soit par analogie métaphorique, basée sur le pouvoir du traitement de la perception visuelle ;
- Elle représente de façon externe un ensemble d'informations qui ne sont plus nécessaires pour entretenir la mémoire du travail, mais à laquelle l'on peut accéder.
- Elle perçoit un certain type de traitement qui doit être relationnel, basé sur la

même information en un format symbolique ou déduite par le raisonnement.

Le modèle imbriqué pour la création de cartographies provenant de l'étude (Munzner, 2009) nous donne une synthèse de la complexité de la visualisation :

- Caractérisation des problèmes du domaine cible (*domain problem characterization*) : le cartographe doit comprendre les problèmes du domaine des destinataires.
- Conception des données et des opérations (*data/operation abstraction design*) : le cartographe doit transformer les données brutes en données abstraites structurées et exprimer en termes informatiques les problèmes du domaine des destinataires que sa représentation doit résoudre.
- Conception des techniques de représentation et d'interaction (*encoding/interaction technique design*) : Le cartographe doit sélectionner une abstraction visuelle des données structurées (e.g. variables visuelles, métaphore de représentation, etc.) qu'il va utiliser, ainsi que les techniques d'interaction dont sa carte sera munie.
- Conception des algorithmes (*algorithm design*) : trouver les algorithmes permettant de mettre en place les techniques conçues à l'étape précédente.

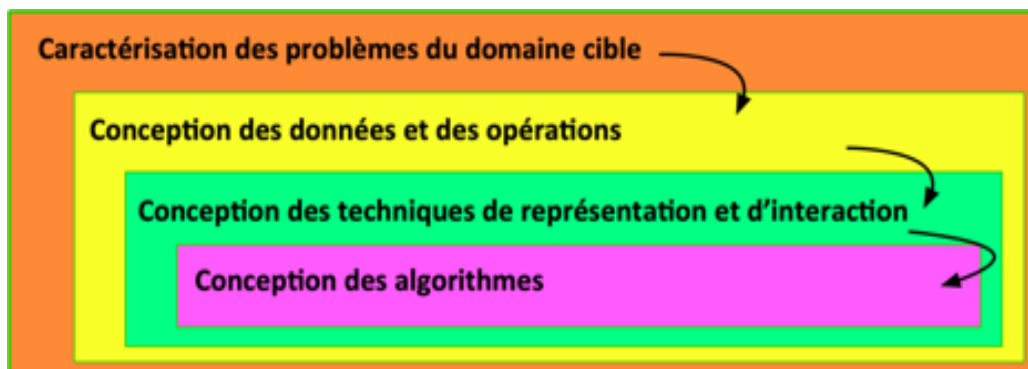


Figure 29. Le modèle de production de cartographies (Munzner, 2009)

Voici les trois critères que toute visualisation doit remplir pour être considérée comme une visualisation pragmatique (Kosara, 2007) :

1. Elle doit être réalisée à partir et sur des données non-visuelles. L'objectif d'une visualisation est la communication de données. Cela signifie que les données doivent provenir de quelque chose qui est abstrait ou du moins qui n'est pas immédiatement visible (comme l'intérieur du corps humain ou de données statistiques). La visualisation transforme l'invisible en visible.
2. Elle doit produire une image. La visualisation produite à partir des données, doit être le principal moyen de communication. Si l'image n'est qu'une petite partie du processus, il ne s'agit pas de visualisation.

3. Le résultat visuel doit être lisible et reconnaissable. La visualisation doit fournir un moyen d'apprendre quelque chose sur les données. Toute transformation de données en une image laissera de côté des informations, mais il doit y avoir au moins certains aspects pertinents des données qui peuvent être lus. La visualisation doit également être reconnaissable comme telle et ne pas prétendre être autre chose.

2 La visualisation des données, de l'information et des connaissances

« L'objectif de la visualisation n'est pas de produire des images mais d'offrir une intuition. »

Stuart Card

Le modèle DIKW¹¹ (Data, Information, Knowledge, Wisdom) est un des plus connus dans la recherche sur l'information et la connaissance. Le modèle DIKW montre comment l'esprit humain peut déplacer des données brutes vers des plans supérieurs par une organisation progressive. Les relations entre les éléments de données permettent aux bits et octets de gagner du sens et deviennent ainsi informatifs pour nous. À mesure que nous progressons dans la hiérarchie, à la recherche de modèles et de principes de déploiement, nous imposons une structure et une organisation, souvent en classant ou en catégorisant les informations et les connaissances.

La représentation graphique la plus populaire pour DIKW est une pyramide avec les données à la base et la sagesse à son sommet (figure 24). Cette représentation suppose implicitement que les éléments les plus hauts dans la pyramide nécessitent les éléments inférieurs pour être définis, et qu'ils peuvent être atteints après un processus de transformation des éléments inférieurs. Le modèle DIKW est alors une chaîne où l'information est le résultat du traitement des données, la connaissance est le résultat du traitement de l'information, et la sagesse est le résultat du traitement de la connaissance. (Ermine *et al.*, 2012)

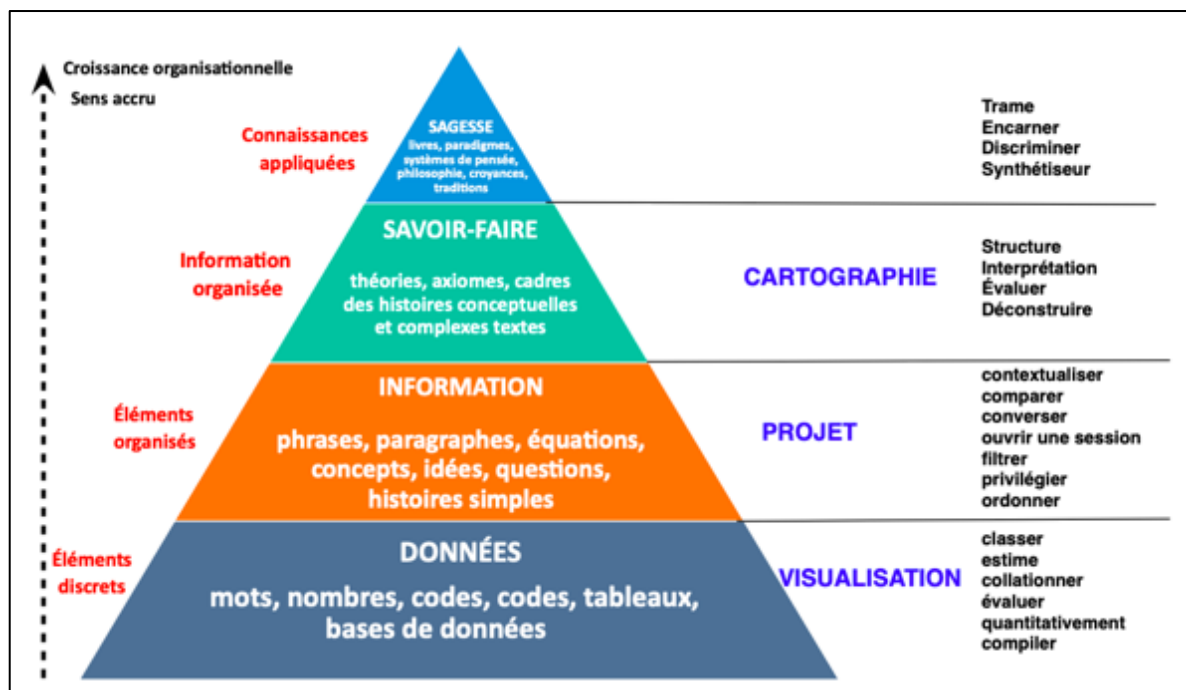


Figure 30. Hiérarchie de la visualisation (David McCandless)

¹¹ Pour l'histoire de ce modèle, voir (Rowley 2007)

La pyramide montre comment on passe des données brutes, jusqu'à l'intelligence qui est la capacité de les utiliser parfaitement.

- Tout commence par la collecte des données.
- Les données deviennent des informations dès lors qu'on interagit avec elles, qu'on les traite. Par exemple, pour une recherche en ligne, quand elles sont présentées dans les résultats en réponse aux requêtes.
- Les informations deviennent des connaissances quand on les met en relation et qu'on forme un tout. C'est ce que fait le graphe de connaissances.
- Les connaissances deviennent intelligence quand on sait s'en servir pour prendre les bonnes décisions.

Le diagramme ci-dessous présente le modèle référentiel de visualisation de l'information.

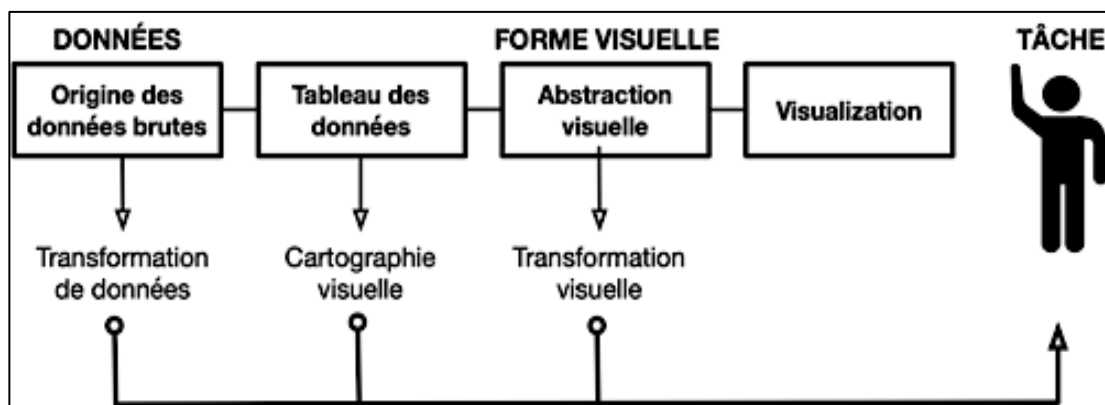


Figure 31. Modèle référentiel de la visualisation de l'information d'après (Card et al. 1999)

Dans la figure ci-dessus, « La visualisation peut être décrite comme le mappage de données à une forme visuelle qui supporte l'interaction humaine dans un espace de travail pour la création de sens visuel. » (Card et al. 1999)

- **Données brutes** (*source data*) : données issues de phénomènes observés, mesurés etc. La première étape est la collecte de données. Il peut s'agir d'une matrice de nombres, un graphique de réseaux sociaux, une structure de type archive ou n'importe quel autre ensemble de données. Les données d'origine sont alors utilisées pour construire des tableaux de données, qui sont les représentations internes de données. Ce processus peut impliquer que les données de lecture d'une certaine archive ou banque de données puissent comprendre une série de nouvelles transformations de données ou une réorganisation des données ;
- **Données structurées** (*data tables*) : données nettoyées et modélisées selon un format pouvant être décodé par l'outil de visualisation. Les données d'origine sont répertoriées en tableaux / contenus de données qui supportent leur visualisation. Les tableaux de données ainsi obtenus peuvent également représenter des structures de données de réseau ou des graphiques et des structures hiérarchiques. Elles sont alors soumises à une cartographie visuelle pour en créer

des abstractions, agissant comme un modèle de données qui comprend des caractéristiques visuelles, telles que la disposition spatiale, la couleur, la taille ainsi que la forme. L'abstraction visuelle est susceptible de contenir toutes les informations nécessaires pour développer une représentation visuelle de données / informations / connaissances.

- **Abstraction visuelle** (*visual abstraction*) : type de représentation adapté au modèle des données. Les tableaux ou bases de données sont utilisés afin de construire une abstraction visuelle de données, comme la modélisation des propriétés visuelles (telles que la position, la couleur et la géométrie). L'abstraction visuelle est donc utilisée pour créer des visualisations de données interactives.
- **Vues** (*views*) : représentation partielle des données modélisées grâce au type de représentation choisi selon le type données, les besoins de l'utilisateur.

2.1 Les étapes du processus de la visualisation

On peut identifier six étapes différentes dans le processus de la visualisation (Chitaro, 2004) : la cartographie, la sélection, la présentation, l'interactivité, la convivialité et l'évaluation.

2.1.1 La cartographie

C'est la façon de visualiser l'information ou de coder l'information sous forme visuelle. Dans la cartographie, les données ou l'information se transforment en forme graphique. Une bonne cartographie produit une représentation visuelle précise, et peut être réalisée lorsqu'il existe une relation précise entre les objets de données et les objets visuels à décrire. (Un algorithme bien défini est utilisé à cette fin).

2.1.2 La sélection

C'est choisir les données parmi celles qui sont disponibles selon la tâche ou le travail donné. La sélection des données dépend directement de l'objectif à atteindre par le biais de graphiques ou représentations visuelles.

2.1.3 La présentation

La présentation doit gérer et organiser efficacement l'information dans l'espace disponible sur l'écran. La valeur ajoutée d'une cartographie intuitive est une sélection claire et précise des éléments de données, qu'il faut présenter sous la forme la plus significative et compréhensible possible.

2.1.4 L'interactivité

Ce sont les moyens fournis pour organiser, explorer et réorganiser la visualisation. Elle permet à l'utilisateur d'explorer, de comprendre et d'interpréter au mieux les données ou les informations, ce qui améliore ses capacités d'exploration.

2.1.5 Les facteurs humains

Les facteurs de convivialité et les facteurs d'accessibilité. La visualisation est facile à utiliser pour l'utilisateur final et les personnes ayant des besoins spéciaux. La connaissance de la perception visuelle et les aspects cognitifs permettent de concevoir très facilement une visualisation efficace.

2.1.6 L'évaluation

Pour savoir si la méthode de visualisation est efficace ou non, si le but est atteint ou non, une évaluation de la visualisation est nécessaire. L'évaluation de l'utilisabilité¹² a été développée pour les interfaces graphiques et adaptée et étendue aux interfaces de visualisation d'information. On peut classer les méthodes d'évaluation en deux grandes catégories :

- L'évaluation analytique comprend les examens d'experts et l'étude cognitive. La découverte de problèmes d'utilisabilité et de lignes directrices pour la modification pendant le développement du système fait partie de l'évaluation analytique.
- L'évaluation empirique comprend les expériences contrôlées, les questionnaires, les entrevues et les groupes de discussion. La découverte des problèmes d'« utilisabilité » et des suggestions de modification après la mise en œuvre réelle ou le prototype est la partie de l'évaluation empirique (Chittaro, 2006).

¹² L'utilisabilité, ou encore aptitude à l'utilisation est définie par la norme ISO 9241-11 comme « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié »

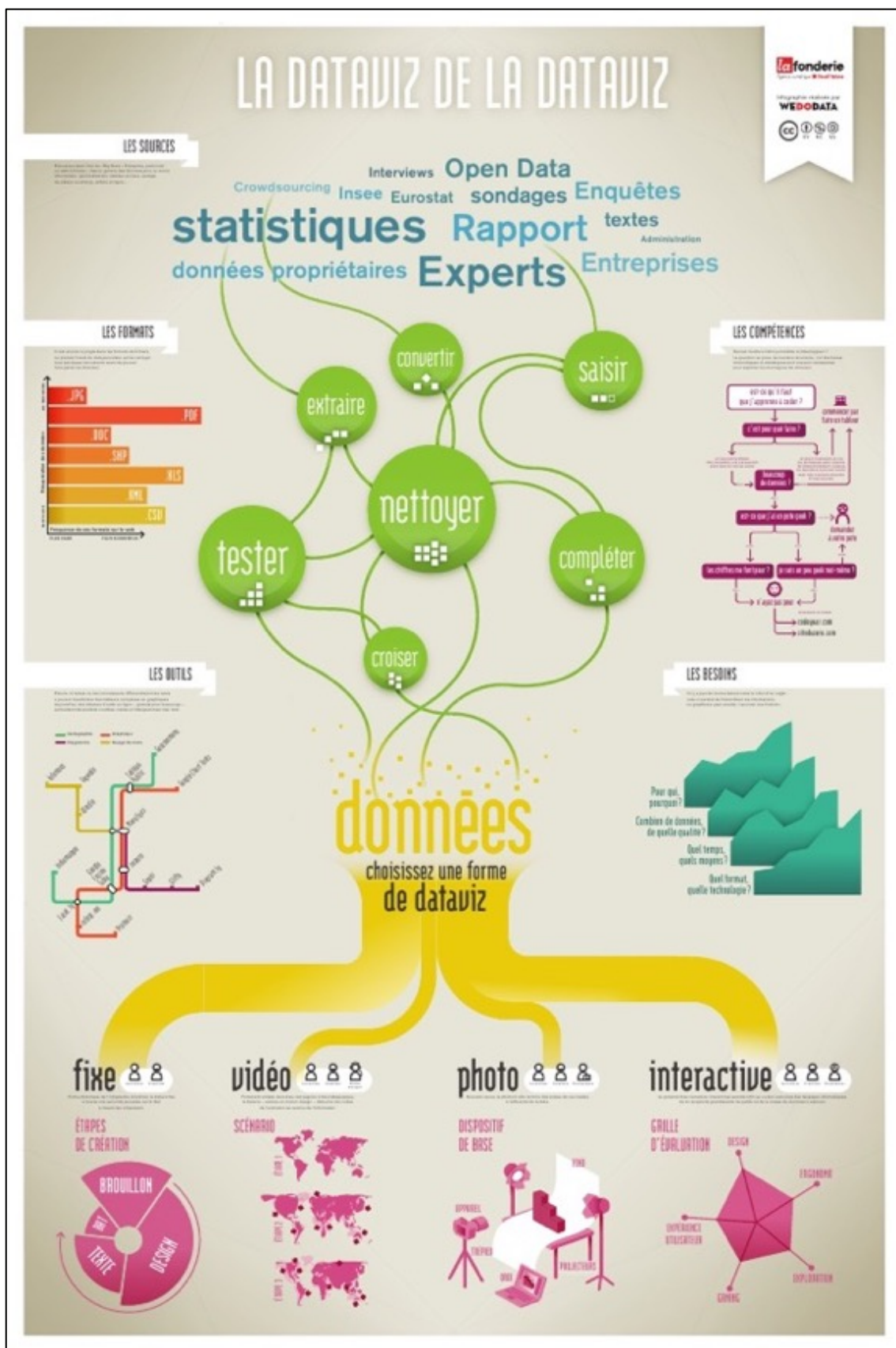


Figure 32. La dataviz de la dataviz¹³

¹³ La **dataviz** (raccourci pour **Data Visualization**) est l'anglicisme qui désigne les techniques permettant de **présenter des données sous forme visuelle** afin d'en faciliter la compréhension et/ou l'analyse.

2.2 Les types de visualisation

Plusieurs taxonomies ont été proposées qui s'appuient sur la nature des données ou sur les techniques de visualisation, ou le type de données ou bien sur le type d'interaction. (Solveig, 2006). Pour aborder les types de visualisation, il faut d'abord s'intéresser aux types de données. Nous n'utilisons pas les mêmes représentations visuelles pour des données temporelles, des données hiérarchiques, ou encore des données multidimensionnelles. Ensuite, il faut s'intéresser à la granularité (données catégorielles, données chiffrées) et au besoin de l'utilisateur.

2.2.1 La taxonomie selon les types des données, les tâches, les aptitudes et le contexte

Les taxonomies pour la visualisation de l'information prennent en compte cinq facteurs en relation avec l'objectif de l'application et les utilisateurs : (a) les données, (b) les tâches, (c) l'interactivité, (d) le niveau de compétence et (e) le contexte.

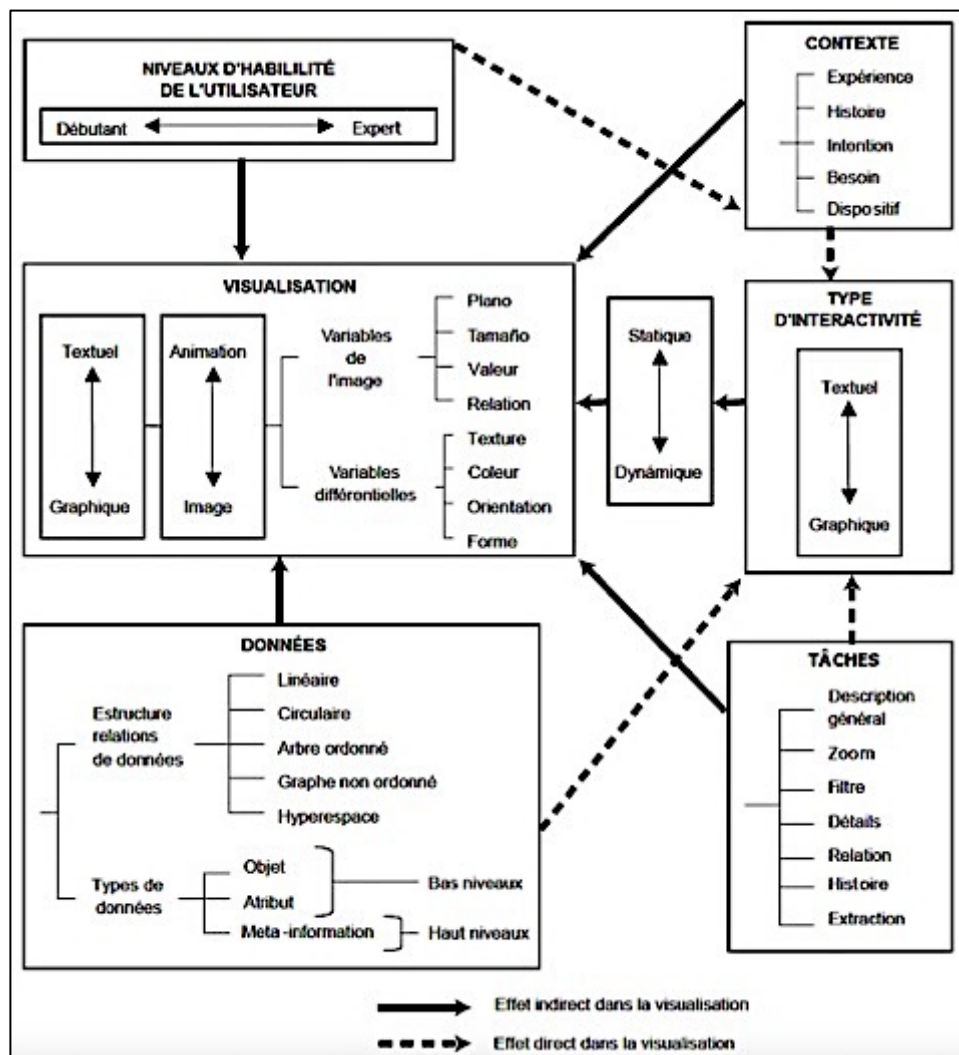


Figure 33. Taxonomie pour la visualisation en termes de données, des tâches, d'aptitudes et du contexte

Les données définissent deux concepts généraux : les types de données et les relations de données. Les types de données peuvent être de haut niveau (méta-information) et de bas niveau (objets et attributs) (Bertin, 1967). Les relations entre les données sont divisées en cinq catégories : linéaire, circulaire, arbre ordonné, arbre non ordonné et hyperespace. Le facteur de niveau de compétence établit le degré auquel la compétence de l'utilisateur affecte la qualité d'un résultat, du novice à l'expert.

Les tâches définissent ce que les utilisateurs veulent réaliser et comment ils le font en utilisant les fonctionnalités de l'interface de visualisation. Les tâches sont divisées en sept dimensions, (Shneiderman, 1996) : vue d'ensemble, zoom, filtrage, détails sur demande, relation, historique et extraction. L'interactivité est divisée en cinq types : manuel, mécanique, instruction, dirigé et automatique. Le contexte décrit les facteurs externes à l'utilisation de l'ordinateur qui influencent l'utilisation de la visualisation de l'information par l'utilisateur et définit cinq dimensions : l'expérience, les intentions, les besoins, l'historique et les dispositifs (Guzmán, 2007).

Cette taxonomie distingue de façon précise, deux formes sous lesquelles l'information peut être présentée : le texte ou une image. Elle définit ainsi, huit dimensions dans lesquelles l'information peut être affichée, regroupées en deux catégories :

- **Variables d'image** (plan, taille, valeur et relation), et
- **Variables différentielles** (texture, orientation, forme et couleur). De plus, en termes d'affichage, les sorties d'information présentées à l'utilisateur sont données par une interaction statique ou dynamique. La figure 28 montre les éléments qui composent la taxonomie de l'affichage des informations.

2.2.2 Taxonomie selon les techniques de visualisation

Les techniques de visualisation peuvent être classées selon trois critères (Figure 29) : les données à visualiser, la technique de visualisation et la technique d'interaction et de distorsion utilisée (Keim, 2002). Dans cette taxonomie (figure 34), le grand nombre des données à visualiser présentent une grande variété de variables ou de dimensions. Ainsi les données à visualiser peuvent être unidimensionnelles, bidimensionnelles, multidimensionnelles, textes et hypertexte, hiérarchies et graphes, algorithmes et logiciels.

Les techniques de visualisation peuvent être classées en écrans standard 2D/3D, transformés géométriquement, iconiques, pixélisés et empilés.

Les techniques d'interaction permettent aux utilisateurs d'interagir directement avec les visualisations et de les modifier dynamiquement en fonction des objectifs d'exploration. Les techniques d'interaction et de diffusion peuvent être classées en projection, filtrage, zoom, distorsion, et liaison et brosse

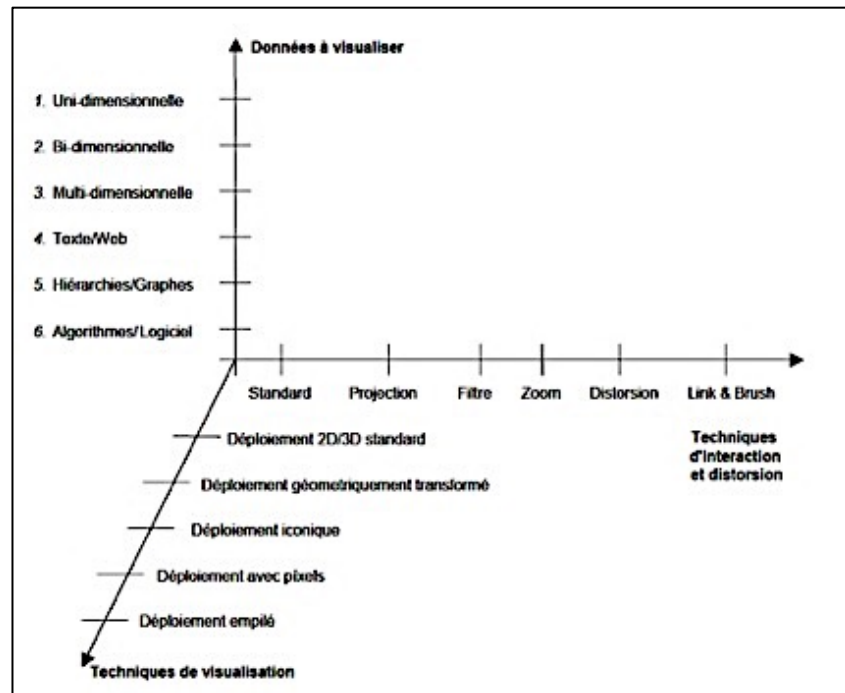


Figure 34. Taxonomie selon les techniques de visualisation

2.2.3 Taxonomie de la visualisation selon le type des connaissances.

La taxonomie de la visualisation selon le type des connaissances (Burkhard, 2004), propose trois perspectives pour une visualisation efficace : (a) le type de connaissance, (b) le type de destinataire et (c) le type de visualisation. Par conséquent, les trois perspectives sont combinées en une matrice tridimensionnelle, où chaque méthode de visualisation peut être placée dans une ou plusieurs coordonnées du cube résultant (Figure 35).

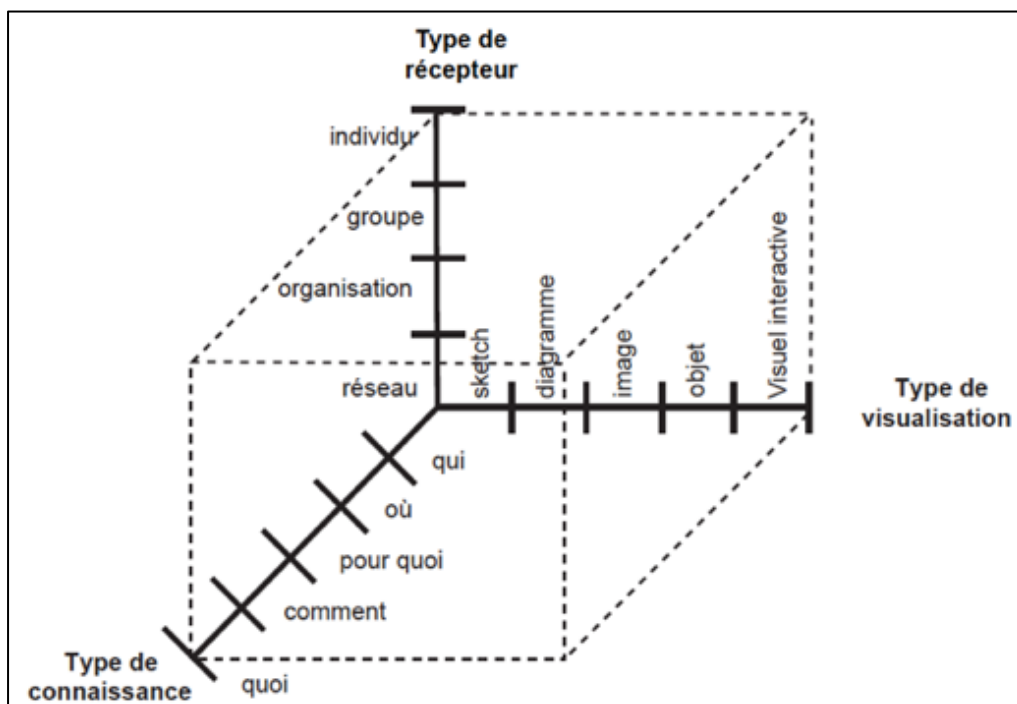


Figure 35. Taxonomie selon le type des connaissances

Dans le schéma précédent, on peut voir 3 axes :

1. L'axe des **types de connaissances** distingue cinq types :
 - Les connaissances déclaratives (quoi),
 - Les connaissances procédurales (comment),
 - Les connaissances expérimentales (pourquoi),
 - Les connaissances d'orientation (où) et
 - Les connaissances individuelles (qui).
 -
2. L'axe du **type de destinataire (récepteur)** identifier le groupe cible et le contexte du bénéficiaire. L'axe du **type visualisation** établit une taxonomie simple pour structurer les méthodes de visualisation existantes. Elle est composée de cinq types de visualisation :
 - Le croquis,
 - Le diagramme,
 - L'image,
 - L'objet et
 - La visualisation interactive.

Avant de créer une visualisation, il est important de comprendre son utilité. Les graphiques, cartes, et infographies aident à comprendre des données complexes, à trouver des modèles, à identifier des tendances, et à raconter une histoire (storytelling).

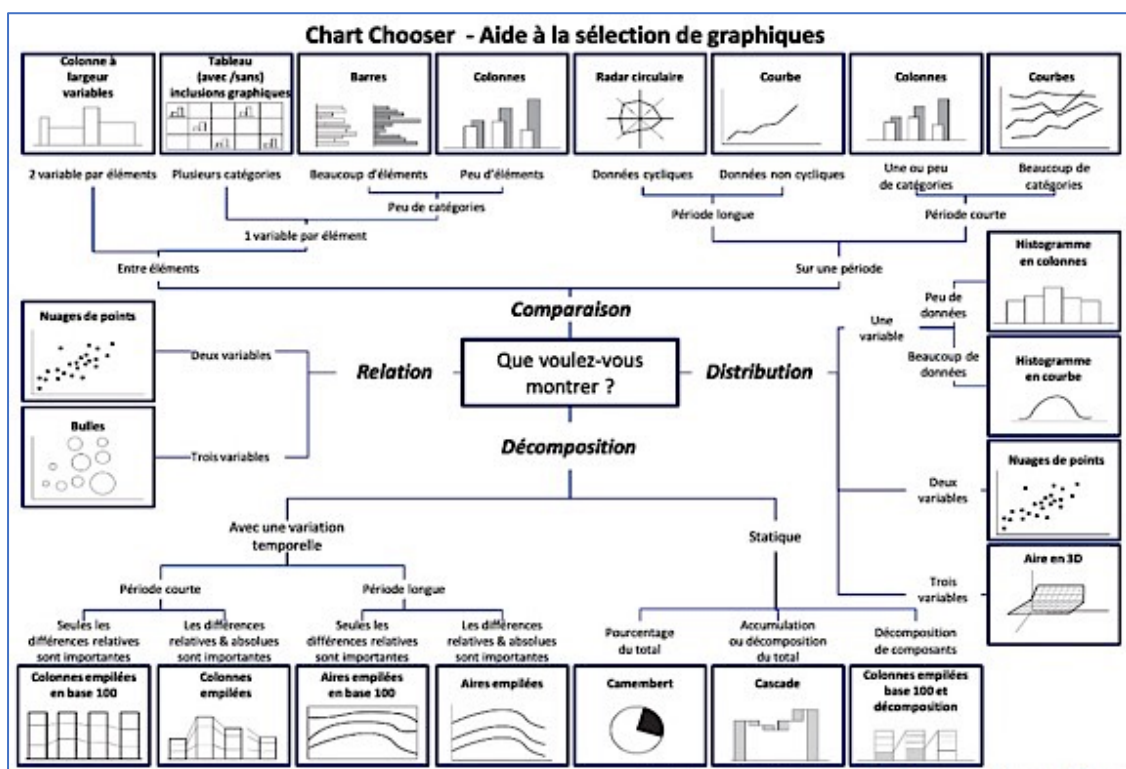


Figure 36. Choisir le type de visualisation. Conception A.Abela. Traduction par B.Lebelle. www.impactvisuel.net

Pour bien choisir le type de visualisation on doit analyser les données et les graphiques doivent parler et s'adapter en fonction. Dans la figure 36 il y a quatre grands types de graphiques :

- 1- **Graphiques de comparaison.** Les graphiques comparatifs sont utilisés pour comparer un ou plusieurs ensembles de données ou mettre en évidence des différences dans le temps.
- 2- **Graphiques de relations.** Les graphiques pour relations montrent la connexion ou corrélation entre deux variables ou plus.
- 3- **Graphiques de composition.** Les graphiques de composition sont utilisés pour afficher les parties d'un tout et l'évolution dans le temps.
- 4- **Graphiques de distribution.** Les graphiques de distribution sont utilisés pour montrer comment les variables sont distribuées dans le temps, pour identifier les cas particuliers et les tendances.

Types de visualisation

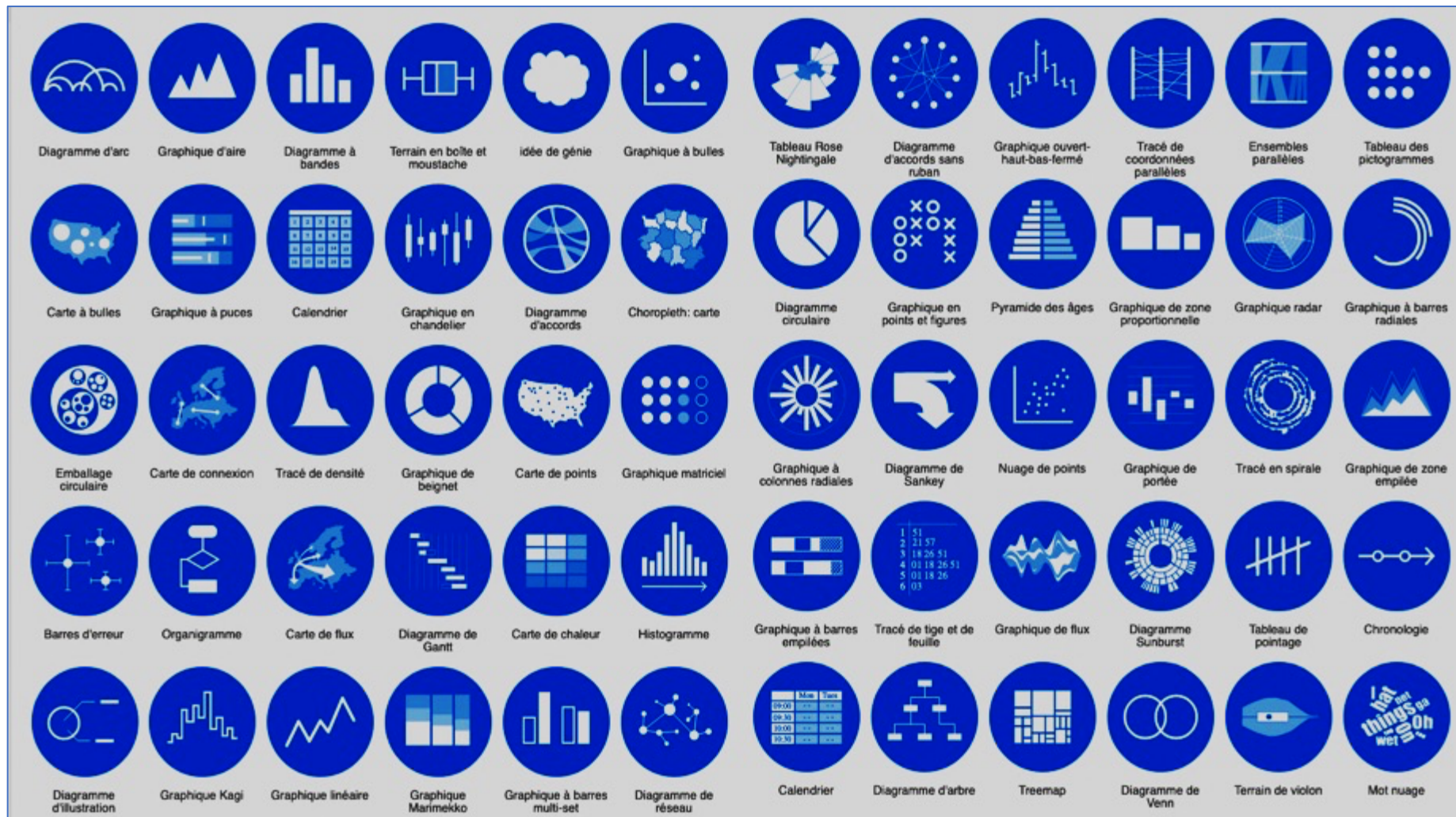


Figure 37. Les types de visualisation. Source <https://datavizcatalogue.com/index.html>

3 La visualisation des données dans le droit

Dans les systèmes d'information juridique, la visualisation prend sa place en tant qu'outil de mémoire et transmission de la connaissance juridique. Elle garantit l'acquisition de la complexité juridique. Il est vrai qu'une analyse de la complexité juridique devra tenir compte des phénomènes évolutifs, ainsi que de la dimension sémantique et matérielle du droit. Dans la mémoire du droit, la visualisation d'un système juridique est indispensable dans la recherche et l'analyse des connaissances juridiques, car elle est un moyen de redécouvrir la dimension sémantique et le modèle systémique du droit.

3.1 L'histoire de la visualisation dans le droit

L'image joue un rôle primordial au Moyen-Âge dans le domaine du droit, comme vu précédemment. A partir du XVI^e siècle, l'utilisation de l'image en droit connaît un véritable déclin dû à l'apparition de l'imprimerie qui rend plus difficile et coûteuse l'inclusion d'images dans les livres. « Le droit à ce moment-là se séparait de l'image, il devenait une science grise » (Jacob, R. 1994 p194).

Dans le présent article nous avons choisi, dans une première partie, de réaliser une approche historique de la visualisation appliquée du droit au Moyen-Âge pour montrer son importance dans la construction de la connaissance, et d'aborder, dans une seconde partie, les diverses phases de notre projet de visualisation interactive de la jurisprudence.

Dans notre travail, nous présentons plusieurs exemples de visualisation au Moyen Âge européen et l'importance des images dans le dispositif de la mémoire du droit médiéval. Une des premières représentations juridiques est la métaphore de l'arbre.

Tels les arbres de consanguinité et d'affinité qui font leur apparition dès le IX^e siècle, le miroir des saxons (*Sachsenspiegel*) manuscrit enluminé, produit entre 1295 et 1371 nous présente la circulation des connaissances juridiques à travers le temps ; le manuscrit le Vidal Mayor nous montre la circulation des métiers dans la création de documents juridiques et constitue un cas unique de manuscrits illustrés en Espagne dans lequel un thésaurus visuel du droit est réalisé pour la première fois. Ce travail matérialise entre autres, la circulation des métiers à l'époque médiévale et conserve la mémoire du droit espagnol.

L'arbor actionum, schéma structuré de connaissances de actions justiniennes qu'avant toute analyse, est une preuve de la circulation des connaissances juridiques en Europe entre le Ve et XIII^e siècles. « *L'arbor actionum* » fonde un nouveau paradigme de visualisation, puisqu'il s'agit d'un modèle de pensée visuelle où la représentation du savoir juridique prend toute sa dimension comme dispositif de transmission de la connaissance du droit par la représentation visuelle et comme moyen de preuve dans la procédure judiciaire. L'image, le schéma constituent un élément fondamental dans la reconnaissance de droits dans le procès.

Dans les systèmes d'information juridiques médiévaux, la visualisation prend sa place comme outil de connaissance. Elle assure l'acquisition de la complexité juridique. Il est certain qu'une analyse de la complexité juridique devra considérer les phénomènes évolutifs, tout

autant que la dimension sémantique et substantielle du droit. la visualisation d'un système juridique (Raz, 1980) est indispensable dans la recherche et l'analyse de la connaissance juridique, car c'est un moyen de redécouvrir la dimension sémantique et le modèle systémique du droit (Wagner, A., & Pencak, W. 2006).

3.1.1 Les schémas d'Isidore de Séville

Isidore de Séville, ou *Isidorus Hispalensis* (560-636), encyclopédiste et historien espagnol, acquit une grande renommée par ses nombreux ouvrages théologiques, historiques et scientifiques. Il fonda une école à Séville et y enseigna lui-même. Son important travail l'a conduit à condenser et à reproduire sous forme encyclopédique ses travaux, qui portent sur tous les sujets – sciences, droit canonique, histoire ou théologie – garants de la culture et de l'apprentissage de l'Antiquité. Le plus connu de ses écrits est *l'Originum sive etymologiarum libri XX*. C'est une encyclopédie de toutes les sciences, sous la forme d'une explication des termes propres à chacune d'elles.

Un autre exemple est celui de plusieurs *stamatas* dans le manuscrit de *Etymologiae* d'Isidorus Hispalensis¹⁴. En 620 de notre ère, Isidore de Séville a commencé à compiler un dictionnaire, *l'Etymologiae*. L'ouvrage, également appelé Origines est divisé en 20 livres portant chacun sur une matière, qui comprennent les mathématiques, la musique, l'astronomie et l'astrologie ; la médecine ; le droit ; Dieu, les anges et les saints ; les juifs et les païens ; l'Église ; les langues, les nations, les citoyens ; le vocabulaire. Le livre IX est consacré aux relations familiales et contient l'un des plus anciens exemples de l'application du mot *stemma* (diagramme).

L'œuvre d'*Étymologies*, était l'un des livres les plus importants du Moyen-Âge, dont la structure rappelle celle des bases de données et préfigure le classement alphabétique, puis de la notion d'index, et dont l'exhaustivité évoque le potentiel d'Internet. C'est l'organisation particulière de ce livre, indexée par première, puis deuxième lettre, qui est à l'origine de la classification arborescente par lettres.

¹⁴ Consulter le manuscrit *Etymologiae*, Isidore Pal. lat. 218, fol. 144v. Bibliothèque Apostolique en ligne http://bibliotheca-laureshamensis-digital.de/bav/bav_pal_lat_281/0294/image

3.1.2 Les arbres consanguinitatis et affinitatis

Les arbres de consanguinité et d'affinité (*arbores consanguinitatis* et *arbores affinitatis*¹⁹) sont parmi les représentations les plus anciennes et très répandues au Moyen Age.

« Cette représentation a pour objet de clarifier, de rendre visuellement explicites les degrés de parenté qui unissent les membres d'une même famille, en droit romain et en droit canonique. En effet, ce nombre de degrés n'est pas le même entre le comput romain, système dit « de l'échelle double » dans lequel sont comptés les intervalles qui remontent à l'ancêtre commun et ceux qui en descendent et le comput canonique, système dit « de l'échelle simple » où seuls sont comptés les intervalles qui remontent à l'ancêtre commun. Ainsi, des cousins germains sont parents au 4^e degré en droit romain mais seulement au 2^e degré en droit canonique. Civilistes et canonistes ont donc tous besoin pour des raisons diverses de pouvoir bien déterminer ces degrés »²⁰.

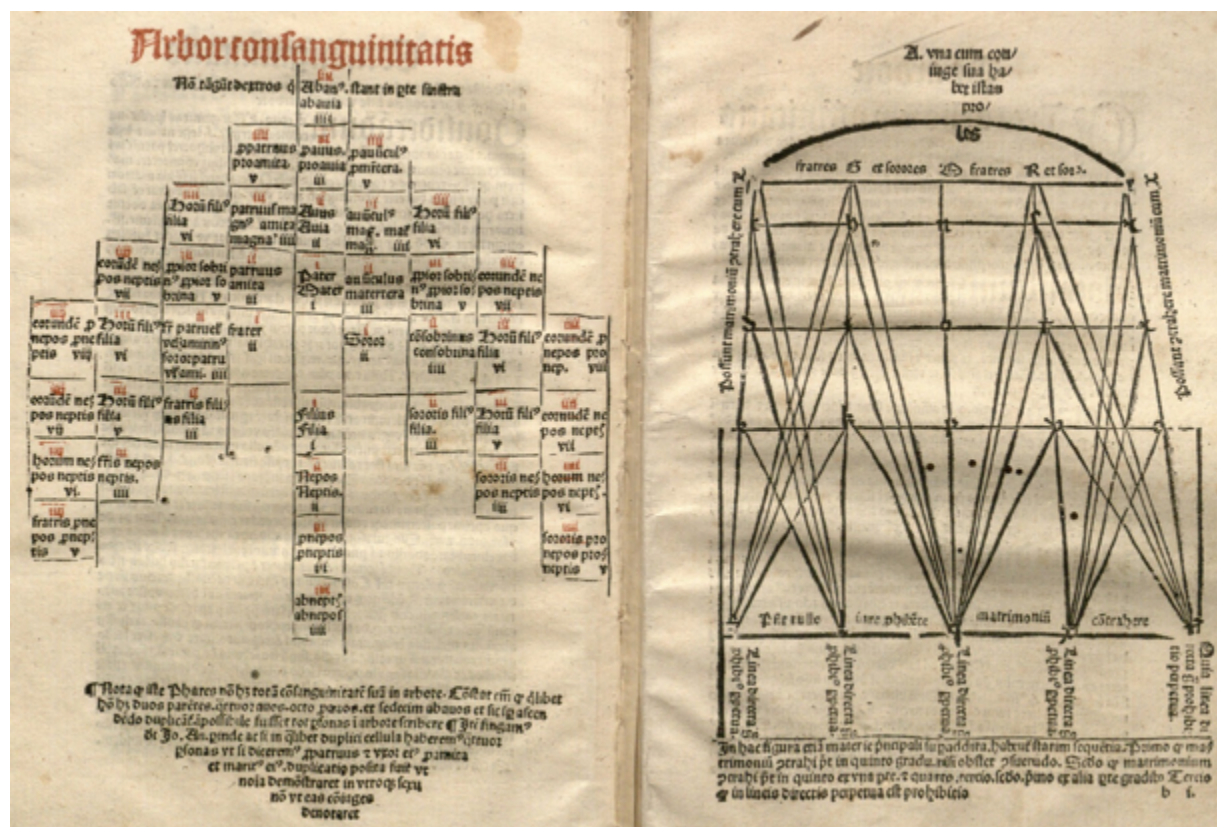


Figure 39. Arbre de Arborum trium consanguinitatis, affinitatis, cognationisque spiritualis lectura. Cologne: Quentell, Jan.

1504. Voerda, Nicasius de, d. 1492. . License CC 0 1.0 - Domaine Public.

On trouve un exemple des arbre de consanguinité dans les *manuscripts of Decretum Gratiani* : à la Bibliothèque municipale Beaune, BM, 005 (005), f. 288v : Arbre de consanguinité <http://initiale.irht.cnrs.fr/codex/844>²¹. Originaire de Bologne, Gratien fut moine bénédictin

¹⁹ Hermann SCHADT, Die Darstellungen der 'Arbores Consanguinitatis' und 'Arbores Affinitatis', *Bildschemata in juristischen Handschriften*, Tübingen, E. Wasmuth, 1982, p. 224, 229-233, 241, n. 48, 264, pl. 93, 94

²⁰ Giordanengo Claire « Le droit enseigné par l'image (2/2) : illustre les degrés de parenté » In *Interfaces/ fonds anciens BU Lyon* · Publié 24 mars 2012 · Mis à jour 7 janvier 2015. <https://bibulyon.hypotheses.org/1713>

²¹ Voir l'ouvrage d' Anthony MELNIKAS, *The Corpus of the miniatures in the manuscripts of Decretum Gratiani*,

et canoniste au XIIe siècle. Peu d'informations sont disponibles à son sujet, mis à part qu'il compilait et rédigeait ce recueil de textes juridiques, qui constitua le code du droit canonique en vigueur dans l'Église catholique romaine jusqu'en 1918. Seuls quelques rares exemplaires du *Decretum Gratiani* furent aussi richement enluminés que cet incunable datant de 1472, imprimé sur du parchemin et glosé par Johannes Teutonicus, dans la version de Barthélémy de Brescia²².

Au Moyen Âge, la société se structure autour de la famille et de l'appartenance à un lignage, avoir une parenté s'affirme avec l'apparition puis la transmission du nom patronymique.²³ Apparaît, par ailleurs, la présentation de la généalogie d'une famille sur les branches d'un arbre. Elle fait son apparition dès le XIIe siècle avec une figure célèbre, l'arbre de Jessé, nom donné traditionnellement à l'arbre généalogique du Christ depuis Jessé, père du roi David.

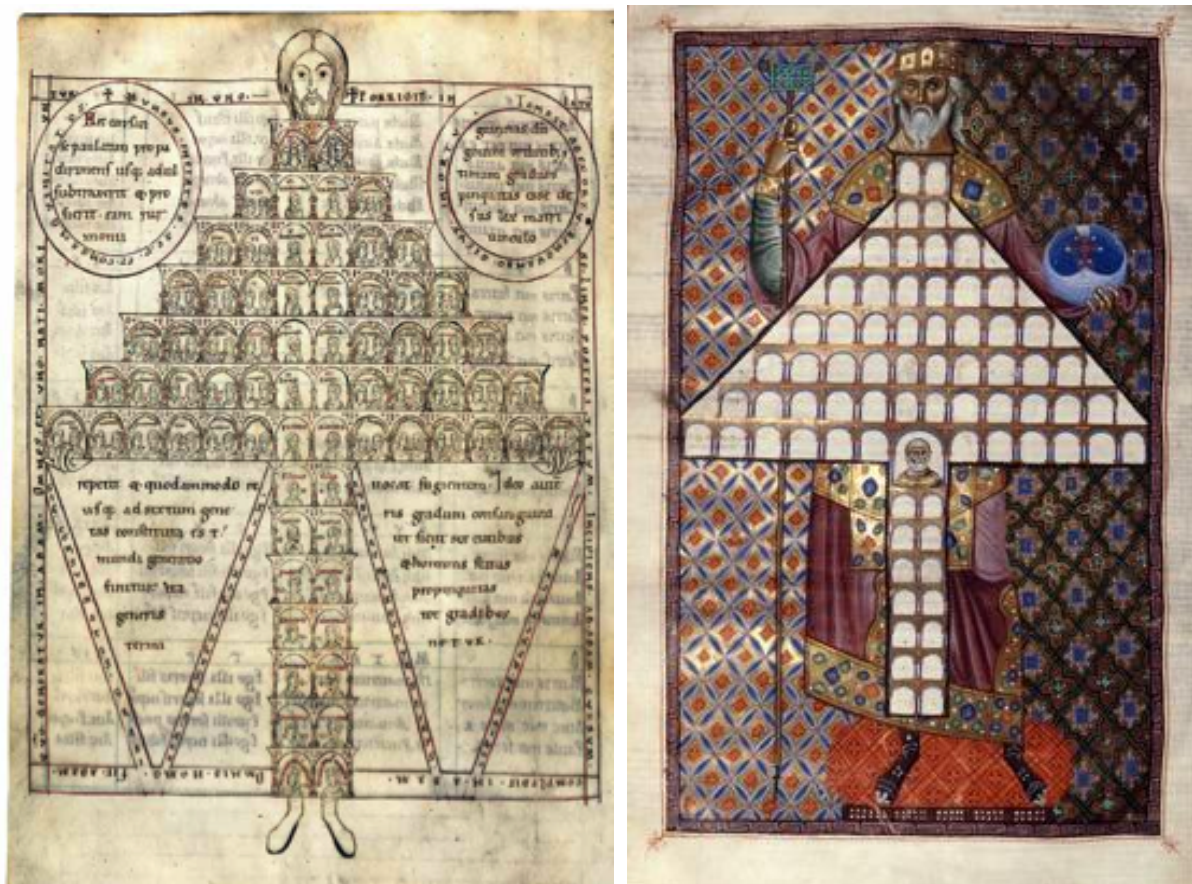


Figure 40. Tables de consanguinité d'Isidore de Seville, *Étymologies* ca. 1160–65 et du décret Gratiani Bibliothèque municipale Beaune, BM, 005 (005), f. 288v : Arbre de consanguinité <http://initiale.irht.cnrs.fr/codex/844>

Roma, Studia Gratiana, 1975, fig. 22, 24-27, 29, 30-36

²² A télécharger en format pdf <https://dl.wdl.org/18193/service/18193.pdf>

²³ Voir le site <http://www.piggin.net/stemmahist/isidore.htm> et Piggin, Jean-Baptiste. *The Missing Manual: Schadt's Arbores*. Academia.edu, 2015.

Avant de se fixer à partir du XVI^e siècle la métaphore de l'arbre se nourrit à de multiples sources : religieuse, arbre du bien et du mal ; philosophique, arbre de la connaissance, juridiques, arbres représentant les règles de mariage ou de succession²⁴.

3.1.3 Le Vidal Mayor

Le *Vidal Mayor* c'est le premier thésaurus visuel juridique résultant de la circulation des métiers au Moyen Âge. En 1247, avec la Reconquête pratiquement achevée, le roi Jacques I^{er} d'Aragon et la Catalogne, ont décidé d'établir un nouveau code de droit systématique pour leur royaume. Vidal de Canellas, un grand juriste, a également écrit le "*Vidal Mayor*" (*Liber in Excelsis Dei thesauris*) dans la compilation des "*Fueros de Aragón*".

Los Fueros, également connus sous le nom de *Chartae fori* ou *privilei*, sont des ensembles de règles, de droits et de privilèges réglementant la vie municipale, accordés par le roi, le seigneur de la localité ou la municipalité elle-même. Ils ont été la source la plus importante de la loi médiévale espagnole et même européenne.

Le roi Jacques I^{er} d'Aragon et de Catalogne confie la tâche à Vidal de Canellas, évêque de Huesca qui rédige une version en latin, malheureusement non conservée. La seule version connue à ce jour est celle en aragonais de Michael Lupi de Çandiu. Le seul spécimen connu se trouve au musée de la Fondation Paul Getty.²⁵



Figure 41. Vidal Mayor - la saisie d'un cercueil. Folio 170 R. 40x84 mm.

²⁴ Voir <http://classes.bnf.fr/arbre/analyse/index.htm> « Pour éviter tout risque d'inceste et de consanguinité, l'Église a délimité strictement, mais en adoucissant ses exigences au fil des siècles, les modalités des mariages entre parents. Au haut Moyen Âge, la limite de l'interdiction des unions consanguines a été fixée au septième degré de parenté, à la fois pour se conformer à l'histoire biblique et pour éviter l'endogamie de l'aristocratie, puissance adverse de l'Église, que cette dernière cherche à discipliner et à christianiser en profondeur ». Aussi, dès le début du XIII^e siècle, on convint en concile d'abaisser la barre au quatrième degré de parenté.

²⁵ Fondation Paul Getty <http://www.getty.edu/art/collection/objects/1431/unknown-vidal-de-canellas-and-probably-michael-lupi-de-candiu-et-al-vidal-mayor-spanish-1290-to-1310/>

3.1.4 L'*arbor Actionum*

La visualisation de l'information juridique a ses racines au Moyen Âge. En fait, les manuscrits juridiques du XI^e siècle et des siècles suivants contiennent de nombreux diagrammes ou images qui représentent visuellement les données juridiques. Un exemple est l'*arbor actionum* qui montre l'action de deux parties du droit romain d'après le code de Justinien (Errera, 1995). Quant à l'importance particulière d'*Arbor* comme moyen de classer les actions, il faut considérer que cet ouvrage représente l'aboutissement de toutes les tentatives partielles de taxonomie conçues au XII^e siècle par l'école des glossateurs et constitue le modèle fondamental pour l'organisation de l'objet des procédures judiciaires qui sera accepté par toute la science juridique de l'*Ius commune* après Joannes Bassianus. Plusieurs versions nous sont parvenues de cet ouvrage.²⁶

L'*arbor actionum* c'est la représentation visuelle des actions justiniennes. Dans la seconde moitié du XI^e siècle, un événement remarquable s'est produit en Occident : la loi romaine revit, avec la redécouverte des textes essentiels des compilations Justiniennes. "Redécouverte" ne signifie pas que la loi de la Rome antique a complètement disparu en Occident au début du Moyen Âge. Au contraire, elle avait survécu à la chute de l'empire romain occidental en 476.

Vers la fin du XI^e siècle, l'Occident regarde à nouveau le Digest de Justinien, à travers les deux manuscrits qu'il connaissait à l'époque, conservés dans les villes italiennes : la *littera Bononiensia* (manuscrit de Bologne) et la *littera Pise - Fiorentina* (manuscrit de Pise, puis de Florence). Plus tard, le Code Justinien a été redécouvert, suivi par les Institutes et les Novelles, aussi connu au Moyen Âge sous le nom d'Authentique. L'ensemble a été désigné dès le début du XIII^e siècle sous le nom générique de *Corpus Iuris Civilis*.

A partir de la fin du XI^e et du début du XII^e siècle, Bologne devient le lieu de prédilection pour la formation juridique, tant en droit romain qu'en droit canonique. La prédominance de l'École de Bologne au début du XIII^e siècle se reflète dans la Grande Glosa (également connue sous le nom de *Glosa Ordinaire*, la *Glosa d'Accursio* ou simplement "*Glosa*"), par laquelle l'École diffuse sa doctrine dans toute l'Europe.

L'*arbor actionum*²⁷ est une forme de classification de l'objet des procès romains Justinien qui a été conçu par Bassianus, avocat et glossaire de la fin du XII^e siècle à Bologne. L'originalité de l'*arbor actionum* ne consiste pas dans l'utilisation d'une nouvelle et méthodologie différente de classification du passé. Bassianus a utilisé les critères de distinction, la *subdistinctio* de l'Arbor de Porphyre. La véritable nouveauté inhérente au travail de Bassianus est le moyen de simplifier la présentation graphique des arbres de classification, en évitant la représentation de sous-distinctions compliquées : la métaphore graphique

²⁶ Parmi les versions il y a celle d'Aloïs Von Brinz 1854. *Arbor actionum: pro loco in senatu academico rite obtinendo*. <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/johannesbassianus1854/0017> DOI : <https://doi.org/10.11588/diglit.3686#0017>.

²⁷ Dans l'ouvrage « *Justinianus I, imperator, Institutiones, cum glossa ordinaria* » de l'édition de Bologne de 1280-1320. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8452648z/f8.double> Provenance : Bibliothèque nationale de France. Date de mise en ligne : 02/03/2019. F. 1, F. 1v-2, avec tableau des actions.

utilisée dans l'*arbor actionum* permet de condenser ces arbres et les actions décrites dans une succession concise de symboles, de transcription simple et de la même manière facile à consulter.



Figure 42. "Arbour actionum" par Johannes Bassianus dans un manuscrit canonique. Bologne, fin XIIe et début XIIIe siècles CFF, Msc.Can.13, Bl. 270v-271r. License CC 1.0 - Domaine Public

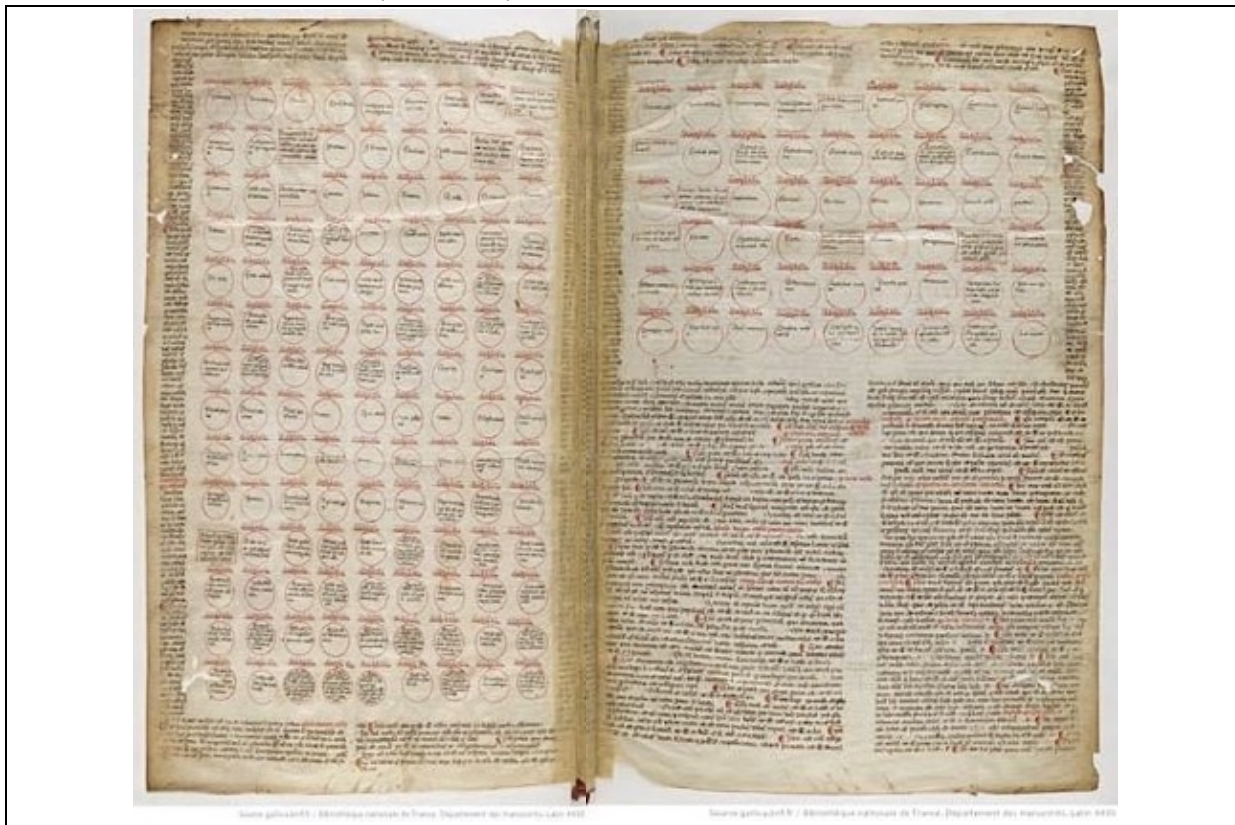


Figure 43. Arbor actionum. F. 1, F. 1v-2, « Justinianus I, imperator, Institutiones, cum glossa ordinaria » de l'édition de Bologne de 1280 -1320. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8452648z/f8.double>

A l'intérieur de ces deux tables sont représentés cent quatre-vingts disques, tous de même taille et à l'intérieur de chaque disque est placé le nom (*nomen*) de chacune des actions obtenues par la lecture des sources de Justinien ; les actions sont également distribuées de telle sorte que celles appartenant à la catégorie des actions prétoriennes occupent la table la plus large à gauche, tandis que les actions civiles, moins nombreuses, sont contenues dans la table de droite.

Joannes, comme on l'appelle généralement à Bassianus, était remarquable pour son talent à inventer des formes ingénieuses pour expliquer ses idées avec plus de précision, et peut-être son œuvre la plus célèbre est son "Law-Tree", qu'il a intitulé *Arbor Arborum*, et qui a fait l'objet de nombreux commentaires.

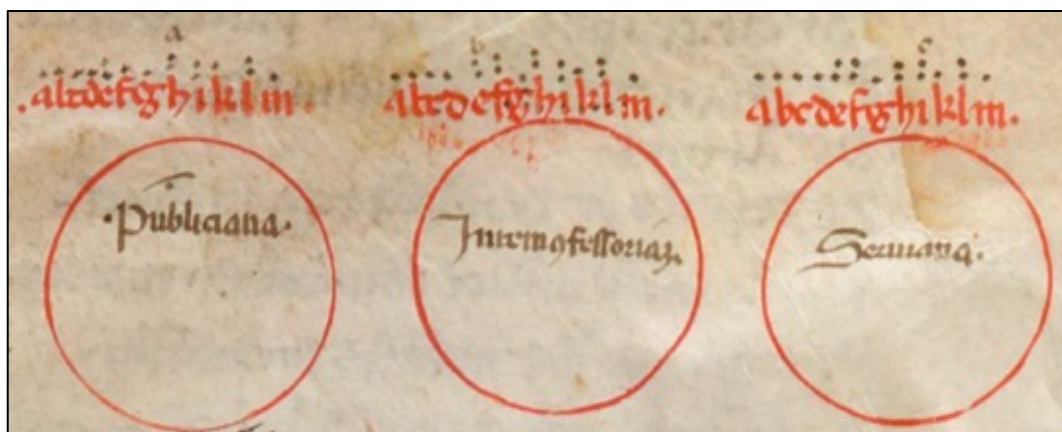


Figure 44. Détail du disque où se trouve le nom de chaque action

Au centre de chaque disque se trouve le nom de chaque action, comme partie intégrante de chaque disque²⁸. Au-dessus de chaque disque dans un espace séparé se trouvent les 10 premières lettres de l'alphabet A-M (omettant la lettre J), qui représentent les douze catégories sous lesquelles chaque action est classée. L'état de chaque action est ensuite classé en plaçant un, deux, trois ou quatre points verticalement au-dessus de chaque lettre, chaque option désignant une variation, par exemple : a - un point = *praëtorien* (*pretoria*); deux points = civil (*civil*); b - un point = réel (*in rem*); deux points = personnel (*in personam*); trois points = hybride (*mixte*).

Johannes Bassianus, d'une part, a su appliquer l'instrumentation logique traditionnelle typique de son époque pour développer toutes les divisions et spécifications possibles du sujet des actions et, d'autre part, créer un classement pratique pour synthétiser l'impressionnant résultat scientifique obtenu dans un outil didactique visuel agile et court.

Enfin, le deuxième tableau contient une liste de distinctions générales des actions (*distinctio*), dans laquelle chaque distinction est assignée une lettre de l'alphabet, suivie de trois notes courtes sur le mécanisme de travail de l'*Arbor*. La liste de 12 divisions supérieures que contient l'*Arbor* sont les suivantes :

²⁸ Les mots avec lesquels Bassett illustre ce mécanisme dans les notes de « *Arbor actionum* » sont comme suit : « *Figure Omnis circulo posita totam designat diuisionem, partez circulo vel Alphabeto reperitur. Omne punctum dans la figure positum totum designat diuisionis membrum quotas de points dans illa chiffre reperitur, pour quam diuisio designatur* ».

- a** - *actionum omnium* (•) *Alie sunt pretoriana*, (••) *ciuiles alie*.
- b** - *actionum sunt omnium alie en rem*, (•) *en personam sunt alie*, (••) *alie mixte*.
- c** - *actionum omnium* (•) *Alie sunt culpable de la persecución*, (••) *el pene alie*, (•••) *Alie mixte, id est Utriusque et* (••••) *rei et pene*.
- d** - *actionum omnium* (•) *Alie sunt en simplum*, (••) *sunt Alie en duplum*, (•••) *Alie en triplum*, (••••) *Alie en quadruplum*.
- e** - *actionum omnium* (•) *Alie fidei hueso*, (••) *caso stricti Alie*.
- f** - *actionum omnium* (•) *alie perpetua*, (••) *temporales alie*.
- g** - *actionum omnium* (•) *Alie sunt transición a heredes*, (••) *Alie no*.
- h** - *actionum omnium* (•) *Alie infamant*, (••) *Alie no*.
- i** - *actionum omnium* (•) *Alie directa*, (••) *utiles alie*.
- k** - *actionum omnium* (•) *Alie directe*, (••) *Alie contrario*.
- l** - *actionum uniuersales* (•) *omnium alie, singulares alie*.
- m** - *actionum omnium* (•) *Alie dicuntur simplices*, (••) *duplices alie*.

3.1.5 Le miroir des saxons (*Sachsenspiegel*)

Le miroir des saxons (*Sachsenspiegel*) c'est la modélisation et représentation visuelle des connaissances juridiques en droit médiéval. A la fin du Moyen Âge, en Allemagne, outre la loi romaine largement répandue, il existait des groupes régionaux de sources : livres juridiques, droits des villes et ressources rurales. Au XIIIe siècle, les laïcs cultivaient la jurisprudence et les connaissances juridiques, mais elles n'étaient pas consignées. Le droit médiéval est un droit coutumier transmis oralement, il ne vit que dans la conscience juridique des générations, lié à la tradition et marqué par les expériences et les visions changeantes de l'époque.²⁹

Les connaissances juridiques étaient fondées sur des dossiers et des rapports oraux, ainsi que sur les expériences personnelles. Seuls quelques Allemands avaient étudié à l'époque dans des universités. Le droit coutumier d'une région donnée est consigné dans des livres juridiques en langue populaire. Ce type a été créé sans aucun ordre officiel. Le *Miroir de Saxons* ou *Sachsenspiegel* est le premier livre juridique écrit non pas en latin mais en allemand. Le *Sachsenspiegel* n'était pas une loi mais une volonté de laisser par écrit le droit traditionnel d'une région. Le *Sachsenspiegel* comprend deux domaines juridiques, le droit foncier (*landrecht*) et le droit des salaires (*lehnrecht*).

Le miroir saxon a rapidement acquis une telle influence qu'il a constitué une base importante pour l'application du droit et de la juridiction, en particulier dans les pays saxons et le nord de l'Allemagne, bien avant l'ère moderne. Sa distribution a été favorisée notamment par la loi dite de Magdebourg, par les fondations de la ville lors de la colonisation de l'Est, et l'octroi de droits de ville selon ce modèle, dans la région d'Europe de l'Est (Pologne, Bohême,

²⁹ Bellomo, Mantio.(1995) *The common legal past of Europe: 1000-1800*. Studies in medieval and early modern canon law. Translated by Lydia G. Cochrane. The Catholic University of America Press Paginas 108 y siguientes.

Slovaquie, États baltes, Bélarus, Ukraine). *Sachsenspiegel* a influencé l'Europe centrale, orientale et du Sud-Est par ses concepts juridiques.³⁰

Les illustrations du *Sachsenspiegel* ont une grande signification fonctionnelle. Elles contiennent, souvent en dehors du texte, des instructions pour la conduite devant les tribunaux, telles que la forme de l'ouverture de la procédure, le dépôt d'un procès (Fol. 56v), le serment (fol. 41v), le paiement du salaire et la pénitence (f. 48r) et autres. L'illustrateur de la *Stammhandschrift* a des gestes tels que la plainte, la parole, l'attention et geste de refus, avec des symboles tels que l'épée avec une couronne comme pommeau pour les «huit», des robes comme le costume du gentilhomme vert et les jupes marron et grises des paysans, avec un couvre-chef, comme le chapeau de comte et le chapeau de paille du maître bâtisseur, créèrent un langage d'images avec des stéréotypes et des chiffres, qui ne peuvent souvent être déchiffrés qu'à l'aide du texte.



Figure 45. Cod. Pal. germ. 164, Bl. 023v. Eike <von Repgow> Heidelberger *Sachsenspiegel*; début du XIVe siècle. Source : <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/cpg164/0058> Domain public

³⁰ En Prusse, le *Sachsenspiegel* était considéré comme une source subsidiaire de droit jusqu'en 1900 dans le Holstein, l'Anhalt et la Thuringe jusqu'à l'introduction du Code civil saxon en 1794, en Saxe jusqu'en 1865 et en Prusse jusqu'en 1900.

Dans la figure XX du Troisième livre de Landrecht : dans l'image (1) Ldr. III 66 § 3, 2-4 : il s'agit d'un problème du permis de construire pour les châteaux et les fermes fortifiées; l'image (2) Ldr. III 66 § 4: La reconstruction d'un château construit uniquement avec l'autorisation du juge; l'image (3) Ldr. III 67 : Il est ordonné de démolir le château par décision de justice ; l'image (4) Ldr. III 68 § 1 : Comment briser un château condamné. L'image (5) Ldr. III 68 § 2: La population du district judiciaire doit aider à la démolition du château.

Le texte de la page explique l'ensemble des images : le texte de droite est marqué avec des lettres de couleur rouge ou bleue et elles sont à la fois présentes dans le texte et dans la bande image correspondante. (1) A gauche un château, à droite une cour fortifiée, dont l'enceinte peut être aussi haute qu'un cavalier y accède, comme l'indique le cavalier de la bande picturale ci-dessous, qui pointe son épée dans la porte. (2) A droite le juge s'assoit avec un geste d'ordre, à gauche un château est construit. (3) Le seigneur du château veut reconstruire son château, qu'il avait bâti de force, en gesticulant devant le juge, alors que son château est encore en démolition à droite sur l'image. (4) Le juge ordonne la démolition du château. (5) Des gens simples détruisent un château et le saccagent en le pillant.

Dans Le miroir des saxons (*Sachsenspiegel*), le concept de "média" est le fruit d'une tradition de recherche allemande récente et est donc très éloigné de sa signification classique en langue française. Le terme "média" renvoie au terme latin de médium, qui porte en lui le sens d'un intermédiaire, un lien entre deux objets ou personnes. C'est exactement le rôle de l'image et aussi du texte écrit dans le droit médiéval, qui sert principalement à rendre présents les absents et à révéler l'invisible, à le rendre visible, à permettre à la mémoire d'enregistrer et de rendre présentes les connaissances du droit.³¹

3.1.6 Le Raimond Lulle « *Ars brevis quae est de inventione iuris* »

Raymond Lulle reçut le titre de professeur d'université — magister — de l'Université de Paris, ville où il résida jusqu'en 1289. Les "*Ars brevis quae est de inventione iuris*"(Lull, 1308), écrits à Montpellier représentaient sans doute un modèle plus complet de l'application de l'Art au droit, surtout du point de vue de la relation entre le droit et la pensée philosophique et théologique de l'auteur (Costa, 2012).

En 1304, Lulle articule son œuvre la plus ambitieuse en termes d'application de l'art à la résolution de problèmes juridiques : les *Ars de jure*, aussi appelés *Ars iuris naturalis*. Lull divise le livre en deux parties : la première traite de la construction de l'arbre des connaissances juridiques (*arbor iuris*) et de ses principes et règles, tandis que la seconde traite des questions juridiques et montre comment, sur la base de l'arbre et des principes et règles, une solution spécifique peut être donnée à chacune d'elles.

³¹ Voir Wetzels, René, & Flückiger, Fabrice, Ob. cit. pags. 10 et suivantes.

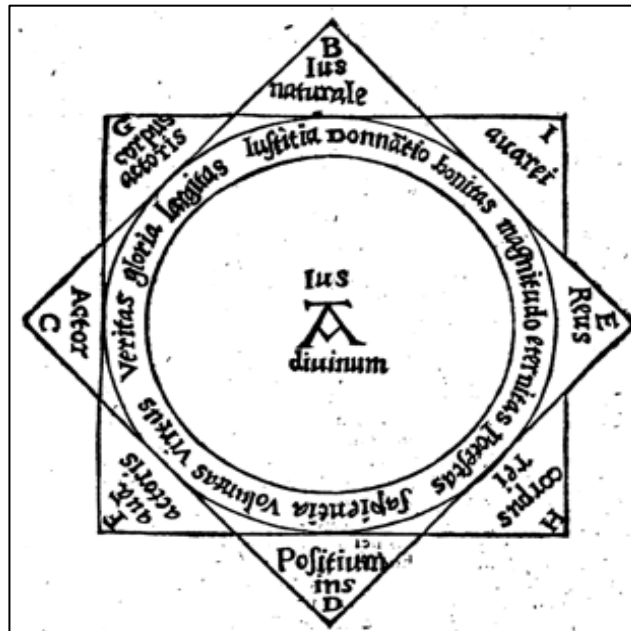


Figure 46. *Figura Iutrunque Iuris*. Illuminati sacre pagine professoris Raymundi Lull ars magna generalis et ultima per magistrum Bernardum la Vinheta limata. 1517. Source NUMM-79226. Bibliothèque municipale de Lyon. Domain public

A travers ses « *Practica compendiosa artis Raymundi Lullii* », Lavinheta réalise d'importantes innovations dans la méthodologie juridique et, comme le montre l'explication d'*Ars iuris*, Lavinheta symbolise ainsi son schéma avec une figure très similaire à celle de cette œuvre : A (Deus), B (Ius naturale), C (Acteur), D (Ius positivum), E (Reus), F (Anima actoris), G (Corpus actoris), H (Corpus rei), I (Anima rei). La figure représente deux carrés de séchage ("duo magni quadranti secantes se aequaliter in angulis") de sorte que les huit points représentent les huit lettres. Au centre se trouve A (Ius divinum). Dans le cercle inscrit entre les carrés sont douze dignités : iustitia, donatio, bonitas, magnitudo, eternitas, potestas, sapientia, voluntas, virtus, veritas, gloria et largitas. (Ramis, 2012)

Lulle estime que le plus grand problème dans l'application de la loi est sa complexité et son manque de systématisation, ce qui rend les procès interminables. Afin de les abréger, il simplifie le système en le réduisant à une figure géométrique de huit principes symbolisés par les lettres suivantes : A (*Deus*), B (*Acteur*), C (*Ius*), D (*Reus*), E (*Anima B*), F (*Corps B*), G (*Corps D*) et H (*Anima D*). Comme on peut le voir, son contenu est clairement anthropologique et théologique, mêlant la justice de Dieu à la justice humaine et à la fin du corps et de l'âme de l'acteur et de l'accusé. Lulle croit qu'avec l'application des chiffres de l'*Ars iuris* on peut obtenir les solutions juridiques dans chaque cas.

Alors que son livre "*Ars de iure*" était une œuvre casuistique conçue pour démontrer la rationalité du droit naturel et sa coïncidence avec le droit divin, "*Ars brevis quae est de inventione iuris*" mettait davantage l'accent sur la résolution des problèmes du droit civil et canonique à travers une étude philosophique et théologique incluant des commentaires sur certaines sources du droit commun.



Figure 47. La deuxième figure. Illuminati sacre pagine professoris Raymundi Lull ars magna generalis et ultima per magistrum Bernardum la Vinheta limata. 1517. Source NUMM-79226. Bibliothèque municipale de Lyon. Domain public. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k79226t/f15.item>

La deuxième figure est commentée à partir de l'exemple du conflit qui pourrait naître entre un paysan lyonnais qui mène son âne paître dans un champ sur la rive du Rhône, et un pêcheur de la même ville qui accoste sa barque le long du fleuve, dans les proximités du pâturage : si l'âne montait sur la barque et, mangeant la corde qui la gardait ancrée, en provoquant accidentellement la dérive, nous serions en présence d'un cas fortuit, où ni le paysan déplorant la perte de l'animal, ni le pêcheur la perte de l'embarcation n'auraient le droit de revendiquer une compensation quelconque.

« L'observation de la deuxième figure permet à l'artiste de se rappeler que, par exemple, tant la différence que la concordance et la contrariété, peuvent être considérées en relation à (i) deux réalités sensibles (ii) une réalité sensible et une intellectuelle (iii) deux réalités intellectuelles, ou encore, que les différents rapports de grandeurs (*majoritas*, *minoritas*, *equitas*) peuvent se rapporter (i) à la cause, (ii) à la quantité ou (iii) au temps. Si le cas judiciaire évoqué est considéré à travers le prisme de cet instrument, à un moment donné, le juge, en passant progressivement en revue toutes les relations et les réalités de la figure T, sera amené à évaluer aussi quel genre de différence, de concordance et de contrariété caractérise les deux parties en cause » (Costa, 2018).

3.1.7 L'enseignement du droit par images : dans le "Corpus juris civilis" 1674

Une application précise de la visualisation en droit est son application dans l'enseignement du droit. Dans deux ouvrages de Johannes Bruno (1617-1697), le *Memoriale juris civilis*³² romani paru en 1673 et le *Memoriale codicis justiniani*³³ paru en 1674 les schémas et dessins cherchent à aider les étudiants et praticiens à mieux retenir le contenu complexe du *Corpus juris civilis*.



Figure 48. *Memoriale codicis Justinianei*, Bruno, Johannes. 1674

Les ouvrages cités illustrent le Digeste, le *Codex Justiniani*, les *Novelles* et les *Libri feudorum*. Le *Corpus juris civilis* contient des *tabulae* illustrées. Ainsi cet ouvrage compte 19 planches gravées pour illustrer les 50 livres du Digeste, les 54 titres du Codex Justinien et les 168 titres des *Novelles* pour aider à leur mémorisation.

³² Voir <https://ia800102.us.archive.org/1/items/memorialejurisci00buno/memorialejurisci00buno.pdf>

³³ Voir https://archive.org/download/memorialecodicis00buno_1/memorialecodicis00buno_1.pdf



Figure 49. Johann Buno. *Memoriale juris civilis romani*. Titre 1 du livre XXIII sur les fiançailles.

Buno présente son système de numération et la manière dont seront disposées les vignettes et leurs relations. « Pour que le système fonctionne, chaque vignette est censée rappeler, par différents moyens mnémotechniques, le titre du Digeste à laquelle elle correspond : le titre 1 du livre XXIII traitant des fiançailles, la vignette qui l'illustre commence par un A, soit *Aetas* (l'âge) car l'âge des fiançailles ne doit pas être inférieur à 7 ans : on voit donc un petit garçon et une petite fille qui se tiennent les mains devant leurs parents ; le titre 2 traite des rites nuptiaux : la deuxième vignette commence donc par un B, soit *Benedictio sacerdotalis* ou bénédiction du prêtre : on y voit un prêtre qui marie deux personnes ; le titre 5 explique que le mari ne peut aliéner la dot, la vignette représente des troncs d'olivier coupés (ou *Eradicatae arbores*, E=5) etc. »³⁴

3.1.8 La preuve par images à la fin du Moyen Âge

A partir du XII^e siècle, les juristes établissent une hiérarchie entre les modes de preuves. Au sommet de cette hiérarchie on trouve la preuve notoire (*notorium*). Celle-ci comprend en premier lieu le *notorium facti*, ou « notoire de fait », c'est-à-dire « ce qui est exhibé et s'offre aux yeux de tous, qui a une telle évidence de fait qu'il ne peut être nié »³⁵ Bartole, en affirmant que la science consiste en la connaissance directe par les sens, et que celle-ci est supérieure à celle qui résulte de la raison, place le *notorium facti* au-dessus même de la preuve. La preuve par la vue est reconnue comme la meilleure des preuves en même temps qu'elle disparaît de la réflexion, à cause de son caractère même d'évidence.

³⁴ Giordanengo, Claire (2012) Le droit enseigné par l'image (1/2) : illustrer le « *Corpus juris civilis* » par Interfaces/fonds anciens BU Lyon <https://bibulyon.hypotheses.org/1579>

³⁵ Juliette Dumasy-Rabineau, « La vue, la preuve et le droit : les vues figurées de la fin du Moyen Âge », *Revue historique* 2013/4 (n° 668), p. 805-831. DOI 10.3917/rhis.134.0805

Le traité du droit la *Tibériade* (*Tiberiadis*³⁶, mais également connu sous le titre *De fluminibus*) de Bartole de Sassoferrato (1355), seul texte de droit théorique à recommander le relevé figuré des lieux litigieux, et à le mettre en œuvre concrètement par inclusion de schémas au texte. Le travail de Bartole chercher « comment diviser équitablement les alluvions déposées par le fleuve, une île nouvellement formée ou une rive subitement mise à découvert ? Ces trois questions forment la structure du traité qu'il rédige au cours des jours suivants, et qui est composé de trois parties : *De alluvione*, *De insula*, *De alveo* »³⁷.

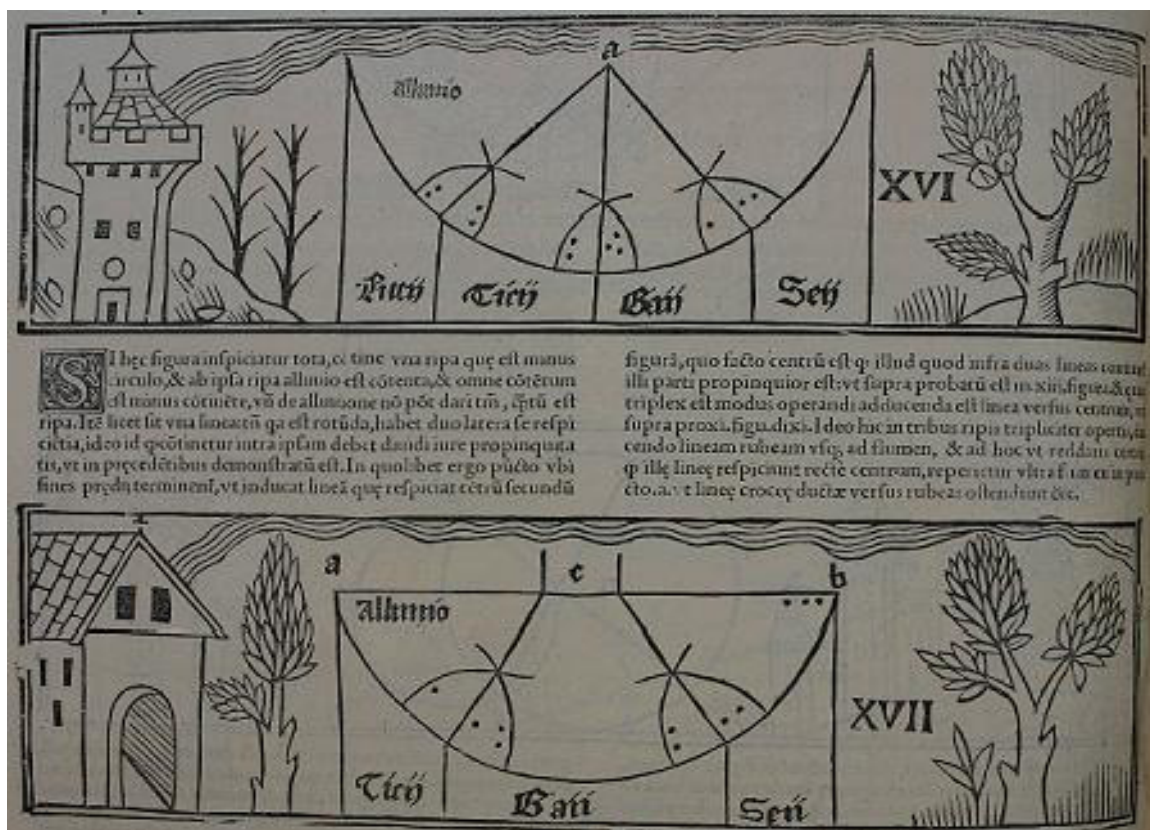


Figure 50. Manuscrit du « *De fluminibus* » du XVI^e siècle,

La structure du texte est faite en deux parties : la première partie, interprète des passages du droit romain relatifs à l'eau. La deuxième partie intègre les commentaires à un ensemble de 40 schémas géométriques, réalisés par Bartole lui-même. Ces diagrammes renvoient à autant de problématiques de droit de propriété : dépôt d'alluvions, apparition d'une nouvelle île, élargissement d'une berge, etc. Les schémas géométriques de Bartole sont aussi des modèles théoriques pour résoudre des problèmes pratiques que peuvent rencontrer le juge ou le notaire. Le texte de la deuxième partie explique les figures, et se lit comme une sorte de mode d'emploi pour mettre à profit les enseignements de la géométrie en matière juridique³⁸.

³⁶ *Tiberiadis* est le titre original du traité. Le terme, que Bartole a inventé pour désigner la région du Tibre, depuis sa source jusqu'à son embouchure.

³⁷ Juliette Dumasy-Rabineau, Ob cit. p. 816

³⁸ Frova Carla (1999). Le traité de *fluminibus* de Bartolo da Sassoferrato (1355). In: Médiévales, n°36, 1999. Le fleuve. pp. 81-89; doi : 10.3406/medi.1999.1449

3.1.9 L'encyclopédie de tous les savoirs

Tableaux accomplis de tous les arts libéraux représente l'œuvre maîtresse de Christophe de Savigny, noble et humaniste français du XVI^e siècle. Son ambitieux projet consiste à établir des diagrammes arborescents de tous les éléments des différents domaines d'apprentissage, ce qui précède de deux décennies l'utilisation de cette technique par Francis Bacon. Seule une douzaine d'exemplaires de la première édition de 1587 des Tableaux survivent. De Savigny y développe les sept arts libéraux habituels. Il commence par des pages sur la trivium-grammaire classique, la rhétorique et la dialectique. Ensuite, les domaines du quadrivium - l'arithmétique, la géométrie, la musique et l'astrologie - incluent l'optique insérée après la géométrie et la cosmographie à côté de l'astrologie. Sept autres domaines suivent : la géographie, la physique, la médecine, l'éthique, l'éthique, la jurisprudence, l'histoire et la théologie (ce dernier, dessiné et signé non par de Savigny mais par un fonctionnaire du Parlement de Paris, M. Bergeron).

Le schéma de jurisprudence³⁹ (figure 45) illustre le modèle utilisé pour chaque domaine d'activité. Les éléments de l'arbre commencent à gauche, avec un ballon intitulé "La jurisprudence concerne simplement :". Vous suivez ensuite les lignes jusqu'au niveau suivant d'éléments de l'arborescence. Ainsi "Actions" se divise en "Privé" et "Public". "Public" mène à "Crimes" et "Punitions" ; "Crimes" à "Capital" et "Non-capital", et ainsi de suite. Chaque diagramme est entouré d'une bordure ovale remplie de figures illustrant son sujet ; dans ce cas, une série de juges assis entrecoupés de personnifications de la Justice (tenant un équilibre), de la Loi (Moïse avec les tablettes), de la Vérité, de la Paix et de la Concorde, de la Loyauté, de l'Équité.

L'ouvrage répond aux principes méthodiques énoncés par Ramus, dont Savigny (vers 1540-1608) fut le disciple : suivant les deux principes de « partition » et de « réduction en ordre », les différents domaines de la connaissance sont assignés à des places précises, lesquelles s'enchaînent par procession du général au particulier. Exposition générale du savoir par tableaux, présentant une vue graphique de l'encyclopédie, en format de carte conceptuelle. Cette cartographie montre dans le détail chaque grande discipline.

³⁹ Voir dans la Wolfenbütteler Digitale Bibliothek : Tableaux Accomplis De Tous Les Arts Libéraux : Contenant Brevement Et Clément Par Singulière Méthode De Doctrine, Une Générale Et Sommaire Partition Des Dits Arts, Amasés Et Reduits En Ordre Pour Le Soulagement Et Profit De La Jeunesse / Savigny, Christophe de. - [Electronic ed.]. - Paris : Gourmont, 1587 Permalink: <http://diglib.hab.de/drucke/o-1-2f-helmst/start.htm> . Voir ou télécharger le tableau de la jurisprudence à l'adresse internet : http://diglib.hab.de/show_image.php?dir=drucke/o-1-2f-helmst&image=00033

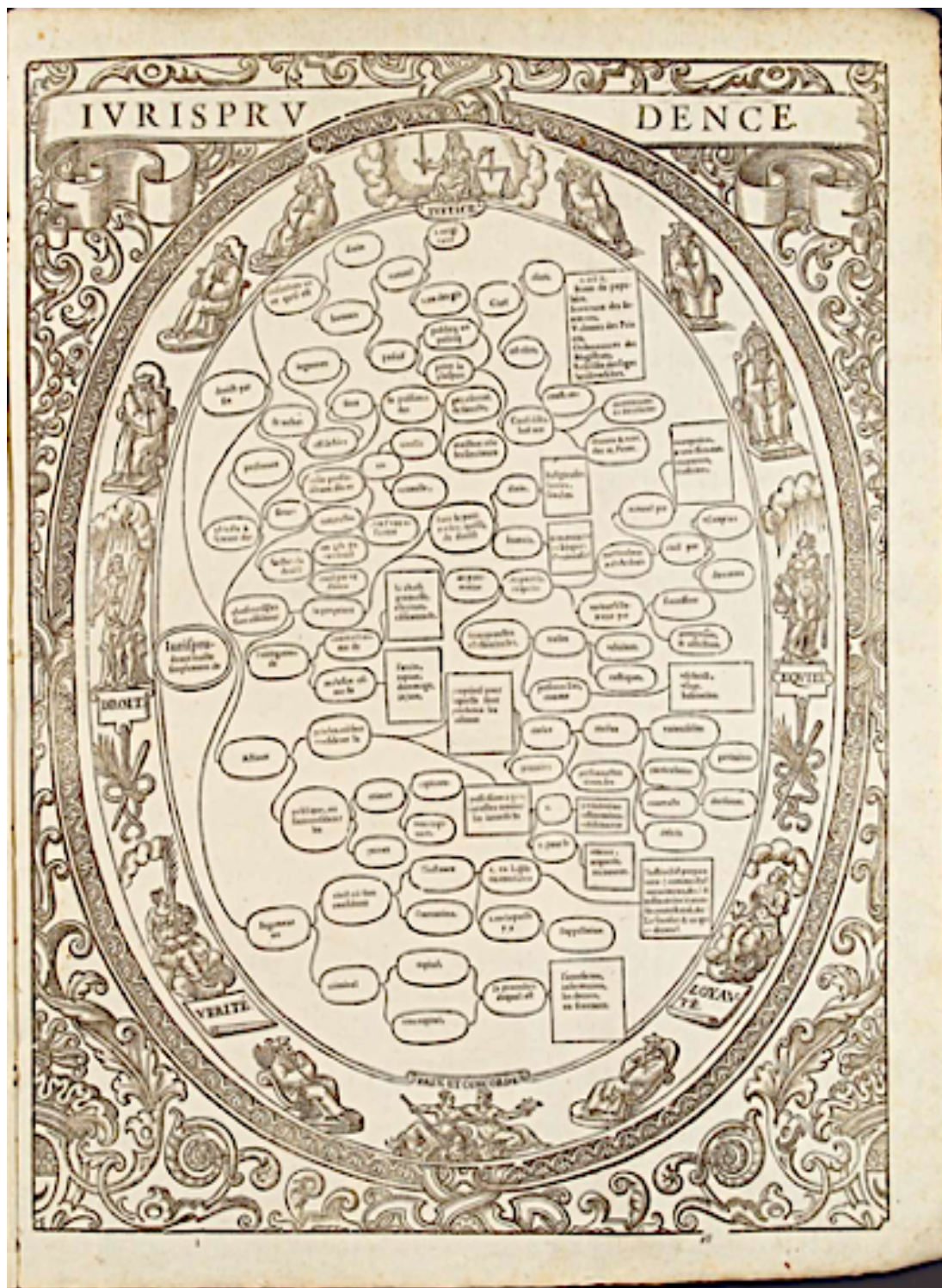


Figure 51. Christophe de Savigny, *Tableaux accomplis de tous les arts libéraux*, Gourmont, Paris, 1587.

Les Tableaux semblent avoir été publiés après la mort de Savigny comme la préface de l'ouvrage fait référence à son "absence". Il a été édité à Paris par les frères Gourmont, imprimeurs et ébénistes de renom. Une deuxième édition fut publiée en 1619 par un autre imprimeur parisien, Jean Libert. Il comprend deux diagrammes supplémentaires, sur la poésie et la chronologie, éventuellement basés sur des notes laissées par de Savigny.

3.2 L'état de l'art de la visualisation de données jurisprudentielles

Analyse et visualisation du réseau des décisions judiciaires peuvent mettre en lumière les relations des personnes ou des institutions qui créent ou apparaissent dans les sources du droit. Les deux exemples confirment notre approche. Dans le travail sur « l'analyse des réseaux et le droit : Mesurer l'importance juridique des précédents à la Cour suprême des États-Unis » (Fowler, J. 2007), il présente une méthode permettant d'utiliser les modèles de citations dans et entre les sentences pour créer des notes qui identifient les précédents les plus pertinents sur le plan juridique dans le réseau des lois de la Cour suprême. Les mesures basées sur le réseau, offrent des informations concernant l'importance des affaires qui vont plus loin que le simple comptage des citations.



Figure 52. Carte de la jurisprudence de la CJCE. (FOWLER, J. 2007). (Mirshahvalad, 2012). *Significant Communities in Large Sparse Networks*. PLoS one. 7. e33721. 10.1371/journal.pone.0033721

La figure 52 montre le réseau des arrêts utilisant la centralité des degrés comme moyen de mesurer la pertinence ou l'importance d'une décision. Cet exemple de type de recherche de l'utilisation de l'analyse de réseaux dans le domaine juridique (Lettieri, 2007) visualise le réseau complet de 26.681 opinions majoritaires rédigées par la Cour suprême des États-Unis et des arrêts les citant de 1791 à 2005. Les auteurs montrent que l'analyse de réseau est un moyen viable de mesurer l'importance d'une affaire juridique devant la Cour et suggèrent qu'elle peut être utilisée pour mesurer d'autres concepts juridiques.

3.2.1 La visualisation du droit en Europe

Parmi les systèmes de visualisation de la jurisprudence qu'on peut trouver, nous allons citer les suivants :

3.2.1.1 EuCaseNet sur la jurisprudence européenne

EuCaseNet⁴⁰ est un outil permettant l'utilisation expérimentale des techniques de SRA dans l'étude de la jurisprudence communautaire. L'objectif d'Eucasenet était d'expérimenter de nouvelles méthodes d'analyse des corpus juridiques et aussi de créer un laboratoire en ligne librement exploitable par les juristes pour mener des expériences par eux-mêmes. L'outil permet d'appliquer les techniques de l'analyse de réseaux à l'ensemble du corpus de la jurisprudence de l'UE (arrêts, ordonnances, avis et conclusions de l'avocat général de la Cour de justice et du Tribunal, à partir de leur date de création) en format XML

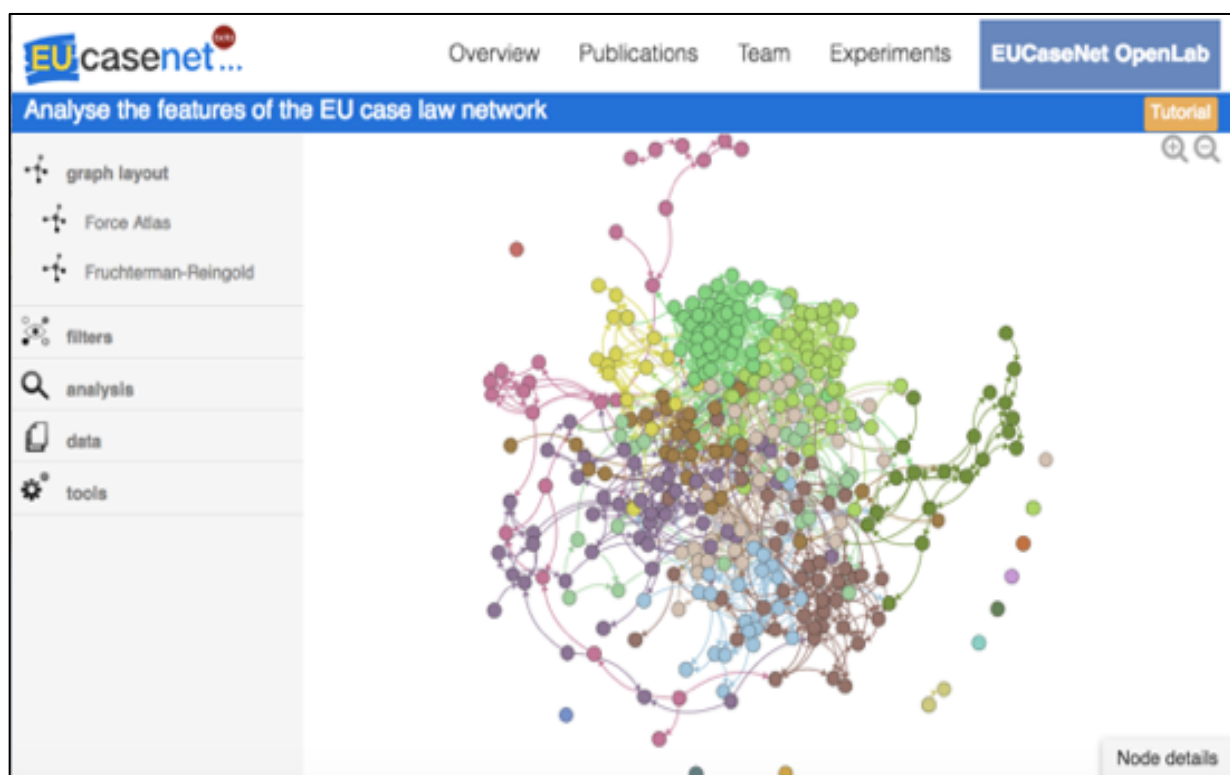


Figure 53. Eucasenet. Jurisprudence européenne.

L'idée de base est de permettre l'exploration des graphes de réseaux par des experts du domaine (droit) en stimulant un processus inductif qui englobe, sous une forme cyclique, deux étapes fondamentales :

- sur la base de la connaissance du domaine juridique et d'une compréhension de base de l'AN, choisir les mesures et les données à prendre en compte
- appliquer des mesures, comparer les résultats avec ceux obtenus par les experts du domaine grâce aux méthodes traditionnelles d'analyse juridique et établir quelle

⁴⁰ Voir le site <http://www.isislab.it:20080/snam/graph/graph.php>

combinaison de données et des mesures permet de mieux cartographier la connaissance de la réalité juridique

En utilisant l'ARS et les techniques de visualisation, EuCaseNet fournit des filtres et applique des mesures issues de l'analyse des réseaux sociaux. Plus précisément, pour définir la couleur et la taille des nœuds, les utilisateurs peuvent appliquer divers algorithmes. De plus, il est possible de filtrer les jugements sur les attributs disponibles, afin de se concentrer uniquement sur un sous-ensemble d'entre eux. (Koniaris, 2017)

3.2.1.2 Visualisation de la jurisprudence constitutionnelle espagnole

Le moteur de recherche de la jurisprudence constitutionnelle du Tribunal constitutionnel espagnol est un exemple concret des possibilités offertes par la visualisation de la jurisprudence. Dans le site <https://hj.tribunalconstitucional.es/HJ/es/Busqueda/Index> À la page de recherche le système propose une visualisation de l'ontologie juridique.



Figure 54. Cour constitutionnelle d'Espagne. Visualisation de l'ontologie juridique. Voir le site <https://hj.tribunalconstitucional.es/HJ/es/Descriptor/Index?vista=1>

A partir d'une structure en arborescence de descripteurs de la jurisprudence, le système propose 4 grandes rubriques, représentées par de cercles :

- les concepts constitutionnels,
- les concepts matériels,
- les concepts de procédure et
- les identificateurs de la jurisprudence

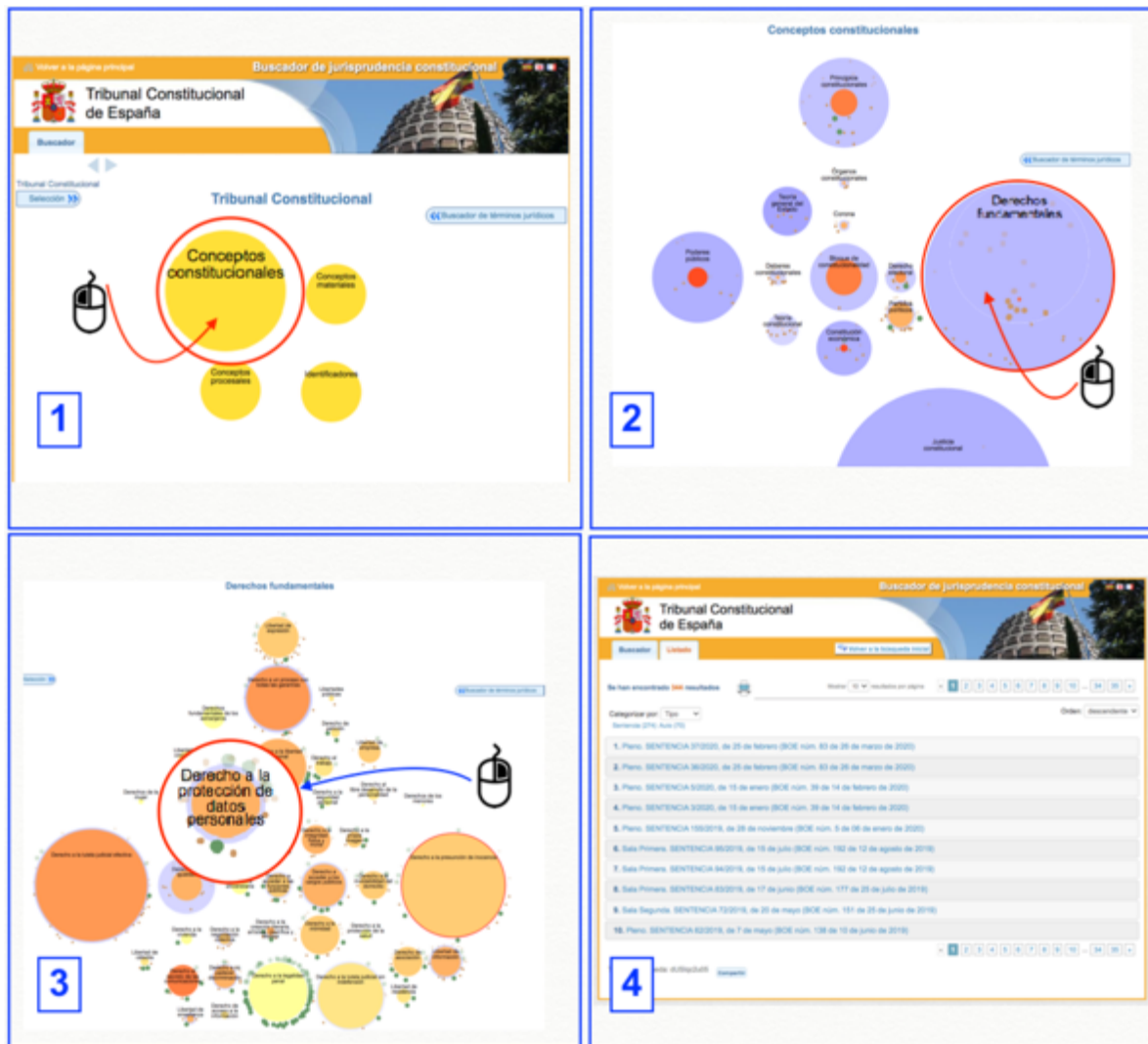


Figure 55. Visualisation de l'ontologie juridique de la Cour constitutionnelle d'Espagne

En cliquant dans chaque une de ces 4 cercles, on va afficher une nouvelle visualisation de façon hiérarchisée des descripteurs que font partie d'un thésaurus de la base de données des arrêts de la cour constitutionnel.



Figure 56. Système de navigation dans l'ontologie visuelle.

Dans la figure 50 on affiche le niveau 2 des concepts constitutionnels. Chaque cercle permet d'afficher diverses informations :

- En cliquant dans le bouton droit de la souris apparaît un menu visuel avec 4 icones :



Figure 57. Palette de navigation du système visuel.

Chaque icône permet une action précise, soit naviguer dans la visualisation, soit afficher les arrêts ou la liste de descripteurs comme on précise dans le tableau suivant :





Icône	ACTION
	Voir fiche de descripteurs
	Ajouter au formulaire de recherche
	Voir arrêts associés au niveau de visualisation
	Affichage de descripteurs par niveaux

Tableau 3. Actions possibles avec l'action de bouton gauche.

Cette expérience espagnole rejoint notre projet VisuaLex⁴¹ en utilisant les rubriques de chaque arrêt de la cour de cassation. Ceci sera possible dans le cadre de l'exploitation de la base de données CASS où on trouve les rubriques et les mots clés attachées à chaque jurisprudence.

3.2.1.3 Visualisation de la jurisprudence européenne. Le réseau Smartfiles ⁴²

Le réseau *Smartfiles* combine des ensembles de données sur la jurisprudence européenne et nationale pour proposer une visualisation en réseau de la jurisprudence européenne.

Le PDF (Portable Document Format) est le format standard pour les documents dans le monde juridique. Le réseau *Smartfiles* prend un fichier PDF et le rend intelligent. Avec un processus d'analyse, le système va chercher sur les bases européennes toute la jurisprudence qui y a été citée. En cliquant sur une référence, la décision de jurisprudence souhaitée est affichée. *Smartfiles* permet également à l'utilisateur de travailler hors ligne. Le fichier PDF analysé avec la visualisation peut être téléchargé est-aussi partageable.

⁴¹ Dans notre projet nous avons séparé deux outils : Vico : visualisation de la jurisprudence du site de la Cour de cassation et visualex : visualisation de la jurisprudence de la base de données CASS.

⁴² <https://smartfiles.lereto.at/search>

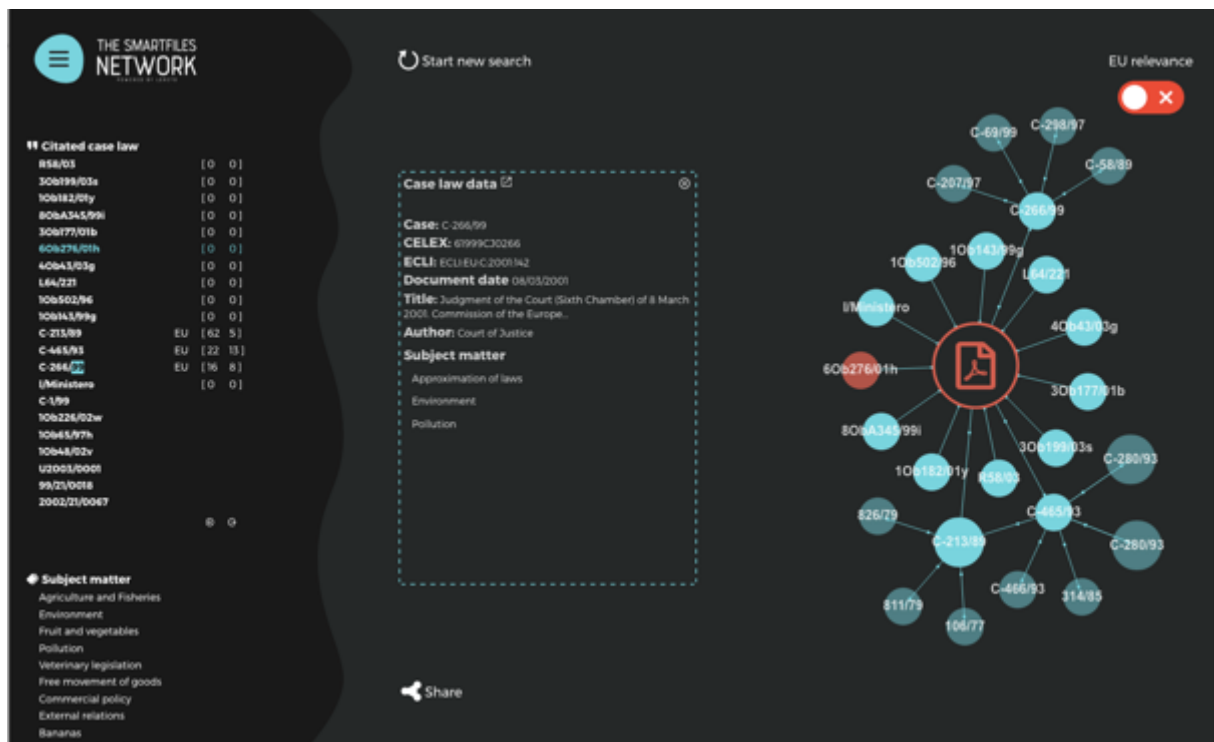


Figure 58. Réseau Smartfiles. Visualisation de la jurisprudence européenne. <https://smartfiles.lereto.at/search>

Smartfiles rassemble des informations provenant de différentes bases de données européennes et permet ainsi à l'utilisateur de voir les liens et les influences de la jurisprudence européenne sur la jurisprudence nationale.

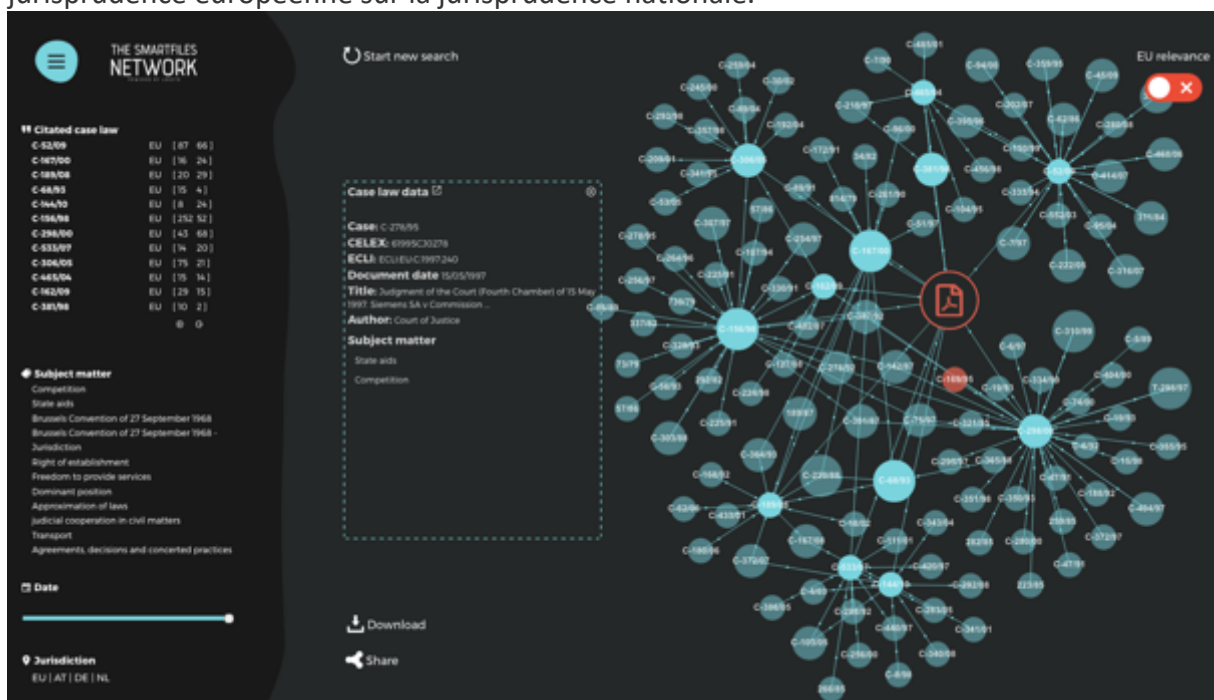


Figure 59. Analyse d'un document pdf et visualisation des sources jurisprudentielles trouvées.

Pour l'utiliser il suffit de glisser-déposer un fichier dans notre fenêtre de recherche. Smartfiles analyse le document, trouve et relie toutes les sources juridiques citées dans le document analysé. Smartfiles permet à l'utilisateur de télécharger toutes les sources originales dans un document PDF intelligent. Le système, crée une visualisation interactive, qui peut être explorée et téléchargée.

3.2.2 La visualisation du droit hors Europe

Des projets et produits de visualisation de la jurisprudence sont développés aux États Unis et montrent l'importance de cette approche non seulement au niveau de recherche universitaire mais aussi des grandes sociétés de bases de données juridiques qu'intégrant dans ces produits des modules de visualisation et de visualisation analytique pour satisfaire la demande croissante des juristes et magistrats. Deux exemples sont Ravel Law et CourtListener.

Il est important à signaler que les produits et solutions visuelles applicables à la visualisation de la jurisprudence sont dans la plupart de cas des initiatives privées. Il faut aussi dire, que les premiers travaux étaient des projets de recherches menées aux universités américaines. L'exception à cette règle la constitue un site web gratuit que sans être dédié exclusivement à la visualisation met à disposition un dispositif visuel pour faire des analyses de jurisprudence.

3.2.2.1 La visualisation de données jurisprudentielles aux USA

Plusieurs produits gratuits et payants sont à disposition des juristes américains. Un exemple est le projet réalisé par des universitaires de la faculté de droit : *Ravel Law*⁴³ offre un accès à la recherche et à la visualisation juridique assistée par ordinateur. *Ravel Law* a financé un important projet de numérisation à la bibliothèque de la Faculté de droit de Harvard. L'autre exemple est *Court Listener*, est une base de données juridiques gérée par le « Free Law Project »⁴⁴

Ravel Law : visualisation de la jurisprudence aux États Unis

Ravel Law est une start-up créée par Nic Reed et Daniel Lewis. Après avoir obtenu leur diplôme de la Stanford Law School, ils ont rencontré les responsables de la Stanford Design School dans le but de réinventer le processus de recherche juridique. Ravel Law est un système de recherche, d'analyse et de visualisation juridique. Ravel Law permet aux avocats de trouver, contextualiser et interpréter des informations et des données juridiques qui deviennent des connaissances juridiques. La gamme d'outils de Ravel comprend des visualisations interactives et des analyses basées sur des données.

⁴³ Voir le site <http://ravellaw.com/>

⁴⁴ <https://free.law/>

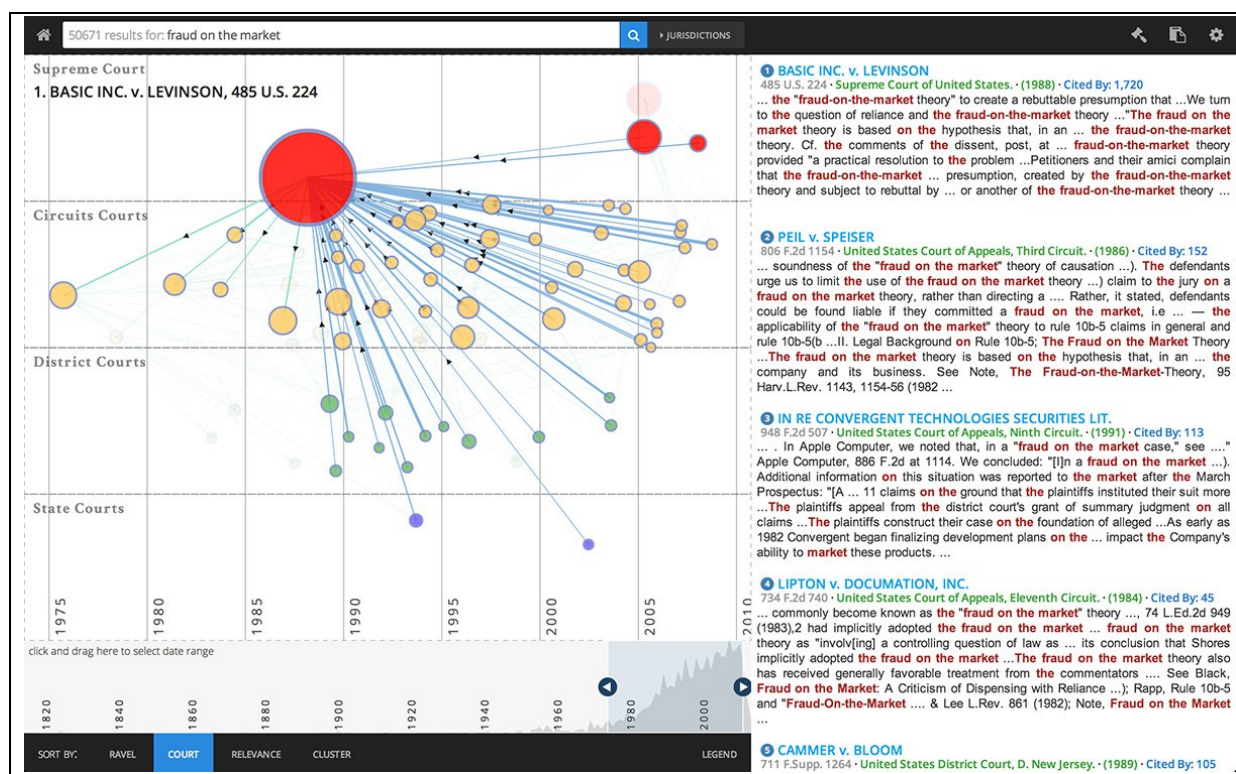


Figure 60. Ravel Law. Visualisation de la jurisprudence. (<http://www.ravellaw.com>)

Dans le monde de plus en plus global et numérique d'aujourd'hui, Ravel Law permet aux avocats d'appréhender les flux d'informations et d'y trouver de la valeur. Le système vise à montrer aux plaideurs les stratégies (analyse et présentation visuelle des précédents et des arguments dans un réseau) qui peuvent influencer les juges dans la prise de décision.

Ravel Search Visualization génère une carte de la jurisprudence pertinente pour aider les avocats à comprendre le paysage juridique et à s'assurer que les causes clés ne sont pas oubliées. On peut facilement visualiser la recherche et relier les points pour identifier les cas séminaux et récents pour un sujet donné.

- La recherche renvoie à la fois à une carte et à une liste de cas classés par pertinence. Ravel souligne les termes de recherche en jaune.
- On peut filtrer la recherche par juridiction, ou on peut y ajouter en cliquant sur le bouton "Tribunaux" en haut de l'écran.
- Ravel présente une carte visuelle avec les 75 cas les plus pertinents trouvés qui s'affichent sur la gauche de l'écran.
- La taille d'un cercle de cas est déterminée par l'importance d'un cas dans les paramètres de recherche.
- Chaque cercle de la carte visuelle représente un cas. La taille d'un cercle est déterminée par le nombre de citations de cette affaire : plus il y a de citations de la décision, plus le cercle sera grand.
- La couleur du cercle représente le niveau de la cour. Plus le cercle est sombre, plus la cour est haute. Vous pouvez toujours vous rappeler à quoi correspond chaque couleur en cliquant sur la légende au-dessus du filtre de pertinence.

- Les lignes représentent les citations. La flèche indique la direction de la citation. L'épaisseur de la ligne indique la profondeur du traitement. Une ligne plus épaisse signifie plus de discussion sur le cas cité.

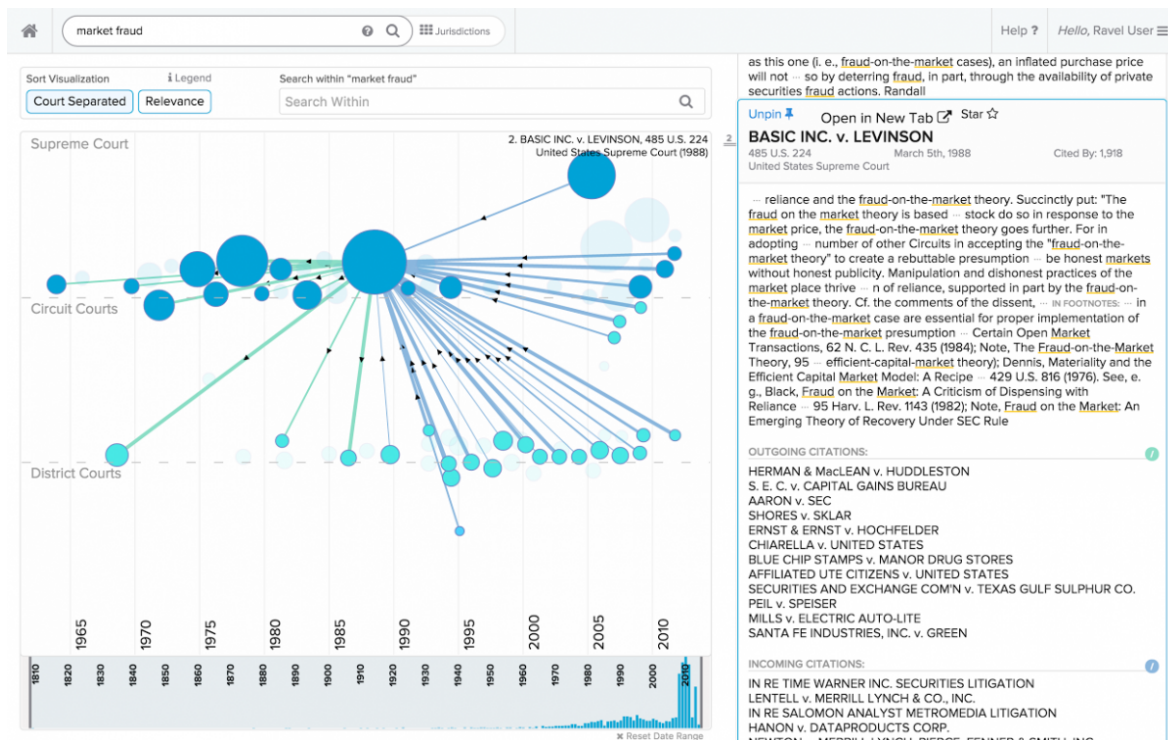


Figure 61. Ravel Law. Visualisation de la jurisprudence. (<http://www.ravellaw.com>)

Dans la figure 61 on voit l'outil de sélection visuelle qui permet de voir une liste des juridictions disponibles et de sélectionner les juridictions pertinentes.

- On peut voir la chronologie des résultats de la recherche sur un graphique chronologique, qui montre le volume de cas liés à une recherche au fil du temps. Si l'on réduit la période de temps, la visualisation se rafraîchit pour afficher les premiers cas de la plage sélectionnée.
- Si on clique dans une décision présente dans la visualisation (ou si on clique sur le cas directement dans la liste de droite), la cartographie montre les décisions connectées.

CourtListener: visualisation de la jurisprudence.

Court Listener est un site Web de recherche juridique gratuit contenant des millions d'avis juridiques provenant de tribunaux fédéraux et d'États. Avec Court Listener, les avocats, les journalistes, les chercheurs universitaires peuvent se tenir au courant des nouvelles informations au fur et à mesure qu'elles sont présentées, ou de faire une analyse approfondie en utilisant les données de notre site. Les visualisations des décisions de la Cour suprême permettent de consulter et d'analyser les précédents de jurisprudence dans la base.

Le contenu de la jurisprudence externe de Court Listener est similaire à celui d'autres bases de données en ligne gratuites, notamment :

- Avis de la Cour suprême des États-Unis - de 1791 à nos jours

- Avis de la Cour d'appel fédérale américaine - des années 1920 à nos jours pour la plupart des circuits
- Avis du tribunal fédéral de district et du tribunal des faillites des États-Unis - la couverture dépend du district
- Avis de la Cour suprême et de la Cour d'appel des États américains - la couverture dépend de l'État

Avec cet outil gratuit, on peut analyser et étudier des lignes d'affaires de la Cour suprême en créant des réseaux de citations. On peut ensuite accéder rapidement au texte intégral de tous les avis dans votre réseau de citation et examiner toutes les données associées aux affaires de la base de données de la Cour suprême. Lorsque la Cour suprême se prononce sur des affaires, elle rend généralement un avis justifiant son maintien par référence à la jurisprudence. Les avis de la Cour invoquent le précédent en citant des affaires antérieures qui ont été confrontées à des questions de droit similaires ou connexes. Au fil du temps, à mesure que la Cour élabore la doctrine juridique, les affaires antérieures sont reliées aux affaires ultérieures par des chaînes de citations. Les avocats appellent souvent ces chaînes d'affaires connexes des lignes d'affaires. Cet outil permet aux utilisateurs d'analyser et d'étudier des lignes d'affaires en créant des réseaux de citation.

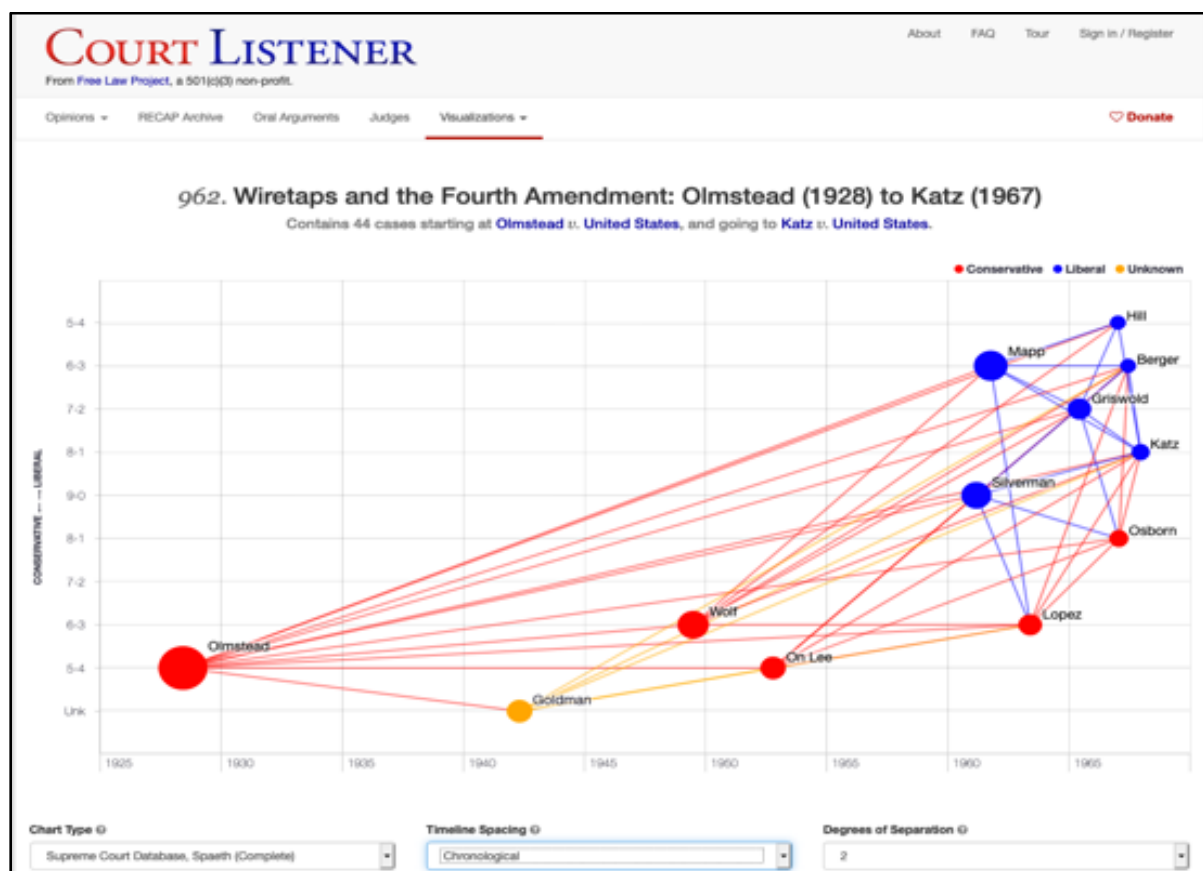


Figure 62. Visualisation du réseau de 'precedents' avec Court Listener

Lexis Advance et Ravel View

La société *Lexis Nexis* a acquis la start-up de recherche juridique *Ravel Law* en 2017. *Lexis Advance* intègre désormais pleinement les visualisations Ravel dans les résultats de recherche. Son objectif consistait à intégrer la technologie de visualisation de la jurisprudence de Ravel et l'analyse de données dans Lexis Advance. Le nouvel outil au sein de Lexis Advance s'appelle *Ravel View*. Il ressemble et fonctionne très bien comme Ravel en tant que plateforme autonome, mais avec une différence importante : les visualisations Ravel incluent désormais les informations de citation de Shepard.

Le concept de Ravel a toujours consisté à afficher visuellement les résultats de la recherche sur une carte de grappes qui montre les relations entre les cas et leur importance relative les uns par rapport aux autres. Cette description visuelle fournit aux chercheurs une compréhension plus rapide du paysage général des cas pertinents et permet également d'identifier les cas les plus importants.

The screenshot shows the Lexis Advance Research interface. The search query is "fraud on the market". The results are displayed in a list format. The first case is "Basic Inc. v. Levinson", Supreme Court of the United States, Mar 07, 1988, 485 U.S. 224. The second case is "Amgen Inc. v. Conn. Ret. Plans & Trust Funds", Supreme Court of the United States, Feb 27, 2013, 568 U.S. 455. The interface includes a sidebar with filters for "Cases" (5,599) and "Court" (Federal, 4,742; State, 847). The main content area displays a list of cases, with the first case, "Basic Inc. v. Levinson", highlighted. The case details show an overview, summary, headnotes, opinions, and other sections. The headnotes section is expanded, showing the text: "... On certiorari, it is not the task of the United States Supreme Court to assess the general validity of a fraud-on-the-market theory, but to consider whether it was proper for the courts below to apply a rebuttable presumption of reliance, supported in part by the ...". The second case, "Amgen Inc. v. Conn. Ret. Plans & Trust Funds", is also visible below.

Figure 63. Recherche de la jurisprudence dans Ravel View

Dans la vue des résultats de la recherche standard, Il faut cliquer sur l'icône située dans le coin supérieur droit pour passer à Ravel View. Dans Lexis Advance, lorsqu'un utilisateur effectue une requête, la page de résultats par défaut reste la liste classique des cas pertinents. Mais l'utilisateur pourra cliquer sur une icône dans la partie supérieure de l'écran pour faire basculer la vue, qui affiche la carte des grappes à gauche de l'écran et la liste des cas à droite.

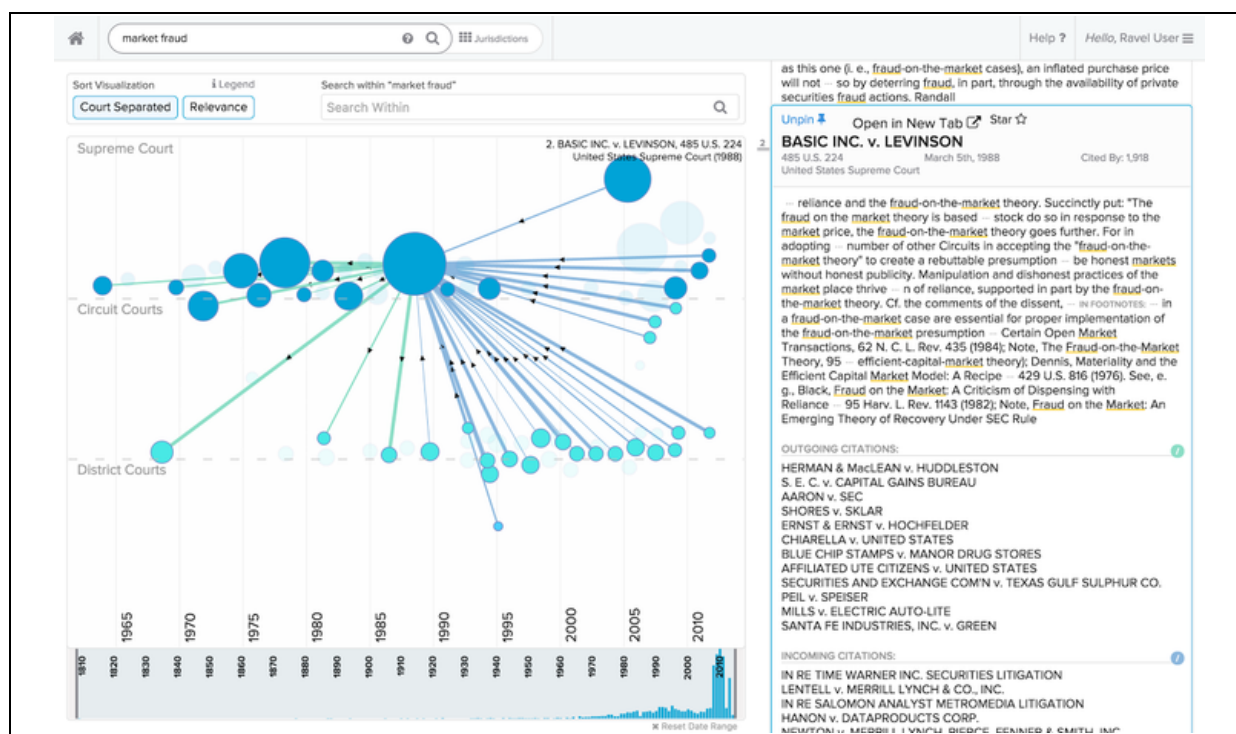


Figure 64. Affichage des résultats de recherche dans Ravel View les

Ravel View présente graphiquement les 75 meilleurs résultats de la recherche. Chaque cercle représente un cas. Les cas de rattachement indiquent une relation de citation entre les cas de la liste de résultats. La couleur des lignes représente la couleur de Shepard, par exemple, vert pour positif.

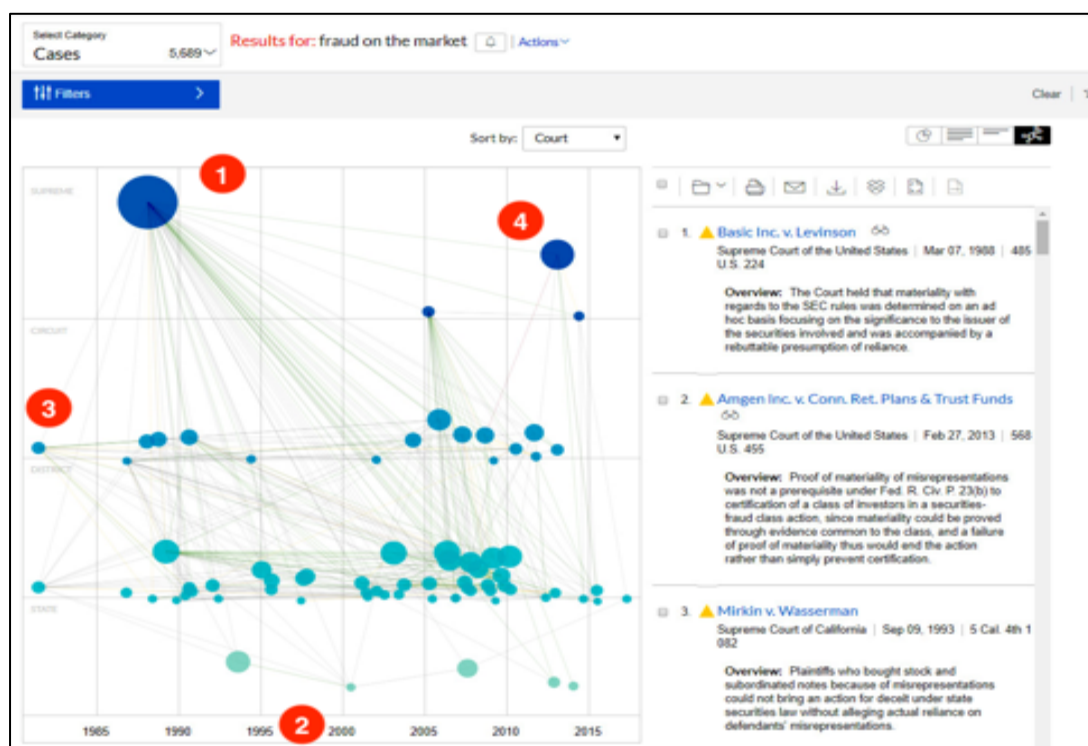


Figure 65. Affichage des résultats dans l'interface de Lexis Advance

La figure 65 nous montre l'interface homme -machine de Lexis Advance (qui reprend Ravel Law) et donne les informations suivantes :

- (1) Indique combien de fois chaque cas a été cité. Plus le cercle est grand, plus l'affaire a été citée.
- (2) Ligne du temps : L'axe horizontal indique la date à laquelle les cas de résultats ont été tranchés, du plus ancien au plus récent.
- (3) Par juridiction : L'axe vertical indique la plus haute cour fédérale au sommet, puis les tribunaux fédéraux, puis les tribunaux d'État tribunaux.
- (4) Pertinence de la recherche

Lorsqu'un utilisateur clique sur un cercle, Ravel View affiche le nom du dossier et les relations de citation, et place le dossier en haut des résultats de la recherche dans le volet de droite afin que les utilisateurs puissent lire la description complète.

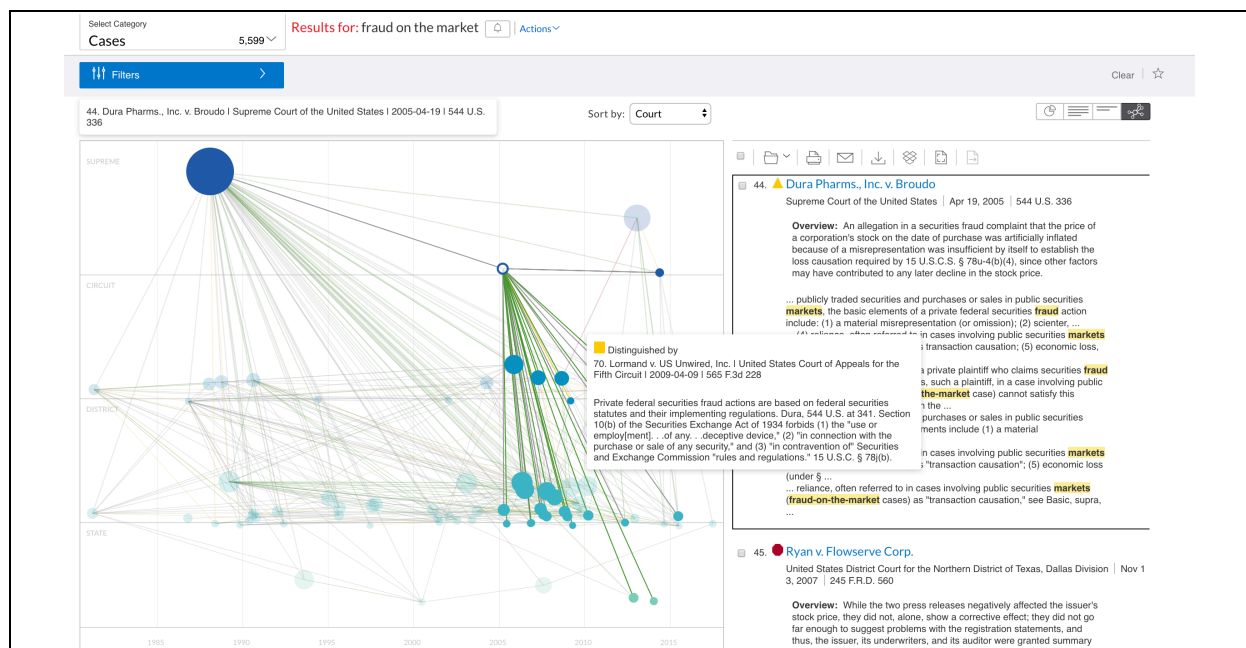


Figure 66. Visualisation des dossiers et relations de citations

Lorsqu'un utilisateur clique sur un cercle, Ravel View affiche le nom du dossier et les relations de citation, et place le dossier en haut des résultats de la recherche dans le volet de droite afin que les utilisateurs puissent lire la description complète.

Bloomberg Law AI

Bloomberg Law AI est un moteur de recherche juridique qui utilise l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique pour aider les avocats à analyser et à citer plus efficacement les avis juridiques en droit américain.

Bloomberg Law a développé *Points of Law*, un système qui permet aux utilisateurs d'identifier et d'analyser rapidement le langage utilisé dans un avis juridique. En ajoutant une couche d'indexation automatisée à sa bibliothèque en ligne, l'utilisateur de *Points of Law* peut examiner les points juridiques d'une décision et trouver des précédents qui renforcent leurs propres arguments juridiques⁴⁵.

⁴⁵ Source: Stephen Rynkiewicz <https://www.popyard.com/cgi-mod/article.cgi?num=22904>



Figure 67. Bloomberg Law IA un moteur de recherche juridique.

Lorsque les utilisateurs lisent une décision en ligne et activent la fonction *Points of Law*, est mise en évidence dans le texte, les citations qui sont liées à partir de la marge avec un résumé de la décision citée. *Points of Law* peut également afficher une représentation visuelle de la façon dont les affaires sont citées comme précédent. L'indexation informatique est proposée pour l'ensemble des 13 millions d'affaires figurant dans la base de données de Bloomberg Law. Le produit *Bloomberg Law AI* utilisé un algorithme d'apprentissage automatique pour trouver et classer les *Points of Law* et pour compter la fréquence à laquelle ils sont invoqués.

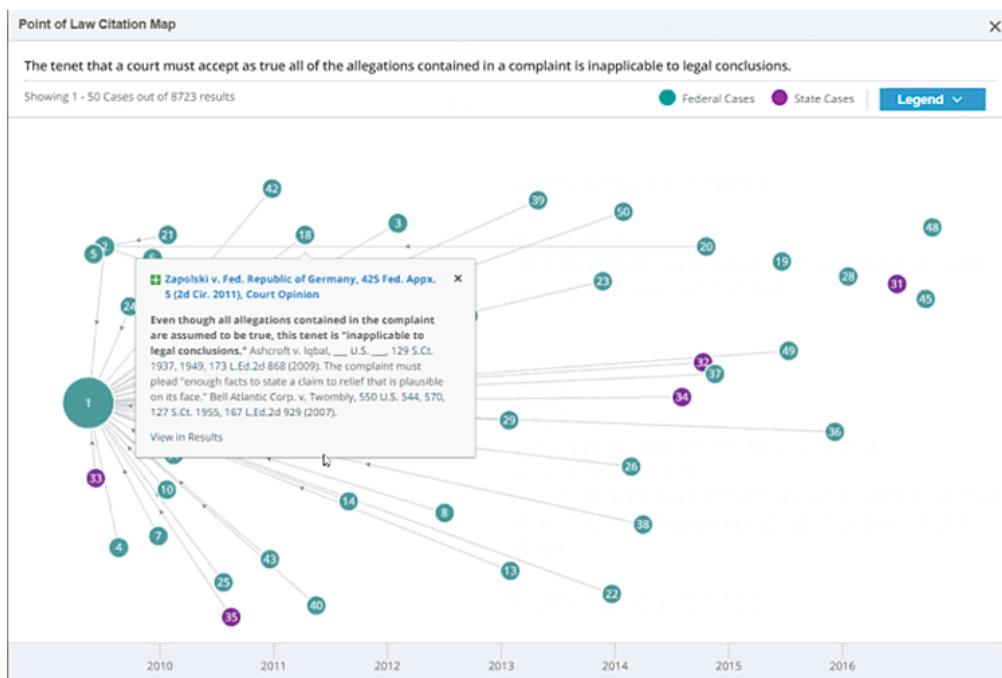


Figure 68. Visualisation des citations.

The Seamless Web (Le Web transparent)

The Seamless Web (<https://theseamlessweb.com/>) est un projet de visualisation de données jurisprudentielle, appliquant l'analyse de réseau et l'analyse de texte à une base de données de jurisprudence américaine Free Law Project. (<https://free.law/>) *The Seamless Web* visualise les résultats de recherche avec des réseaux de citations de cas, afin qu'on puisse trouver rapidement les cas les plus importants (les nœuds les plus grands représentent les cas les plus cités).

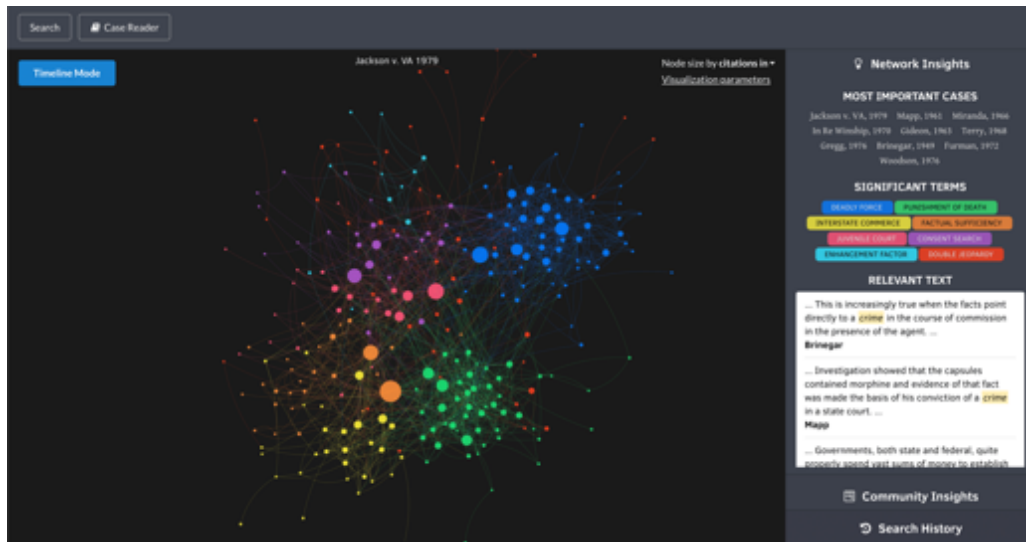


Figure 69. Visualisation de la jurisprudence avec *The Seamless Web*.

Les affaires dans la visualisation du réseau sont affichées en déterminant d'abord quelles affaires dans les tribunaux sélectionnés contiennent les termes objet de la recherche. La sélection est ensuite affinée en factorisant le nombre de fois où chaque cas est cité (pour s'assurer que les cas les plus cités sont présents)⁴⁶

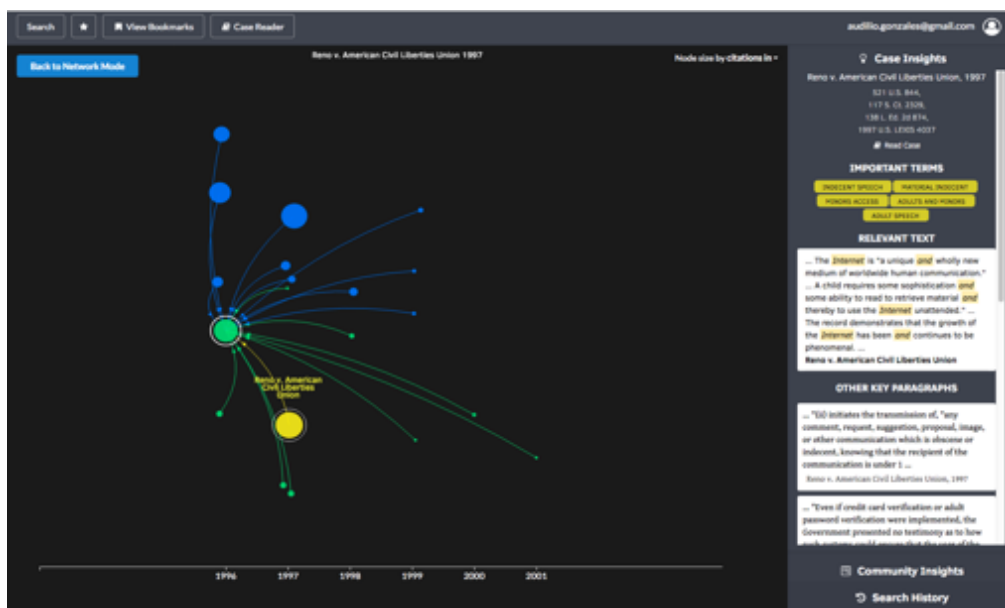


Figure 70. Affichage en mode chronologique de la jurisprudence.

⁴⁶ Voir <https://theseamlessweb.com/cases>

The Seamless Web utilise le mode chronologie pour afficher les résultats de la recherche au fil du temps et en cliquant sur un cas individuel pour voir le réseau de citations. Si l'utilisateur clique sur un nœud ou le survole, le système affiche des informations sur le cas et les mots ou termes clés du cas.

3.2.2.2 La visualisation de données jurisprudentielles en Inde

Deux exemples de visualisation de la jurisprudence ont été développés en Inde : la plateforme Casemine et La base de données jurisprudentielle indienne Manupatra.

Plateforme de recherche et analyse Casemine

Casemine⁴⁷ est une plateforme de recherche et d'analyse juridique en ligne qui offre une solution visuelle unique à tous vos besoins de recherche juridique. Avec un groupe d'anciens élèves de l'IIT (M), de l'IIT (B) et de l'IIM (A) travaillant sous la direction de l'ancien juge en chef ainsi que de certains des meilleurs avocats indiens, CaseMine a réussi à cartographier la jurisprudence indienne dans une granularité jamais vue auparavant en combinant des avancées de pointe en intelligence artificielle et en visualisation avec des concepts de recherche juridique occidentaux modernes.

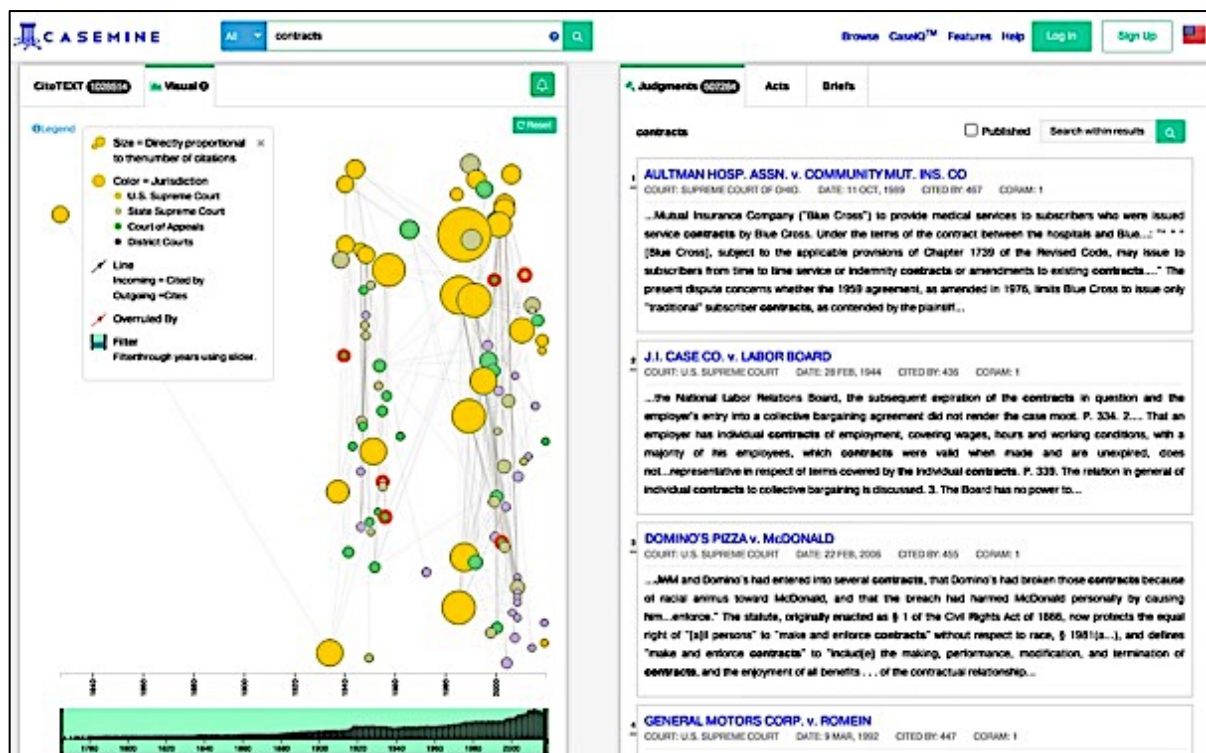


Figure 71. Plateforme de recherche et d'analyse juridique Casemine

Le graphique présente des liens entre les jurisprudences. Cela permet de ne manquer aucune relation entre les jurisprudences. La couleur jaune signifie les cas de la Cour suprême et la couleur grise est pour tous les autres tribunaux. Cette fonction visuelle donne un aperçu instantané des jurisprudences les plus marquantes afin que vous n'ayez pas à consulter des

⁴⁷ Voir le site <http://www.casemine.com>

listes de jurisprudences. Casemine⁴⁸ convertit en réseau graphique les relations d'informations en cartographiant facilement les liens entre les jurisprudences. Elle permet de hiérarchiser les jurisprudences pertinentes parmi des milliers de résultats de recherche en adoptant une vue globale.

Base de données de la jurisprudence Manupatra

La base de données jurisprudentielle indienne Manupatra⁴⁹, propose plusieurs types de visualisation de la jurisprudence. On peut en retenir deux en particulier : une cartographie de la jurisprudence et une ligne de temps pour monter les citations les plus importantes.

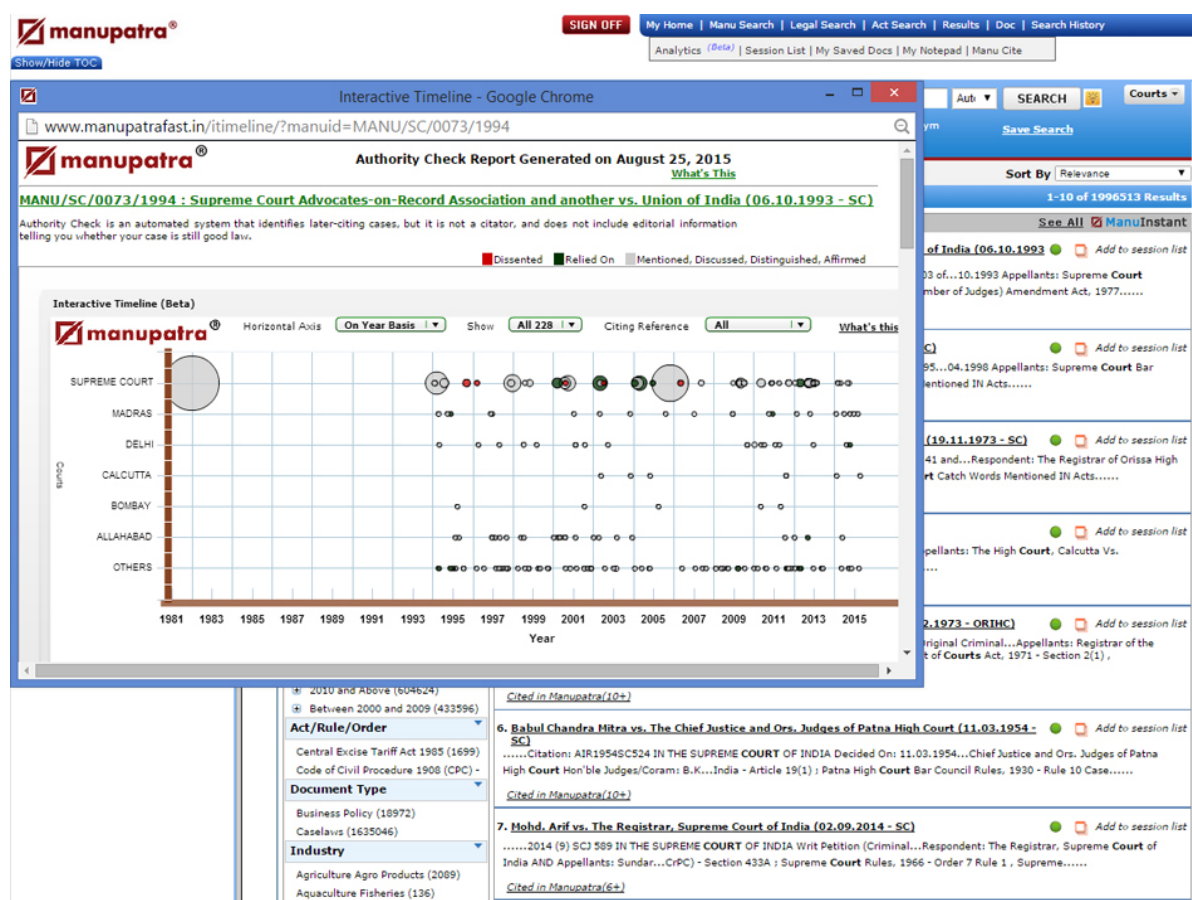


Figure 72. Time line interactif du système Manupatra

Manupatra comme on le voit dans la figure 61 affiche l'information en deux axes :

- L'axe vertical, affiche la liste des tribunaux, à savoir la Cour suprême, certaines Hautes Cours et d'autres Hautes Cours dans la catégorie 'Autres'.
- L'axe horizontal affiche la période de l'année au cours de laquelle l'affaire a été citée.

⁴⁸ CaseMine Website: <https://www.casemine.com/home>. Consulter la Brochure CaseMine à l'adresse suivante: <https://drive.google.com/file/d/0BwQOpvmvQJ4iEzV5ZERILWVodks1cTdmS05N21NLQWhLSFI4/view>.

⁴⁹ Voir le site <https://www.manupatrafast.com/Home.aspx>

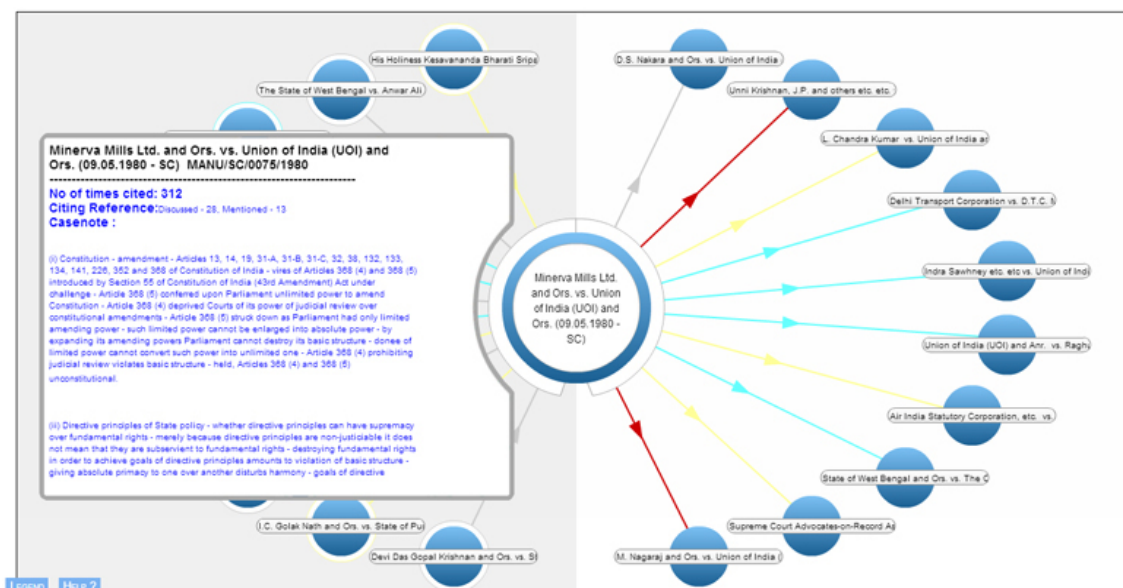


Figure 73. Carte de décisions dans le système Manupatra

En passant la souris sur une bulle, on peut voir un extrait de l'affaire et le nombre de fois où elle a été citée. Le résumé des citations indique le nombre de fois qu'une affaire a été citée, au total et séparément, respectivement à la Cour suprême et aux Hautes Cours de justice indiennes. Une carte de cas de jurisprudence (figure 62) fournit une vue visuelle des 20 premiers cas, par rapport à un cas sujet [apparaît dans le cercle central]. Ces 20 premiers cas sont les cas cités par le cas sujet (référé) et les cas où le cas sujet a été cité (mentionné dans). Cette représentation graphique des relations entre les cas aide également à identifier d'autres cas qui peuvent être pertinents.

Pour accéder à la carte de jurisprudence, cliquez sur le lien de la carte de jurisprudence qui apparaît en haut du jugement. Vous pouvez également accéder à la carte de cas à partir du champ Référence de citation. Cliquez sur le lien pour lancer la vue en images. Lorsque vous visualisez la carte de cas pour la première fois, le cas sujet est affiché au centre de l'écran et autour de lui se trouvent les cas avec lesquels il a une relation.

4 Les fondements théoriques de notre recherche : de la complexité du droit à l'Open data légal

La complexification du droit est un phénomène croissant. Il y a plusieurs raisons à cela : prolifération des normes, multiplication des différentes sources normatives du droit ou des réglementations requises par l'évolution de notre société. Dans cette perspective, le droit est compliqué, car l'analyse d'une seule question nécessite de rassembler des éléments tels que l'identification de la catégorie juridique, les acteurs, les compétences ou textes appropriées, dans un cadre inter-normatif et judiciaire, cadre national et international, s'éloignant d'une hiérarchie unitaire traditionnelle. Sous tous les régimes, les gouvernements ont cherché à réduire la complexité en mettant en œuvre des politiques de simplification, dont la plus efficace a été la codification, qui diminue la complexité en utilisant des modes de pensée logique.

La dématérialisation de la loi a transformé le processus de connaissance par la mémorisation et la manipulation des signes et l'outil informatique a permis une modélisation de la loi en passant d'un système difficilement accessible à une abstraction manipulable.

Près de 4 millions de décisions de jurisprudences sont rendues chaque année par les tribunaux français. Les textes de la jurisprudence sont des documents complexes.

Un texte de jurisprudence est en principe structuré ainsi :

- **Métadonnées** (En-tête): tribunal, numéro, date, etc. du procès.
- **Parties** (« Parties » en français) : informations sur les demandeurs et les défendeurs
- **Composition** du tribunal : nom du président du tribunal, du greffier, etc.
- **Faits** (« Faits »): que s'est-il passé?
- **Moyens** et principaux arguments : arguments présentés par le demandeur et le défendeur.
- **Motifs** : motifs et arguments utilisés par le tribunal pour son jugement définitif.
- **Dispositif** du jugement : décision finale du tribunal.

Malgré cette forme du document jurisprudentiel, il n'y a pas de structure systématique dans les décisions. Les magistrats peuvent structurer et organiser librement les documents.

4.1 Le droit comme système complexe

« Le droit est normalement complexe et cette complexité doit être maintenue, gérée, exploitée par des modèles adéquats... La complexité des systèmes juridiques a plusieurs sources : l'auto-organisation d'un système textuel fortement interconnecté, la lecture enchevêtrée des textes pour un usager du droit (citoyen, décideur, juge), la variété normative requise pour rendre compte d'un monde complexe, l'imprévisibilité des effets des normes. » (Bourcier, 2011)

Le professeur Danièle Bourcier a tenté de répondre à la question suivante : comment la modélisation des connaissances juridiques peut-elle être repensée à la lumière de la théorie de la dynamique des systèmes ?

Cet auteur (Bourcier, 2011) propose de définir la « complexité objective » d'un système juridique par quatre critères :

- Des multiples composantes interagissant
- Une connaissance partielle des liens entre les composantes
- Une difficulté de prévoir son évolution
- Une dépendance des propriétés du système

La compréhension des systèmes complexes passe nécessairement par des modélisations et l'utilisation d'outils de visualisation. Ces modélisations doivent prendre en compte les caractéristiques fondamentales du droit : une connaissance auto-organisée (des liens hiérarchiques et réticulaires entre l'article et le reste du droit et des liens de code à code) et interconnectée (sur le modèle d'une hiérarchie). (Bourcier, 2011)

Une variété de travaux théoriques et appliqués a conceptualisé ou tenté de mesurer la complexité de la loi. Du côté théorique, deux communautés intellectuelles ont manifesté un intérêt particulier pour la complexité juridique. Plus précisément, des chercheurs dans les sous-domaines du droit et de l'économie (White 1992 ; Kaplow 1995; Tullock 1995; Epstein 1995, 2004; Kades 1997; Frisch 2010) et de l'intelligence artificielle et (Bibel 2004; Pagallo 2010; Bourcier et Mazzega 2007) ont proposé des contributions à diverses dimensions pertinentes pour traiter cette question au sens large.

D'autres études vont plus loin, en examinant grâce à la théorie des réseaux complexes, les relations interdépendantes entre le droit et la société. Parmi d'autres exemples, (Lee et Yang, 2019) prennent comme objet de recherche la Constitution de la République de Corée et montrent, sur la base des relations entre les articles de la Constitution et les décisions des tribunaux, qu'en traitant les réseaux juridiques comme des systèmes politiques uniques, leurs propriétés structurelles ont été influencées par les changements sociétaux. D'une part, il existe une structure centrale dans tous les réseaux juridiques, toutes circonstances sociales considérées. D'autre part, on peut identifier des propriétés structurelles caractéristiques qui révèlent leur identité : l'existence d'articles de loi pivots et une structure révélant l'aspect invariant dans le temps du système juridique comme incarnant les principes fondamentaux de la société.

Dans le même temps, les modifications des lois reflètent les différentes opinions des citoyens. Les propriétés structurelles des réseaux juridiques nous aideraient ainsi à quantifier les changements politiques ou sociaux. En outre, la compréhension globale des activités juridiques et des structures de réseau fournies dans cette étude peut aider à élucider les problèmes inhérents ou systématiques au sein de la société et les efforts de soutien pour concevoir un meilleur système et améliorer les lois (Lee et Yang, 2019).

L'approche générale de la modélisation du système juridique complexe combinée avec un argument plus profond dans le sens d'un pluralisme juridique en tant que théorie du droit, élargirait la compréhension de la complexité juridique et de son fonctionnement dans notre société. Les chercheurs proposent le terme de « pluralisme juridique » pour élargir la réflexion contemporaine sur la nature du droit. Le terme est compris ici comme la reconnaissance de la pluralité inhérente à toute culture juridique, qui est une qualité qui permet l'applicabilité des idées de la théorie de la complexité.

La complexité développée par Edgar Morin fait référence au pluralisme juridique et est utilisée pour faire valoir que le pluralisme juridique n'est pas simplement une théorie du droit. Au contraire, en tant que théorie du droit, il se caractérise par sa concentration sur la variabilité des phénomènes. L'argumentation est la suivante : le droit en tant que pluralisme juridique est un système complexe et la théorie de la complexité peut utilement lui être appliquée en tant que cadre théorique. Mais la complexité de la théorie n'implique pas la formulation de théories générales, donc le pluralisme juridique n'est pas une autre théorie générale du droit. (Patrignani, 2016)

Un système juridique est complexe s'il remplit ces quatre critères :

- a. Le grand nombre de composants (articles de loi, références croisées, ...) qui interagissent entre eux à différentes échelles ;
- b. La connaissance partielle des liens (dynamiques) entre les composants que l'expert humain peut appréhender ;
- c. La difficulté de prévoir l'évolution d'un tel système et/ou des *outputs* ;
- d. La dépendance des propriétés du système quand on les observe aux divers niveaux de son organisation.

L'approche d'un tel système par sa complexité nous permet alors, comme dans les autres disciplines, de développer les outils d'analyse scientifique et technique de cette complexité et les algorithmes de son usage. On peut simplifier un système compliqué. On ne peut pas en revanche réduire un système complexe dont l'évolution résulte généralement d'un processus d'auto-organisation de bas en haut de nombreuses entités. Un système complexe est le résultat d'enchevêtrements et d'interactions à plusieurs niveaux évoluant dynamiquement. Deux caractéristiques fondamentales du droit concernent la modélisation des systèmes complexes et peuvent donc être utilement traités par eux.

4.1.1 Le document juridique

Le point de départ est la notion fonctionnelle du document juridique. Dans cette approche le document a d'une part, une fonction de communication, et d'autre part, une fonction de mémoire.

La jurisprudence est une trace du passé et une composante de la mémoire, qui désigne à la fois d'une part, les connaissances juridiques concernant un individu particulier dans les litiges, et d'autre part les catégories juridiques traitées dans chaque arrêt, ce qui relève d'un

collectif, d'une institution : le savoir juridique assuré par la jurisprudence de la Cour de Cassation.

La jurisprudence a le pouvoir de renvoyer au passé grâce aux relations qu'elle entretient avec le contexte juridique donné par le réseau sémantique des métadonnées qui constitue la base de la visualisation de la jurisprudence. Ce sont les relations du réseau jurisprudentiel qui changent avec le temps et non la jurisprudence.

A l'ère des humanités numériques, la visualisation des données jurisprudentielles est progressivement conçue comme essentiellement procédurale à décrypter sous la forme de réseaux sémantiques. En effet, Saussure et Derrida pensaient que le texte contenait même des images mentales de mots (Ratnapala, 2013 p. 25). Il existe une forme de connaissance qui peut être découverte à partir des données visuelles : le tissage des métadonnées sémantiques contenues dans le document numérique. Une telle organisation génère un « infomapping » de schémas de réseaux sémantiques des métadonnées contenues dans le texte jurisprudentiel.

4.1.2 Le document en droit comme système complexe

Le projet de Visualisation Interactive de la jurisprudence de la COur de Cassation (VICO) a comme point de départ la notion fonctionnelle de document. Dans cette approche, le document a d'une part une fonction de communication, et d'autre part, une fonction de mémoire. T. Pédauque (2006) présente trois aspects du document : la forme, le contenu et le médium.

1. Le document comme forme peut être un objet matériel ou immatériel. « Cette approche permet de rendre compte d'une évolution du document traditionnel (support + inscription) vers le document numérique (support + données) qui deviendrait avec la norme XML : données structurées + mise en forme. Cela conduit à proposer la définition suivante : « un document numérique est un ensemble de données organisées selon une structure stable associée à des règles de mise en forme permettant une lisibilité partagée entre son concepteur et ses lecteurs » (Pédauque, 2003, p. 10).

2. Le document comme signe : le document est porteur de sens et d'intentionnalité, indissociable du sujet humain en contexte qui le construit ou le reconstruit et lui donne sens ; il est pris dans un système documentaire ou un système de connaissances. Cette approche permet de rendre compte d'une évolution du document traditionnel (inscription + sens) vers le document numérique (texte informé + connaissances) qui pourrait déboucher avec le Web sémantique sur : texte informé + ontologies. Cela conduit à proposer la définition suivante : « un document numérique est un texte dont les éléments sont potentiellement analysables par un système de connaissance en vue de son exploitation pour un lecteur compétent » (Pédauque, 2003, p. 16).

3. Le document comme médium : le document s'inscrit dans une relation sociale, trace d'une communication qui s'est affranchie de l'espace et du temps ; il est un élément de systèmes identitaires et vecteur de pouvoir. Cette approche permet de rendre compte d'une évolution du document traditionnel (inscription + légitimité) vers le document numérique

(texte + procédure) et document Web (publication + accès repéré). Elle conduit à proposer la définition suivante : « un document numérique est la trace de relations sociales reconstruites par les dispositifs informatiques » (Pédauque, 2003, p. 24). » (Tricot et al. 2016, p. 15)

Dans cette approche le document a d'une part, une fonction de communication, et d'autre part, une fonction de mémoire.

1. La fonction communication du document permet d'échanger même si les acteurs ne sont pas présents. Cette fonction se manifeste dans les relations à autrui liées à l'espace.

2. La fonction de mémoire du document permet de conserver, de garder trace. Cette fonction se manifeste par la connaissance individuelle et le savoir collectif, liés au temps.

Ainsi, le document se présente comme un outil individuel et collectif de mémoire des connaissances. Cette mémoire complète la mémoire de l'homme. Selon Tricot, les documents remplissent cinq fonctions de mémoire :

- lutter contre l'oubli ;
- garantir la fiabilité d'un souvenir ;
- donner à reconnaître ce qu'on ne parvient pas à se rappeler/à nommer ;
- anticiper les futurs besoins de connaissances ;
- mettre en forme des savoirs pour qu'ils puissent être transmis. (Tricot et al. 2016, p. 19-20)

4.1.3 La complexité de l'information jurisprudentielle

Nous inscrivons la visualisation proposée dans le projet VICO dans la notion de document juridique complexe tridimensionnel : la forme, le contenu et le médium. Il s'agit, pour le texte jurisprudentiel de représenter visuellement :

- La dimension de forme ou *instrumentum*, c'est-à-dire le passage de l'équation jurisprudence papier = Support + Inscription à l'équation du document jurisprudentiel numérique = support + données. Dans le projet VICO cette dimension sera constituée par le corpus jurisprudentiel de la base CASS.
- La dimension intellectuelle ou *negotium*, assure l'évolution de l'équation de la jurisprudence du support papier = inscription + sens vers le document jurisprudentiel numérique transcrit par l'équation = texte structuré + connaissances. Dans le projet, cela se traduit par l'extraction de métadonnées des arrêts en format XML, pour visualiser le réseau sémantique des mots clés de la jurisprudence, ce qui donne lieu à l'équation = texte structuré + connaissances + ontologies juridiques.
- La dimension sociale ou le corpus jurisprudentiel se traduit par l'équation : jurisprudence = Mémoire + procédure. La jurisprudence est une trace du passé et une composante de la mémoire, qui désigne à la fois d'une part, les connaissances juridiques concernant un individu particulier dans les litiges, et d'autre part les catégories juridiques traitées dans chaque arrêt, ce qui relève d'un collectif, d'une institution : le savoir juridique assuré par la jurisprudence de la Cour de Cassation.

La jurisprudence a le pouvoir de renvoyer au passé grâce aux relations qu'elle entretient avec le contexte juridique donné par le réseau sémantique des métadonnées qui constitue la base de la visualisation de la jurisprudence. Ce sont les relations du réseau jurisprudentiel qui changent avec le temps et non la jurisprudence. Ce qui change c'est la façon que nous avons de l'appréhender⁵⁰.

4.1.4 L'analyse linguistique de l'information jurisprudentielle

L'analyse de l'information jurisprudentielle passe par des opérations communes aux linguistes et aux informaticiens :

- **L'analyse lexicale** (ou morphologique) consiste à identifier les lexèmes, c'est à dire les unités signifiantes les plus fines. Il s'agit des mots et des expressions (les ensembles de mots qui ont une signification fixe, par exemple « boîte postale »).
- **L'analyse syntaxique** est l'étude de la structure de la phrase, dans le but de définir comment les lexèmes sont organisés et quelles fonctions ont les mots qui servent à les mettre en relation. Les lexèmes sont réunis en syntagmes, des groupes de mots dont la fonction est connue.
- **L'analyse sémantique** (et en informatique l'analyse pragmatique) tente de découvrir de façon plus générale le sens des phrases ou de textes entiers. C'est la phase la plus laborieuse pour les machines, et pour cette raison elle reste encore assez peu employée. Les outils qui opèrent cette analyse font souvent appel à de gigantesques thésaurus, permettant de classer chaque terme dans une arborescence de concepts pour déterminer les thèmes dominants d'un texte, ainsi qu'à des algorithmes complexes permettant d'évaluer les relations entre les différentes idées d'un texte donné.

4.2 L'Open data juridique

La révolution numérique qui a entraîné l'émergence des " données " dans le secteur juridique a considérablement bouleversé les modes traditionnels de diffusion du droit et ses acteurs publics ou privés.

Ce mouvement n'est pas indifférent au domaine judiciaire et permet aux citoyens d'acquérir de meilleures connaissances, ainsi qu'aux professionnels dans le domaine de la jurisprudence. Les données judiciaires ouvertes ouvrent de nouvelles perspectives aux acteurs juridiques anciens ou récents dans l'exploitation des données juridiques et judiciaires.

L'Open Data, dans le secteur de la justice, pose un défi au niveau de la représentation des données qui oblige à rechercher de nouveaux paradigmes comme la visualisation de l'information qui a été utilisée dans le droit depuis l'Antiquité. Cette révolution des données

⁵⁰ Cet exemple : « Un film de science-fiction des années trente vu aujourd'hui nous montre le passé parce qu'il permet de nous faire voir que le contexte qui l'entoure et les modalités d'appréhension de ce genre fictionnel ne sont plus les mêmes. » (Jussi, 2013 p. 10)

a rendu possible le développement de l'Intelligence Artificielle et des algorithmes. Avec l'avènement de l'Open Data en droit, le besoin de transparence est satisfait.

L'hypothèse de départ de notre travail est une approche pragmatique des données juridiques ouvertes, en particulier, les " données jurisprudentielles ouvertes ". Pour engager cette approche, nous aborderons d'abord la notion d'Open Data *strictu sensu*, entendue comme " données publiques ou privées organisées en bases de données, librement téléchargeables et réutilisables sous licence d'exploitation sans aucune contrepartie financière ". Nous montrerons comment cette hypothèse présente certaines limites en termes de données jurisprudentielles ouvertes : l'anonymisation des données et l'absence de données structurées dans les décisions des tribunaux. Ensuite, à partir de la notion d'Open Data *lato sensu*, comprise comme " le traitement et l'analyse des Open Data par différentes techniques : statistiques, probabilités, data mining et apprentissage automatique ", nous démontrerons que la visualisation est un outil fondamental dans les projets de Justice Prédictive et l'utilisation de l'Intelligence Artificielle en droit. Le projet de Visualisation de la jurisprudence de la Cour de cassation française vise à faire une représentation visuelle interactive de la jurisprudence présente sur la jurisprudence Open Data.

« L'accès aux décisions de justice est conditionné aujourd'hui par le caractère public de ces décisions. En vertu du principe de l'indépendance de la justice, les jugements, ordonnances, décisions ou arrêts ne sont en effet pas considérés comme des documents administratifs et donc hors du champ de la loi CADA.

La nature des décisions de justice est ainsi précisée dans un avis rendu par la Commission d'Accès aux Documents Administratifs en 2010 : « (...) *ne constituent pas des documents administratifs communicables en vertu de l'article 2 de la loi du 17 juillet 1978 (CE, 7 mai 2010, Bertin). Toutefois, il résulte de l'article 11-3 de la loi n° 72-626 du 5 juillet 1972 que les tiers sont en droit de se faire délivrer copie des jugements prononcés publiquement. La commission en déduit que l'accès à ces jugements constitue un droit pour toute personne et que ces derniers sont donc constitués d'informations publiques au sens de l'article 10 de la loi du 17 juillet 1978.* »

Même si la décision est rendue au nom du peuple français, il n'en demeure pas moins que les juges se doivent de juger sur les faits pour dire le droit, et que ces derniers comportent des « données à caractère personnel ».

En somme, les décisions de justice sont composées de données à caractère personnel (notamment en ce qui concerne les faits d'espèce) et de données publiques en ce qui concerne le droit.»⁵¹

4.2.1 Les données ouvertes : définition et caractéristiques

Open Data *strictu sensu* : ce sont les Données (publiques ou privées) organisées dans une base de données, librement téléchargeables et réutilisables sous une licence

⁵¹ https://openlaw.fr/sites/default/files/2017-05/Livret_blanc_interactif21_04_0.pdf livre blanc de l'open data jurisprudentielle

d'exploitation sans compensation financière. Open Data *lato sensu* : c'est le Traitement et analyse des données ouvertes par différentes techniques (statistiques, probabilités, data mining, apprentissage automatique) (Charalabidis et al., 2018)

En 2002, un service public de diffusion des lois a été créé, organisé autour du site internet legifrance.gouv.fr. Si le site - géré par le Secrétaire général du gouvernement et le Directeur de l'information juridique et administrative (DILA) - est public et sa consultation est gratuite, il ne concerne que les décisions des plus hautes juridictions (Dahami & Vermeille, 2017).

En 2006, l'Open Knowledge Foundation a élaboré une définition élargie du terme " données ouvertes " : Les données ouvertes sont des données qui peuvent être librement utilisées, réutilisées et redistribuées par n'importe qui - sous réserve seulement, au maximum, de l'exigence d'attribuer et de partager les mêmes données (Tauberer, 2012). (Données gouvernementales ouvertes. <http://opengovdata.io>)

Le projet de recherche s'inscrit dans la dynamique d'ouverture des bases de données jurisprudentielles promue par la loi pour une République numérique, prévoyant que " les décisions rendues par les juridictions judiciaires sont mises gratuitement à la disposition du public dans le respect de la vie privée des personnes concernées " (article L. 111-13 du Code de l'organisation judiciaire). Le site <http://www.data.gouv.fr/fr/terms/> précise les conditions générales d'utilisation.

Alors qu'une grande partie des Données Libres se présente sous la forme de données quantitatives structurées, les Données Libres Légales sont non structurées, textuelles et utilisent un langage technique, ce qui signifie qu'elles doivent être gérées avec des méthodologies différentes. (Boaella et al. 2015)

Dans le contexte de l'Union européenne, la complexité supplémentaire du caractère multilingue de la législation entraîne la nécessité de briser les barrières linguistiques. Cependant, la mise en ligne de documents juridiques sur un portail institutionnel ne suffit pas à assurer une réelle accessibilité du Droit, en raison du caractère holistique des normes qui émergent d'un réseau de documents et non d'un seul texte législatif. Ces difficultés affectent l'accessibilité du droit pour les juges, les avocats, les universitaires, les entreprises, les administrations publiques et les citoyens, et font qu'il est difficile pour les PME d'exploiter ces données juridiques ouvertes, pour produire de nouveaux services (Monino, 2016).

4.2.2 L'approche historique du « Legal Open Data »

Le terme Open Data est apparu pour la première fois en 1995, dans un document d'une agence scientifique américaine (Chignard, 2013). Le 30 décembre 2007, les pionniers de la libre circulation des données se sont réunis à Sébastopol, en Californie, et ont rédigé un ensemble de huit principes de libre circulation des données gouvernementales qui ont ouvert une nouvelle ère d'innovation démocratique et de possibilités économiques.

Aux États-Unis, le gouvernement fédéral a lancé le début d'un vaste programme d'ouverture des données dès le premier jour du mandat du président Barack Obama en janvier 2009, lorsqu'il a publié son mémorandum sur la transparence et l'ouverture du gouvernement, qui déclarait que " l'ouverture renforcera notre démocratie et favorise l'efficacité et l'efficacité du gouvernement ".

L'administration Obama a continué à répéter et à approfondir ses efforts en matière de données ouvertes, par le biais du décret de mai 2013 intitulé " Making Open and Machine-Readable the New Default for Government Information " et d'un mémo supplémentaire de l'Office of Management and Budget sous le titre " Open Data Policy " : Managing Information as an Asset ", qui a créé un cadre pour " aider à institutionnaliser les principes d'une gestion efficace de l'information à chaque étape du cycle de vie de l'information afin de promouvoir l'interopérabilité et l'ouverture ". (Chignard, 2013)

En France, le droit d'accès à l'information publique est préservé dans la Déclaration des droits de l'homme et du citoyen de 1789. Ensuite, il y a eu la loi de 1978 sur le droit d'accès à l'information, mais elle ne prévoyait pas la publication de données numériques. Le gouvernement français a modifié cette loi par ordonnance en 2014 pour assurer la mise en place d'une véritable politique d'ouverture des données numériques. Cette évolution fait suite à une directive européenne du 26 juin 2013, obligeant tous les États européens à s'engager sur la voie de l'Open Data pour leurs administrations.

L'accès en ligne aux décisions de justice est prévu par le droit français depuis le décret du 7 août 2002 qui assure la diffusion gratuite des données juridiques sur Legifrance. Les avocats et les plaideurs peuvent désormais consulter tous les arrêts des Cours suprêmes, ainsi qu'une sélection des arrêts de la Cour d'appel et des Cours administratives d'appel. Depuis septembre 2015, ces données sont ouvertes et sont maintenant disponibles sur data.gouv.fr en Open Data et peuvent être réutilisées (Dahami & Vermeille, 2017).

Les Articles 20 et 21 de la Loi LEMAIRE n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique⁵², prévoient que toutes les décisions du premier et du deuxième degré sont rendues accessibles dans des données ouvertes, sous réserve du principe du respect de la vie privée des personnes concernées et sans préjudice des dispositions spécifiques régissant l'accès aux décisions judiciaires et leur publication (Dahami & Vermeille, 2017).

Une œuvre est considérée comme étant Open Data si sa méthode de distribution remplit les conditions suivantes :

1. Accès : L'œuvre doit être disponible.
2. Redistribution : La licence ne doit pas empêcher une partie de vendre ou de donner l'œuvre, soit seule, soit dans le cadre d'un ensemble constitué d'œuvres provenant de nombreuses sources différentes.
3. Réutiliser : La licence doit autoriser les modifications et les travaux dérivés et doit permettre leur distribution selon les termes de l'œuvre originale.

⁵² <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2016/10/7/2016-1321/jo/texte>

4. Absence de restriction technologique : Le travail doit être fourni sous une forme telle qu'il n'y ait aucun obstacle technologique à l'exécution des activités susmentionnées.
5. Attribution : La licence peut exiger, comme condition de redistribution et de réutilisation, l'attribution des contributeurs et des créateurs à l'œuvre. Si cette condition est imposée, elle ne doit pas être onéreuse.
6. L'intégrité : La licence peut exiger, comme condition de distribution du travail sous forme modifiée, que le travail résultant porte un nom ou un numéro de version différent de celui du travail original.
7. Pas de discrimination : La licence ne doit pas être discriminatoire envers une personne ou un groupe de personnes (Charalabidis et al., 2018). Dans la classification des données ouvertes, nous trouvons les données gouvernementales ouvertes, qui sont définies comme des données ouvertes qui peuvent être appliquées aux données détenues par le gouvernement. Ce type de données implique que les données gouvernementales ouvertes doivent satisfaire à trois conditions :
 1. Être accessible sur Internet au coût de reproduction maximum et sans limitation, en fonction de l'identité ou de l'intention de l'utilisateur ;
 2. Être publiés dans un format numérique lisible par machine (ex. du format XML); et
 3. Être libre de toute restriction d'utilisation ou de redistribution incluant le croisement avec d'autres ensembles de données.

En novembre 2020, la Commission européenne a publié son *projet d'Acte sur la gouvernance des données*⁵³. Cette proposition vise à créer un cadre pour une plus grande réutilisation des données en renforçant les différents mécanismes de partage des données au sein de l'UE. L'un des principaux volets de la proposition traite de la réutilisation des données gouvernementales. La version actuelle interdit aux organismes gouvernementaux de souscrire à des accords exclusifs de partage de données et définit certaines conditions de base pour la mise à la disposition des données auprès du public. C'est tout à fait logique si l'on veut veiller à ce que les données gouvernementales soient à la disposition de chacun.

Il existe en France, à ce jour, trois régimes juridiques différents pour pouvoir accéder et lire, en tout ou partie, une jurisprudence⁵⁴:

- le service public de diffusion du droit géré par la Direction de l'information légale et administrative ;
- la mise à disposition à titre gratuit sous forme électronique de données jurisprudentielles (l'*open data* des décisions de justice) ;
- l'accès à une copie d'une décision ou d'un arrêt par un tiers (la délivrance ou l'*open access*).

⁵³ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-data-governance?etrans=fr>

⁵⁴ Voir Dalloz Actualité : « La distinction entre l'open data et l'accès aux décisions de justice. Bertrand Cassar. https://www.dalloz-actualite.fr/flash/distinction-entre-l-open-data-et-l-acces-aux-decisions-de-justice#.YGibuGg6_6o

L'open data jurisprudentiel

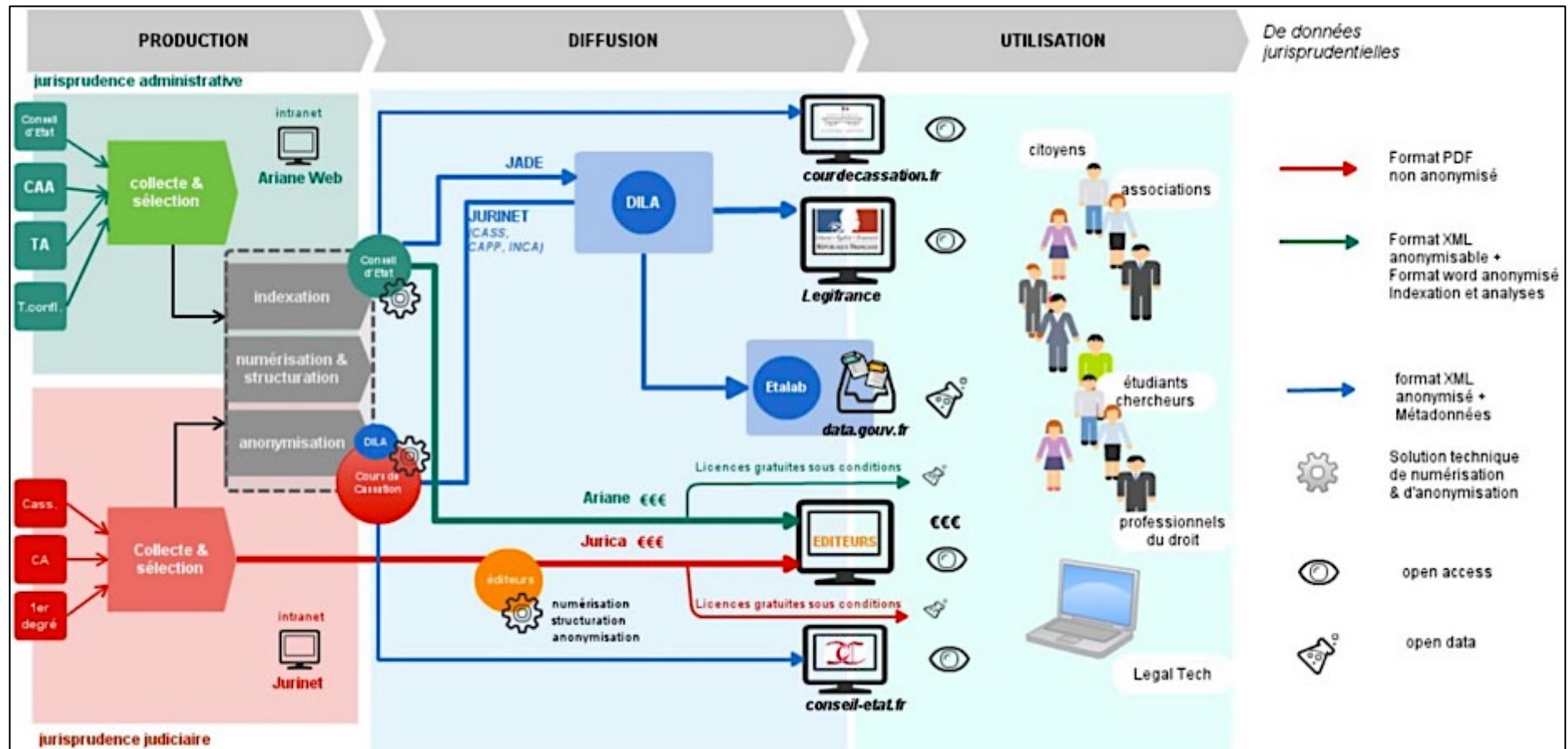


Figure 74. L'open data jurisprudentielle https://openlaw.fr/sites/default/files/2017-05/Livret_blanc_interactif21_04_0.pdf (Livre blanc diffusé sous licence Cc by SA 4.0)

4.3 Les bases des données juridiques

Quelques données sur la production de documents jurisprudentiels⁵⁵

- **4.026** juges à fin janvier 2018
- **2,7** millions de dossiers enregistrés
- **2,8** millions de décisions de justice (*)
- **965** décisions par an/juge
- **82%** des sentences rendues en 1^{re} instance
- **39.911** affaires jugées en cassation en 2018
- **9.425** pourvois en cassation non rejetés
- **6.000** arrêts de la Cour de cassation mis en ligne

() Jugement en 1^{re} instance et arrêts en appel*

4.3.1 Historique et évolution des bases des données juridiques

Dans les années 1960, la France se dote des premières bases de données juridiques recensant les arrêts de la Cour de cassation — base CASS en 1960— ainsi que du Conseil d’État avec la base JADE en 1968. L’hexagone s’inscrit donc très tôt comme pionnier de l’informatique juridique à travers notamment le plan calcul de 1967 qui prévoyait la constitution d’autres bases de données sous l’égide du bâtonnier Bernard de Bigault du Granrut.

En 1968, le professeur Pierre Catala, visionnaire de l’informatique juridique, s’émeut de l’indisponibilité quasi-totale des décisions des cours d’appel. Il fonde alors à Montpellier l’Institut de recherche et d’études pour le traitement de l’information juridique. Il travaille à la création d’une méthode d’analyse des arrêts afin d’en déduire un résumé concis pour faciliter la recherche documentaire.

Cette méthode évolue au profit de critères objectifs permettant d’extraire rapidement les informations pertinentes d’un arrêt. En 1985, le gouvernement désigne les groupements d’intérêt économique Edi-Data et JurisData comme déléataires de service public pour la constitution du Fichier national informatisé de la jurisprudence française. Ceci marque la création des ateliers régionaux de jurisprudence, plus tard dirigés par Patrick Maistre du Chambon, professeur émérite et doyen honoraire de la Faculté de droit de Grenoble. Constitués au sein des facultés de droit, lesdits ateliers analysent et classent les décisions de la cour d’appel de leur ressort. Ce travail minutieux se poursuit encore et toujours aujourd’hui et constitue la base JurisData, propriété de l’éditeur LexisNexis.

La jurisprudence d’appel est donc aujourd’hui classée mais elle n’est toujours pas librement accessible sur internet. Ainsi, Légifrance, service public de la diffusion du droit, ne propose qu’environ 1% des décisions des juridictions d’appel de l’ordre judiciaire. Une partie

⁵⁵ voir https://www.courdecassation.fr/IMG/pdf/courdecass_rapport_2018.pdf; Source: Cour de cassation - statistiques 2017-2018

des décisions qui ne sont pas publiées est vendue par la Cour de cassation à une cinquantaine d'abonnés.

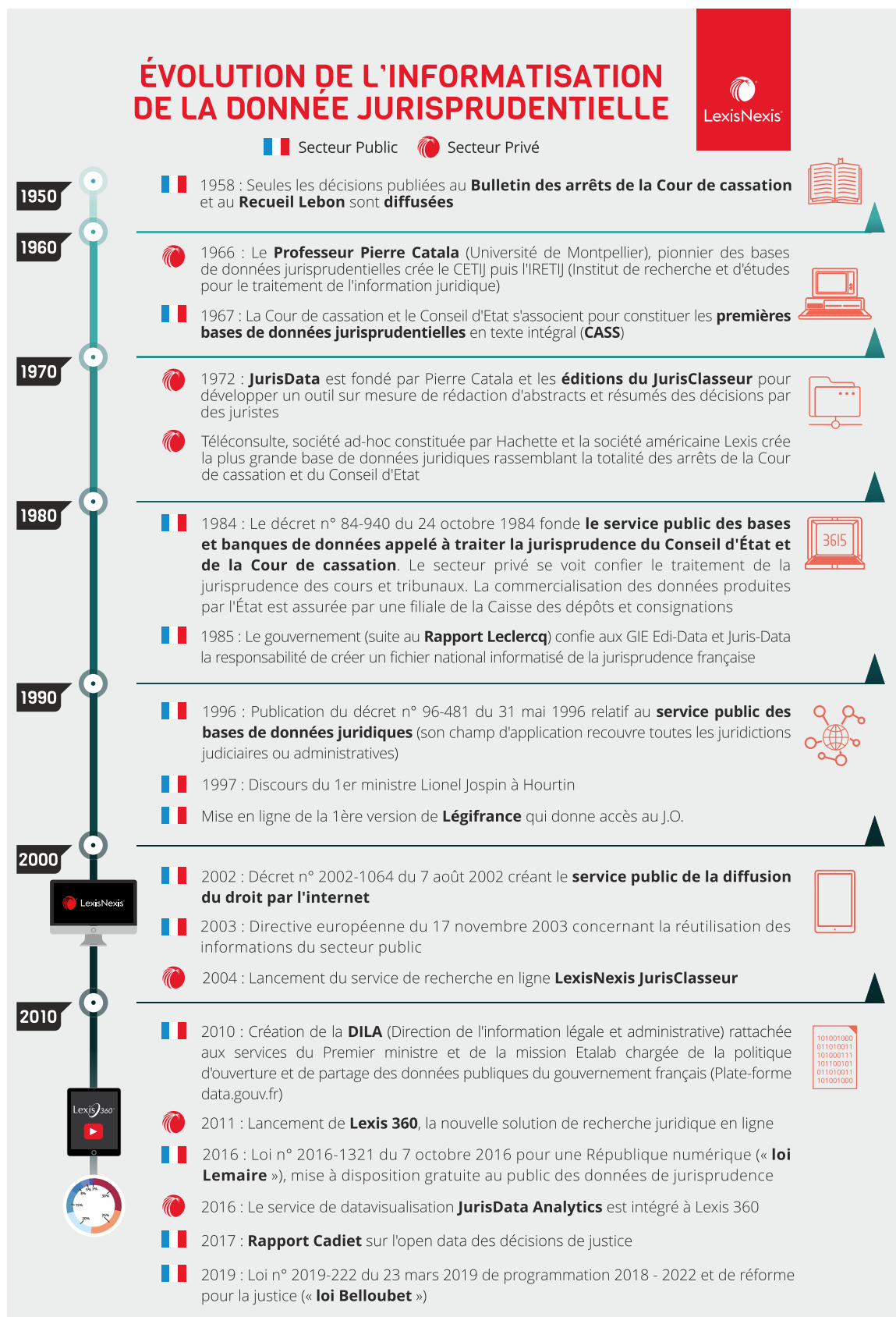


Figure 75. Évolution de la donnée jurisprudentielle. Source livre blanc Open data & Jurisprudence - © LEXISNEXIS SA.
<https://go.lexisnexis.fr/2019-Livre-blanc-open-data-et-jurisprudence>

4.3.2 L'open data jurisprudentielle

L'ordre judiciaire comprend des juridictions du fond, de première (TGI et TI) et seconde instance (cour d'appels), ainsi que de la Cour de cassation. Ces juridictions rendent des décisions de deux types : civiles et pénales.

Actuellement, le service de documentation, des études et du rapport (SDER) de la Cour de cassation gère deux bases de données de jurisprudence, ainsi que le prévoit l'article R. 433-3 du code de l'organisation judiciaire :

- La base dite « *Jurinet* » qui comprend l'ensemble des décisions de la Cour de cassation, ainsi qu'une sélection de décisions des juridictions du fond présentant un intérêt particulier ;
- La base dite « *JuriCA* » qui comprend l'ensemble des décisions civiles motivées des cours d'appel. La base *JuriCA* a permis de collecter environ 150 000 arrêts civils par an depuis 10 ans, soit un stock d'environ 1,5 million de décisions.

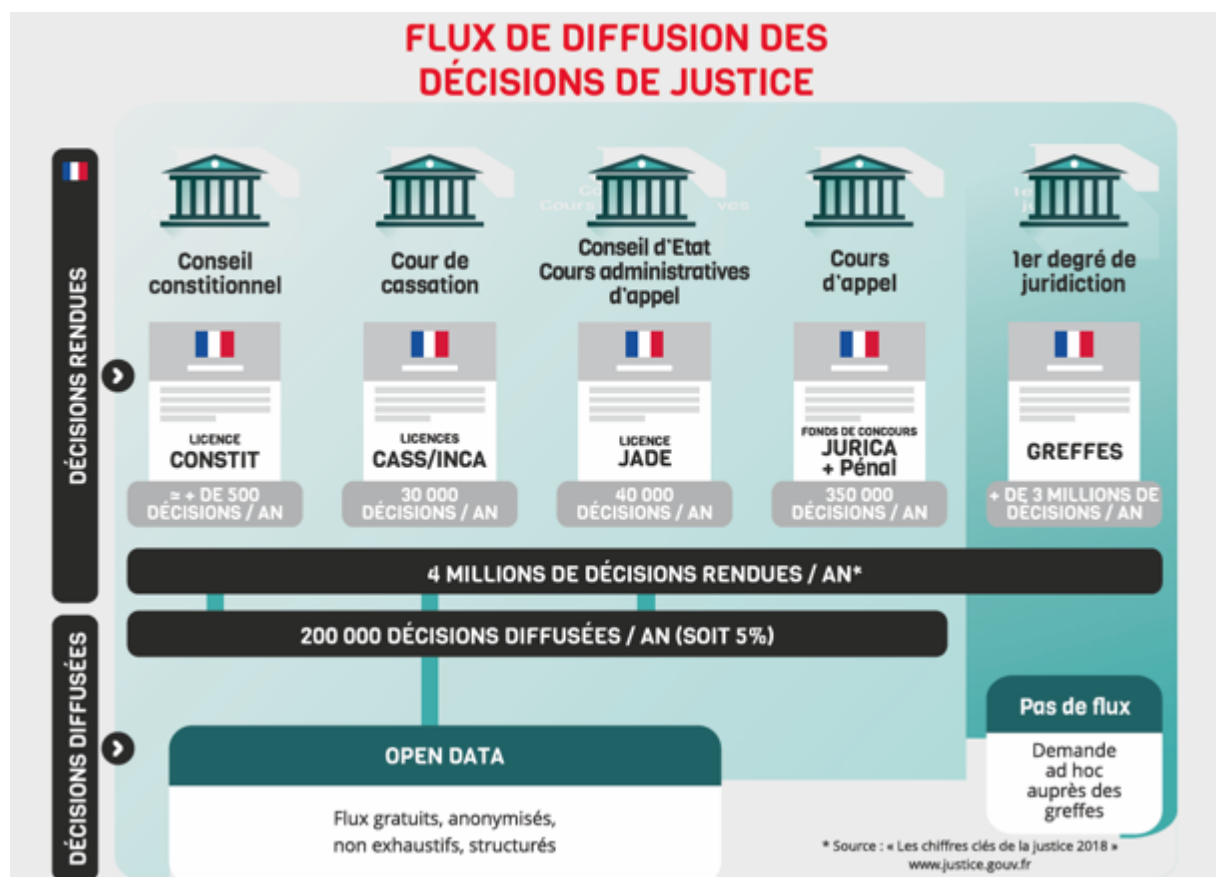


Figure 76. Flux de diffusion de la jurisprudence. Source livre blanc « Open data & Jurisprudence » - © LEXISNEXIS SA

Les articles 20 et 21 de la loi n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique prévoient la mise à disposition du public des décisions rendues par les juridictions administratives et judiciaires dans des conditions garantissant le respect de la vie privée des personnes concernées. Ces articles renvoient à la publication d'un décret en Conseil d'État pour leur mise en œuvre.

Afin de préfigurer la rédaction de ces textes, une mission a été confiée au professeur Loïc Cadiet, qui a été accompagné dans ses travaux par des représentants de la Cour de cassation, du Conseil d'État, de la Commission nationale de l'informatique et des libertés, du Conseil national des barreaux et par des chefs de cours et de juridictions administratives et judiciaires. La mission a remis son rapport le 9 janvier 2018. Certaines des préconisations qu'elle a émises sont de nature législative. Ces recommandations ont été reprises, d'une part, au sein de la loi n° 2018-493 du 20 juin 2018 relative à la protection des données personnelles.

La loi de programmation 2018-2022 et de réforme pour la justice [la loi n° 2019-2022 du 23 mars 2019 de programmation 2018-2022 et de réforme pour la justice](#) article 33 :

... « Sous réserve des dispositions particulières qui régissent l'accès aux décisions de justice et leur publicité, les jugements sont mis à la disposition du public à titre gratuit sous forme électronique.

« Par dérogation au premier alinéa, les nom et prénoms des personnes physiques mentionnées dans le jugement, lorsqu'elles sont parties ou tiers, sont occultés préalablement à la mise à la disposition du public. Lorsque sa divulgation est de nature à porter atteinte à la sécurité ou au respect de la vie privée de ces personnes ou de leur entourage, est également occulté tout élément permettant d'identifier les parties, les tiers, les magistrats et les membres du greffe.

« Les données d'identité des magistrats et des membres du greffe ne peuvent faire l'objet d'une réutilisation ayant pour objet ou pour effet d'évaluer, d'analyser, de comparer ou de prédire leurs pratiques professionnelles réelles ou supposées. La violation de cette interdiction est punie des peines prévues aux articles 226-18, 226-24 et 226-31 du code pénal, sans préjudice des mesures et sanctions prévues par la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés. »

Le [décret n° 2020-797 du 29 juin 2020 relatif à la mise à disposition du public des décisions de juridictions judiciaires et administratives](#) applique les dispositions de l'article 33 de la loi n° 2019-2022 du 23 mars 2019 de programmation 2018-2022.

L'article 7 du décret, précise que les décisions seront consultables sur un portail internet placé sous la responsabilité du Garde des Sceaux et sur les sites des Cours suprêmes. *« La mise à la disposition du public des décisions de justice mentionnées aux articles 1er et 4 est réalisée sur un portail internet placé sous la responsabilité du garde des sceaux, ministre de la justice. »*

Le décret confirme d'une part, le principe de pseudonymisation⁵⁶ déjà énoncé dans la loi du 23 mars 2019 de programmation 2018-2022 et d'autre part il précise quelles personnes sont responsables de cette obligation (le président du tribunal ou le magistrat qui rend la décision). Le décret prévoit aussi l'occultation des membres du personnel judiciaire (magistrat, membre du Conseil d'État, agent de greffe).

⁵⁶ La pseudonymisation est définie par le rapport Cadiet - http://www.justice.gouv.fr/publication/open_data_rapport.pdf - comme le « traitement de données à caractère personnel réalisé de sorte que celles-ci ne puissent plus être attribuées à une personne physique sans avoir recours à des informations supplémentaires. »

4.4 Les bases jurisprudentielles : CASS & INCCA

L'article L. 111-13 du Code de l'organisation judiciaire (loi du 7 octobre 2016) dispose que "Sans préjudice des dispositions particulières régissant l'accès aux décisions de justice et leur publication, les décisions rendues par les juridictions judiciaires sont mises gratuitement à la disposition du public dans le respect de la vie privée des personnes concernées".

Le même article dans son paragraphe 2 stipule " cette mise à disposition du public doit être précédée d'une analyse du risque de ré-identification des personnes ". Le traitement et la réutilisation des décisions de justice restent soumis à la loi Informatique et Libertés de 1978 (CNIL).

En France, la " Loi pour une République numérique du 7 octobre 2016 " a introduit l'ouverture massive des données jurisprudentielles [10] disponibles sur le site <https://www.data.gouv.fr>.

Les arrêts contenus dans la base *Jurinet* sont diffusés, après pseudo anonymisation, sur le site Légifrance et en open data sur data.gouv.fr. La diffusion doit respecter les conditions applicables au service public de diffusion du droit par l'internet, comme le prévoit l'article R. 433-3 du code de l'organisation judiciaire ;

- La base CASS concerne les décisions « publiées » de la Cour de cassation
- La base INCA contient les décisions dites « inédites » de la Cour de cassation et
- La base CAPP, la sélection de décisions des juridictions du fond (base CAPP)

Principe de gratuité pour la réutilisation des bases : depuis le Comité Interministériel de la Modernisation de l'Action publique (CIMAP) du 18 décembre 2013, le décret du 20 juin 2014 et l'arrêté du Premier ministre en date du 24 juin 2014, les bases de données produites par la Direction de l'information légale et administrative (DILA) sont réutilisables gratuitement.

→ **Réutilisation via le site de la DILA ou data.gouv.fr** : jeux de données en open data (flux gratuit, anonymisé, non exhaustif, structuré en XML) en licence ouverte (<https://www.etalab.gouv.fr/> licence- ouverte-open-licence) :

- CASS-INCA : arrêts publiés et inédits de la Cour de cassation ;
- JADE : arrêts publiés et inédits du Conseil d'État et des Cours administratives d'appel ;
- CONSTIT : décisions du Conseil constitutionnel ;
- CAPP : sélection des décisions des Cours d'appel et de 1re instance ;
- Décisions de la Cour des comptes ;
- Décisions de la Cour disciplinaire budgétaire et financière ;
- INPI : décisions nationales judiciaires en marques, dessins et modèles (flux gratuit, anonymisé, non exhaustif) ;

→ **Licence JURICAF** : porté par l'Association des Hautes Juridictions de Cassation des pays francophones et inspiré par le président Gillet, JURICAF regroupe 800 000 arrêts en français issus des cours suprêmes de quarante pays ;

→ **Fonds de concours JURICA** (Licence payante, fonds non anonymisé, non exhaustif, non structuré), par contrat d'abonnement annuel auprès de la Cour de cassation pour le contentieux civil et non pénal des Cours d'appel.

Cet ensemble de données provient d'un service public certifié. Les données à utiliser pour le projet sont celles de la base de données disponibles sur : <https://www.data.gouv.fr/en/datasets/cass/#community-resources> Les principaux arrêts de la jurisprudence judiciaire ; les arrêts de la Cour de Cassation :

1. Publié dans le Bulletin des chambres civiles depuis 1960
2. Publié dans le Bulletin de la chambre criminelle depuis 1963

Le texte intégral des arrêts est complété par des titres et des résumés rédigés par les juges de la Cour de cassation. La mise à disposition par la DILA de l'ensemble de données pouvant contenir des données personnelles ne dispense pas l'utilisateur de respecter la loi sur la protection des données, conformément au document cité. Pour accéder au répertoire de données CASS sous le protocole ftp, il faut se connecter à <ftp://echanges.dila.gouv.fr/CASS/>



Figure 77. Data.gouv.fr Plateforme ouverte des données publiques françaises

4.4.1 La structure et contenu des bases CASS & INCCA

La base de données CASS <ftp://echanges.dila.gouv.fr/CASS/> se présente comme un ensemble de fichiers en format XML pour montrer la structure de la jurisprudence en format XML.

data.gouv.fr Plateforme ouverte des données publiques françaises

Données Réutilisations Organisations Tableau de bord Documentation Actualités

Recherche

CASS

Ce jeu de données provient d'un service public certifié

Les grands arrêts de la jurisprudence judiciaire ; les arrêts de la Cour de cassation :

- publiés au Bulletin des chambres civiles depuis 1960,
- publiés au Bulletin de la chambre criminelle depuis 1963.

Texte intégral des arrêts complété par des titrages et des sommaires rédigés par les magistrats de la Cour de Cassation.

La mise à disposition par la DILA de jeux de données pouvant contenir des données personnelles n'affranchit pas le réutilisateur du respect de la loi Informatique et Libertés, conformément au document [AVERTISSEMENT](#)

Pour accéder au répertoire des données CASS sous le protocole ftp cliquer ici

A noter : la fermeture du protocole FTP est prévue pour le 31 mars 2021.

Pour accéder au répertoire des données sous le protocole ftps, contacter le service Administration des données de la Dila à l'adresse suivante : donnees-dila@dila.gouv.fr

Référentiel de DTD : DTD LEGIFRANCE

Les bases LEGI, KALI, JORF, CAPP, CASS, INCA, JADE, ACCO, DOLE, CNIL et CONSTIT ont des DTD génériques en commun et des DTD spécifiques.

Producteur

Premier ministre

Aux côtés de son cabinet, l'administration du Premier ministre comprend de nombreux services qui l'assistent et prennent part à l'élaboration de la politique du Gouvernement....

[VOIR LE PROFIL](#)

[CONTACTER](#)

[SUIVRE](#)

Figure 78. Répertoire des données CASS. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/cass/>.

Nom	Date de modification	Taille	Type
DILA_CASS_Presentation_20170824.pdf	28 août 2017 à 00:00	57 Ko	Adobe...cument
CASS_20180315-195806.tar.gz	15 mars 2018 à 00:00	160 octets	Gzip Archive
CASS_20180316-200447.tar.gz	16 mars 2018 à 00:00	157 octets	Gzip Archive
CASS_20180319-201334.tar.gz	19 mars 2018 à 00:00	451 Ko	Gzip Archive
CASS_20180320-195037.tar.gz	20 mars 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180321-201317.tar.gz	21 mars 2018 à 00:00	6 Ko	Gzip Archive
CASS_20180322-200130.tar.gz	22 mars 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180323-200504.tar.gz	23 mars 2018 à 00:00	160 octets	Gzip Archive
CASS_20180326-200647.tar.gz	26 mars 2018 à 00:00	203 Ko	Gzip Archive
CASS_20180327-194841.tar.gz	27 mars 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180328-195042.tar.gz	28 mars 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
Freemium_cass_global_20180315-170000.tar.gz	28 mars 2018 à 00:00	226,5 Mo	Gzip Archive
CASS_20180329-195634.tar.gz	29 mars 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180330-200612.tar.gz	30 mars 2018 à 00:00	158 octets	Gzip Archive
CASS_20180402-201759.tar.gz	2 avril 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180403-195734.tar.gz	3 avril 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180404-200034.tar.gz	4 avril 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180405-195838.tar.gz	5 avril 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180406-194406.tar.gz	6 avril 2018 à 00:00	158 octets	Gzip Archive
CASS_20180409-202925.tar.gz	9 avril 2018 à 00:00	920 Ko	Gzip Archive
CASS_20180410-195253.tar.gz	10 avril 2018 à 00:00	160 octets	Gzip Archive
CASS_20180411-195651.tar.gz	11 avril 2018 à 00:00	158 octets	Gzip Archive
CASS_20180412-200614.tar.gz	12 avril 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive
CASS_20180413-194952.tar.gz	13 avril 2018 à 00:00	161 octets	Gzip Archive
CASS_20180416-204300.tar.gz	16 avril 2018 à 00:00	788 Ko	Gzip Archive
CASS_20180417-195411.tar.gz	17 avril 2018 à 00:00	158 octets	Gzip Archive
CASS_20180418-201124.tar.gz	18 avril 2018 à 00:00	162 octets	Gzip Archive
CASS_20180419-201347.tar.gz	19 avril 2018 à 00:00	159 octets	Gzip Archive

Figure 79. Jurisprudence sur les données ouvertes. L'arborescence thématique de la jurisprudence.

Dans le répertoire <ftp://echanges.dila.gouv.fr/CASS/> . On a pris un fichier XML pour montrer, d'une part, la façon comme ils sont stockées les fichiers, et d'autre part quelle est la structure du fichier XML :

1. L'arborescence thématique de la jurisprudence :

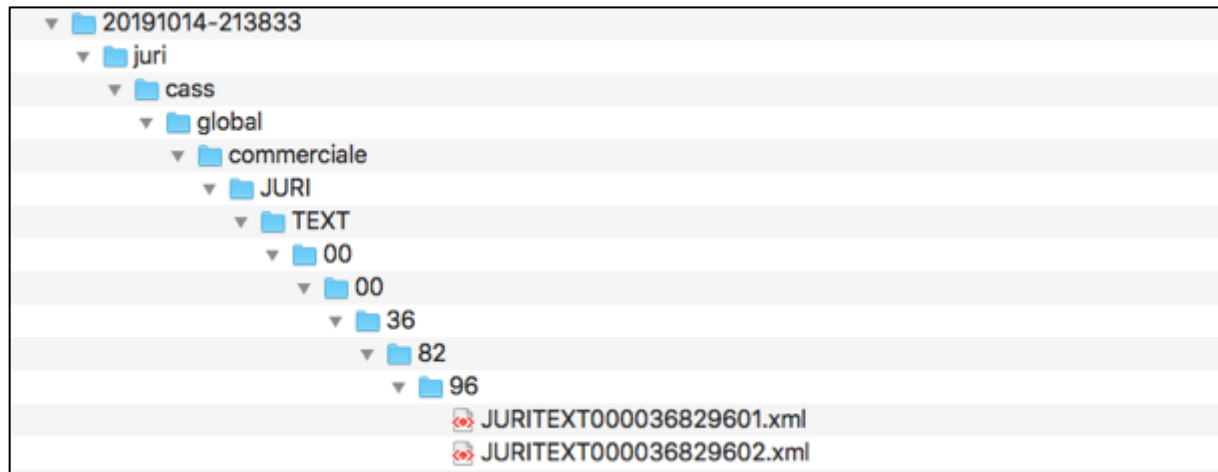


Figure 80. Jurisprudence sur les données ouvertes. L'arborescence thématique de la jurisprudence.

2. Les champs d'un jugement de jurisprudence dans le document XML.

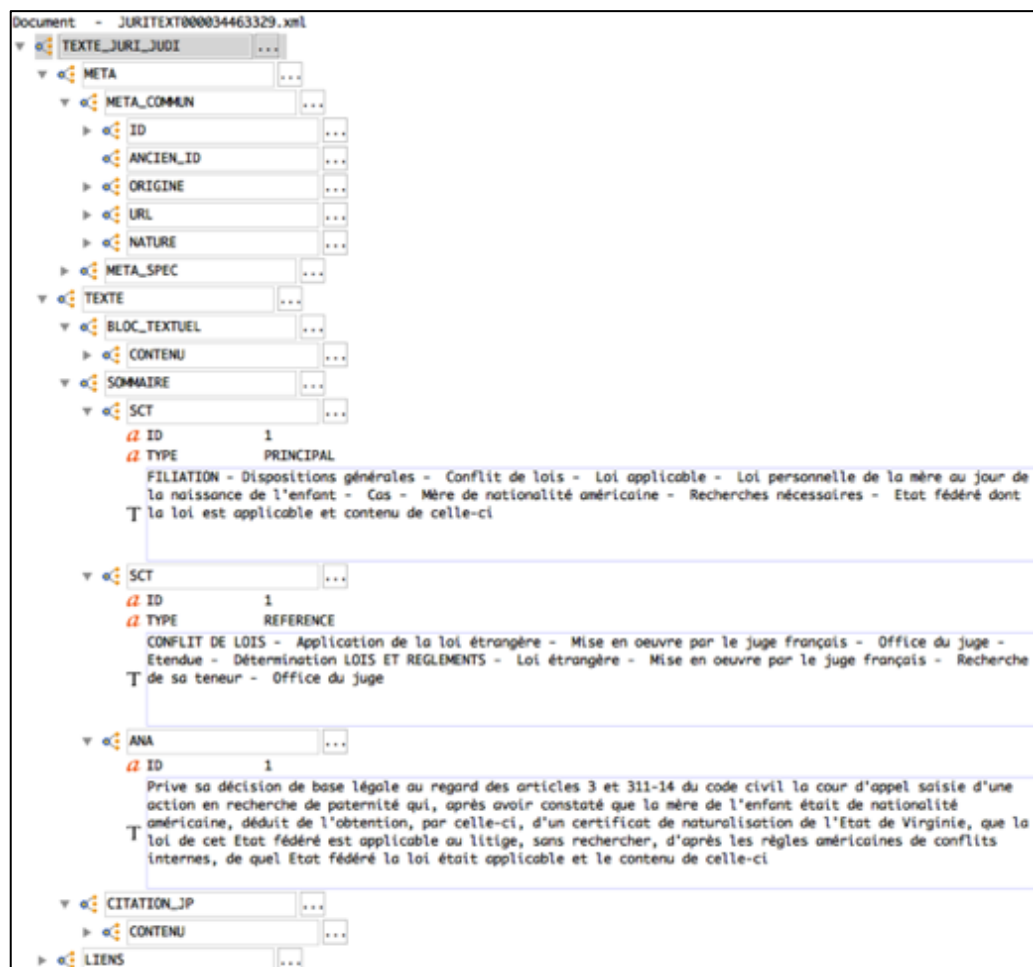


Figure 81. Jurisprudence sur les données ouvertes. Les champs d'un jugement de jurisprudence dans le document XML.

4.4.1.1.1 Le contenu juridique du fichier XML de la des bases CASS & INCCA

Pour la réalisation de notre projet VICO, nous avons dans un premier temps récupéré du répertoire <ftp://echanges.dila.gouv.fr/CASS/> la totalité des fichiers XML qui présentent une structure qui permet de créer une base des données.

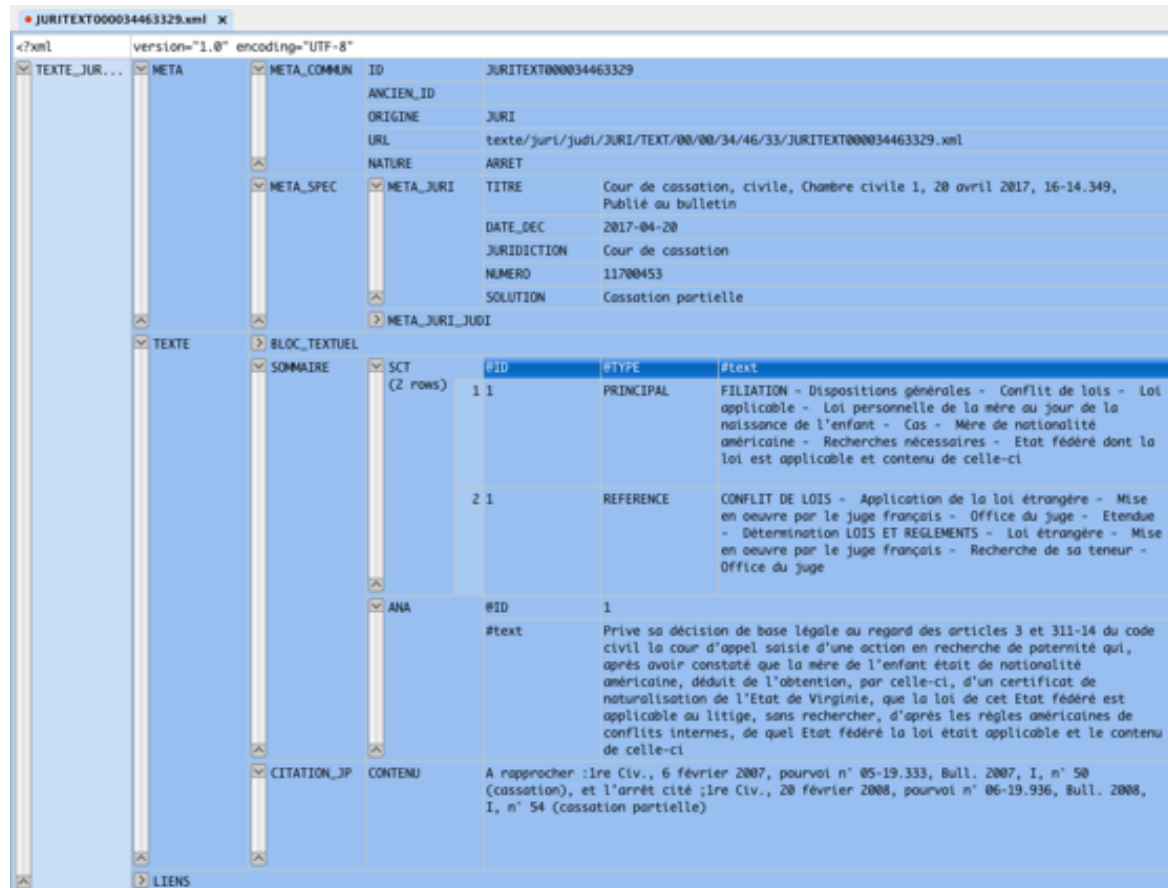


Figure 82. Structure d'un fichier XML de la base de données CASS.

Dans cette structure nous avons sélectionné les données et métadonnées juridiques pour créer notre base de données relationnelle.

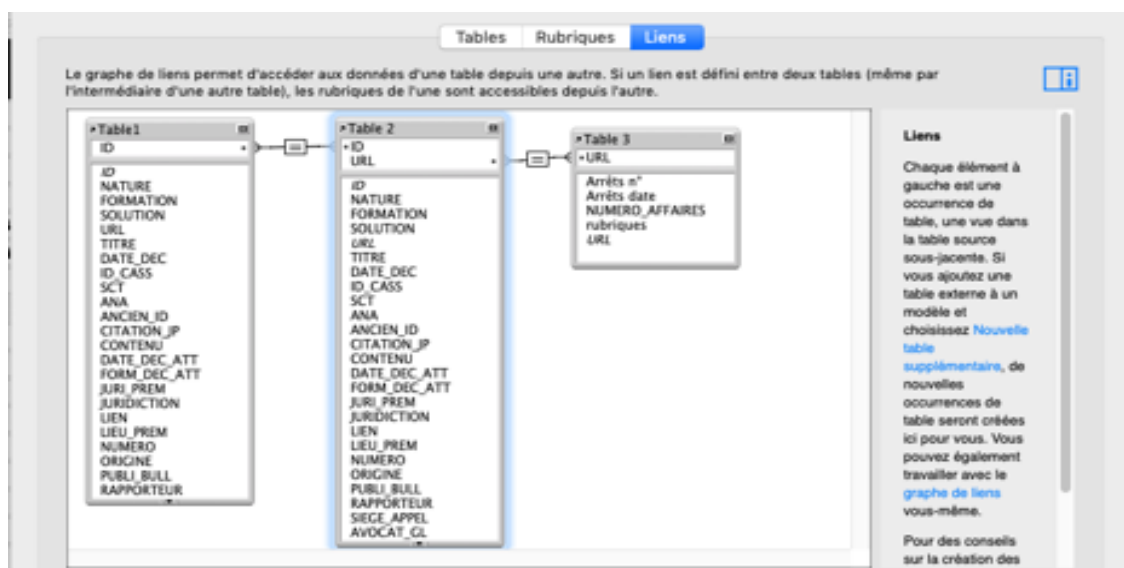


Figure 83. Structure de la base de données.

L'interface de la base de données présente tous les éléments et balises du document XML. Les fonctions relationnelles vont nous permettre de créer les relations entre les différents champs pour obtenir la visualisation, comme on le verra dans le chapitre 6 du rapport.

The screenshot displays the CASS_2020 database interface. At the top, there's a navigation bar with a search bar and various icons. Below it, a header section shows the current record's ID (JURITEXT000007016796) and other identifiers. The main area is divided into two columns. The left column contains a list of fields with their corresponding values, such as 'NATURE: ARRET', 'TITRE: Cour de Cassation, Chambre sociale, du 22', 'DATE_DEC: 1986-07-22', 'JURIDICTION: Cour de cassation', 'SOLUTION: Cassation', 'NUMEROS_AFFAIRES: Bulletin 1986 V N° 465 p. 351', 'FORMATION: CHAMBRE SOCIALE', 'FORM_DEC_ATT: Conseil de prud'Hommes d'Orange, 1983-05', 'DATE_DEC_ATT: 1983-05-19', 'SIEGE_APPEL', 'JURI_PREM', 'LIEU_PREM', 'DEMANDEUR', 'DEFENDEUR', 'PRESIDENT: Président M. Gallac, Conseiller le plus ancien', 'AVOCAT_GL: Avocat général M. Picca', 'AVOCATS: Avocat Société civile professionnelle Labbé et', and 'CITATION_JP'. The right column shows a list of legal texts and a detailed description of the case under the 'ANA' section. The 'ANA' section describes the attribution of a prime annuelle, prévue par l'article 17 bis de la Convention collective des magasins de vente d'alimentation et d'approvisionnement général, est subordonnée à la double condition d'appartenance du salarié au personnel de l'entreprise et présence au moment du règlement, et ne prévoit le versement prorata temporis en faveur des salariés qui ne remplissent pas cette double condition que dans des cas limitativement énumérés parmi lesquels ne figure pas le congé de maternité. La salariée bénéficiant d'un tel congé, non présente dans son emploi au 31 décembre, époque du versement de la seconde partie de la prime, ne peut donc y prétendre.

Figure 84. Base de données CASS exportée sur un système SGBD FileMaker. (143,241 documents -mars 2020).

4.4.1.1.2 L'organisation des bases de données

L'Open Légal Data s'inscrit dans le cadre du grand projet gouvernemental français de libération des données numériques. Ces données peuvent être librement réutilisées pour développer des projets privés ou d'intérêt général avec quelques difficultés⁵⁷. Le *Open Legal*

⁵⁷ La jurisprudence en matière d'Open Data conduit également à des réflexions et des débats sur les problèmes posés par cette évolution, et concernant : a) Le cadre juridique ; b) l'anonymisation des décisions et c) la protection des données personnelles. La jurisprudence ouverte est à l'origine une source principale de développement car elle génère de l'innovation et crée une prévisibilité juridique.

Data s'inscrit dans cette démarche et permet effectivement une ouverture des données de jurisprudence. C'est dans la loi pour une République numérique de 2016, dite loi " Lemaire ", que la transmission des données numériques de jurisprudence est précisée (art. 20 et 21) Loi LEMAIRE n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique JORF n° 235 du 8 octobre 2016 texte n° 1 <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2016/10/7/2016-1321/jo/texte>.

L'ouverture des données de la jurisprudence n'est pas si évidente si l'on en tient compte. La collecte et la publication des données jurisprudentielles doivent donc être réglementées dans le respect de la vie privée des personnes et de la déontologie de la profession d'avocat.

La jurisprudence en matière d'Open Data conduit également à des réflexions et des débats sur les problèmes posés par cette évolution, et concernant :

1. Le cadre juridique
2. Anonymisation des décisions
3. Protection des données personnelles

La jurisprudence ouverte est à l'origine une source principale de développement car elle génère de l'innovation et crée une prévisibilité juridique.

5 Les fondements méthodologiques : L'analyse de réseaux (ARS) et son utilisation pour la visualisation du droit

La notion de réseau, dont l'origine remonte au XVIII^e siècle (Bakis, 1993 ; Assens, 1999), a fait couler beaucoup d'encre sur ses divers sens et réalités : physiques (transports, espaces géographiques), fonctionnelles, organisationnelles (réseaux d'entreprises) ou sociales (réseau d'individus). Étant un élément essentiel de maintes disciplines (géographie, sociologie, économie, urbanisme, physique, mathématique...), cette notion a longtemps été entourée d'un certain flou sémantique.

Aujourd'hui, chaque discipline a clarifié, positionné et légitimé « le réseau », comme en témoigne la multiplication des références académiques. Ces enrichissements ont contribué à l'émergence d'échanges interdisciplinaires permettant de faire avancer, à grands pas, les recherches sur les réseaux. « Un nouveau langage s'est formé grâce auquel les spécialistes des réseaux peuvent communiquer de façon précise et concise, les uns avec les autres » (Lemieux, 1999).

La théorie des graphes aide à la fois à formaliser la dynamique des systèmes juridiques et à saisir les relations entre les normes. De nombreuses études ont montré la pertinence de modéliser les corpus juridiques comme des réseaux complexes. Un nouvel axe de recherche est apparu, qui consiste à considérer les décisions de justice comme des éléments de réseaux complexes, compréhensibles à partir d'une analyse structurelle des relations entre les décisions basées sur la théorie des graphes. Nous suivons le modèle de Jacques Bertin, c'est-à-dire, partir de l'analyse systématique de centaines de documents pour définir les variables visuelles et structurer les premières règles de construction du graphique en réseaux de la jurisprudence (Bertin 1967).

5.1 L'analyse de réseaux (ARS)

L'analyse de réseaux s'appuie sur les outils de la théorie des graphes, de la physique statistique, et des systèmes dynamiques pour étudier les réseaux réels en sciences, technologie, biologie, sociologie, droit, etc. L'Analyse des Réseaux Sociaux (ARS) mixe sociologie, statistique et théorie des graphes. Les prémisses de l'ARS sont apparues avec les notions de sociométrie et de sociogramme, dans Moreno (1934). Elles concernaient l'étude des relations et de la dominance dans les communautés. L'ARS sémantique étudie les aspects conceptuels des graphes sociaux. Elle réfère à l'ingénierie des connaissances et vise à produire des résultats pertinents en rapport aux connaissances qualifiant les communautés et individus représentés au sein de graphes sociaux.

L'analyse de réseaux se rapporte aux théories relationnelles qui permettent de formaliser les interactions en termes de nœuds et de liens. Les nœuds sont habituellement les acteurs sociaux interagissant mais ils peuvent aussi représenter des documents, des institutions, des décisions de justice, des citations. Les liens sont les relations entre ces nœuds. Il peut exister plusieurs sortes de liens entre les nœuds. Dans sa forme la plus simple un réseau

social fait l'objet d'un modèle de spatialisation pour former une structure en réseaux analysable où des liens effectifs entre les nœuds sont étudiés.

La forme du réseau, c'est-à-dire la représentation en graphe du réseau social, permet d'analyser l'efficacité du réseau pour les acteurs sociaux qui s'y trouvent. Un réseau plus petit, avec des liens serrés, peut-être moins utile pour ses membres qu'un réseau ayant plusieurs liens plutôt lâches (liens faibles) pour les individus hors du réseau principal. Un réseau « ouvert », avec plusieurs liens faibles, est plus susceptible de donner accès à une quantité élevée d'information.

L'analyse de réseaux ne considère pas la réalité observée en termes de catégories prédéfinies : « *au lieu de penser la réalité en termes de relations entre les acteurs, beaucoup de ceux qui traitent les données empiriques se limitent à la penser en termes de catégories (par exemple, les jeunes, les femmes, les cadres, les pays en voie de développement, etc.). Ces catégories sont construites par agrégation d'individus aux attributs jugés similaires et a priori pertinents, pour le problème traité.* » (Degenne, 1994).

Quant à la structure du réseau, elle est le résultat de la position des acteurs qui la forment et non le résultat de normes et des attributs rapportés aux acteurs sociaux. La théorie des réseaux sociaux considère moins importants les attributs individuels que les relations et les liens que les entités sociales ont avec les autres acteurs sociaux dans leurs réseaux.

L'analyse de réseaux permet l'expérimentation, le fait de ne pas catégoriser a priori les entités sociales ; ce qui signifie qu'en termes d'analyse de réseaux, les classes sociales ou équivalences sont non pas découpées par le chercheur, celui-ci ne catégorise rien, il applique un traitement mathématique spécifique des données qu'il possède.

Il existe plusieurs types de réseaux sociaux : la famille, la communauté, un couple et plusieurs autres formations sociales peuvent représenter des réseaux sociaux.

5.1.1 Graphes et matrices

De manière générale, un graphe permet de représenter simplement la structure, les connexions, les cheminements possibles d'un ensemble complexe comprenant un grand nombre de situations, en exprimant les relations, les dépendances entre ses éléments.

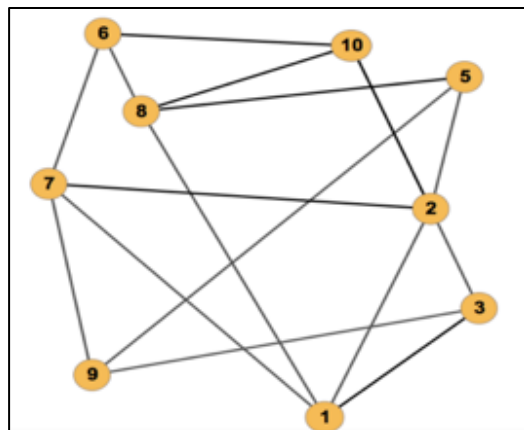


Figure 85. Structure d'un graphe

Un graphe est un ensemble de points, dont certaines paires sont directement reliées par un ou plusieurs liens (Wikipedia, Théorie des graphes).

Il peut se représenter sous une multitude de formes :

- Flots de réseaux
- Automates
- Graphes hypertextes
- Réseaux sociaux

G est un **graphe**. Un **graphe est composé de sommets et d'arêtes**. G contient donc « les sommets de G » et « les arêtes de G »

On note l'ensemble des sommets (**vertices**) et l'ensemble des arêtes (**edges**), ainsi :

- **S** l'ensemble des **sommets** ;
- **A** l'ensemble des **arêtes**.

Comme **G** est composé de ses **sommets S** et de ses **arêtes A**, on écrit : **G = (S, A)**

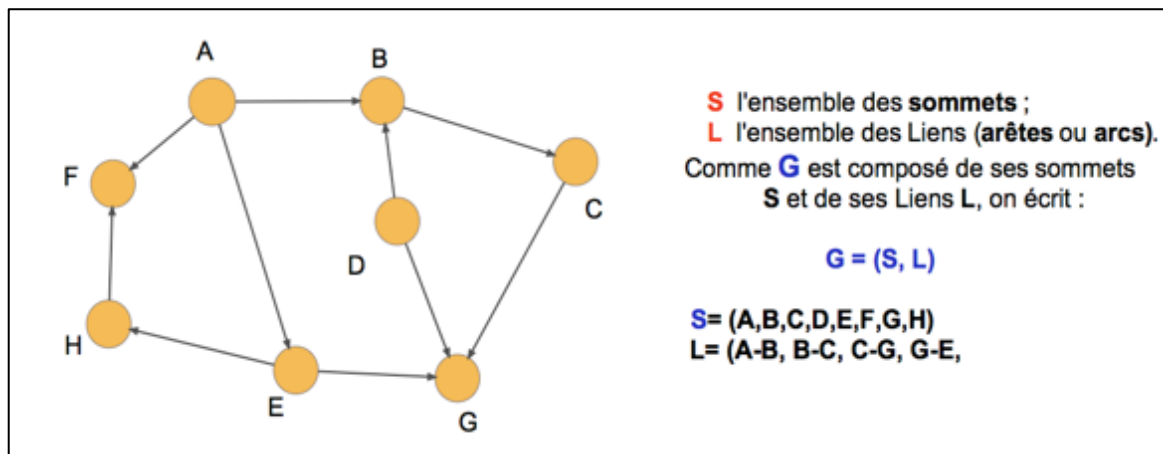


Figure 86. Éléments d'un graphe

Les arêtes à proprement parler, qui sont les liaisons « à double sens ».

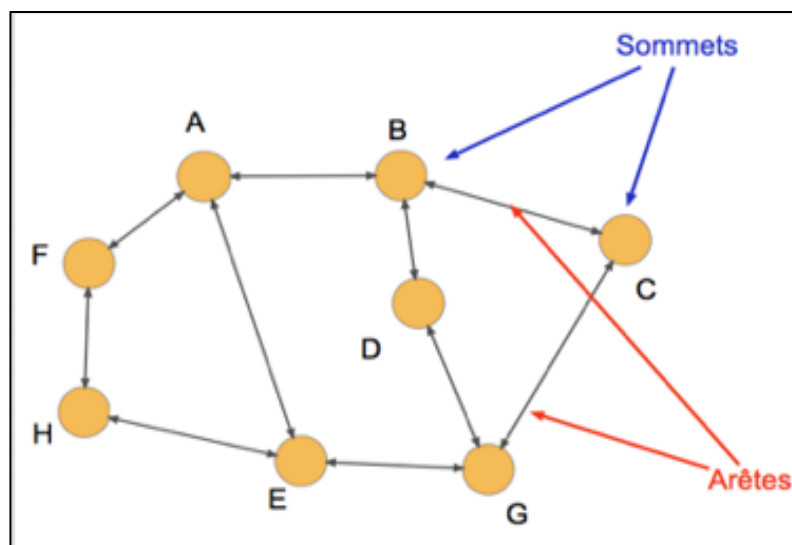


Figure 87. Les arêtes

Par exemple, dans un « graphe d'amis », si un sommet S1 est relié à un sommet S2, cela signifie que la personne 1 est l'amie de la personne 2. Mais, dans ce cas, il est évident que la personne 2 est aussi l'amie de la personne 1 !

La relation entre S1 et S2 est donc à double sens (de S1 vers S2 et de S2 vers S1). On la représente par un simple trait entre les sommets S1 et S2, c'est une arête ; les arcs sont comme des arêtes « à sens unique ». Ils sont représentés par des flèches. Si l'on a un arc entre deux sommets s3 et s4 (avec la flèche pointant vers s4), cela signifie que s3 a avec s4 une certaine relation qui n'est pas forcément réciproque.

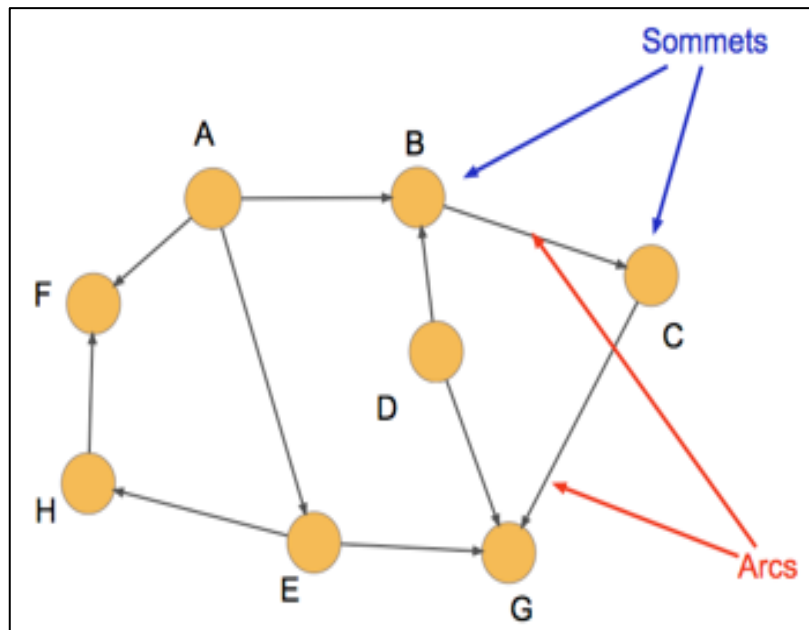


Figure 88. Les Arcs

Les arcs sont comme des **arêtes « à sens unique »**. Ils sont représentés par des flèches. Si l'on a un arc entre deux sommets s3 et s4 (avec la flèche pointant vers s4), cela signifie que s3 a avec s4 une certaine relation qui n'est pas forcément réciproque

5.1.2 L'histoire de la théorie des graphes

La **théorie des graphes** est née en 1736 quand Euler démontra qu'il était impossible de traverser chacun des sept ponts de la ville russe de Königsberg (aujourd'hui Kaliningrad) une fois et de revenir au point de départ.

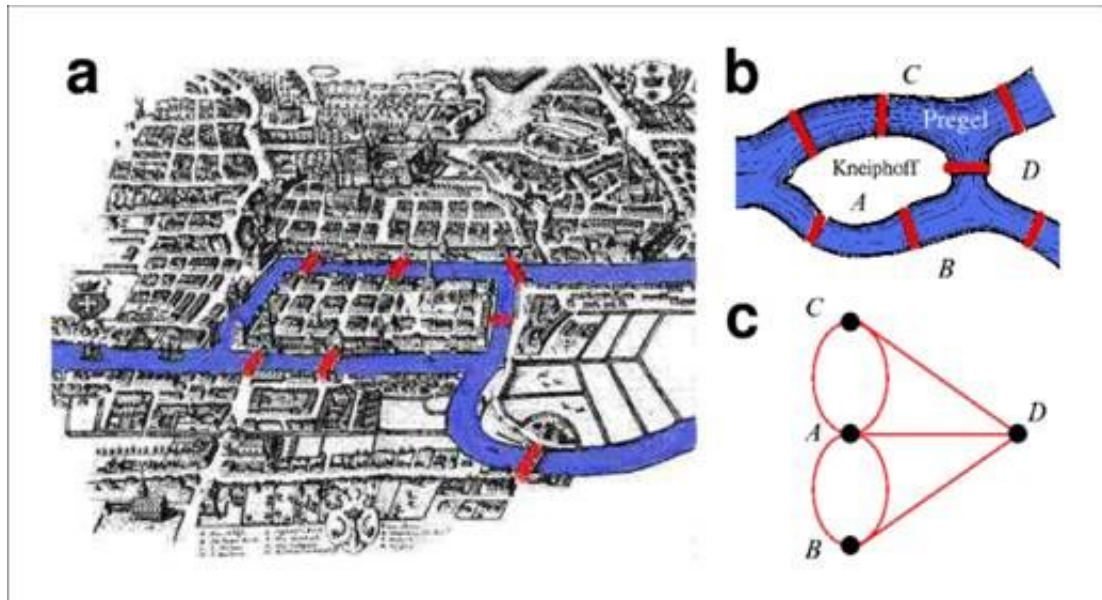


Figure 89. Les sept ponts de la ville russe de Königsberg

Les ponts lient les bras de la rivière Pregel qui coulent de part et d'autre de l'île de Kneiphof. "L'histoire de la théorie des graphes débute avec les travaux d'Euler sur le problème devenu célèbre des ponts de Königsberg (Sachs, 1988).

Euler cherchait à déterminer s'il existait un chemin empruntant les sept ponts Königsberg une seule fois. Pour résoudre son problème, Euler n'a pas réellement tracé un graphe, mais il a théorisé le problème de la même façon en nommant par une lettre les différentes terres séparées par les rivières et représenté les ponts par des séquences de lettres (AB relie ainsi la terre A à la terre B)." Dans la figure suivante, les nœuds représentent les rives.

5.1.3 Représentation graphique des graphes

Les graphes tirent leur nom du fait qu'on peut les représenter par des dessins. À chaque sommet de G , on fait correspondre un point distinct du plan et on relie les points correspondant aux extrémités de chaque arête. Il existe donc une infinité de représentations d'un graphe. Les arêtes ne sont pas forcément rectilignes.

Si on peut dessiner un graphe G dans le plan sans qu'aucune arête n'en coupe une autre (les arêtes ne sont pas forcément rectilignes), on dit que G est planaire. Le graphe G ci-dessus est planaire.

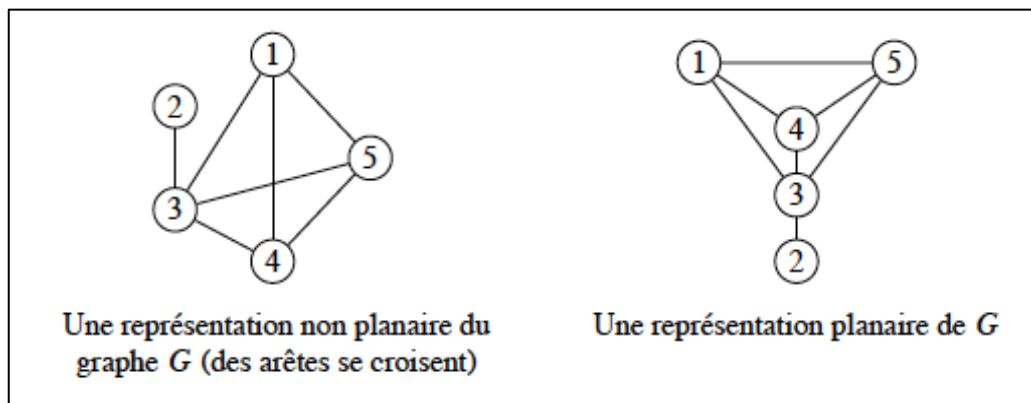


Figure 90. Représentation graphique des graphes

"L'objectif de la théorie des graphes est de résoudre des problèmes en simplifiant leur représentation à une série de sommets et d'arêtes reliant ces sommets.

La résolution du problème peut alors être traitée de façon logique en opérant des algorithmes particuliers cherchant à optimiser le graphe, ou à déterminer le plus court chemin, ou juste à caractériser la structure du graphe" (Arikan, 2016).

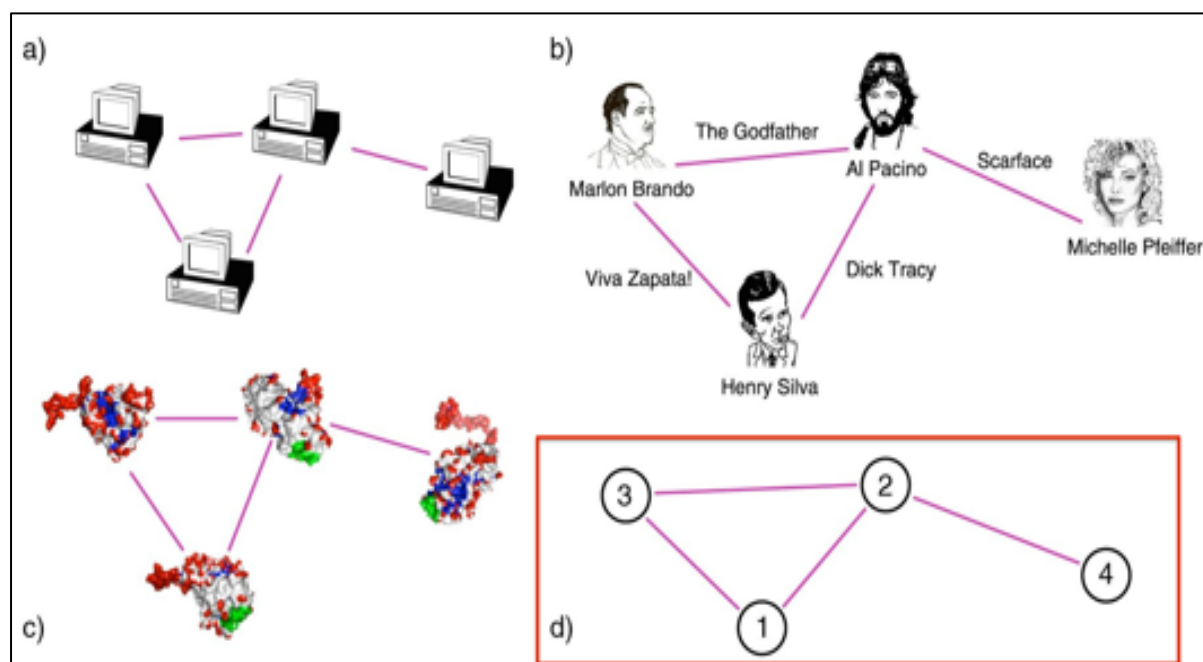


Figure 91. Les systèmes réels et représentation du réseau

Les réseaux figurant dans la figure 89 ont tous $N = 4$ et $L = 4$.

« **Nombre de nœuds**, que l'on note à N , représentant le nombre de composants dans le système. Nous allons souvent l'appeler **N la taille du réseau**. Et le **Nombre de liaisons**, que l'on note par L , ce qui représente **le nombre total des interactions entre les nœuds**.

Dans la figure 89 supra, nous montrons un sous-ensemble de graphes des réseaux :

(a) l'Internet, où les routeurs (ordinateurs spécialisés) sont reliés les uns aux autres ;

- (b) le réseau des acteurs d'Hollywood, où deux acteurs sont reliés s'ils ont joué dans le même film ;
- (c) un réseau d'interactions protéine-protéine, où les deux protéines sont connectées s'il existe des preuves expérimentales qu'ils peuvent se lier les uns aux autres dans la cellule.
- (d) On peut voir que la nature des nœuds et des liens est très différente, mais chaque réseau a la même représentation graphique, composé de $N = 4$ et $L = 4$ nœuds des liens 4, montré que « Les systèmes réels de nature tout à fait différente peuvent avoir la même représentation du réseau. »

TYPES DE GRAPHS SELON LA DISPOSITION DES ARETES

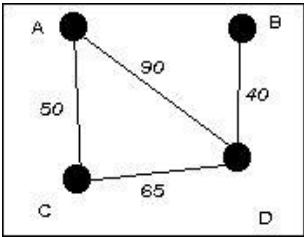
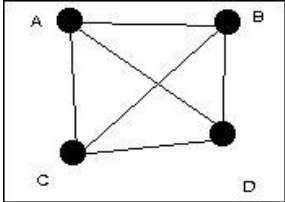
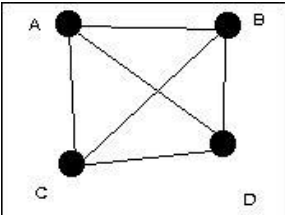
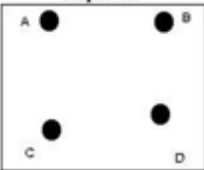
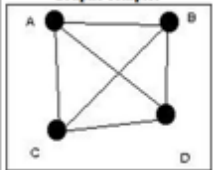
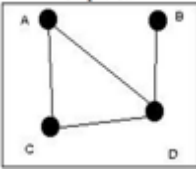
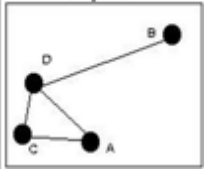
Type de Graphe	Graphe
Un graphe valué a des valeurs attribuées à chaque arête	
Un graphe cyclique a des extrémités qui se rejoignent	
Un graphe planaire peut se dessiner sur une surface plate sans que ses arêtes se croisent	
Un graphe planaire peut se dessiner sur une surface plate sans que ses arêtes se croisent	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>Graphe vide</p>  </div> <div> <p>Graphe complet</p>  </div> </div>
Deux graphes sont isomorphes si ce sont les mêmes graphes, dessinés différemment Deux graphes sont isomorphes si chaque sommet a exactement les mêmes voisins dans les deux graphes	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>Graphe G1</p>  </div> <div> <p>Graphe G2</p>  </div> </div>

Tableau 4. Types de graphes selon la disposition des arêtes

5.1.4 Calculs en analyse de réseaux sociaux

C'est à l'aide d'algorithmes que les chercheurs calculent les degrés de forces et/ou de densité entre les nodes d'un réseau. L'analyse de réseaux répond à une série des calculs mathématiques qui peuvent faire référence à :

- Mesures topologiques d'un réseau
- Mesures de la position d'un sommet dans un graphe
- Mesures d'équivalences

5.1.4.1 Mesures topologiques d'un réseau

- **L'ordre d'un graphe** est le nombre de sommets ;
- **La taille d'un graphe** est le nombre d'arêtes ;
- **Le diamètre d'un graphe** est la plus grande des distances entre deux sommets de ce graphe ;
- **La distance géodésique** est la plus petite longueur de chaînes (chemins) existant entre deux sommets ;
- **La densité d'un graphe complet** est la proportion des liens existant par rapport aux liens possibles entre sommets ;
- **La connectivité d'arête d'une paire de sommets** est le nombre minimum d'arêtes qui doit être supprimé pour qu'il n'y ait plus aucun chemin les connectant ;
- **Un point d'articulation** est un sommet dont le retrait a pour conséquence de diminuer le nombre de composantes connexes du graphe.

5.1.4.2 Mesures de la position d'un sommet dans un graphe

Elles permettent de mesurer le **degré de centralité** ou d'accessibilité des différents sommets à l'intérieur d'un graphe.

- **Le degré d'un sommet** est la taille de son voisinage, c'est-à-dire le nombre d'arêtes qui lui sont incidentes ;
- **Le degré d'un graphe** est le degré maximum de tous ses sommets ;
- **La proximité d'un sommet** est la distance moyenne aux autres sommets ;
- **L'intermédiarité d'un sommet** c'est le nombre de chaînes le comprenant rapporté au nombre maximum d'arêtes possible ;
- **L'indice de périphéralité d'un sommet** est donné par la différence entre l'indice de centralité d'un sommet et l'indice de centralité du sommet le plus central dans le graphe ;
- **L'indice de centralité d'un sommet** se définit par le rapport entre la somme de toutes les distances du réseau et la somme des distances du sommet considéré ;

- **L'indice de centralité d'un graphe** se définit par la somme des indices de centralité de tous les sommets qui composent le graphe.
- **Le degré de Centralité.** - Cette mesure nous permet d'obtenir l'activité du nœud étudié. En effet il constitue le rapport entre le nombre de liens sortant du nœud et le degré maximal possible. On obtient ainsi, pour un nœud appelé i et un nombre total de nœuds n dans le réseau :
- **La centralité d'intermédiation.** - Le degré auquel est lié un individu aux autres individus du réseau social ; la force avec laquelle un nœud est directement connecté aux autres nœuds qui ne sont pas nécessairement directement connectés les uns avec les autres ; une intermédiation ; une liaison ; un pont. En somme, c'est le nombre de gens auxquels une personne est connectée de façon indirecte, via ses liens directs.
- **La centralité de proximité.** - Le degré auquel un individu est près de tous les autres individus d'un réseau social (directement ou pas). Il reflète la possibilité d'accéder à l'information à la source dans le réseau social. Donc, la proximité est l'inverse de la somme de la distance géodésique entre chaque entité du réseau social.
- **La centralité de prestige.** - Le degré d'importance d'un nœud dans un réseau social. Cette mesure assigne des scores relatifs à chacun des nœuds du réseau en se fondant sur le principe que les connexions vers les nœuds ayant les scores les plus élevés contribuent davantage au score du nœud en question que des connexions égales mais à de plus bas score. Le degré de contrainte est intimement lié à celui de prestige.
- **La centralité de pouvoir.** - On introduit pour chaque nœud le nombre de liens pour chaque nœud divisé par le nombre maximum possible de liens. Puis on étudie la variance de cette variable aléatoire pour tous les nœuds du réseau. La différence entre le nombre de liens pour chaque nœud divisé par le nombre maximum possible de liens. Un réseau centralisé offrira davantage de ces liens dispersés autour d'un ou de quelques nœuds, tandis qu'un réseau décentralisé est celui qui offrira une légère variation entre le nombre de liens que chaque nœud possède.
- **Le coefficient de clustering.** - Le coefficient de clustering ou coefficient d'agglomération, est une mesure de la vraisemblance que deux nœuds associés chacun à un même nœud soient associés entre eux. Un coefficient d'agglomération élevé indique une « tendance à la grégarité » élevée.
- **Le degré de cohésion.** - Le degré auquel les acteurs sont connectés directement les uns aux autres par des liens cohésifs. Les groupes sont identifiés en tant que cliques si chacun des acteurs est directement relié à tous les autres acteurs du groupe, ou en tant que cercle social si les liens sont moins endurcis via les contacts directs, ceux-ci sont imprécis, ou représentent structurellement des blocs cohésifs, si une précision est exigée.

- **Le degré de densité.** - Le niveau individuel de densité est le degré auquel les liens d'un répondant sont connectés les uns avec les autres. La densité de réseau d'ego ou du réseau global correspond à la proportion de liens dans un réseau relativement au total de liens possibles.
- **La longueur du chemin.** La distance entre deux nœuds dans un réseau. La moyenne de la longueur d'un chemin correspond à la moyenne de la distance entre chaque couple de nœuds.
- **La Radiality.** Le degré auquel un réseau d'ego accède à de l'information hors du réseau et fournit de l'information et des influences nouvelles à son propre réseau.
- **Le Reach.** - Le degré avec lequel n'importe quel membre d'un réseau peut atteindre les autres membres du réseau.

5.1.4.3 Mesures d'équivalences

Se réfère au niveau auquel les acteurs se retrouvent comme possédant le même ensemble de liens que d'autres acteurs dans le système.

- **Trou structural.** - La notion de trou structural (structural hole) a été proposée par le sociologue américain Ronald Burt⁵⁸ en 1992 dans l'ouvrage *Structural holes*. Elle se réfère à une absence de relation directe entre deux contacts d'un acteur donné qui se trouve alors en position de tertius gaudens (acteur par rapport auquel deux de ses contacts sont dans un trou structural).

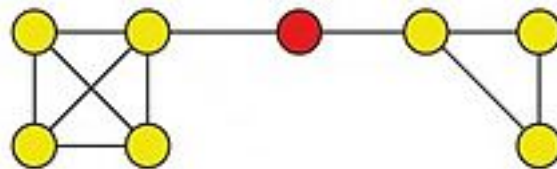


Figure 92. Exemple d'un réseau avec un trou structural

La figure 89 présente le cas suivant : A est en relation avec B et C mais B et C ne sont pas directement liés. Cette position peut être plus intéressante encore si l'individu A fait le lien entre deux sous-groupes denses et isolés l'un de l'autre. Cette absence de relation directe fournit un avantage à l'acteur A dans la mesure où il est en position de bloquer une information, d'où l'utilisation du terme « *brokerage* » pour définir cette position dans le réseau. L'acteur en question peut

⁵⁸ Selon Burt, il ne peut y avoir de trous structuraux dans des réseaux contraignants. Un réseau est contraignant lorsqu'il est trop petit (peu de contacts), dense (les personnes sont trop fortement interconnectées entre elles), et/ou hiérarchique (les relations directes ou indirectes entre individus sont concentrées autour d'un unique contact central). Finalement, la contrainte est nulle dans les grands réseaux de contacts non redondants (c'est-à-dire les grands réseaux avec trous structuraux), et maximale dans les petits réseaux de contacts fortement interconnectés (type clique). La contrainte du réseau, fonction de sa structure, permet donc de mesurer indirectement le capital social contenu dans celui-ci.

également jouer sur les conflits entre les uns et les autres, d'où le terme de « *tertius gaudens* » utilisé pour le qualifier.

Dans la figure ci-dessous, l'acteur en rouge est en position de « *tertius gaudens* » : il entretient des liens non redondants avec deux sous-groupes distincts⁵⁹.

- **Modularité.** - La modularité est une mesure pour la qualité d'un partitionnement des nœuds d'un graphe, ou réseau, en communautés. Elle a été introduite par M. E. J. Newman. C'est aussi une fonction d'optimisation pour certaines tâches de détection de communautés dans les graphes.

5.2 L'analyse de réseaux (ARS) en droit

L'Analyse des réseaux sociaux (ARS) est un processus d'analyse quantitative et qualitative d'un réseau social. L'ARS mesure et cartographie le flux des relations et des changements dans les relations entre les entités possédant des connaissances. Ces entités simples et complexes des sites web peuvent être des personnes, des groupes, des organisations et des nations.

L'analyse réticulaire, ou en réseaux, de la connaissance juridique, constitue une autre forme de modélisation sous forme de graphes, intègre la « nodalité » ou les agrégations sporadiques de relations juridiques et s'offre comme une nouvelle dimension de la science juridique. La mise en commun des connaissances juridiques et informatiques ouvre des perspectives qui commencent à peine à être explorées en proposant de nouvelles configurations des domaines juridiques : l'approche systémique et ses extensions méthodologiques, l'agilité, les théories et pratiques alternatives et la recherche de pertinence plutôt que l'exhaustivité...

« Un nombre de plus en plus important d'éléments interagissent au sein du cadre juridique et constituent des réseaux normatifs denses et interdépendants. Cette dépendance entre les normes peut être révélée par l'utilisation et la mention de renvois, numérotés, ou références, créant une grille et une interface entre les textes. La valeur de ces références n'est pas identique car elle souligne différents niveaux de logique ou d'interprétation ; certains sont exécutés « horizontalement » selon des normes juridiques équivalentes et ont implication normative, tandis que d'autres ne sont utilisés que pour conduire à des sujets connexes réglementés par d'autres textes et ont donc un caractère informatif. Le défi actuel pour un juriste réside dans sa capacité à faire preuve de cohérence et d'intelligibilité de la complexité de ces différents réseaux et normes, constitués par des éléments disparates. L'enjeu c'est aussi de donner une compréhension à l'utilisateur et lui permettre d'accéder à la connaissance juridique, ou du moins à des fragments de connaissances, qui ne devraient pas être le privilège des spécialistes ou experts en droit. » (Catta, 2019)

⁵⁹ Repérer les trous structuraux peut se faire de manière visuelle pour les graphes peu denses de petite taille, la mesure de l'intermédiarité (*betweenness*) permettant de valider cette première impression : un acteur en position d'intermédiaire entre deux groupes aura nécessairement une centralité d'intermédiarité élevée (inversement, sa centralité de degré peut être très faible comme c'est le cas dans la figure ci-jointe).

5.2.1 Les travaux sur la théorie des réseaux en droit

L'analyse de réseau est largement utilisée dans divers domaines de recherche du droit, et particulièrement dans l'analyse de la loi et dans la jurisprudence (Bommarito, 2010). Les progrès de la technologie de l'information comme l'extraction de texte, signifient que de plus en plus les possibilités de passage algorithmiques pour faire connaître les structures de réseau dans les textes juridiques, les règlements et la jurisprudence sont prometteuses. C'est une tendance qui a été détectée par des chercheurs depuis des décennies, par exemple, (Merkel et Schweighofer, 1997). Des publications récentes telles que des conférences scientifiques Jurix (Boella, 2014 ; Hoekstra, 2014) et ICAIL (Icail, 2015) attestent de l'importance des structures de réseau dans la discipline juridique. L'ARS est utilisé à plusieurs niveaux : pour analyser qualitativement et quantitativement les réseaux de citations juridiques (Agnoloni, 2015), pour sensibiliser à la complexité des textes juridiques (Bommarito, 2010 ; Walt, 2014), ou pour construire des systèmes de recommandation sur les bases de données d'information juridique (Winkels, 2014).

Les travaux sur la théorie des réseaux et le droit sont devenus de plus en plus importants au cours de la dernière décennie. Une caractéristique commune de ces travaux est la façon dont les chercheurs abordent le droit comme une question d'information. Ils soulignent que la théorie des réseaux peut être intéressante soit comme support pour la délibération et les décisions prises par les législateurs et les décideurs politiques, soit comme support pour les universitaires et les experts sur ce qui devrait être considéré comme juridiquement pertinent. (Pagallo, Ugo, 2019).

Divers aspects concernant le domaine juridique font l'objet de l'analyse de réseau :

1. **L'analyse et la visualisation des réseaux de personnes et d'institutions** : la loi est faite par les gens, les institutions. Ces personnes forment des réseaux ou des institutions, que ce soit des universitaires, des réseaux criminels ou des organismes publics. Une approche théorique peut être détectée et analysée en étudiant sa structure interne ou réseau de relations (Katz, 2011)

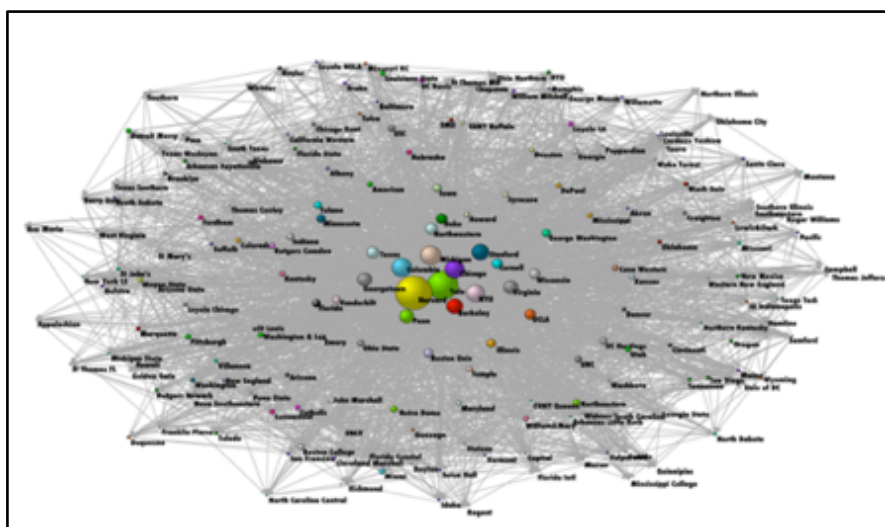


Figure 93. Tronc commun d'enseignement juridique aux États-Unis. (KATZ, 2011)

Le "Réseau pour le recrutement et le placement de professeurs de droit aux États-Unis (Katz, 2011) est un exemple des avancées scientifiques du réseau et de l'extraction d'informations disponibles sur plus de 7 200 professeurs.

2. L'analyse et la visualisation du réseau de législation : le droit lui-même forme des réseaux. Les sources de droit renvoient à d'autres sources de droit et constituent ensemble le cœur du système juridique. De la même manière que le précédent, nous pouvons représenter, analyser et visualiser ce réseau. Un exemple de ce type de visualisation est le travail sur le Code civil français de Jacques Verrier.⁶⁰

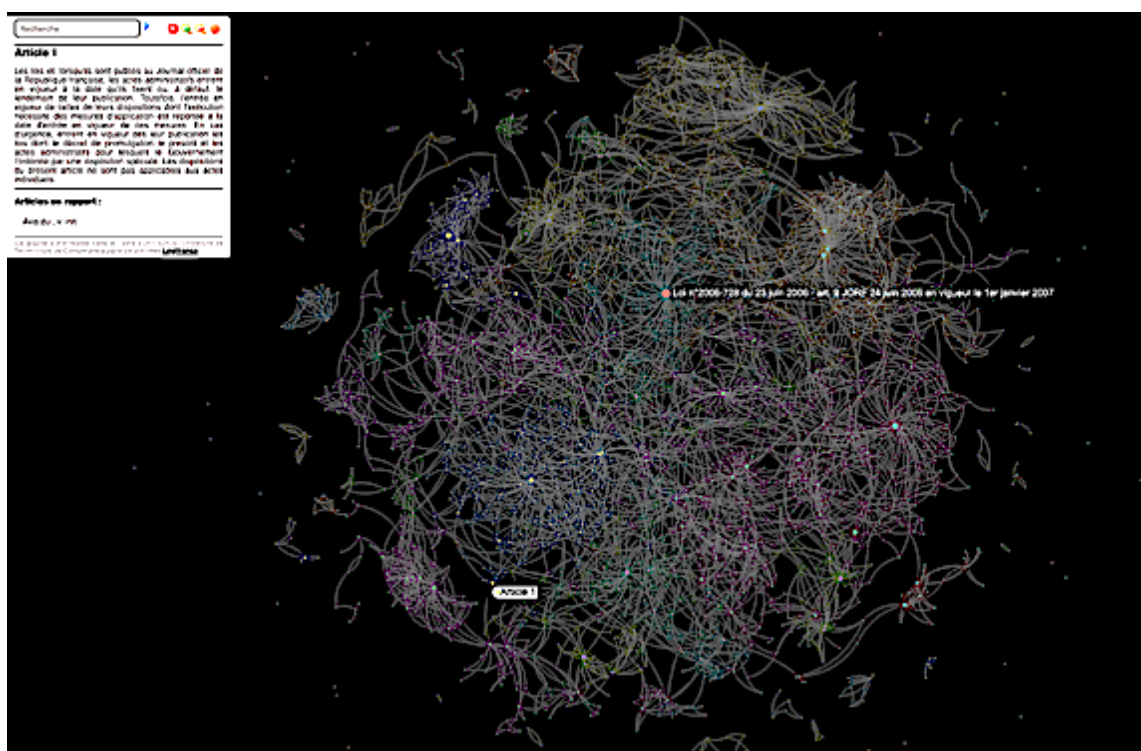


Figure 94. Graphique d'analyse du réseau du Code civil français. Réalisé par Jacques Verrier (<http://www.lexmex.fr/>)

Ce graphique des réseaux est une représentation du code civil français extrait du site de Légifrance (<http://www.legifrance.gouv.fr>). Chaque nœud est texte juridique (un article, une loi, un décret ou même un ordre) et deux textes sont reliés si l'un mentionne l'autre, le modifie ou crée un nouveau texte. Le graphique contient tous les articles du Code civil et leur relation avec les autres textes juridiques qui s'y rapportent. Un nœud est encore plus grand qu'il n'a de nombreuses connexions aux autres nœuds du réseau. Les couleurs correspondent au groupement détecté par l'algorithme de modularité.

Les regroupements détectés automatiquement correspondent approximativement aux paragraphes du Code civil. Par exemple, le bloc bleu en haut du graphique contient les numéros des articles 17 à 30 relatifs à l'acquisition de la nationalité française. Par exemple, "Loi n° 2006-728 du 23 juin 2006. - Article 9 Journal officiel du 24 juin 2006. Le 1^{er} janvier 2007" sur la réforme des successions et donations anticipées pour tous les articles qu'il modifie.

⁶⁰ Voir la version interactive dans le site <http://www.lexmex.fr/>

3. **La visualisation des réseaux des décisions judiciaires :** Ce type d'analyse se révèle très utile dans l'étude de sa structure et de l'évolution au fil du temps de la jurisprudence⁶¹

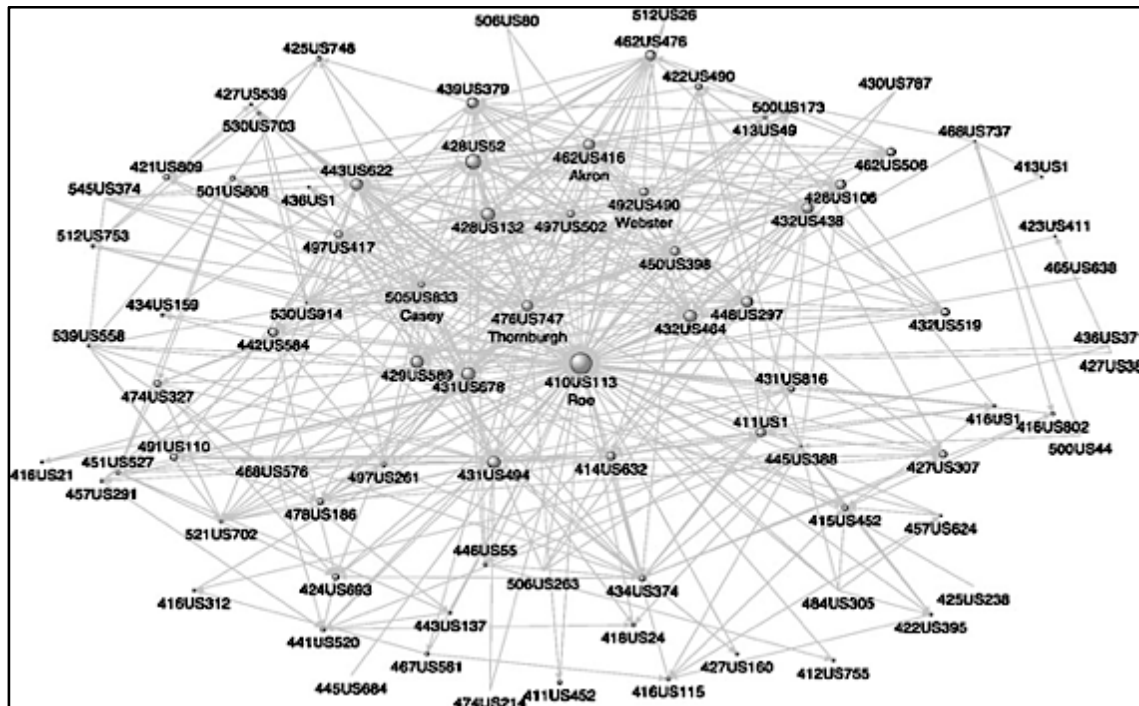


Figure 95. Réseau sur les décisions en matière d'avortement. (FOWLER, J. 2007). *Network Analysis and the Law: Measuring the Legal Importance of Precedents at the U.S. Supreme.*

L'utilisation de l'analyse des réseaux sociaux en droit fait l'objet d'études et de pratiques en Europe et aux États-Unis. Les travaux théoriques (Boulet, 2010), (Bourcier, 2010), (Bommarito, 2009, 2010), entre autres, montrent l'intérêt de cette méthodologie dans le domaine juridique. Plusieurs présentations et démonstrations d'œuvres originales, des aspects de l'analyse des réseaux dans le domaine juridique ont fait l'objet de conférences internationales. Ont été organisées trois éditions de l'Atelier international « Network Analysis in Law ». ⁶²

Ci-dessous nous faisons une synthèse des sujets traités par divers auteurs autour du sujet de l'analyse de réseaux appliqué au droit :

- Le projet EUCaseNet combine la visualisation basée sur la centralité et l'analyse de réseau pour l'exploration de l'ensemble du corpus de jurisprudence de l'UE. (Littieri et al., 2016)
- Le « *Network analysis and the law: measuring the legal importance of precedents at the us supreme court* » a développé une mesure de centralité intéressante pour l'étude de cas dans la Cour suprême des États-Unis à partir d'un réseau de citations de plus de 26 000 affaires. (Fowler et al., 2007)

⁶¹ Sur ce type d'analyse voir particulièrement : *Eucasenet* sur la jurisprudence européenne. <http://www.isislab.it:20080/snam/graph/graph.php> et le site de *Ravellaw* <http://www.ravellaw.com>

⁶² Les actes du deuxième congrès réalisé le 10 de décembre 2014 en Pologne sont disponibles en ligne. Voir : <http://www.leibnizcenter.org/~winkels/NAil2014-pre-proceedings.pdf>

- Dans l'article « *The emergent network structure of the multilateral environmental agreement system* » il a été exploré la structure dynamique de 747 traités et 1 000 citations pour trouver les propriétés dans le réseau complexe formé par les traités dans le domaine de l'environnement. (Kim, 2013)
- Dans la publication « *Legal Information as a Complex Network : Improving Topic Modeling Through Homophily* » lors du congrès COMPLEX NETWORKS, les chercheurs ont enquêté sur le réseau formé par la jurisprudence de la Cour fédérale du Canada (extraits de la base COLIEE 2018- the Competition on Legal Information Extraction/Entailment) et notamment sur le potentiel d'homophilie entre les cas cités et les lois. (Kazuki et al., 2019)
- En 2014 dans le travail intitulé « *The politics of precedent in international law : a social network application* », Pelc a étudié le concept fondamental de « précédent », c'est-à-dire les délibérations précédentes citées dans les affaires commerciales internationales, en explorant les concepts de centralité des Hubs et Autorités, confirmant la pertinence de la structure de réseau pour prédire le traitement des affaires. (Pelc, 2014)
- Un groupe de chercheurs ont présenté leur travail « *Network analysis in the legal domain: a complex model for european union legal sources* » (Koniaris et al., 2017) dans lequel ils ont construit un réseau de référence basé sur le Journal officiel de l'Union européenne, montrant des propriétés d'un réseau complexe multicouche.
- Khanam et Wagh (Khanam, N., Wagh, 2017) ont proposé une analyse des citations des jugements des tribunaux indiens utilisant la betweenness centrality.
- Le groupe de chercheurs du professeur Koniaris dans leur travail « *Network analysis in the legal domain: A complex model for European union legal sources* » (Koniaris et al. 2017) ont collecté un vaste ensemble de données d'un corpus législatif de plus de 60 ans publié au *Journal officiel de l'Union européenne* et analysé plus en détail comme un réseau complexe, obtenant ainsi un aperçu de sa structure topologique. Entre autres questions, ils ont effectué une analyse temporelle de l'évolution du réseau de législation. Cette approche peut conduire à une meilleure explication de la structure et de l'évolution des propriétés de la législation.

5.2.2 Tableau avec les principales publications sur analyse de réseaux et droit

Année	Auteurs	titre	Citation
1991	Sparrow, Malcolm K.	The application of network analysis to criminal intelligence : An assessment of the prospects	(Sparrow,1991)
1994	Wasserman, Stanley; Faust, Katherine	Social network analysis : methods and applications	(Wasserman,1994)
1998	McCloskey, Matthew J	Visualizing the Law: Methods for Mapping the Legal Landscape and Drawing Analogies	(McCloskey,1998)
2001	Strogatz, Steven H.	Exploring complex networks	(Strogatz,2001)
2001	Klerks, Peter	The Network Paradigm Applied to Criminal Organisations: Theoretical nitpicking or a relevant doctrine for investigators? Recent developments in the Netherlands	(Klerks,2001)
2005	Xu, Jennifer; Chen, Hsinchun	Criminal network analysis and visualization	(Xu,2005)
2005	JURIX 2015	Legal knowledge and information systems: JURIX 2005: the eighteenth annual conference	(JURIX, 2005)
2005	Chandler, Seth J.	Network Structure of Supreme Court Decisions.nb	(Chandler,2005)
2006	JURIX 2016	Legal knowledge and information systems: JURIX 2006: the Nineteenth Annual Conference	(JURIX ,2006)
2007	Fowler, James H.; Johnson, Timothy R.; II, James F. Spriggs; Jeon, Sangick; Wahlbeck, Paul J.	Network Analysis and the Law : Measuring the Legal Importance of Precedents at the U.S. Supreme Court	(Fowler,2007)
2007	Liiv, Innar; Vedeshin, Anton; Täks, Ermo	Visualization and Structure Analysis of Legislative Acts : A Case Study on the Law of Obligations	(Liiv,2007)
2007	Zhang, Paul; Koppaka, Lavanya	Semantics-based legal citation network	(Zhang,2007)
2007	Uijttenbroek, Elisabeth M.; Klein, Michel C. A.; Lodder, Arno R.; van Harmelen, Frank	Case law retrieval by concept search and visualization	(Uijttenbroek,2007)
2007	Bourcier, Danièle; Mazzega, Pierre	Toward measures of complexity in legal systems	(Bourcier,2007)
2007	Lo´rincz, András; Gilbert, Nigel; Goolsby, Rebecca	Social network analysis: Measuring tools, structures and dynamics	(Lo´rincz,2007)

2009	Toyota, Tetsuya; Nobuhara, Hajime	Hierarchical structure analysis and visualization of Japanese law networks based on morphological analysis and granular computing	(Toyota,2009)
2009	Mazzega, Pierre ; Bourcier, Danièle ; Boulet, Romain	The network of French legal codes	(Mazzega,2009)
2009	Ribeiro, Samuel Fernandes	Análise de documentos jurisprudenciais : uma abordagem utilizando text mining para determinação de assuntos e seleção de termos para indexação	(Ribeiro,2009)
2009	Schwartz, Daniel M.; (D.A.) Rouselle, Tony	Using social network analysis to target criminal networks	(Schwartz,2009)
2009	Borgatti, Stephen P; Mehra, Ajay; Brass, Daniel J; Labianca, Giuseppe	CORRECTED 24 APRIL 2009; SEE LAST PAGE	(Borgatti,2009)
2010	Toyota, Tetsuya; Nobuhara, Hajime; Department of Intelligent Interaction Technologies, University of Tsukuba, 1-1-1 Tenoudai, Tsukuba Science City, Ibaraki 305-8573, Japan	Analysis and Visualization of Japanese Law Networks Based on Granular Computing -Visual Law : Visualization System of Japanese Law-	(Toyota,2010)
2010	Boulet, Romain; Mazzega, Pierre; Bourcier, Danièle	Network Analysis of the French Environmental Code	(Boulet,2010)
2011	Rossy, Quentin	Méthodes de visualisation en analyse criminelle : approche générale de conception des schémas relationnels et développement d'un catalogue de patterns	(Rossy,2011)
2011	Katz, Daniel Martin; Gubler, Joshua R; Zelner, Jon; li, Michael J Bommarito; Provins, Eric; Ingall, Eitan	Reproduction of Hierarchy? A Social Network Analysis of the American Law Professoriate	(Katz,2011)
2011	Boulet, Romain; Mazzega, Pierre; Bourcier, Danièle	A network approach to the French system of legal codes—part I: analysis of a dense network	(Boulet,2011)
2011	Čyras, Vytautas; Lachmayer, Friedrich; Tsuno, Guido	Visualization of Hans Kelsen's Pure Theory of Law	(Čyras,2011)
2011	Ward, Michael D.; Stovel, Katherine; Sacks, Audrey	Network Analysis and Political Science	(Ward,2011)
2011	Kumar, Sushanta; Reddy, P. Krishna; Reddy, V. Balakista; Singh, Aditya	Similarity analysis of legal judgments	(Kumar,2011)
2012	AICOL	AI approaches to the complexity of legal systems: models and ethical challenges for legal systems, legal language and legal ontologies, argumentation and software agents: International	(AICOL, 2012)

		Workshop AICOL-III, held as part of the 25th IVR congress, Frankfurt am Main, Germany, August 15 - 16, 2011: revised selected papers: 25th IVR Congress on Philosophy of Law and Social Philosophy	
2012	Lupu, Yonatan; Voeten, Erik	Precedent in International Courts : A Network Analysis of Case Citations by the European Court of Human Rights	(Lupu,2012)
2013	Kumar, Sushanta; Reddy, P. Krishna; Reddy, V. Balakista; Suri, Malti	Finding Similar Legal Judgements under Common Law System	(Kumar,2013)
2013	Bourcier, Danièle	Le Droit comme système complexe	(Bourcier,2013)
2013	Curtotti, Michael; McCreath, Eric; Sridharan, Srinivas	Software tools for the visualization of definition networks in legal contracts	(Curtotti,2013)
2014	NAiL 2014	NAiL 2. Second international workshop on network analysis in law.	(NAiL 2014)
2014		Networks and network analysis for defence and security	(2014)
2014	Katz, Daniel Martin; Bommarito, M. J.	Measuring the complexity of the law: the United States Code	(Katz,2014)
2015	Čyras, Vytautas; Lachmayer, Friedrich; Lapin, Kristina;	Structural Legal Visualization	(Faculty2015)
2015	Rossi, Ryan A; Ahmed, Nesreen K	The Network Data Repository with Interactive Graph Analytics and Visualization	(Rossi,2015)
2015	Chada, Daniel M.; Silva, Felipe A.; Borges, Patrícia	Visualizing Brazilian justice : the supreme court 2.0 project	(Chada,2015)
2015	Tarissan, Fabien; Nollez-Goldbach, Raphaëlle	Temporal properties of legal decision networks: a case study from the International Criminal Court	(Tarissan,2015)
2015	Zhao, Dangzhi; Strotmann, Andreas	Analysis and Visualization of Citation Networks	(Zhao,2015)
2015	Rotolo, A.	Legal Knowledge and Information Systems: JURIX 2015: The Twenty-Eighth Annual Conference	(Rotolo,2015)
2015	Gábor, Hamp; Markovich, Syi; Markovich, Réka	Automated Reference Extraction in Hungarian Legislative Texts and Visualization of their Inner Link Structures	(Gábor,2015)
2015	Patrignani, Emma	Complex Legal Pluralism.pdf	(Patrignani,2015)
2016	Čyras, Vytautas; Lachmayer, Friedrich; Schweighofer, Erich	Network of legal metalevels	(Čyras,2016)
2016	Tayebi, Mohammad A.; Glässer, Uwe	Social network analysis in predictive policing	(Tayebi,2016)

2016	JURIX 2016	Legal knowledge and information systems: JURIX 2016: the twenty-ninth annual conference	(JURIX, 2016)
2016	Lettieri, Nicola; Altamura, Antonio; Faggiano, Armando; Malandrino, Delfina	A computational approach for the experimental study of EU case law: analysis and implementation	(Lettieri,2016)
2016	Clemente, Filipe Manuel; Martins, Fernando Manuel Lourenço; Mendes, Rui Sousa	Social Network Analysis Applied to Team Sports Analysis	(Clemente,2016)
2016	Vlek, Charlotte S.; Prakken, Henry; Renooij, Silja; Verheij, Bart	A method for explaining Bayesian networks for legal evidence with scenarios	(Vlek,2016)
2016	Tarissan, Fabien; Nollez-Goldbach, Raphaëlle	Analysing the first case of the International Criminal Court from a network-science perspective	(Tarissan,2016)
2016	Čyras, Vytautas; Lachmayer, Friedrich; Schweighofer, Erich	Views to Legal Information Systems and Legal Sublevels	(Čyras,2016)
2017	Xiaoming, Fu; Jar-Der, Luo; Margarete, Boos	Social Network Analysis : Interdisciplinary Approaches and Case Studies	(Xiaoming,2017)
2017	Čyras, Vytautas; Lachmayer, Friedrich	VISUALIZATION OF HAJIME YOSHINO'S LOGICAL JURISPRUDENCE	(Čyras,2017)
2017	Wass, Clemens	openlaws.eu – Building Your Personal Legal Network	(Wass,2017)
2017	Lettieri, Nicola; Altamura, Antonio; Malandrino, Delfina	The legal macroscope : Experimenting with visual legal analytics	(Lettieri,2017)
2017	JURIX 2017	Legal knowledge and information systems: Jurix 2017: the thirtieth annual conference	(JURIX, 2017)
2017	Wagh, Rupali; Anand, Deepa	Application of citation network analysis for improved similarity index estimation of legal case documents : A study	(Wagh,2017)
2017	Schoormann, Thorsten; Knackstedt, Ralf; Haapio, Helena	Modeling and visualization in law : past, present and future	(Schoormann,2017)
2017	Lettieri, Nicola; Altamura, Antonio; Faggiano, Armando; Malandrino, Delfina	Correction to : A computational approach for the experimental study of EU case law : analysis and implementation	(Lettieri,2017)
2017	Petersen, Niels; Towfigh, Emanuel V.	Network Analysis and Legal Scholarship	(Petersen,2017)

2017	Frankenreiter, Jens	Network Analysis and the Use of Precedent in the Case Law of the CJEU – A Reply to Derlén and Lindholm	(Frankenreiter,2017)
2017	Nidha, Khanam; Rupali Sunil, Wagh	Application of Network Analysis for Finding Relatedness among Legal Documents by Using Case Citation Data	(Nidha,2017)
2017	Patrignani, Emma; Lapin yliopisto	Otherness, pluralism and context: underground issues in comparative legal studies	(Patrignani,2017)
2018	Paletta, Francisco Carlos; Gonzalez, Audilio	Challenges in Information Management and the Complexities of the Digital Age	(Paletta,2018)
2018	Ugo Pagallo · Monica Palmirani; Pompeu Casanovas · Giovanni Sartor;	AI approaches to the complexity of legal systems	(Ugo2018)
2018	Lettieri, Nicola; Malandrino, Delfina	Cartographies of the Legal World. Rise and Challenges of Visual Legal Analytics	(Lettieri,2018)
2018	Koniaris, Marios; Anagnostopoulos, Ioannis; Vassiliou, Yannis	Network Analysis in the Legal Domain : A complex model for European Union legal sources	(Koniaris,2018)
2018	Lettieri, Nicola; Altamura, Antonio; Giugno, Rosalba; Guarino, Alfonso; Malandrino, Delfina; Pulvirenti, Alfredo; Vicidomini, Francesco; Zaccagnino, Rocco	Ex Machina : Analytical platforms, Law and the Challenges of Computational Legal Science	(Lettieri,2018)
2018	Deakin, Simon	Legal complexity: theory, models and measurement	(Deakin,2018)
2018	Čyras, Vytautas; Lachmayer, Friedrich; Hoffmann, Harald; Weng, Yueh-Hsuan	Introduction to Legal Visualization	(Čyras,2018)
2018	Lettieri, Nicola; Altamura, Antonio; Giugno, Rosalba; Guarino, Alfonso; Pulvirenti, Alfredo	Ex Machina : Plataformas analíticas, derecho y los desafíos de la ciencia jurídica computacional	(Lettieri,2018)
2018	Javarone, Marco Alberto; Wright, Craig Steven	From Bitcoin to Bitcoin Cash : a network analysis	(Javarone,2018)
2018	Boulet, Romain; Mazzega, Pierre; Bourcier, Danièle	Network approach to the French system of legal codes part II: the role of the weights in a network	(Boulet,2018)
2018	Barros, Rhuan; Peres, André; Lorenzi, Fabiana; Krug Wives, Leandro; Hubert da Silva Jaccottet, Etienne	Case Law Analysis with Machine Learning in Brazilian Court	(Barros,2018)
2018	Khanam, Nidha; Sunil Wagh, Rupali	Sub graph sampling and case citation network : a case study	(Khanam,2018)

2018	Nair, Akhil M; Wagh, Rupali Sunil	Similarity Analysis of Court Judgements Using Association Rule Mining on Case Citation Data-	(Nair,2018)
2018	Palmirani, Monica; Bianchi, Ilaria; Cervone, Luca; Draicchio, Francesco	Analysis of Legal References in an Emergency Legislative Setting	(Palmirani,2018)
2018	Mimouni, Nada; Nazarenko, Adeline; Salotti, Sylvie	Answering Complex Queries on Legal Networks : A Direct and a Structured IR Approaches	(Mimouni,2018)
2018	Remi, Wieten; Floris, Bex; Henry, Prakken; Silja, Renooij	Exploiting Causality in Constructing Bayesian Network Graphs from Legal Arguments	(Remi,2018)
2018	Nicola, Lettieri; Alfonso, Guarino; Delfina, Malandrino	E-Science and the Law. Three Experimental Platforms for Legal Analytics	(Nicola,2018)
2018	JURIX 2018	Legal knowledge and information systems: JURIX 2018: the Thirty-first Annual Conference	(JURIX, 2018)
2019		Law, Public Policies and Complex Systems: Networks in Action	(2019)
2019	McGee, F.; Ghoniem, M.; Melançon, G.; Otjacques, B.; Pinaud, B.	The State of the Art in Multilayer Network Visualization	(McGee,2019)
2019	Soroko, Daria; Döge, Nina; Al-Shafeei, Ahmed; Heuer, Hendrik	Unpacking a model : An interactive visualization of a text similarity algorithm for legal documents	(Soroko,2019)
2019	Lee, Bokwon; Lee, Kyu-Min; Yang, Jae-Suk	Network structure reveals patterns of legal complexity in human society : The case of the Constitutional legal network	(Lee,2019)
2019	Salgado, Efrén Guerrero ; Quisaguano, Jefferson Macías	Confluencias de la doctrina jurídica de la Corte Constitucional Ecuatoriana 2008-2018 : análisis de redes	(Salgado,2019)
2019	Moser, Markus; Strembeck, Mark	An Analysis of Three Legal Citation Networks Derived from Austrian Supreme Court Decisions:	(Moser,2019)
2019	Boulet, Romain; Barros-Platiau, Ana Flávia; Mazzega, Pierre	Environmental and Trade Regimes: Comparison of Hypergraphs Modeling the Ratifications of UN Multilateral Treaties	(Boulet,2019)
2019	Pagallo, Ugo	Network Theory and Legal Information “for” Reality : A Triple Support for Deliberation, Decision Making, and Legal Expertise	(Pagallo,2019)

2019	Mazzega, Pierre; Lajaunie, Claire; Leblet, Jimmy; Barros-Platiau, Ana Flávia; Chansardon, Charles	How to Compare Bundles of National Environmental and Development Indexes ?	(Mazzega,2019)
2019	Winkels, Radboud	Exploiting the Web of Law	(Winkels,2019)
2019	De Gainza, Ricardo; Romana, Christine A.	Architectural Pattern for Health Forecasting, Surveillance and Early Warning Systems	(De2019)
2019	Lajaunie, Claire; Morand, Serge; Mazzega, Pierre	Complexity of Scenarios of Future Health: Integrating Policies and Laws	(Lajaunie,2019)
2019	Van Bavel, Bianca; Larkan, Fiona; Nally, Jarlath E.; Purwati, Armand	An Interdisciplinary Study of Leptospirosis Surveillance Systems in Three Regencies of East Java, Indonesia	(Van Bavel, 2019)
2019	Sibertin-Blanc, Christophe; Therond, Olivier; Monteil, Claude; Mazzega, Pierre	The Entity-Process Framework for Integrated Agent-Based Modeling of Social-Ecological Systems	(Sibertin-Blanc,2019)
2019	Lajaunie, Claire; Mazzega, Pierre	Organizational Consciousness Versus Artificial Consciousness	(Lajaunie,2019)
2019	Mazzega, Pierre; Lajaunie, Claire; Boulet, Romain	Public Policies, Law, Complexities and Networks	(Mazzega,2019)
2019	Catta, Élisabeth; Delliaux, Alexandre	Codification, Between Legal Complexity and Computer Science Agility	(Catta,2019)
2020	Cherifi, Hocine; Gaito, Sabrina; Fernando Mendes, José; Moro, Esteban; Rocha, Luis Mateus	Complex networks and their applications VIII volume 2.	(Cherifi,2020)

Tableau 5. Publications sur Analyse de réseaux en droit.

5.2.3 La recherche sur la visualisation interactive de la Cour de Cassation

« Hac que cogitare cepisti scribe et, quia oculorum inspectione indiget, per figuras signa. Ecce aportavi tibi calamum quo scribas, circinum quo mesures et figuras fatias circulares, et lineam qua lineas ducas figurasque formes »⁶³

Bartole de Sassoferrato.

La visualisation en droit reprend sa place dans le monde juridique à la fin du XX^e siècle avec l'apparition de l'informatique qui permet la création de bases de données et de documents multimédia. La présence du document numérique dans le domaine du droit donne une nouvelle approche du texte juridique, à savoir le fait de considérer le texte juridique comme un ensemble de données. A partir de cet ensemble de données juridiques, il devient possible de réaliser des traitements qualitatifs et quantitatifs de l'information juridique et d'en faire sa représentation visuelle.

Le numérique a permis de récupérer la mémoire du passé mais également les connaissances. L'accroissement exponentiel des documents juridiques (jurisprudence, législation, doctrine etc.) a conduit à se trouver en présence d'un ensemble volumineux de données juridiques qui doivent être traitées et analysées. Le Big Data de l'information juridique nous conduit à une démarche particulière consistant à extraire l'information pertinente de l'ensemble de données. Une des solutions pour traiter le Big data est de transformer un ensemble d'informations complexes en graphiques interactifs, simples à comprendre et à utiliser. La gestion et la capacité du système juridique à faire preuve de résilience⁶⁴ passe par la mise en place de dispositifs visuels de gestion de la crise générée par le Big Data.

Ainsi, en s'appuyant à la fois sur les principes juridiques discutés ci-dessus et sur les différents principes et déterminants de la littérature sur la gouvernance adaptative et intégrative et la résilience..., quatre grands " principes directeurs " ont été discernés : itérativité, flexibilité, connectivité et subsidiarité.

⁶³ « Ce que tu as commencé à méditer, écris-le et, ce qui a besoin d'être vu, signifie-le par des figures. Je t'ai apporté ici un calame pour écrire, un compas pour mesurer et faire des figures circulaires, et un cordeau pour tirer des lignes droites et former des figures. ». Traduction de Juliette Dumasy-Rabineau « La vue, la preuve et le droit : les vues figurées de la fin du Moyen Âge », Revue historique 2013/4 (n° 668), p. 805-831.DOI 10.3917/rhis.134.0805 p.816

⁶⁴ « Craig suggère que " les objectifs réglementaires et les mécanismes juridiques pour les atteindre devront être centrés sur le concept même du changement ». (Craig 2009, p. 23) . Les juristes ont eu tendance à se concentrer sur la juxtaposition potentielle entre le droit et la résilience en tant que défi complexe de trouver un équilibre entre la recherche de stabilité et de prévisibilité dans les cadres juridiques, la complexité des systèmes socio-écologiques et la flexibilité requise dans la prise de décisions fondées sur la science (Barnes, 2013 ; Cosens, 2013 ; Craig, 2009 ; Ebbesson, 2010 ; Ruhl, 2009). Craig (2009) et Cosens (2013) proposent que des concepts tels que " flexibilité fondée sur des principes " (Craig, 2009) ou " stabilité mesurée " (Cosens, 2013) pourraient être utiles pour aborder l'interrelation complexe entre le cadre juridique (défini par des textes normatifs et des règles fixes et prévisibles) et les écosystèmes dynamiques. Ils proposent que ces concepts pourraient permettre au droit de s'adapter à la transformation continue en permettant l'intégration mesurée de la science pour une résolution plus efficace des conflits. ». (Clarvis et al., 2014 p. 4)

- L'itérativité englobe les principes relatifs à la production, au traitement et à l'application des connaissances.
- La flexibilité comprend celles qui ont trait à la volonté et à la capacité de s'adapter aux conditions changeantes et aux nouvelles informations.
- La connectivité couvre les principes concernant les réseaux et les connexions entre les secteurs et les échelles pour la mobilisation, la coopération et la collaboration.
- La subsidiarité concerne les principes relatifs à la mise en œuvre de politiques et de dispositions au niveau le plus bas ou le niveau le plus élevé approprié. » (Clarvis et al., 2014, p.5)

Le projet de Visualisation Interactive de la jurisprudence de la COur de Cassation (VICO) est une représentation visuelle en réseaux du corpus jurisprudentiel basé sur l'Open Data présent sur le site <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/cass/>.

VICO est un outil de recherche juridique interactif basé sur la visualisation qui permet aux utilisateurs de naviguer facilement dans les réseaux de citation sémantiques de la jurisprudence et d'étudier comment les jurisprudences sont interdépendantes. Pour quantifier la complexité du corpus judiciaire par le biais d'une analyse de réseau dans le domaine de la CASS, nous avons utilisé les 11.850 jurisprudences présentes dans les tableaux du site de la Cour de Cassation. L'importance de la représentation visuelle et son impact sur le droit ont été décrits en ces termes :

« Nous vivons dans une culture de plus en plus visuelle et sommes exposés à des quantités croissantes d'images, d'icônes, de graphiques, de figures, de graphiques, d'échelles, de tableaux, de diagrammes, de cartes, de croquis, de plans et de graphiques colorés et animés. [...] À mesure que de nouveaux outils électroniques favorisent le graphisme, les nouvelles énergies seront-elles axées sur la compréhension et la création par des moyens visuels ? Une culture de plus en plus visuelle attirera-t-elle davantage l'attention sur le visuel et en enseignera-t-elle tout comme la culture imprimée a reconnu que la lecture et l'écriture de texte étaient des compétences fondamentales qui devraient occuper des postes fondamentaux dans le programme ? Les nouveaux médias peuvent-ils réduire le fossé entre « lecture visuelle » et « écriture visuelle », entre la consommation visuelle et la création visuelle, de la même manière que l'impression a réduit le fossé entre la lecture textuelle et l'écriture ? Est-il probable que les nouvelles technologies puissent avoir un nouvel équilibre entre le consommateur visuel et le créateur visuel ? » (Katsh, 1995)

5.2.3.1 Visualiser pour comprendre

La visualisation décisionnelle consiste en la présentation visuelle de données juridiques décrivant un phénomène connu, de façon à prendre une décision à partir des graphes décisionnels de la jurisprudence. La visualisation permet alors de présenter et de comprendre les conséquences de tel ou tel choix, de façon à prendre une décision éclairée.

Dans le projet de Visualisation Interactive de la jurisprudence de la COur de Cassation (VICO), la visualisation a essentiellement pour but d'exprimer de façon claire et synthétique un problème initialement complexe et difficile à appréhender dans son intégralité. La visualisation doit donc mettre en valeur les éléments pertinents pour la décision jurisprudentielle à prendre, et à leur donner du sens pour faire apparaître de façon claire et

compréhensible une structure juridique souvent sous-jacente ou masquée au sein de données nombreuses et complexes.

La visualisation est un bon outil au service de la complexité pour avoir accès à l'hyperstructure de la jurisprudence constitutivement interconnectée et ceci depuis des données liées simplement les unes aux autres. (Bommarito; Katz; Zelner, 2009).

5.2.3.2 Visualiser pour communiquer

« La visualisation de connaissances est l'utilisation de représentations visuelles de connaissances à des fins de création et de partage » (Henry; Fekete, 2008). Les images issues de la visualisation juridique scientifique ne s'adressent pas toujours à des experts en droit ou du phénomène juridique physique représenté. Lorsqu'il est question de présenter un cas, des études juridiques peuvent être employées, au sein desquelles la visualisation tient une place de choix. Dans son aspect communicatif, l'alphabétisation visuelle concerne également « la capacité de décoder intelligemment les messages intégrés dans les formes visuelles » et la « capacité à générer activement de nouvelles formes visuelles pour la communication ».

5.2.3.3 Visualiser pour apprendre

La transformation de l'alphabétisation juridique verbale devrait commencer par l'intégration de l'alphabétisation juridique visuelle. Il existe de nombreuses définitions de l'alphabétisation visuelle. En général, le « *visual literacy* » implique « la pensée visuelle, l'apprentissage visuel et la communication visuelle ».

Par conséquent, l'alphabétisation visuelle devrait inclure la pensée juridique visuelle, l'apprentissage juridique visuel et la communication juridique visuelle. On peut parler de l'alphabétisation juridique (*visual legal literacy*) qui devrait englober la capacité de créer, d'analyser et d'évaluer la communication juridique visuelle (*visual legal literacy*). En ce qui concerne la formation juridique, Spiesel, Sherwin & Feigenson suggèrent que « les étudiants en droit doivent apprendre quelles images sont, comment elles sont perçues et interprétées, et comment elles se propagent à travers la culture comme des champignons sporulés. »⁶⁵

Un problème dans le monde juridique est l'absence du visual littéracie dans la formation juridique et dans sa pratique. « *Malheureusement, l'éducation juridique et la théorie du droit n'ont pas suivi. Les incohérences et l'imprévisibilité dans la façon dont les tribunaux déterminent l'admissibilité de divers types de preuves visuelles et d'argumentations visuelles, les lacunes dans le contre-interrogatoire des preuves visuelles lors des procès, et les notions insuffisamment théorisées de la signification visuelle et de l'épistémologie de l'affect nous indiquent que le statu quo dans l'éducation juridique est intenable. Les professeurs de droit ont aujourd'hui l'obligation de fournir à leurs étudiants les rudiments de l'alphabétisation visuelle* ». (Sherwin, R. 2018, p. 1).

⁶⁵ Cette alphabétisation est nécessaire, dans un déluge d'images, puisque les chercheurs et experts du droit ne comprennent que rarement les images qu'ils utilisent parce que l'alphabétisation visuelle n'a pas fait partie de leur formation : elle n'a pas été considérée comme une compétence essentielle.

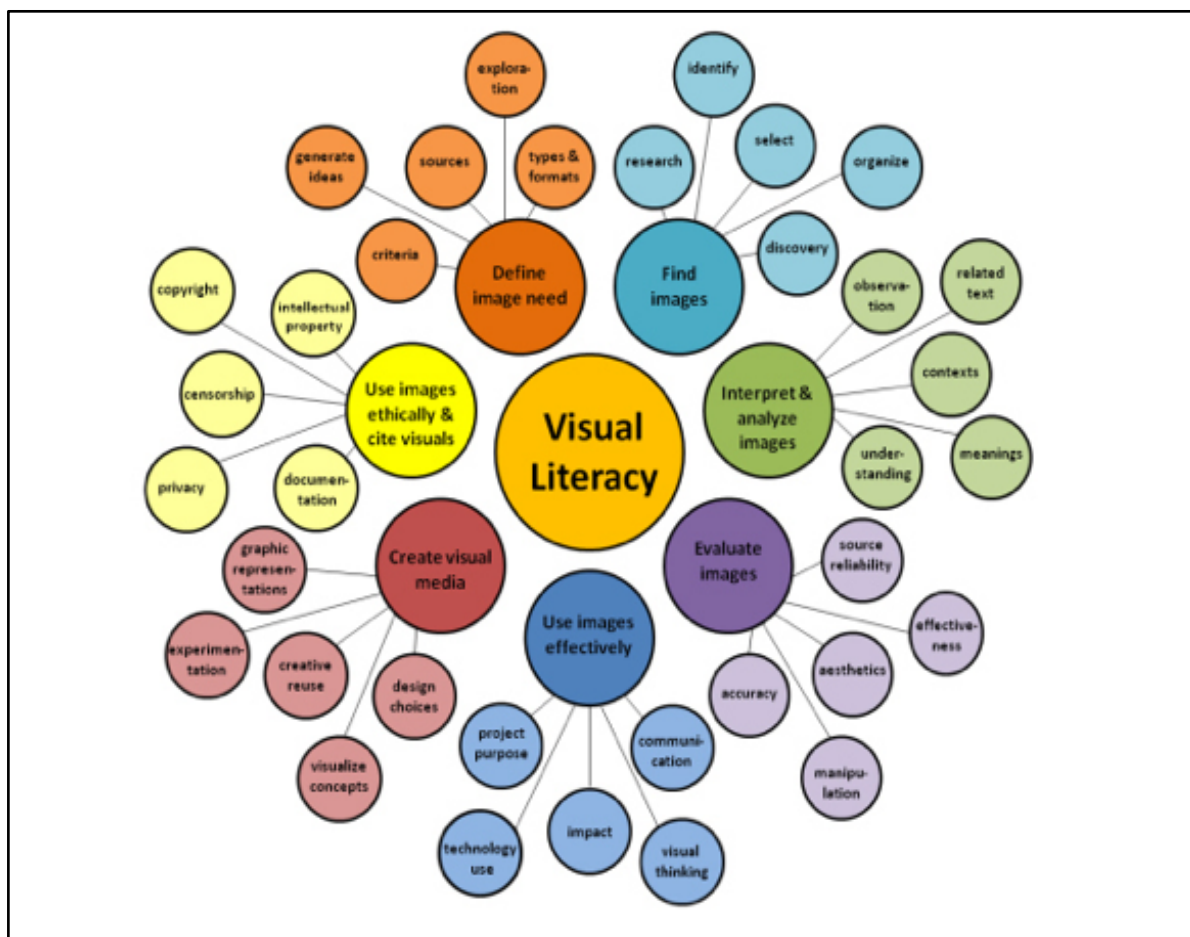


Figure 96.. Composants de la littéracie visuelle (ALA 2011).⁶⁶

Le prof. Richard K. Sherwin de la New York Law School précise le concept de visual littéracie dans les termes suivants : « L'alphabétisation suppose une capacité critique/réflexive en conjonction avec un ensemble d'outils conceptuels et rhétoriques bien informés qui, ensemble, permettent une évaluation plus significative de la manière dont les mots, les sons et les images construisent et transmettent le sens. En termes simples, la littéracie visuelle pour la profession juridique exige un cadre complet pour la pensée visuelle stratégique dans des contextes de cas spécifiques. Cela signifie que les avocats et les juges doivent savoir comment construire et déconstruire les preuves visuelles et les plaidoyers visuels. Ce n'est qu'avec ces connaissances que ces éléments visuels peuvent être interprétés et contestés. De même, seule l'alphabétisation visuelle permettra aux jugements concernant l'admissibilité d'être faits intelligemment et appliqués de manière cohérente ». Il ajoute « La compréhension de ces processus exige des connaissances interdisciplinaires ainsi que la capacité et la volonté d'exercer une réflexion critique. C'est ce qu'offre la littératie visuelle. Lorsqu'elle fait défaut, l'effet de creuset que constitue le contre-interrogatoire des images, sans parler de la fonction judiciaire convoitée qui consiste à rendre des décisions éclairées, délibérées et cohérentes face à des preuves visuelles contestées, peut cesser de fonctionner comme il se doit dans la salle d'audience. (Sherwin, R. 2018, p. 7).

⁶⁶ Tableau de littératie visuelle basé sur les normes de littératie visuelle de l'ACRL par D. Hattwig, K. Bussert et A. Medaille Copyright 2013 The Johns Hopkins University Press. Cette image est apparue pour la première fois dans PORTAIL: LES BIBLIOTHÈQUES ET L'ACADÉMIE, Volume 13, Numéro 1, janvier 2013, p. 75.

6 Résultats et livrables de la visualisation de la jurisprudence du site de la Cour de Cassation

Le projet de Visualisation Interactive de la jurisprudence de la COur de Cassation (VICO) avait comme objectif d'une part, de présenter une réflexion théorique et méthodologique de la visualisation et d'autre part, de proposer des outils de recherche juridique interactifs basés sur la visualisation, permettant aux utilisateurs de naviguer facilement dans les réseaux de citations sémantiques de la jurisprudence et d'étudier comment les jurisprudences sont interdépendantes.

Les données dans le projet initial sont issues du site de la Cour de cassation (<https://www.courdecassation.fr/>). A la demande de la Mission Justice & droit, nous les avons étendues aux données de la base CASS (<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/cass/>). Le projet dans son approche initiale a prévu une cartographie de la jurisprudence du site de la Cour de Cassation et de la base CASS. Pour quantifier la complexité du corpus judiciaire par le biais d'une analyse de réseau dans le domaine de la Cour de Cassation, nous avons utilisé les 150.000 jurisprudences présentes dans les fichiers open data (en format XML) du site de la Cour de Cassation.

Dans notre projet, nous avons pu établir différents types de visualisations selon les ensembles de données traitées. De cette façon, on peut distinguer :

- Une analyse et visualisation de la jurisprudence au **niveau micro (individuel)**, qui regroupe un ensemble de données qui va jusqu'à 10.000 arrêts. L'outil VICO correspond à ce niveau d'analyse.
- Une analyse au niveau **méso ou méso-analyse (local)** qui se fait avec un ensemble de données allant de 10.000 à 50.000. L'outil Visualex correspond à ce niveau d'analyse.
- Une analyse au niveau **macro ou macro-analyse**, où les ensembles de données dépassent généralement 100.000 enregistrements, par exemple des données contenues dans la base de données CASS.

Dans chaque niveau d'analyse, il existe au moins cinq types de relations d'analyse possibles : les relations statistiques/profilage, les relations temporelles, les relations sémantiques, les relations thématiques et relations de réseaux des acteurs.

Chacun de ces types d'analyse cherche à répondre à un type de questions spécifiques. Par exemple, les analyses temporelles aident à répondre aux questions QUAND, tandis que les analyses géospatiales répondent aux questions OÙ. Dans les outils VICO et Visualex, nous avons essayé de répondre à la question : quels sont les thèmes traités dans la jurisprudence et quels sont leurs mots clés associés.

Les visualisations peuvent être regroupées en fonction des besoins des utilisateurs, des types de tâches des utilisateurs ou des données pour être visualisées. Elles peuvent également être regroupées en fonction des techniques d'exploration de données utilisées. Les techniques de visualisation prennent en compte l'interactivité ainsi que le type de

déploiement, par exemple, si les visualisations sont imprimées sur papier, animées ou présentées sur des écrans interactifs.

Le projet VICO a été réalisé en deux (2) phases avec les outils suivants :

- Outil Vico—> **Visualisation de la jurisprudence du site de la Cour de cassation.** Système interactif visuel de la jurisprudence de la Cour de Cassation comportant les décisions de justice depuis l'année 2000 jusqu'à 2020 présentes sur le site www.cassation.gouv.fr avec une méthodologie d'analyse SNA (system networks analyse)
- Outil VisuaLEX—> **Visualisation de la jurisprudence.** Système utilisant les algorithmes de visualisation et la base de données de la jurisprudence de la Base de données CASS (datagouv.fr/cass) dans le cadre du projet Open data Jurisprudentiel (DILA)

Les thématiques, créées à partir des mots clés de la jurisprudence ont été utilisées pour l'analyse micro et mezzo des rubriques établies pour la jurisprudence du site de la Cour de Cassation. Les rubriques du site de la Cour ont fait l'objet d'un classement hiérarchique car aujourd'hui, sur le site de la Cour, elles sont établies seulement à un niveau. Concernant la macro-analyse de la base CASS, nous sommes partis d'une part, de l'étiquette RÉSUMÉ contenue dans les fichiers XML de chaque décision de justice et d'autre part, de la table de rubriques du site de la Cour de Cassation.

6.1 Le processus de la visualisation de la jurisprudence

Le projet VICO s'articule autour de 4 phases majeures du cycle de la visualisation des données jurisprudentielles : la première tourne naturellement autour de la collecte et des statistiques. Vient ensuite le « nettoyage des données » dont il s'agit de vérifier la valeur, de les structurer, de les organiser. Avec « l'analyse des données » on définit le type de visualisation et les techniques à déployer pour assurer par exemple l'interactivité. Le dernier stade est celui de l'élaboration de la visualisation proprement dite.

1- Extraction des données à partir de la base CASS

Dans le projet VICO nous prêtons beaucoup d'attention à l'interopérabilité des données pour la réalisation de la visualisation de données : la capacité des données à fonctionner avec différents systèmes ou produits. Il existe quelques exemples de formats standards ouverts qui peuvent communiquer avec différents systèmes : dans le cas de la jurisprudence disponible dans la base CASS, le type de données est en format XML.

2- Nettoyage et transformation des données

Dans la plupart des cas, le nettoyage des données est un processus nécessaire pour détecter et éliminer les erreurs, les incohérences et les doublons des données afin d'améliorer la qualité d'une base de données jurisprudentielle. Après le nettoyage des données, la transformation des données peut être nécessaire pour convertir les données d'un format à un

autre⁶⁷.

3- Analyse des données

Les techniques de visualisation des données sont largement appliquées à l'analyse statistique, à l'analyse textuelle et à l'analyse visuelle. Les méthodes avancées de visualisation des données peuvent apporter aux juristes et chercheurs de nouvelles perspectives. Dans le projet VICO les types d'analyses utilisés en priorité seront l'analyse statistique, l'analyse de texte, les graphiques en réseaux et les diagrammes de cordes (*Treemap*).

4- Visualisation des données

Pour atteindre différents objectifs et fonctionnalités, les chercheurs peuvent utiliser différents types d'outils de visualisation des données. Certains types de graphiques courants se trouvent dans le catalogue de visualisation des données.

6.1.1 Le traitement de données de la jurisprudence du site de la Cour de Cassation

Les graphiques des réseaux du projet VICO montreront les analyses des thématiques les plus traitées dans la jurisprudence, les types de décision de la Cour, les décisions de la Cour d'Appel objet du recours, les références à la normative. La méthodologie retenue pour notre analyse se fonde sur une double approche :

- Une démarche reposant sur la méthode mixte visant à analyser la jurisprudence, à travers des analyses quantitatives et qualitatives. Une approche analytique du corpus des arrêts de la jurisprudence de la Cour de Cassation est également envisagée en complément des analyses précitées.
- Une démarche de recherche, action s'appuyant sur l'analyse linguistique à partir de décisions pour la réalisation d'un dispositif numérique interactif de visualisation.

On peut traduire ce schéma pour les bases de données de jurisprudence dans le projet VICO par :

- Données : collecter des éléments pour établir l'index des rubriques et métadonnées de la jurisprudence.
- Information : établir des connexions entre les données ; former une information délivrable aux utilisateurs avec une ARS.
- Data visualisation : former des ensembles significatifs ; c'est le graphe de connaissances avec la création des ensembles ou clusters de la jurisprudence.
- Connaissance : Faire le lien entre ces objets ; c'est la connaissance que l'on appréhende avec la visualisation.

⁶⁷ Par exemple, on a converti les données XML (format de données géographiques utilisé dans la base de jurisprudence CASS) en format JSON (format de données largement applicable aux logiciels de visualisation de réseaux tels que Gephi ou Circos) pour visualiser des données et réaliser une cartographie de la jurisprudence.

6.1.2 La collecte et la méthodologie pour son traitement

Une démarche méthodologique est qualifiée de mixte lorsque le chercheur combine des données/méthodes quantitatives et qualitatives. Une recherche par méthodes mixtes est «un plan de recherche avec des fondements philosophiques et des méthodes d'analyse des données. » En tant que méthodologie, elle repose sur des hypothèses épistémologiques qui guident l'orientation de la collecte et de l'analyse des données et sur le mélange de données qualitatives et quantitatives pour obtenir par exemple des visualisations interactives de données. Sa prémisse centrale est que l'utilisation d'approches quantitatives et qualitatives combinées permet de mieux comprendre les problèmes de recherche qui ne sont abordés que par l'une ou l'autre des deux approches.

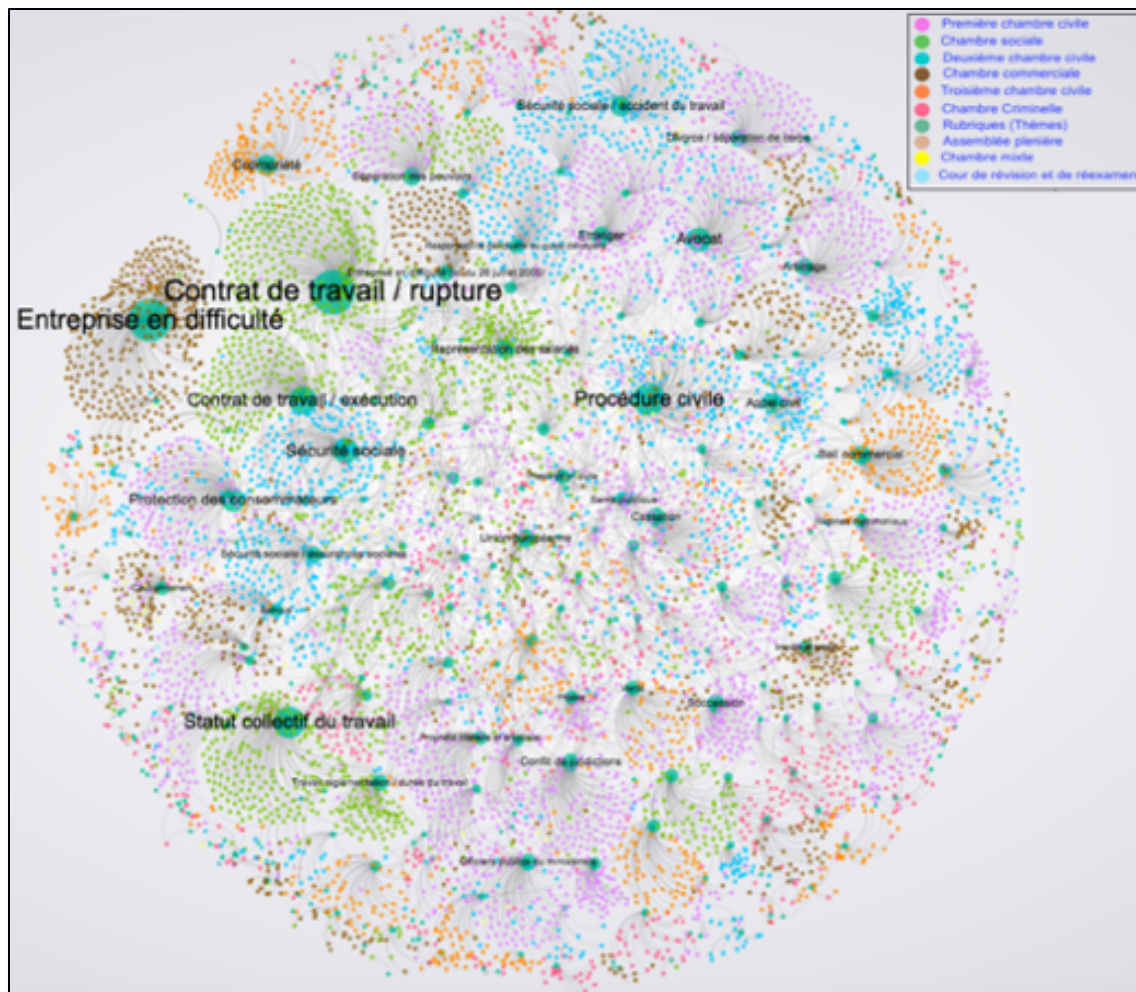
Sur la base des analyses des juristes des catégories du domaine et sur les informations extraites de la classification de la jurisprudence on réalise une analyse sémantique des arrêts. Cette démarche permettra à l'utilisateur de visualiser la classification sémantique des décisions de la base CASS, en offrant un aperçu général sur la fréquence, la pertinence et l'évolution des sujets traités par la jurisprudence des différentes chambres de la Cour de Cassation.

L'intention de notre travail théorique et pragmatique de la visualisation est de bénéficier des différents avantages des méthodes qualitatives (différents niveaux de profondeur des catégories juridiques) et quantitatives (taille de la base de jurisprudence, nombre de clusters thématiques, tendances dans les sujets des arrêts, généralisation possible de certains relations).

6.1.3 La représentation visuelle de la jurisprudence par réseaux

Le projet VICO propose une application de la méthode des réseaux sociaux au domaine juridique. Le changement de paradigme dans les techniques de traitement des données qui déplace les techniques de visualisation du tableau de chiffres vers le graphe nœuds-lien est aussi le témoin d'une transformation des manières de construire les connaissances, en renvoyant aux aspects d'ingénierie documentaire, autant qu'aux aspects sémantiques et sémiotiques de la communication » (Bourcier, Mazzega & Boulet, 2010).

L'analyse des réseaux a permis de mettre en évidence un certain nombre de résultats qui apparaissent sur les relations qui se nouent entre décision de justice et le domaine du droit. Elle offre l'opportunité de décrire les réseaux structurés autour de cas de jurisprudence, de sujets qui donnent le plus de litiges et la façon dont la Cour de Cassation décide sur les procès.

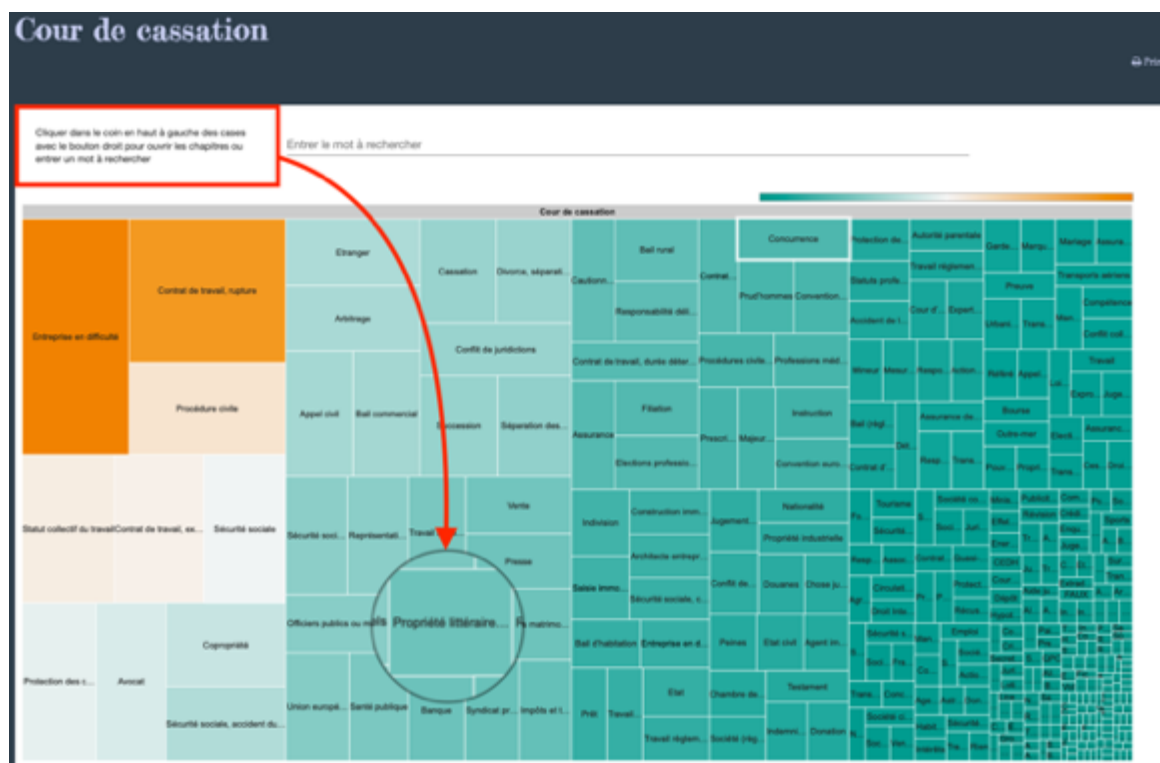


Un *Treemap* est composé de rectangles dont la taille varie en fonction d'un indicateur, dans notre exemple le nombre de ventes. Les rectangles d'une sous-catégorie sont inclus dans le rectangle de la catégorie associée ce qui permet de visualiser toutes les informations en un seul coup d'œil. La valeur ajoutée du graphique c'est bien sûr de calculer la dimension de chaque rectangle pour que tous s'imbriquent pour ne former qu'un.

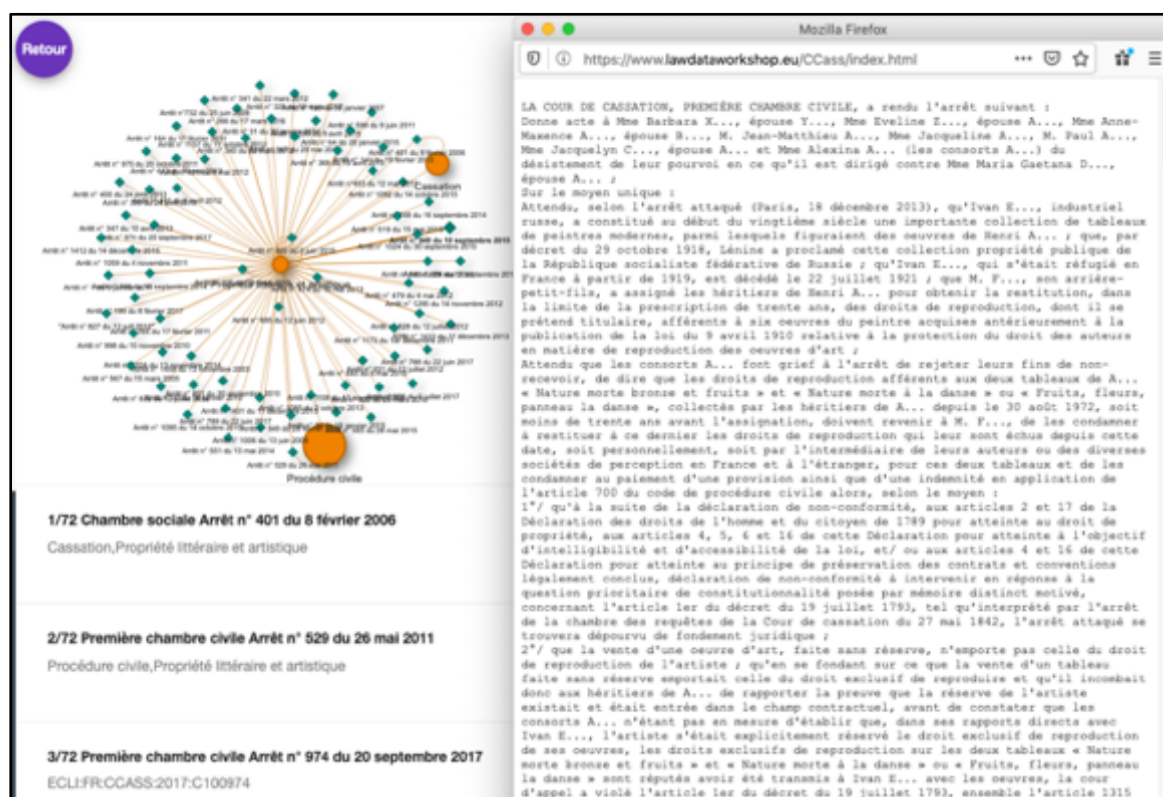
- Quelles rubriques sont utilisées dans le site de la Cour de Cassation
- Quelles sont les rubriques qui contiennent le plus de décisions

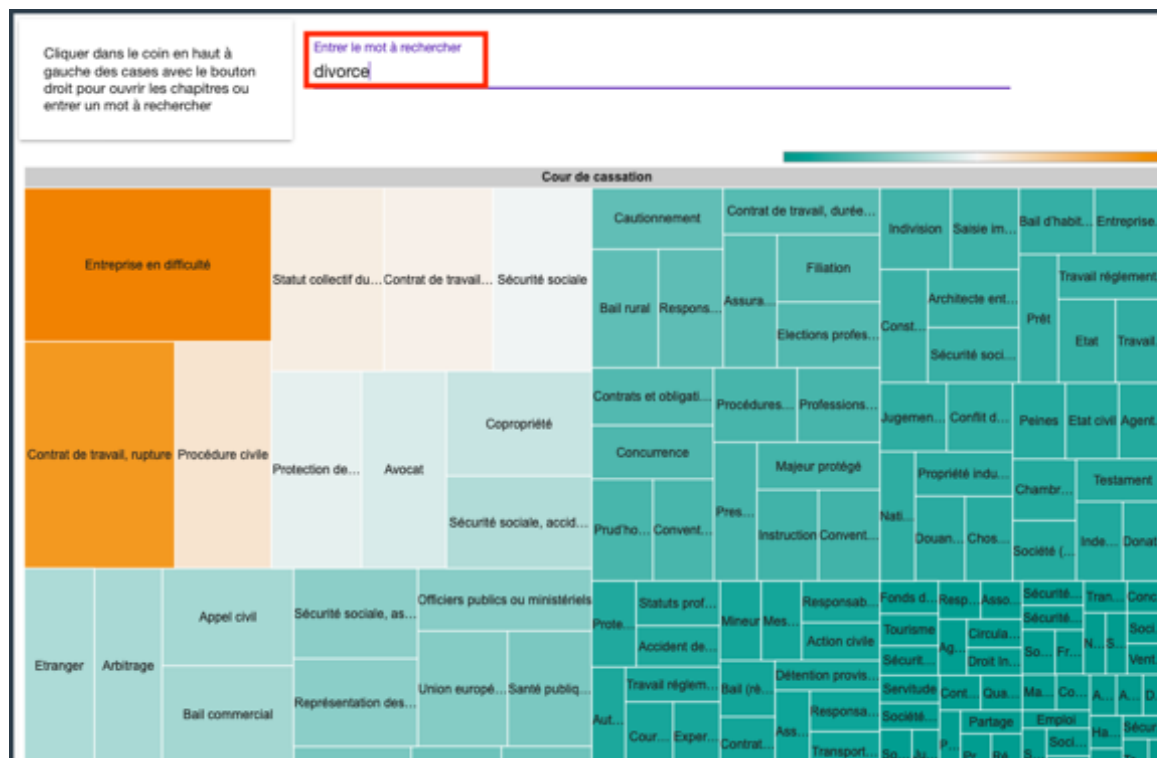


Le *Treemap* est idéal pour représenter une grande quantité de données organisées de façon hiérarchique (en arborescence).

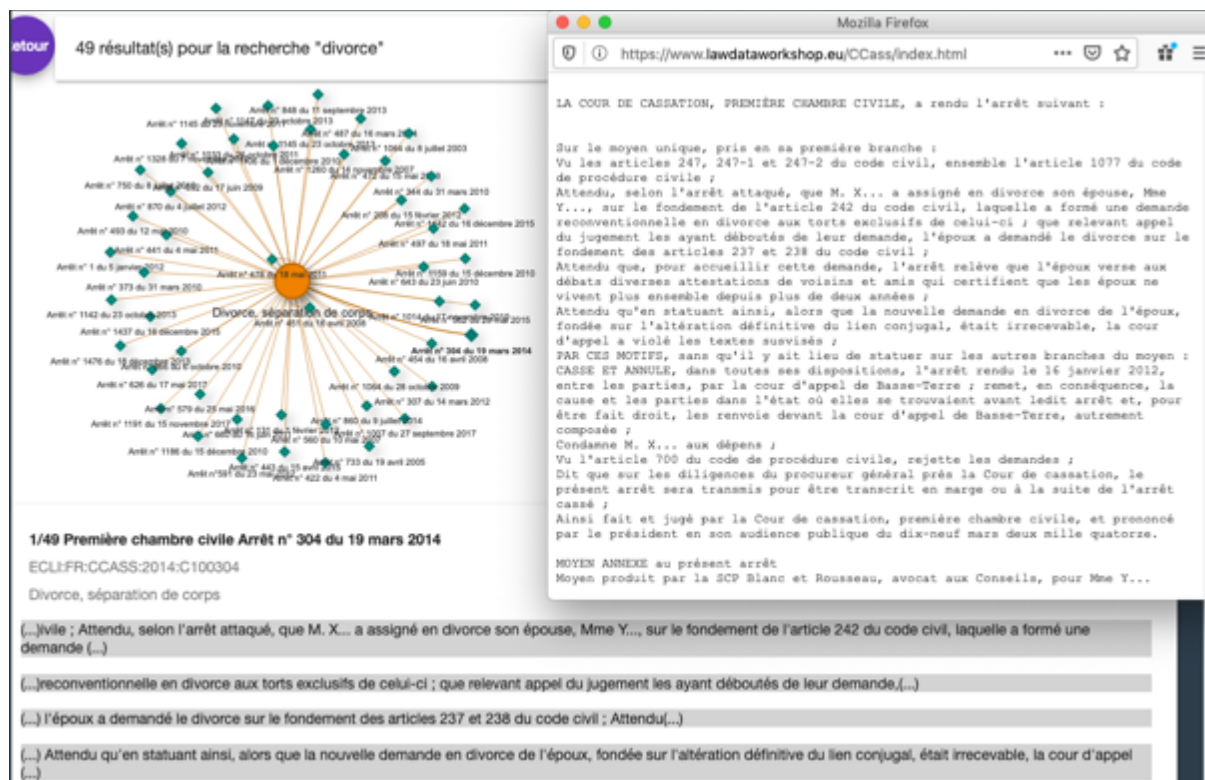


Pour voir le détail d'une partie du Treemap, vous pouvez passer à un niveau inférieur de la hiérarchie. Il faut cliquer sur l'en-tête de la hiérarchie du niveau que l'on souhaite atteindre.





Nous avons utilisé un treemap qui présente l'ensemble de rubriques que contient le site de la cour. Le Treemap est idéal pour représenter une grande quantité de données organisées de façon hiérarchique (en arborescence).



6.2 La cartographie globale de la jurisprudence de la Cour de Cassation

Cette visualisation est faite en utilisant la méthodologie d'ARS (Analyse de réseaux sociaux)

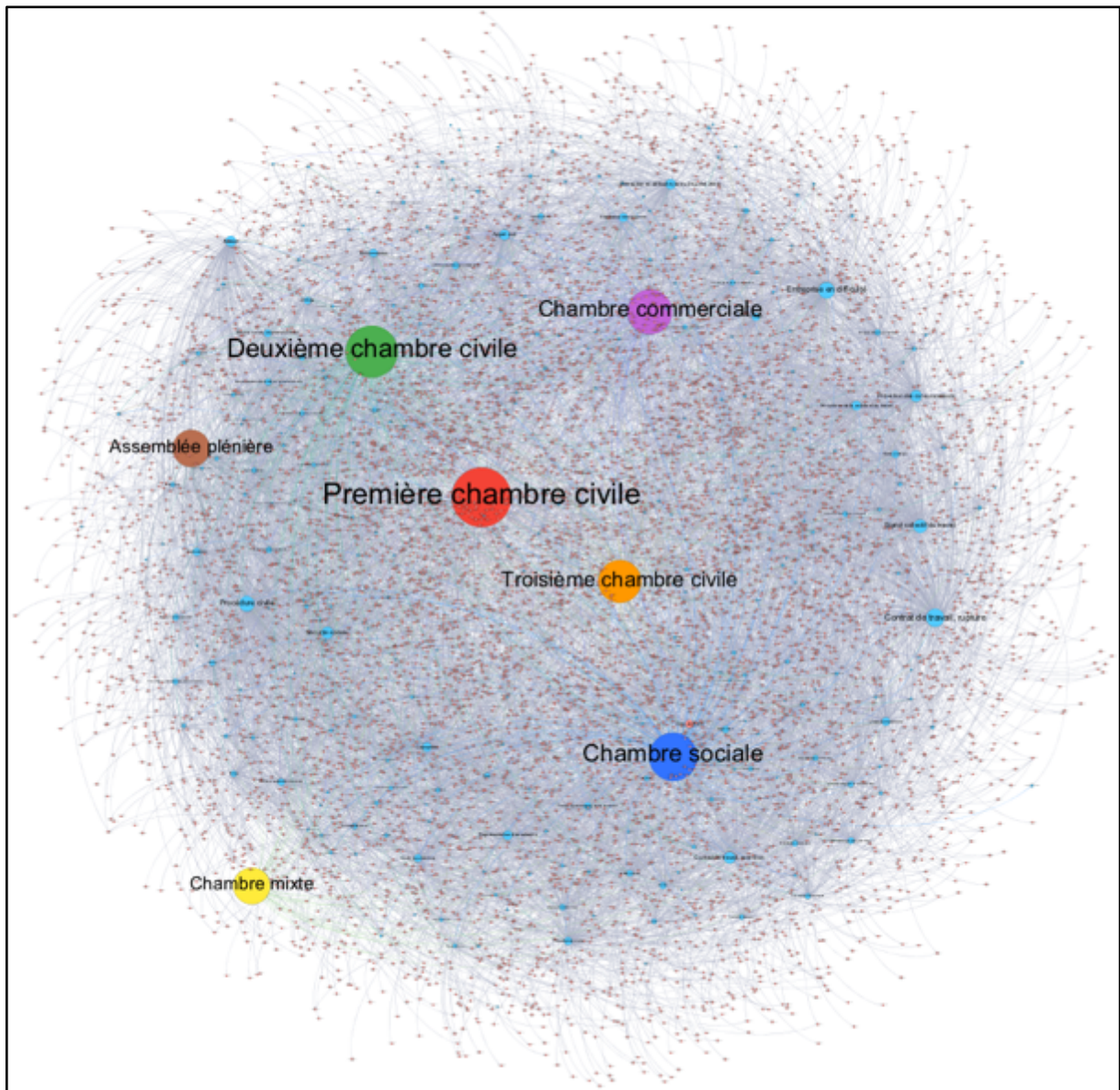


Figure 104. Visualisation Interactive de la jurisprudence de la Cour de Cassation (VICO)
<http://audilioqonzales.net/vico/>

Cette visualisation correspond à notre premier résultat de la visualisation de la jurisprudence. Cette approche globale de la jurisprudence nous a permis d'évaluer la pertinence et de mesurer l'accueil de notre approche visuelle.

Ce travail a été présenté à la Cour de cassation au mois de juin 2019. De cette rencontre avec des utilisateurs mais aussi avec le responsable de contenu de la jurisprudence du site de la Cour de cassation, sont ressorties certaines observations, à savoir :

- Le projet de visualisation peut représenter une bonne alternative pour rechercher la jurisprudence de la Cour de cassation.

- Dans la visualisation, il faut distinguer les deux types de rubriques qui appartiennent à la Chambre criminelle et les rubriques des autres chambres.
- L'apport majeur constitue le fait d'ajouter des renseignements importants comme par exemple le champ ANA (Analyse du magistrat) ou les relations avec les liens de l'arrêt.

Nous avons pris note de ces recommandations et nous avons décliné de façon différente notre travail de visualisation. Une première chose à faire a été le fait de séparer les données de jurisprudence de la chambre criminelle, mais aussi de proposer une visualisation pour chaque chambre de la cour de cassation ainsi que de la chambre plénière et la chambre mixte.

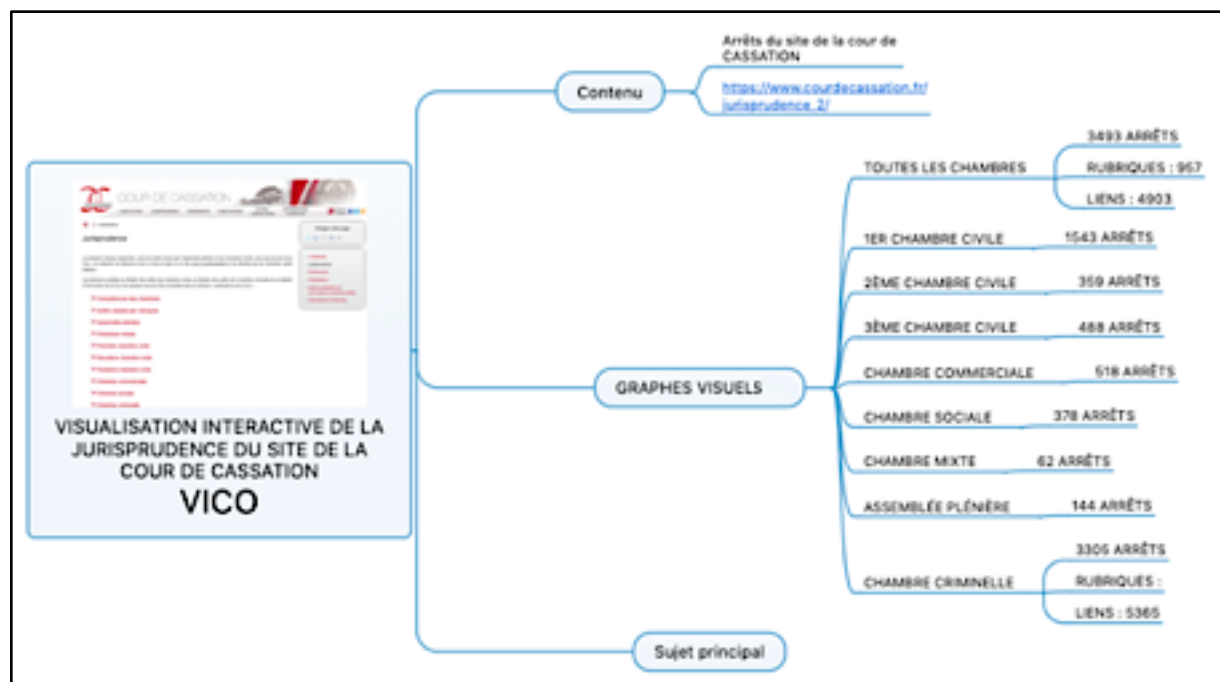


Figure 105. Carte conceptuelle de VICO.

Le résultat de notre travail est consultable dans le site <http://www.visualex.org/>. La visualisation de la jurisprudence du site de la Cour de Cassation montre la relation entre la rubrique principale et les arrêts. De même, le système interactif permet de faire une recherche par rubrique, par n° de décision.

VICO, pour la visualisation, prend seulement en compte les rubriques (titrages) disponibles dans le site de la cour de cassation (une ou deux rubriques). En effet, l'absence d'autres titrages présents dans l'analyse faite par les magistrats, dans chaque jurisprudence a été prise en compte pour la réalisation dans l'outil pour la réalisation de VisuaLex. D'ailleurs nous verrons ensuite dans l'outil VisuaLex que la richesse des données présentes dans la base CASS va nous permettre d'arriver à un système plus abouti, qui permet la gestion visuelle de la jurisprudence.



Figure 106. Site <http://visualex.org/>

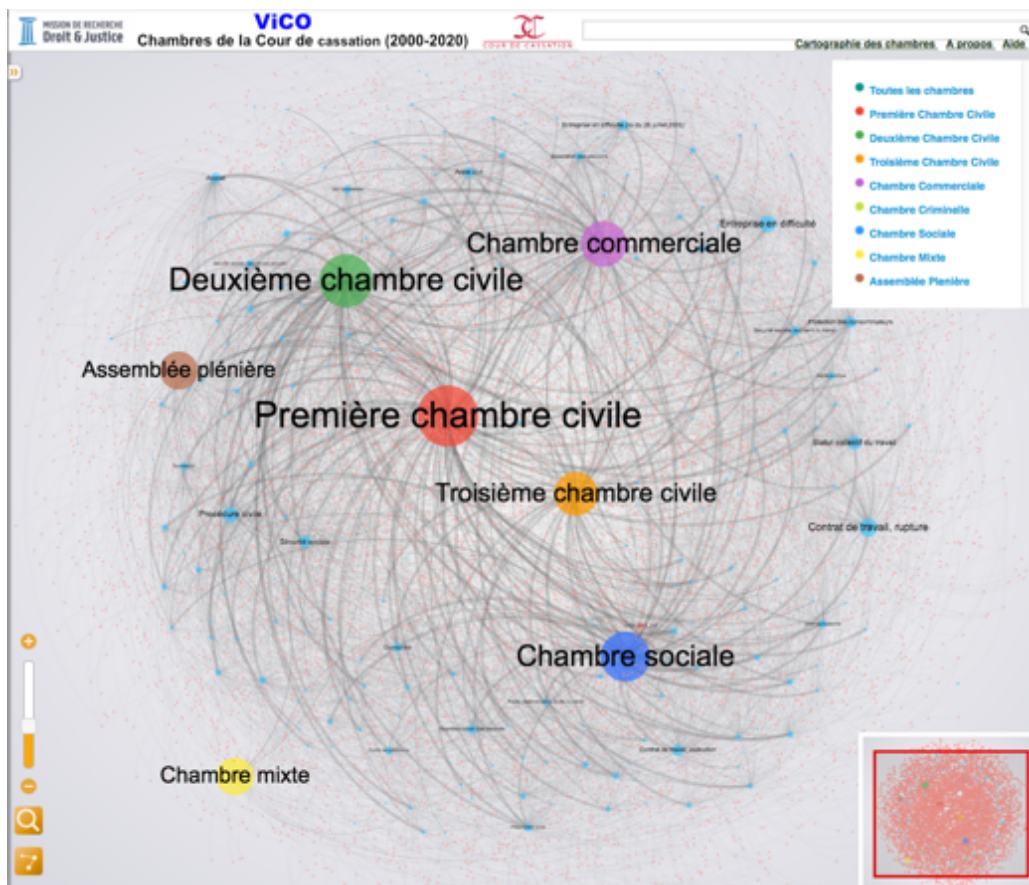


Figure 107. Visualisation Interactive de la jurisprudence de la Cour de Cassation (VICO)

http://visualex.org/AC_WEB/AuCh_WEB.js/

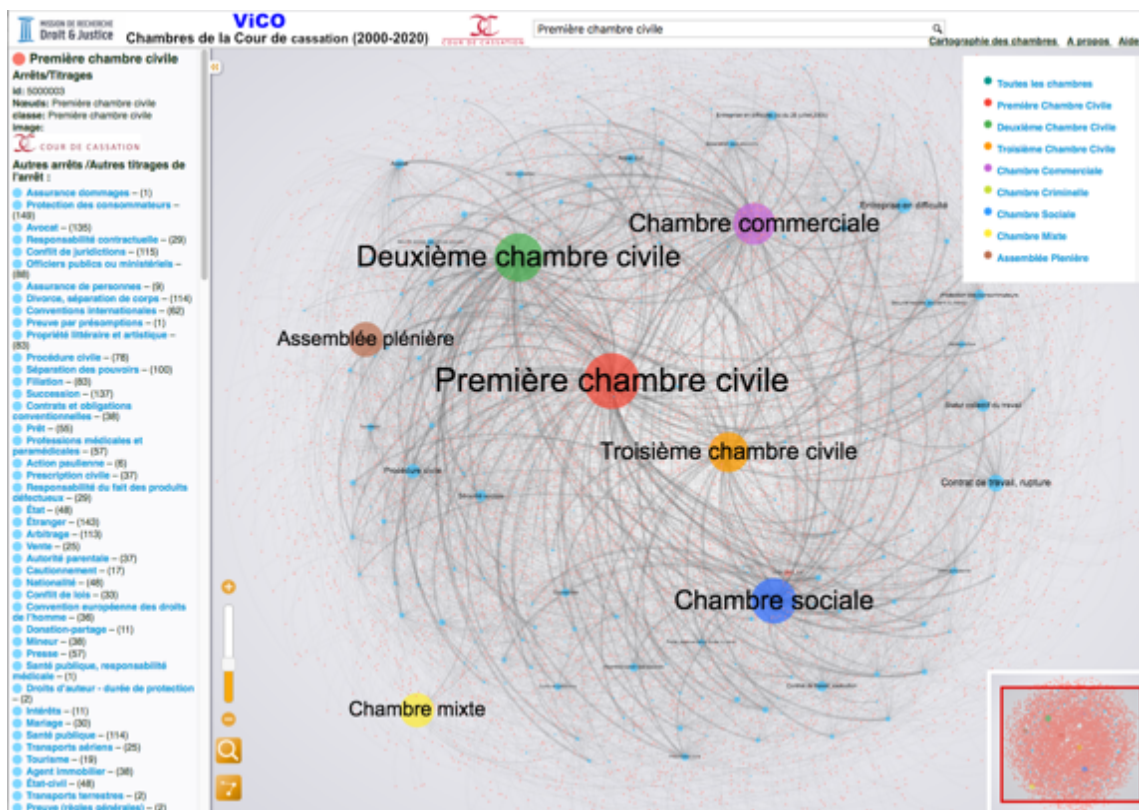


Figure 108. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la Cour de Cassation (VICO)

http://visualex.org/AC_WEB/AuCh_WEB.js/

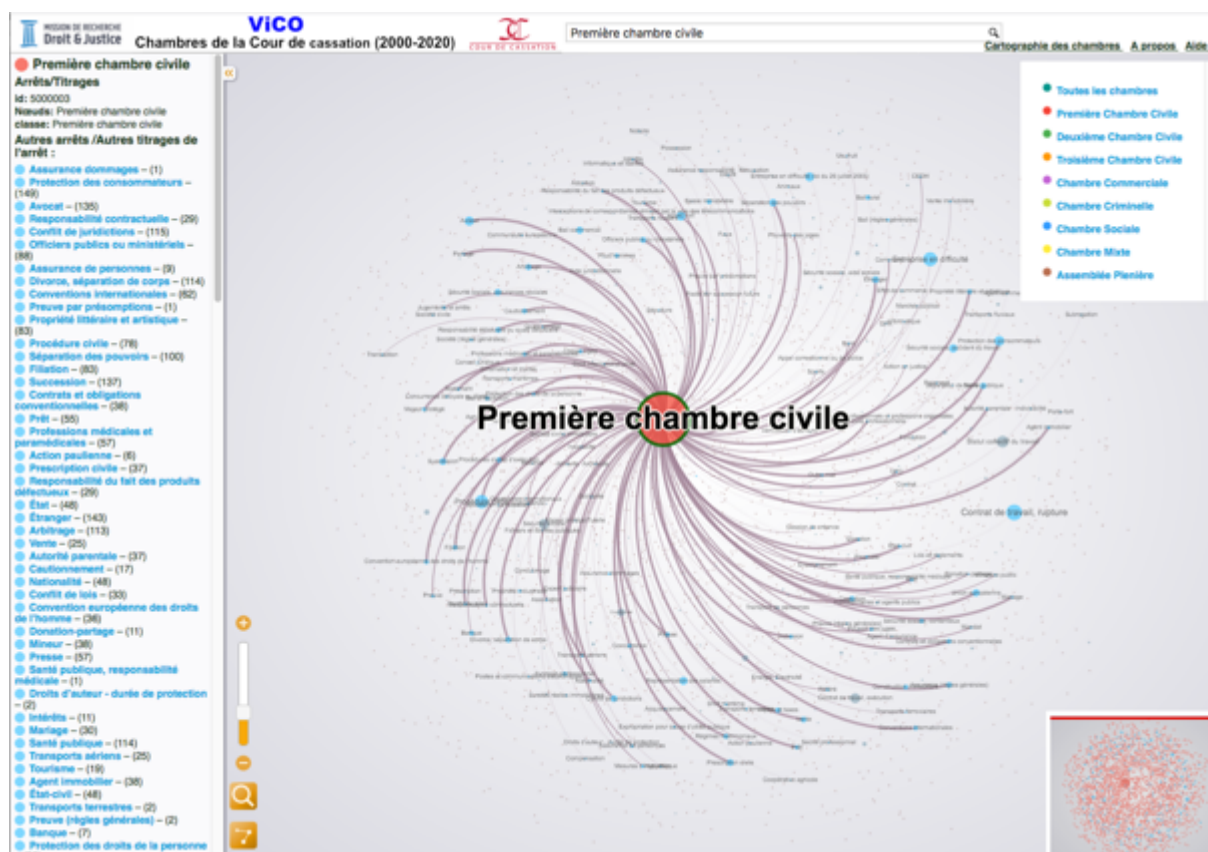


Figure 109. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence 1er Chambre civile

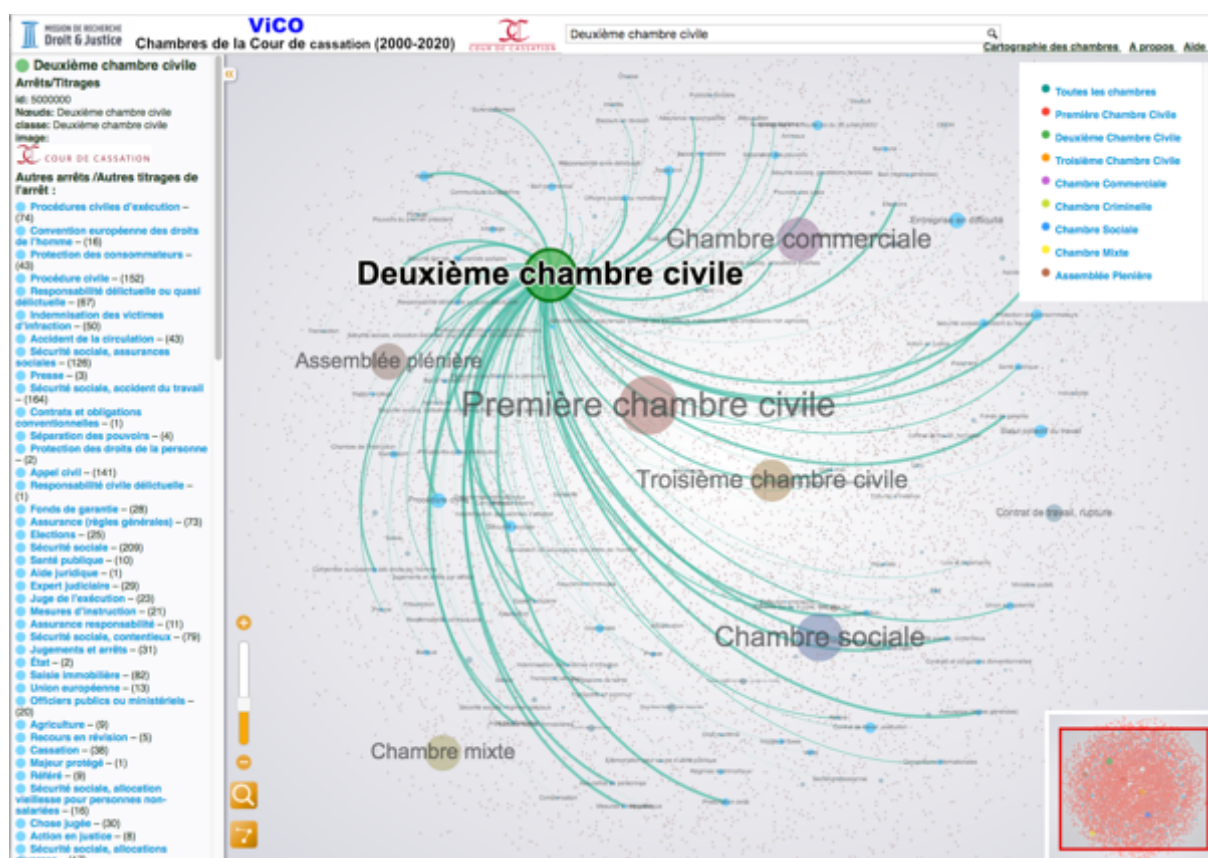


Figure 110. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence 2e Chambre civile

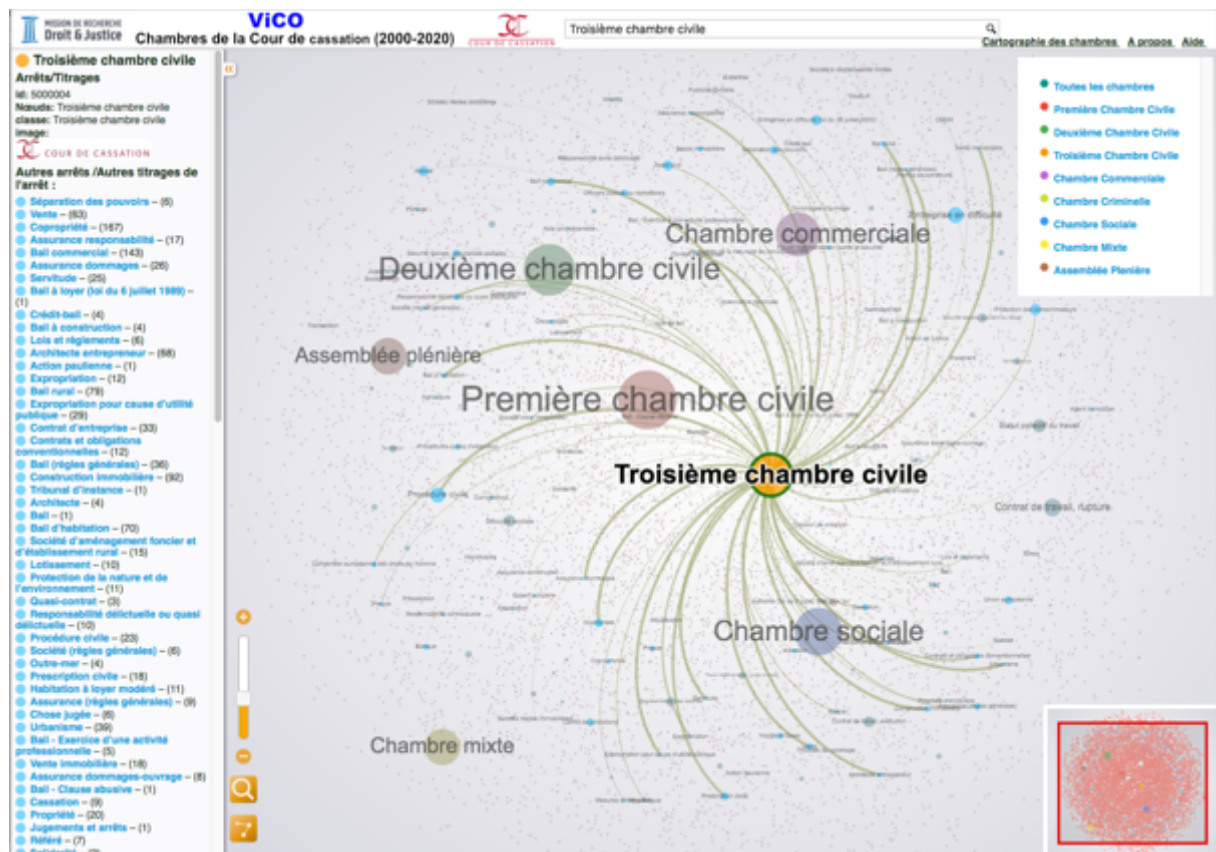


Figure 111. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence 3e Chambre civile

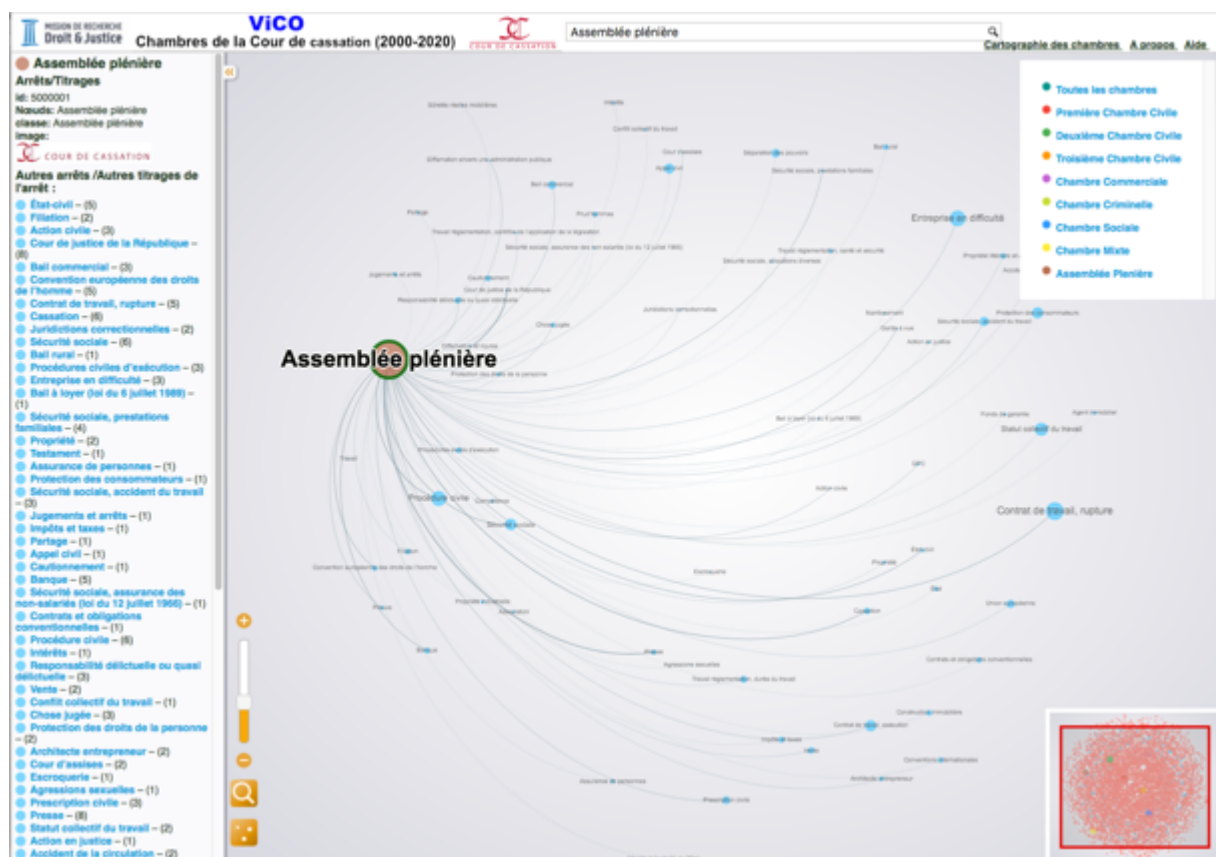


Figure 112. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de l'assemblée plénière

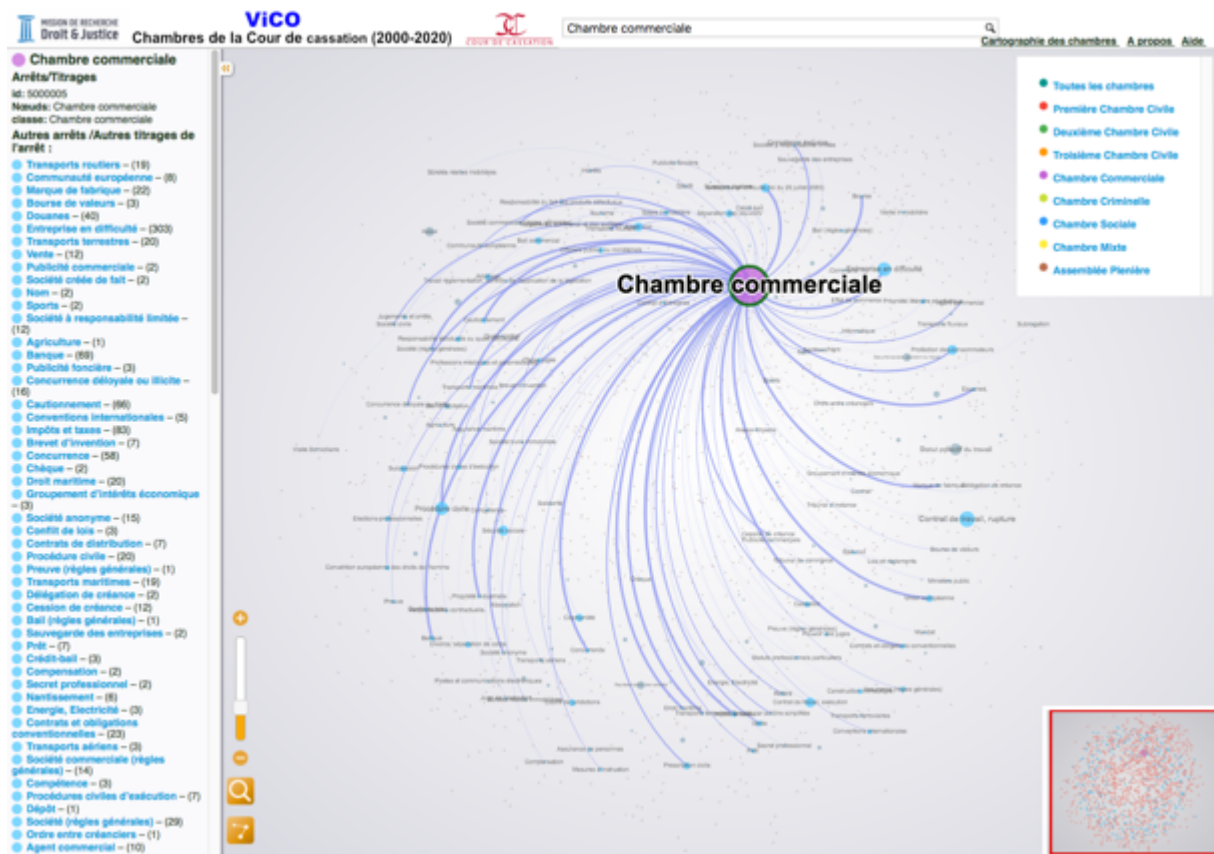


Figure 113. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de chambre commerciale

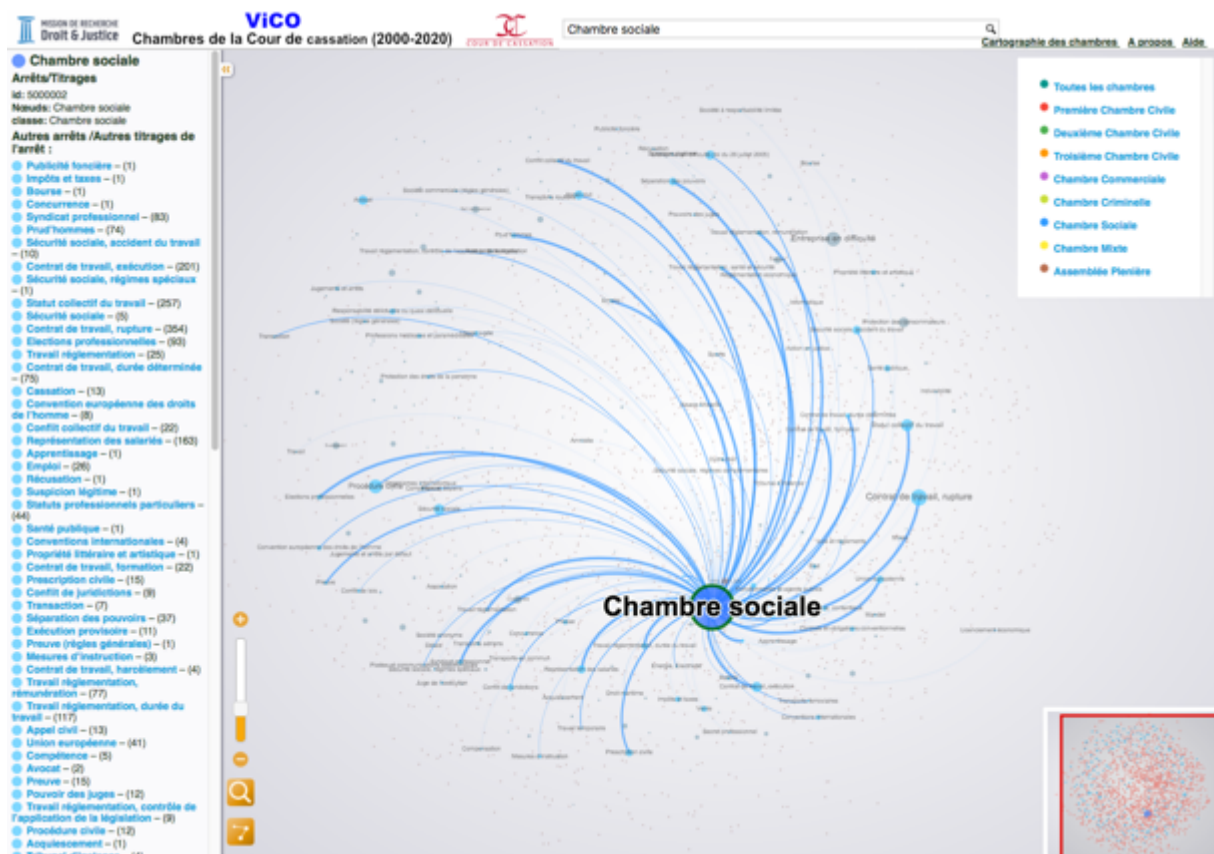


Figure 114. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la chambre sociale

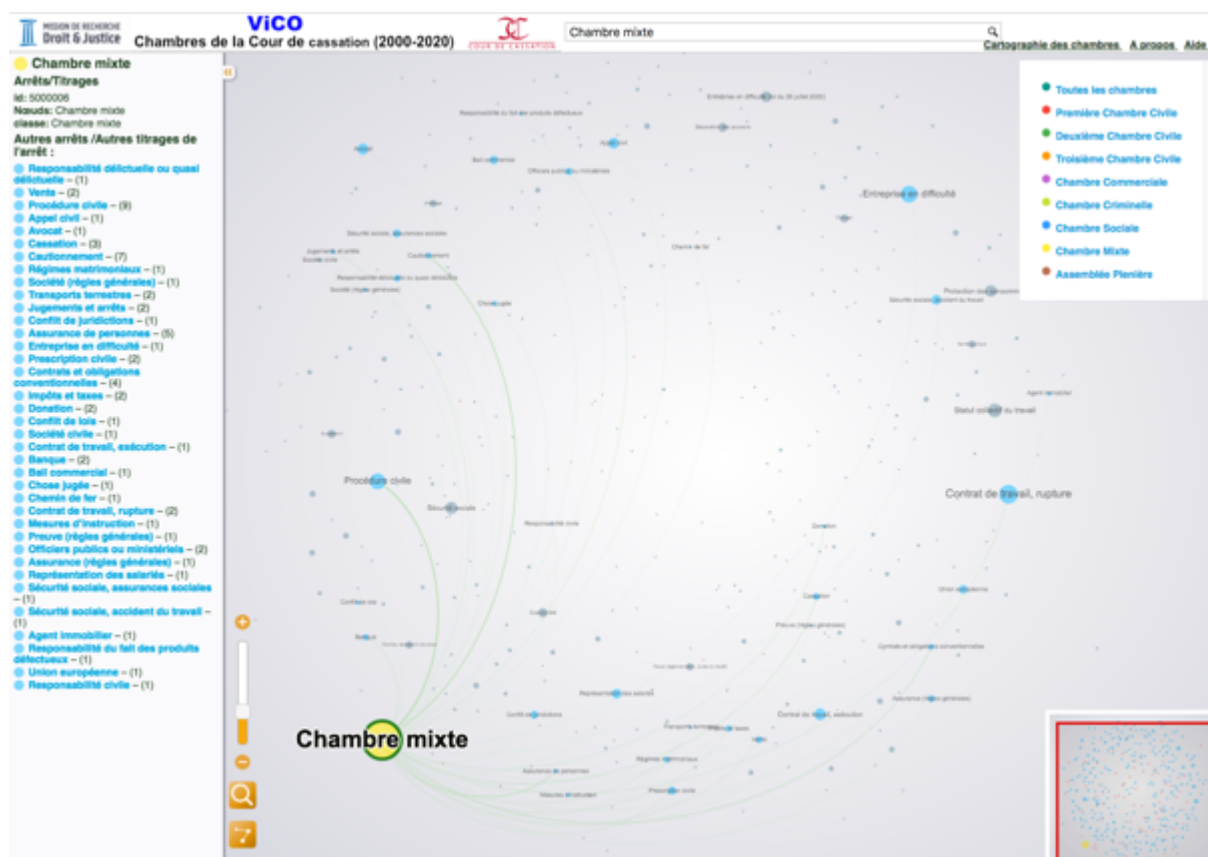


Figure 115. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de chambre mixte

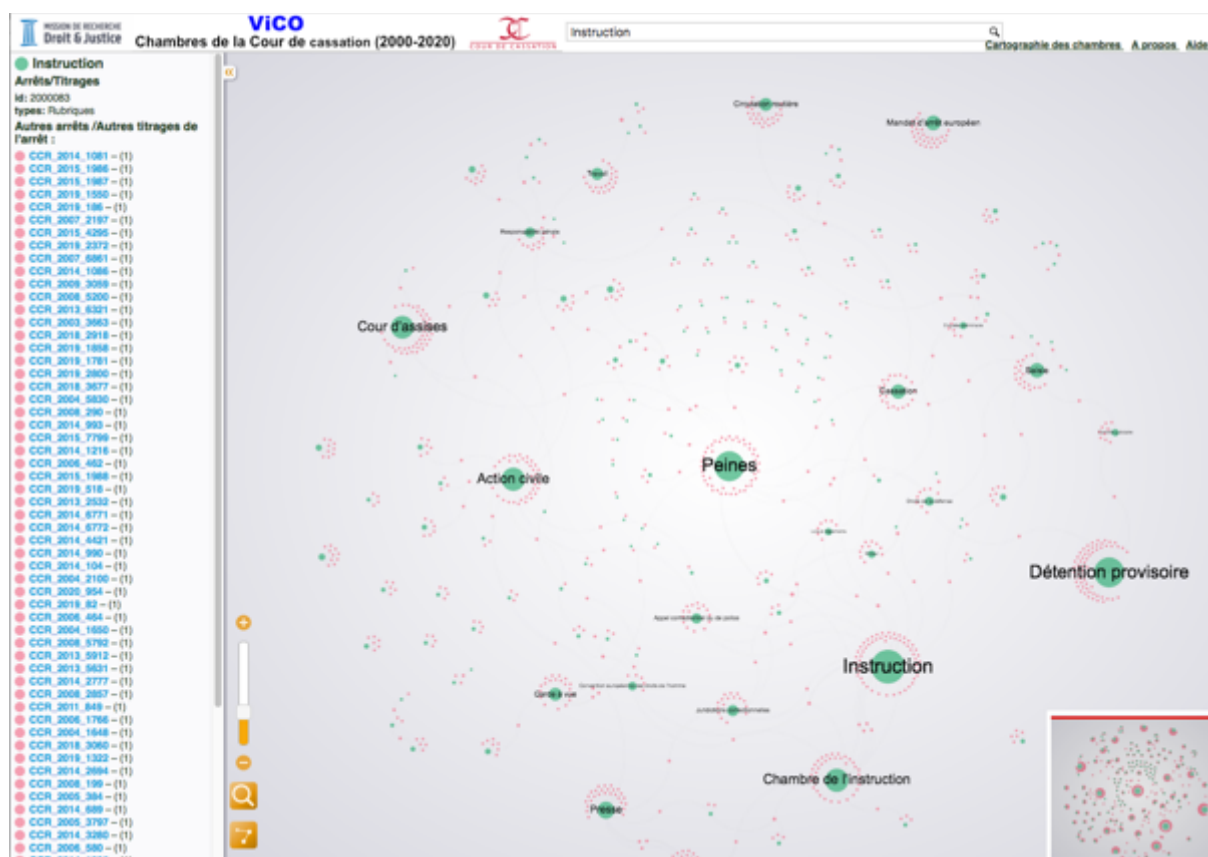


Figure 116. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de chambre criminelle

6.3 La visualisation de la jurisprudence des bases CASS

La base CASS compte aujourd'hui 153.000 arrêts. Plusieurs contraintes ont fait que ce travail nous a pris beaucoup de temps :

- Dans 5% des arrêts, les données sont incomplètes.
- 30% des arrêts ont des problèmes de mise en format : double espace, rubriques collées, erreurs de frappe,
- Les données de la base CASS présentent beaucoup d'erreurs au niveau de l'organisation des rubriques (écrites en majuscules dans la base CASS) et de mots clés ou descripteurs (écrits en minuscules dans la base CASS)

Un traitement des données quasi manuel a été nécessaire pour organiser les données de la façon suivante :

Nous avons exporté les données dans le logiciel Open Refine pour les nettoyer. Nous avons procédé dans un premier temps à la correction des titrages (certaines décisions ont jusqu'à 32 rubriques). Ensuite nous avons séparé les titrages et leurs descripteurs pour leur assigner un identifiant, un n° de position et le numéro de la décision.

Ce travail va nous permettre d'établir les liens pour la visualisation du réseau entre le n° d'arrêt et les différents titrages, et de pouvoir ainsi reconstruire dans la base de données les relations de titrages dans la base CASS de manière automatique.

L'intérêt de cette démarche est de pouvoir établir les liens entre toutes les rubriques de tous les arrêts et pouvoir filtrer par niveaux, par RUBRIQUE et par formation (Chambre civile, commerciale, etc.)

https://www.legifrance.gouv.fr/juri/id/JURITEXT000039099254?dateDecision=&isAdvancedResult=&isAdvancedResult=&page=80&pageSize=100&query=*&searchField=ALL&searchProximity=&searchType=ALL&sortValue=DATE_DESC&tab_selection=juri&tab_selection=juri&typePagination=DEFAULT

Un exemple de la visualisation de ce système est le graphe de réseaux de la Chambre criminelle de tous les arrêts depuis l'année 2000 jusqu'à 2020. L'ensemble de données de 20 dernières années donnent le résultat suivant : 38.000 arrêts toute formation confondue. 475.000 descripteurs et 924 RUBRIQUES.

Le système interactive Visualex. <http://www.visualex.fr/>

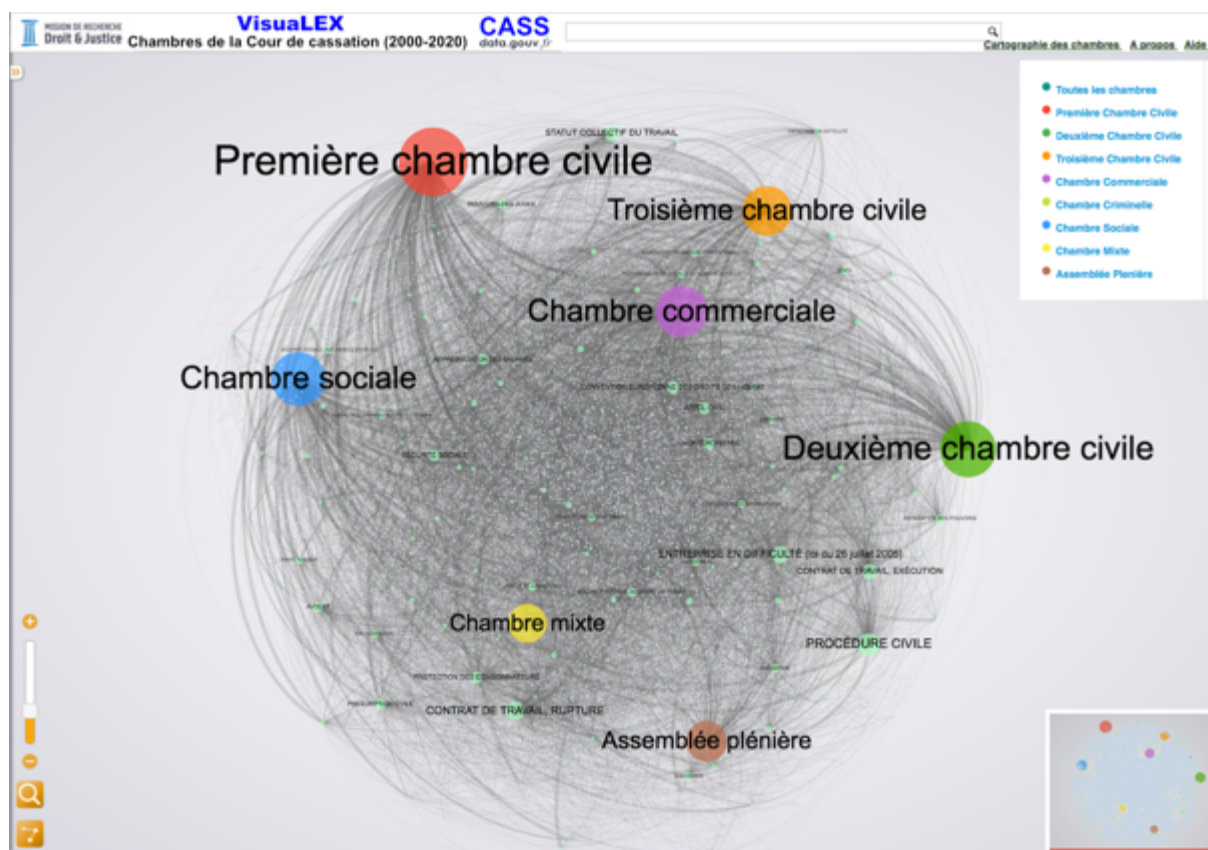


Figure 117. Visualisation Interactive de la jurisprudence de la base de données CASS

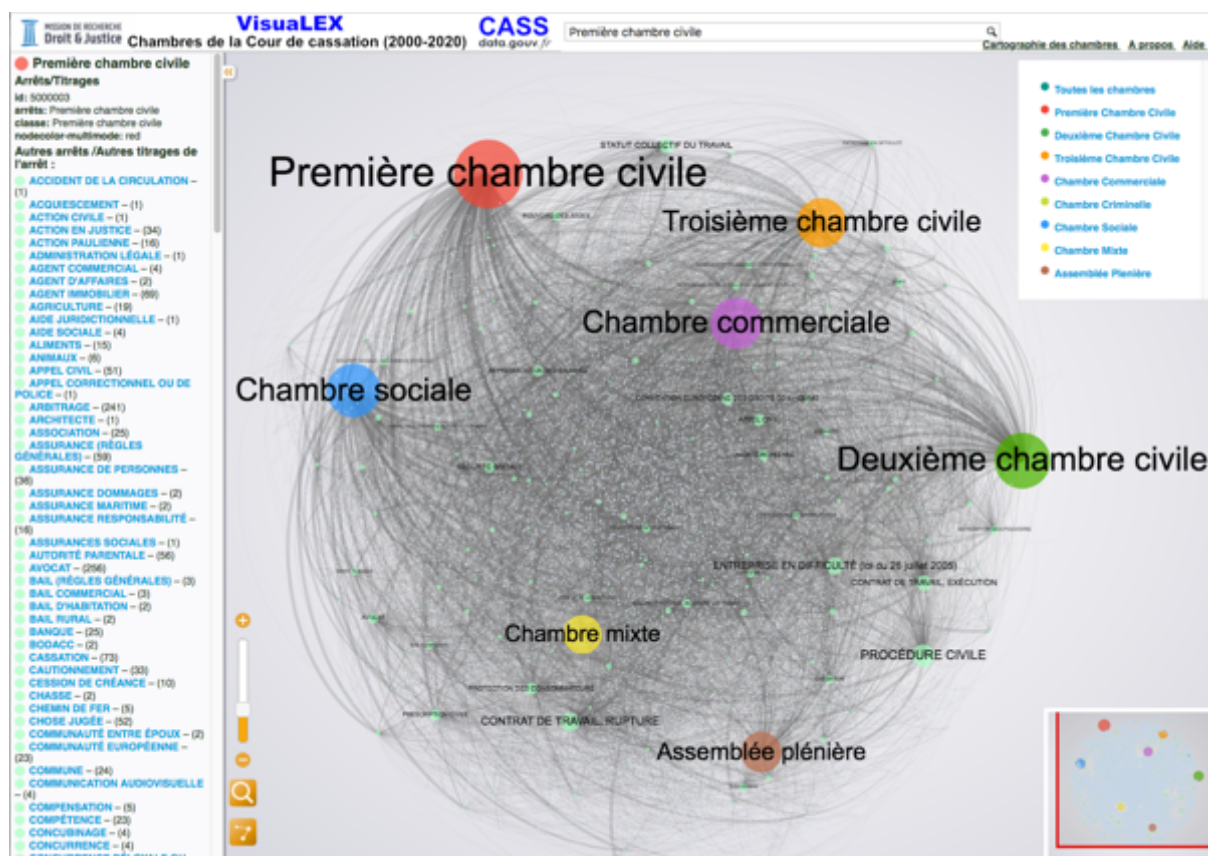


Figure 118. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la base de données CASS

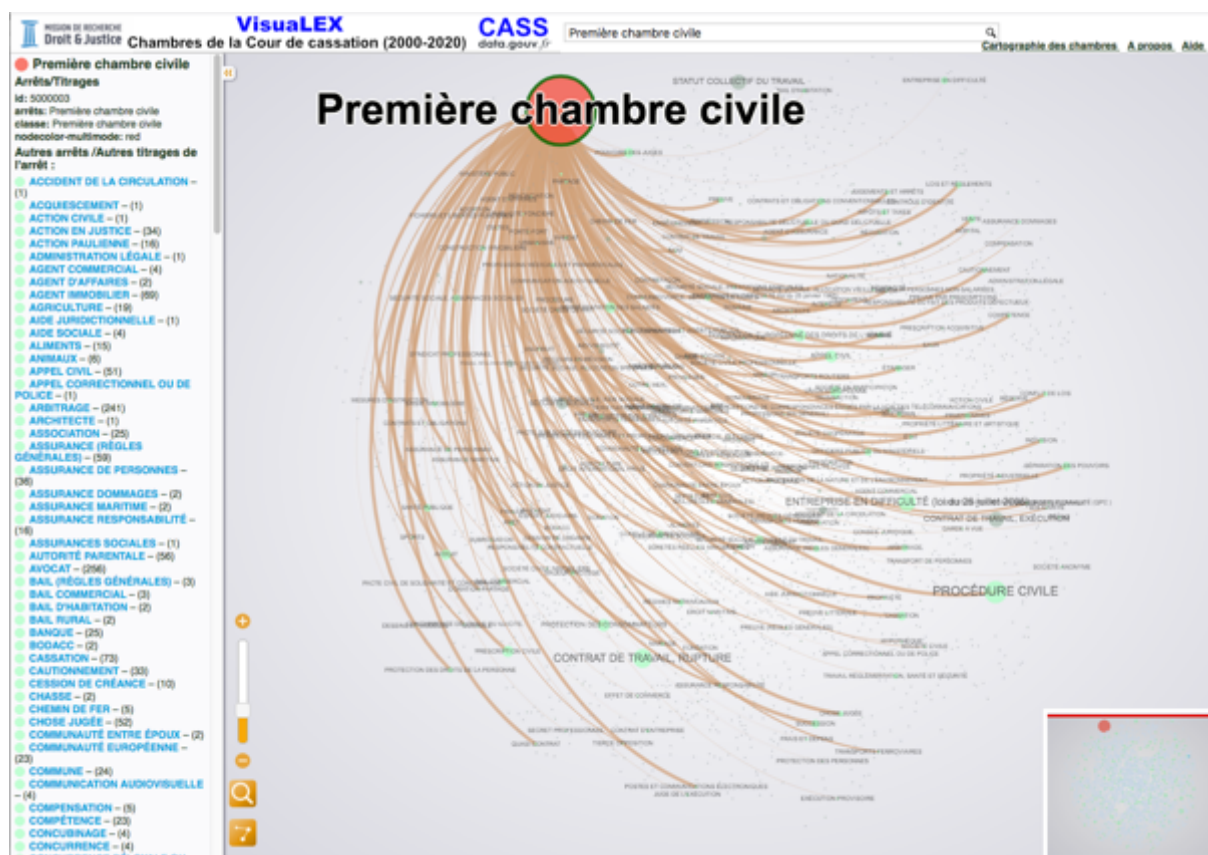


Figure 119. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la 1ere chambre civile

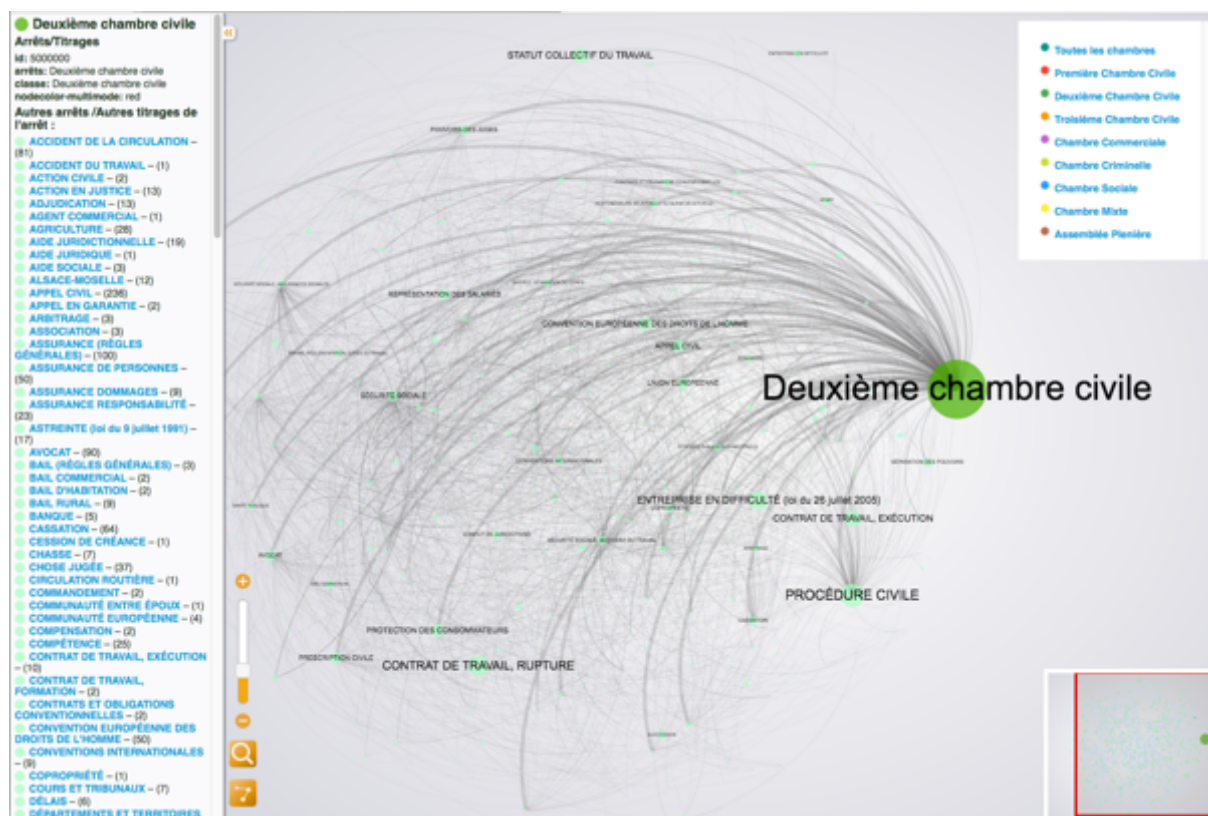


Figure 120. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la 2e chambre civile

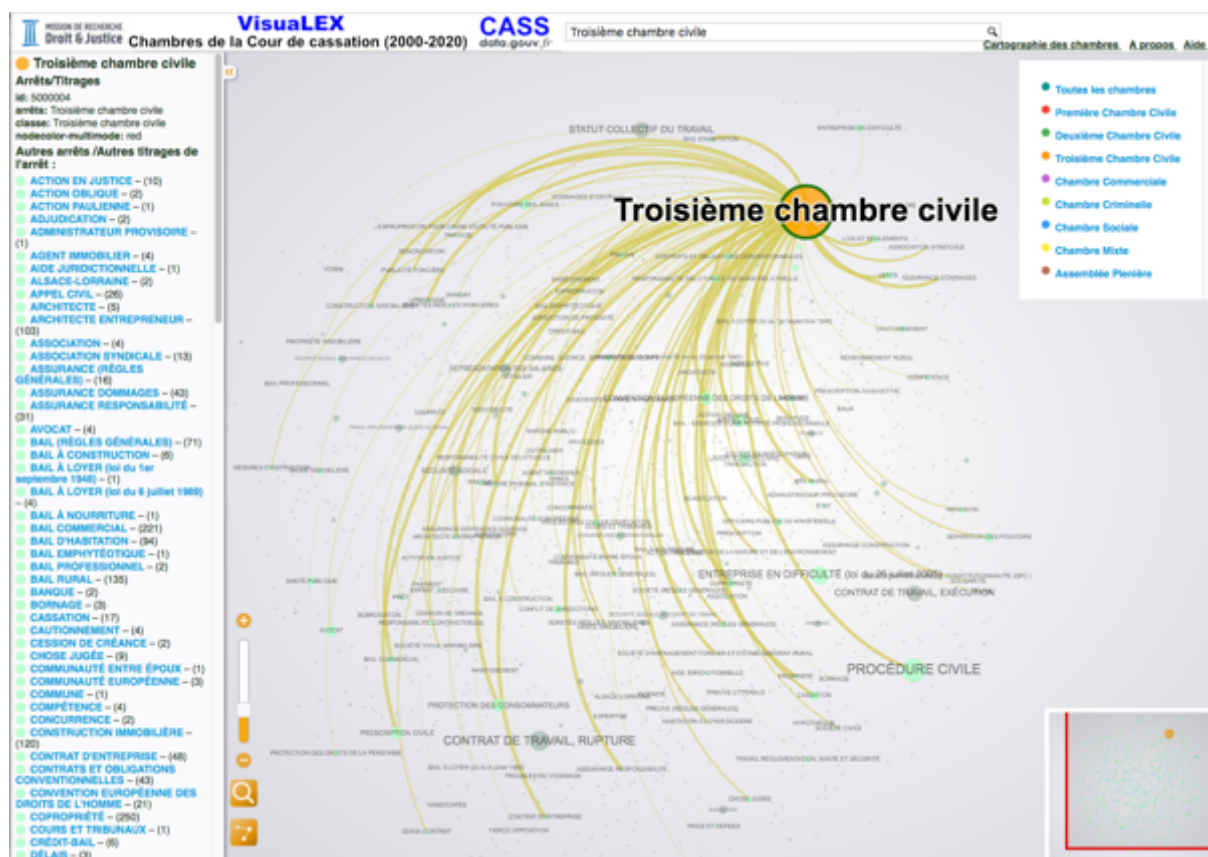


Figure 121. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la 2e chambre civile

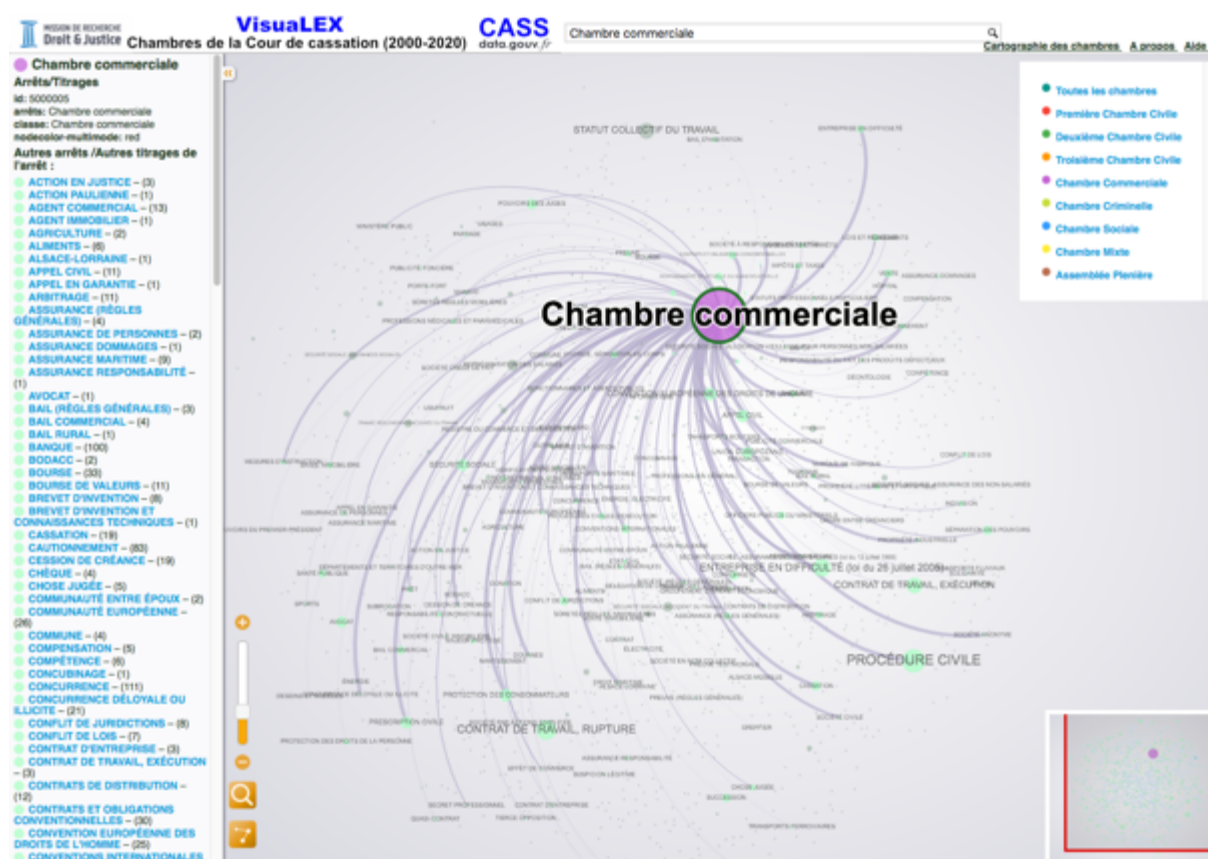


Figure 122. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la chambre commerciale

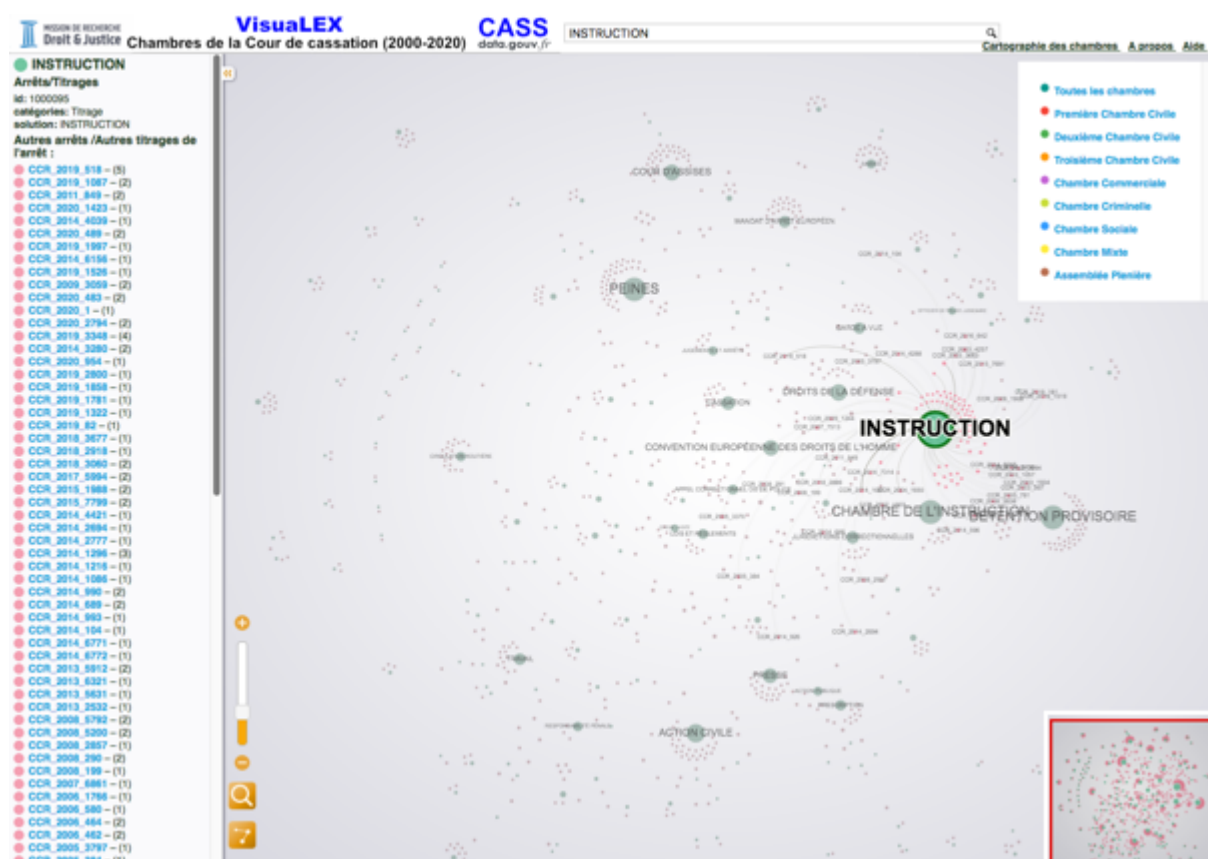


Figure 123. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la chambre criminelle

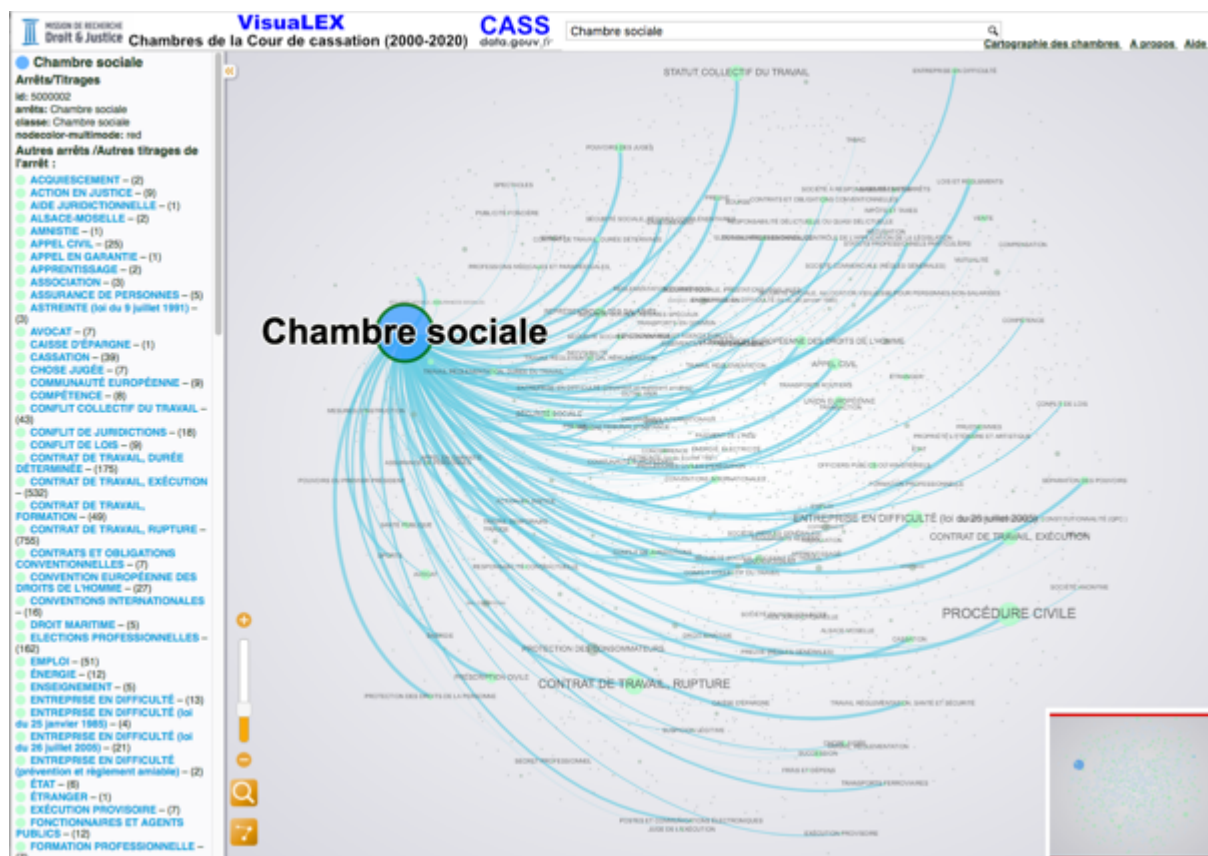


Figure 124. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la chambre sociale

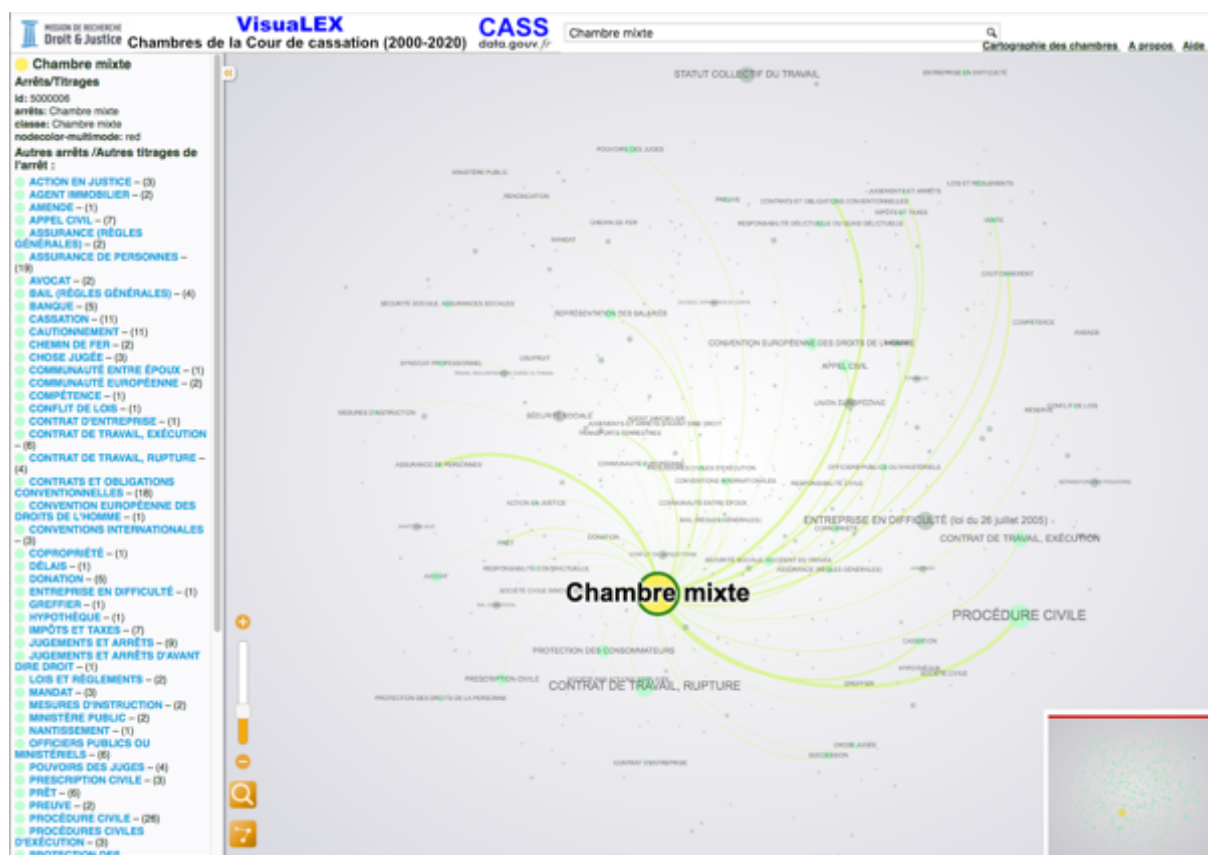


Figure 125. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de la chambre mixte



Figure 126. Visualisation Interactive par rubriques de la jurisprudence de l'assemblée plénière

Conclusions

« L'analyse des données via des méthodes visuelles vous aide à mieux comprendre la complexité. Que vous creusiez dans une base de données divulguée, enquêtiez sur les interactions entremêlées d'un écosystème, gérez votre organisation en réseau ou conserviez une grande archive, vous commencez à donner un sens à un problème complexe en cartographiant ses acteurs et ses relations. En tant que processus de pensée fondamentalement humain, la cartographie nous aide à naviguer dans des liens particuliers entre les acteurs tout en observant les modèles dans leur ensemble et à obtenir un aperçu tout au long de ce voyage ».

(Arikan, 2016)

Notre travail de recherche sur la visualisation de la jurisprudence est à notre connaissance une première dans le domaine juridique français. C'est un projet dit de recherche-action, car d'une part il développe des recherches de visualisation analytique dans le domaine des sciences juridiques computationnelles, et d'autre part il requiert le traitement des données open data et la création d'un dispositif de visualisation interactive. Cette recherche-action dans le sens recherche pour l'action, contextuelle et par nature exploratoire, est basée sur des données retravaillées, contextualisées et analysées ce qui demande du temps et des méthodologies dites agiles.

Notre démarche a été d'abord de définir le cadre de notre recherche en partant des différentes définitions de la visualisation mais aussi en prenant compte de son évolution historique. Ainsi, on a pu observer que la présence des images et des graphiques élaborés avait été utilisées dans les manuscrits juridiques depuis le Moyen Age. Ceci nous a donné un présupposé valide pour montrer que la culture visuelle fait partie de la connaissance juridique et que cette approche pourrait être valable de nos jours, car avec le big data législatif et jurisprudentiel cette représentation visuelle pourrait aider à la compréhension de la complexité de la jurisprudence.

Notre recherche a montré qu'aujourd'hui les systèmes de visualisations ne représentent pas seulement des approches théoriques, mais sont d'importance dans la plupart de pays avec une tradition juridique importante. Les exemples de Ravel Law, de Casemine, de Lexisnexis montrent que l'apport de la visualisation dans le travail du juriste, du magistrat et de l'étudiant en droit permet de mieux appréhender la connaissance quand il s'agit de corpus assez vastes. Cependant, l'état de l'art de l'existant montre que la plupart des études se concentrent sur la Common Law⁶⁹. Ainsi, pour construire un modèle de réseau qui représente la jurisprudence de manière assez fiable, nous devons prendre en compte la structure multi-échelle du droit. Des traits distinctifs du droit, comme la hiérarchie entre les

⁶⁹ Les réseaux de décisions jurisprudentielles dans le Common Law contiennent par ailleurs des renseignements, capables d'identifier les précédents faisant autorité, d'évaluer la pertinence des décisions judiciaires ou même de prédire les causes qui seront citées davantage dans l'avenir.

sources du droit ou les différents types de relations entre les documents juridiques, devraient être bien découpés et incorporés dans un modèle, comme nous le verrons plus en détail dans la suite du travail.

Enfin, une fois avoir posé notre cadre méthodologique et réalisé le traitement des données de la jurisprudence de la cour de Cassation, nous avons pu élaborer un système de visualisation et de recherche à partir de rubriques de chaque décision de justice pour créer un réseau qui montre les rubriques les plus importants organisées par chambres de la Cour et par année. Certes, notre travail a des limites, mais il est prometteur car avec une développement informatique basé sur des bases des données graphiques, nous pourrions traiter des millions d'arrêts de jurisprudence.

Le modèle de VICO comme système d'information juridique, repose sur le concept de recherche informationnelle juridique contextuelle, d'analyse et de visualisation d'informations. L'objectif final du projet consiste à permettre une recherche thématique par représentation visuelle interactive de la jurisprudence présente sur le site de la Cour de Cassation, accessible sur une interface visuelle et interactive. Les documents présents dans la base CASS open data sont multi types, multi sources et multi relations, ce qui représente une source importante de complexité juridique. Cette modalité de recherche permet l'association thématique, la navigation interactive entre les documents à travers de multiples vues topologiques, topographiques et temporelles. Le moteur permet d'accéder à une structure visuelle de thèmes juridiques (approche globale) et de mots-clés qui montrent visuellement les jugements de la cour (approche spécifique), en établissant des liens entre les jurisprudences. Il donne accès au texte intégral de chaque décision et fournit à l'utilisateur une réponse claire et synthétique à un problème juridique initialement complexe en adoptant une approche holistique.

Notre approche diffère des travaux antérieurs, car nous n'utilisons pas la législation en termes de réseau de citations, mais nous employons plutôt un modèle multi-échelle dans lequel deux ou plusieurs documents juridiques, appartenant au même type ou à des types différents, peuvent être liés les uns aux autres par plus d'une relation. Notre modèle englobe de nombreux aspects tels que la hiérarchie entre les sources du droit et les différents types de relations entre les documents juridiques. Cette approche de modélisation transforme le corpus juridique en un réseau multi-relationnel : un réseau avec un ensemble hétérogène d'étiquettes qui peuvent représenter les relations de différentes catégories dans une structure de données unique. A notre connaissance, ce travail diffère considérablement de la plupart des études antérieures et de la vision monolithique du corpus juridique qu'elles partagent. Nous partons de l'hypothèse qu'il existe de multiples sous-réseaux hétérogènes et qu'un examen approfondi de leurs propriétés permette d'établir de nouvelles relations importantes dans le paradigme jurisprudentiel français.

Nous croyons qu'un système de visualisation pour le réseau jurisprudentiel peut être d'une grande aide pour les utilisateurs et les experts juridiques, en les aidant à naviguer facilement dans le corpus. Un autre grand avantage d'une telle approche réside dans le fait

que la législation peut être exploitée non seulement du point de vue traditionnel, mais aussi comme un graphique d'informations hypertextuelles avec des propriétés temporelles. Par exemple, il sera plus facile pour les législateurs de suivre l'effet d'un éventuel changement dans l'ensemble du système normatif, et donc de prendre les mesures appropriées. Enfin, notre approche de modélisation peut être utilisée pour améliorer l'efficacité des systèmes de recherche d'information juridique. Notre hypothèse est que le réseau de législation peut être exploité pour la récupération de texte, de la même manière que les graphiques d'hyperliens sur le Web.

Les résultats sont très prometteurs et montrent que notre approche peut conduire à une meilleure explication de la structure et de l'évolution des propriétés juridiques dans ce domaine. Notre travail s'inscrit indubitablement dans ce processus théorique et méthodologique et démontre que la visualisation réticulaire et interactive permet non seulement de construire un modèle, mais aussi d'établir une relation hypertextuelle entre la taxonomie générée par le réseau de la jurisprudence et la structure des domaines de droit jurisprudentiel. Nous appelons cela un modèle de connaissance du droit en mouvement qui implique d'une part, l'explication et utilisation de réseaux des modèles complexes pour comprendre les systèmes d'information juridique et d'autre part de faire appel aux humanités numériques. Cette méthode de visualisation permet la prise de décision à partir d'ensembles de données. Elle est fondée sur le constat que les informations utiles à la décision juridique reposent sur un ensemble de relations.

Enfin, pour conclure notre travail, il faut préciser que quelles que soit la ou les méthodes utilisées, le rôle du juriste reste essentiel et ce principalement concernant la validation de l'analyse du corpus jurisprudentiel. Il ne s'agit en aucun cas d'un usage aveugle, mais au contraire d'être capable d'allier différentes méthodes, d'aiguiller les logiciels et autres algorithmes afin d'arriver, ensemble, à une analyse la plus complète et satisfaisante de la jurisprudence de la Cour de Cassation.

Validation du modèle auprès des utilisateurs

L'analyse interactive des données fonctionne principalement en boucle. L'objectif initial va être d'améliorer au fur et à mesure que le modèle est évalué par les utilisateurs. Nous avons sélectionné et présenté le produit à plusieurs acteurs : des magistrats (apport de M. Marc Clément dans notre travail, exposé dans le chapitre 6 de notre rapport) et aussi aux juristes et Data scientifiques de la Cour de cassation. Cette dernière présentation nous a permis :

- De cerner les limites de la visualisation en réseaux proposée dans le projet Vico ;
- De dimensionner la portée et l'importance des métadonnées proposées dans la base de données CASS ;
- De trouver d'autres modèles de visualisation applicables à la jurisprudence.

Présentation à la Cour de Cassation

Au mois de septembre 2019, nous avons rencontré plusieurs juristes ainsi que le responsable du site de la cour de Cassation. Lors de notre présentation de la version du projet Vico, plusieurs remarques ont été faites, à savoir :

- La visualisation de la jurisprudence doit être séparée en deux graphiques : un graphique pour la chambre criminelle et un autre pour les autres chambres de la Cour de cassation.
- La visualisation se limite à montrer les relations entre les rubriques (toutes à un seul niveau comme elles sont affichées sur le site de la Cour).
- L'apport de la visualisation de la jurisprudence peut prendre toute sa valeur si, d'une part, on peut utiliser tous les titrages de chaque décision et d'autre part, si on peut réaliser un lien avec le site de <http://www.légifrance.gouv.fr> pour accéder au texte intégral de l'arrêt.

Bibliographie

- Amar, R., Eagan, J. & Stasko, J. (2005) Low-Level Components of Analytic Activity in Information Visualization. *Proceedings of the 2005 IEEE Symposium on Information Visualization. INFO VIS 05*. 23-25 Oct. 2005 Page(s):15 – 15. 2005.
- Bellomo, M.. (1995) *The common legal past of Europe: 1000-1800*. Studies in medieval and early modern canon law. Translated by Lydia G. Cochrane. The Catholic University of America Press
- Bertin, J. (1977). *La graphique et le traitement graphique de l'information* (en collab. avec Serge Bonin), Paris, Flammarion, 1977, 273 p. ; réédition : Bruxelles, Zones sensibles, 2017.
- Bertin, J. (1967). *Sémiologie Graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris, La Haye, Mouton, Gauthier-Villars, 1967. 2e édition : 1973, 3e édition : 1999, EHESS, Paris.
- Boaella et al. (2015). Linking Legal Open Data: breaking the accessibility and language barrier in European legislation and case law,” in *Proceedings of the 15th International Conference on Artificial Intelligence and Law - ICAIL '15*, San Diego, California
- Bogdanovic- Dinic et al. (2014). How Open Are Public Government Data? An Assessment of Seven Open Data Portals,” in *Measuring E-government Efficiency*, M. P. Rodríguez-Bolívar, Ed. New York, NY: Springer New York, 2014, pp. 25–44.
- Bourcier D., Mazzega & Boulet (2010) Visualiser la complexité du droit in *Les Technologies de l'Information au Service des Droits: Opportunité, Défis, Limites*. Bruxelles, 2010 ; pp 1-17
- Brunschwig, C. R. (2014). On Visual Law: Visual Legal Communication Practices and Their Scholarly Exploration. In: *Zeichen und Zauber des Rechts: Festschrift für Friedrich Lachmayer, Erich Schwehofer et al. (eds.)*, Bern: Editions Weblaw, 899-933. Disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2405378>
- Bourcier D. (2011). Sciences juridiques et complexité Un nouveau modèle d'analyse. *Technologies, Droit et Justice*, Numéro 61, 2011
- Burkhard, R.A. (2004). Learning from architects: the difference between knowledge visualization and information visualization. *Proceedings of Eighth International Conference on Information Visualisation*. 14-16 Jul 2004 Page(s): 519 – 524.
- Card S. K., Mackinlay J. D., and Shneiderman B. (1999) *Readings in Information Visualization : Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., London.
- Catta, É. & Delliaux, A. (2019). *Codification, Between Legal Complexity and Computer Science Agility*. 10.1007/978-3-030-11506-7_2.
- Charalabidis Y. et al. (2018). *The World of Open Data, Public Administration and Information Technology*. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018 doi.org/10.1007/978-3-319-90850-2_1

- Chignard, S. (2013). *A brief history of Open Data*. <http://parisinnovationreview.com/articles-en/a-brief-history-of-open-data>
- Chittaro L. (2004). "Special Issue on HCI Aspects of Mobile Devices and Services", *Personal and Ubiquitous Computing Journal*, Vol. 8, No.2.p. 41
- Clarvis, M. H., Allan, A., & Hannah, D. M. (2014). *Water, resilience and the law: From general concepts and governance design principles to actionable mechanisms*. *Environmental Science & Policy*, 43, 98–110. <http://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.10.005>
- Conte, E. (2016) *La fuerza del texto. Casuística y categorías del derecho medieval*. Universidad Carlos III de Madrid. URI: <http://hdl.handle.net/10016/22261>.
- Costa, J. . (1998). *La esquemática: visualizar la información*. Barcelona: Editorial Paidós, Colección Paidós Estética 26
- Costa, A. (2018). La Combinatoire juridique de Bernardus De Lavineta. *Dix-septième siècle*, 279(2), 203. <https://doi.org/10.3917/dss.182.0203>
- Dahami & Vermeille, (2017). Open Data for Case Law: A Digital Republic for Predictable and Attractive Legal Rules. *SSRN Electronic Journal*.
- Degenne. A, Forse. M (1994). *Les Réseaux sociaux*, Paris, Armand Colin.
- Dumasy-Rabineau, J. (2013) La vue, la preuve et le droit : les vues figurées de la fin du Moyen Âge, *Revue historique* 2013/4 (n° 668), p. 805-831. DOI [10.3917/rhis.134.0805](https://doi.org/10.3917/rhis.134.0805)
- Ermine J.-L., Mouradi M.et Brunel S. (2012). *Une chaîne de valeur de la connaissance. Management international*, HEC Montréal, 2012, 16, pp.29-40. (hal-00998809)
- Errera, A. (1995). *Arbor actionum*. Génère letterario e forma di classificazione delle azioni nella dottrina dei glossatori. Bologna, Monduzzi, 1995, XVIII- 406 págs.
- Fatás, G. (2013). *Fueros de Aragón miniados. Las imágenes del Vidal Mayor*. CAJA DE AHORROS DE LA INMACULADA
- Few S. (2012). *Perceptual Edge Blog*. <http://www.perceptualedge.com/blog/?p=1245>
- Feigenson, N.; Sherwin, R. K. and Spiesel, C. (2005), Law in the Digital Age: How Visual Communication Technologies are Transforming the Practice, Theory, and Teaching of Law (August 30, 2005). *NYLS Legal Studies Research Paper* No. 05/06-6; Barbados Group Working Paper No. 05-06. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=804424> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.804424>
- Friendly, M. & Denis, D. J. (2001). *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization*. Web document, <http://www.datavis.ca/milestones/>. Accessed: January 6, 2020
- Frova Carla (1999). *Le traité de fluminibus de Bartolo da Sassoferrato (1355)*. In: Médiévales, n°36, 1999. Le fleuve. pp. 81-89; doi : 10.3406/medi.1999.1449. http://www.persee.fr/doc/medi_0751-2708_1999_num_18_36_1449

- Jacob, R. (1994) *Images de la Justice*. Paris, Le Léopard d'Or, 1994, 256 p.
- Giordanengo, C. (2012). *Le droit enseigné par l'image (1/2) : illustrer le « Corpus juris civilis »* in Interfaces/fonds anciens BU Lyon. En Publié 24 février 2012 · Mis à jour 7 janvier 2015. <https://bibulyon.hypotheses.org/1579>
- Giordanengo C. (2012). *Le droit enseigné par l'image (2/2) : illustrer les degrés de parenté* in Interfaces/fonds anciens BU Lyon. Publié 24 mars 2012 · Mis à jour 7 janvier 2015. <https://bibulyon.hypotheses.org/1713>
- Gonzalez A. et al. (2013). «Visualization approaches for the construction of knowledge in law: application in a digital corpus of jurisprudence.»in *Informacao & Sociedade-estudios* 23.3 (2013): págs.75-87. Version pdf en ligne. consulté le 27 avril 2017
http://basessibi.c3sl.ufpr.br/brapci/repositorio/2015/12/pdf_b1c04a4a55_0000014174.pdf
- Guzmán C., O.-H. (2007). Taxonomías de la visualización de información. *S & T. Revista de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Telemática*, Universidad Icesi. Cali. Colombia.
- Heer, J- M. (2008). Supporting Asynchronous Collaboration for Interactive Visualization. Berkeley: University of California, Berkeley.
<https://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2008/EECS-2008-166.pdf>.
- Keim, D. (2002). Information Visualization and Visual Data Mining. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 7, No. 1, January-March 2002. Behrmann, C. (2013). *Bilder, Objekte und Zeichen des Rechts Jahrbuch* 2012/2013. MaxPlanck-Gesellschaft.
- Keim, D. A. et al. (2008). Visual Analytics: Scope and Challenges. Visual Data Mining. Theory, Techniques and Tools for Visual Analytics. Springer. Berlin.
- Katz, D. M. and Bommarito II, M. J. "Measuring the complexity of the law: the united states code," *Artificial Intelligence and Law*, vol. 22, no. 4, pp. 337–374, 2014.
- Koniaris et al. (2015). Network analysis in the legal domain: A complex model for european union legal sources. In: *Physics and Society*, Cornell University Library, arxiv. <http://arXiv.org/abs/1501.05237>
- Koniaris, M.; Anagnostopoulos, I. and Vassiliou Y. (2017) Evaluation of Diversification Techniques for Legal Information Retrieval. In *Algorithms* 2017, 10(1), 22; doi: [10.3390/a10010022](https://doi.org/10.3390/a10010022) . Consulté le 2 avril 2018. <http://www.mdpi.com/1999-4893/10/1/22/htm#fn1-algorithms-10-00022>
- Kosara, R. (2016). Presentation-Oriented Visualization Techniques. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 36(1), 80–85. doi:[10.1109/mcg.2016.2](https://doi.org/10.1109/mcg.2016.2)
- Kosara, Robert. 2007. Visualization Criticism - The Missing Link Between Information Visualization and Art. In *2007 11th International Conference Information Visualization (IV '07)*, 631-36. Zurich, Switzerland: IEEE. <https://doi.org/10.1109/IV.2007.130>.
- Lacarra, M. del C. (2012). *El manuscrito del Vidal Mayor. Estudio histórico-artístico de sus miniaturas*. In *La miniatura y el grabado de la Baja Edad Media en los archivos españoles*, ed. M. C. Lacarra (Zaragoza: Institucion Fernando El Catolico, 2012), pp. 7 - 44.

- Lee B, Lee K-M, Yang J-S (2019) Network structure reveals patterns of legal complexity in human society : *The case of the Constitutional legal network*. *PLoS ONE* 14 (1): e0209844. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209844>
- Lettieri, N et al. (2015). Network, Visualization, Analytics. A Tool Allowing Legal Scholars to Experimentally Investigate EU Case Law in Nail 2015. *3rd International Workshop on "Network Analysis in Law"*; págs.25–36. Consulté en ligne le 27 mars 2018 <http://www.leibnizcenter.org/~winkels/OpenLawsNail2015pp.pdf>
- LLull, R. (2015). *Arte breve de la invención del Derecho*. Estudio preliminar de Rafael Ramis Barceló, traducción de Pedro Ramis Serra y Rafael Ramis Barceló. Universidad Carlos III de Madrid. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/21406>
- Mansfield, K. (2015). *Judicial Case Law Citation Timeline (December 2015)*. [https://www.semanticscholar.org/paper/Judicial-Case-Law-Citation-Timeline-\(-December-2015-Mansfield/2855937d2115849c7d63ce2d24ea516f7765ba93](https://www.semanticscholar.org/paper/Judicial-Case-Law-Citation-Timeline-(-December-2015-Mansfield/2855937d2115849c7d63ce2d24ea516f7765ba93)
- Marchese, F. T. (2012). «The Origins and Rise of Medieval Information Visualization,» *2012 16th International Conference on Information Visualisation*, Montpellier, 2012, pp. 389-395. doi: [10.1109/IV.2012.71](https://doi.org/10.1109/IV.2012.71). http://csis.pace.edu/~marchese/Papers/IV12/Marchese_IV%2712_Pub.pdf
- Melinkas, A. (1975) *The Corpus of the miniatures in the manuscripts of Decretum Gratiani*, Roma, Studia Gratiana, 1975
- Monino, J-L. et al. (2016). *Big data, Open Data and data development*. Wiley- ISTE
- Mourin L. (1958). L'édition critique du Vidal Mayor. *Scriptorium*, Tome 12 n°1, 1958. pp. 110-113. DOI : 10.3406/scrip.1958.2964 Disponible sur le site : www.persee.fr/doc/scrip_0036-9772_1958_num_12_1_2964
- Munzner, T. (2009). A nested process model for visualization design and validation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 15(6) :921–928, 2009.
- Pagallo, Ugo. (2019). Network Theory and Legal Information “for” Reality: A Triple Support for Deliberation, *Decision Making, and Legal Expertise*. 10.1007/978-3-030-11506-7_13.
- Patrignani, E., 2016. Legal Pluralism as a Theoretical Programme. *SSRN Oñati Socio-legal Series* [online], 6 (3), 707-725. Disponible sur le site : <http://ssrn.com/abstract=2833822>
- Piggin, Jean-Baptiste (2016). *The Missing Manual: Schadt's Arbores*. Jul 23, 2016 DOI: [10.13140/RG.2.1.4283.8002](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4283.8002)· Disponible sur le site : https://www.researchgate.net/publication/305545877_The_Missing_Manual_Schadt%27s_Arbores
- Ramis Barceló, R. (2012). La recepción de las ideas jurídicas de Ramon Llull en los siglos xv y xvi. *Revista de estudios histórico-jurídicos*, (34), 431-456. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-54552012000100013>
- Raz, J. (1980). *The Concept of a Legal System*. Oxford University Press on Demand.

Ratnapala, S. (2013). *Jurisprudence*. Cambridge University Press.

Révah Israël Salvatore. (1956) Vidal Mayor, *Traducción aragonesa de la obra «In excelsis Dei Thesauris » de Vidal de Canellas*, editada por Gunnar Tilander, 1956. In: *Romania*, tome 78 n°310, 1957. pp. 262-265. Disponible sur le site : www.persee.fr/doc/roma_0035-8029_1957_num_78_310_3086_t1_0262_0000_2

Rey, A. (2016). *Dictionnaire Historique De La Langue Française*. Éditions Robert.

Rossi, A., & Palmirani, M. (2018). From Words to Images Through Legal Visualization. In U. Pagallo, M. Palmirani, P. Casanovas, G. Sartor, & S. Villata (Éd.), *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems* (p. 72-85). Cham: Springer International Publishing.

Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, 33(2), 163–180. <https://doi.org/10.1177/0165551506070706>

Sarat, A and Kearns, T (1995) *Law in Everyday Life*. Ann Arbor, MI: University of Michigan. Press, 1995

Schadt, H. (1982) *Die Darstellungen der 'Arbores Consanguinitatis' und 'Arbores Affinitatis', Bildschemata in juristischen Handschriften*, Tübingen, E. Wasmuth, 1982

Shneiderman, B. (1996). The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. *Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages*. 3-6 Sept. 1996. Page(s):336 – 343.

Schermann, M. (2019) *A Reader on Data Visualization*. Cours MSIS 2629 https://mschermann.github.io/data_viz_reader/introduction.html#what-is-data-visualization

Sherwin, R. (2018). Visual Literacy for the Legal Profession. *European Journal of Legal Education*, 68, 1. <https://jle.aals.org/home/vol68/iss1/9/>

Solveig V. (2006). *Visualisation de l'information : un panorama d'outils et de méthodes*. [Rapport de recherche] INIST-V - 06-03, Institut de l'Information Scientifique et Technique (INIST-CNRS). 2006, 38 p., illustrations, bibliographie et webographie : 44 références. <hal-01456799> <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01456799>

Tauberer J. (2012). Open Government, Big Data, and Mediators - Open Government Data: The Book. *Open government data*. <http://opengovdata.io>

Ubieto , A. et al. .(1989). *Vidal mayor, I. Fac-similé. II. Estudios*, Huesca : Excma,

Vico G. (2001 [1744]), *L'Esprit de la Cité*. Traduit et présenté par Alain Pons, Paris : Fayard. .

Wetzel, R., & Flückiger, F. (2009), dir., *Au-delà de l'illustration, Texte et image au Moyen Age, approches méthodologiques et pratiques*, Zurich : Chronos, 2009 (Medienwandel - Medienwechsel - Medienwissen, 6)

Van Wijk, J. J. (2005). The value of visualization. In *Visualization, 2005. VIS 05. IEEE* (p. 79–86). IEEE

Zanin C. et Tremelo M.-L. (2003). *Savoir-faire une carte. Aide à la conception et à la réalisation d'une carte thématique*. Belin, Paris.

Zerubavel, E. (2003). *Time Maps: Collective Memory and the Social Shape of the Past*. University of Chicago Press, 2003; pp.194.

Wagner, A., & Pencak, W. (2006). *Images in Law* Ashgate Publishing, Ltd. Hampshire 2006 (pp. 1–329).

Manuscripts

- *Mirror of the Saxons*. In: *World Digital Library*. 1295-1363, abgerufen am 13. August 2013.
- *Sachsenspiegel Online* <http://www.sachsenspiegel-online.de/export/ssp/ssp.html>
- *Die Dresdner Bilderhandschrift des Sachsenspiegels - Mscr.Dresd.M.32*
- Cod. Pal. germ. 164. Eike von Repgow. Heidelberger Sachsenspiegel. <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/cpg164>
- Vidal Mayor The J. Paul Getty Museum. Manuscrito en ligne : <http://www.getty.edu/art/collection/objects/1431/unknown-vidal-de-canellas-and-probably-michael-lupi-de-candiu-et-al-vidal-mayor-spanish-1290-to-1310/>
- St. Gallen, Stiftsbibliothek, Cod. Sang. 231, p. 341 – Isidorus, Etymologiae, Lib. I-X (<https://www.e-codices.ch/fr/list/one/csg/0231>)
- Memoriale juris civilis Romani, Johannes Bruno. <https://archive.org/details/memorialejurisci00buno>
- Memoriale codicis Justinianei, Johannes Bruno. https://archive.org/details/memorialecodicis00buno_1
- Manuscrit du « De fluminibus » du XVIe siècle <https://archive.org/details/tyberiadisdbarto00bart>
- Arbor actionum

Annexes

A. Guide d'utilisation du site visualex.org

MENU



Arrêts de la chambre criminelle 2001-2020

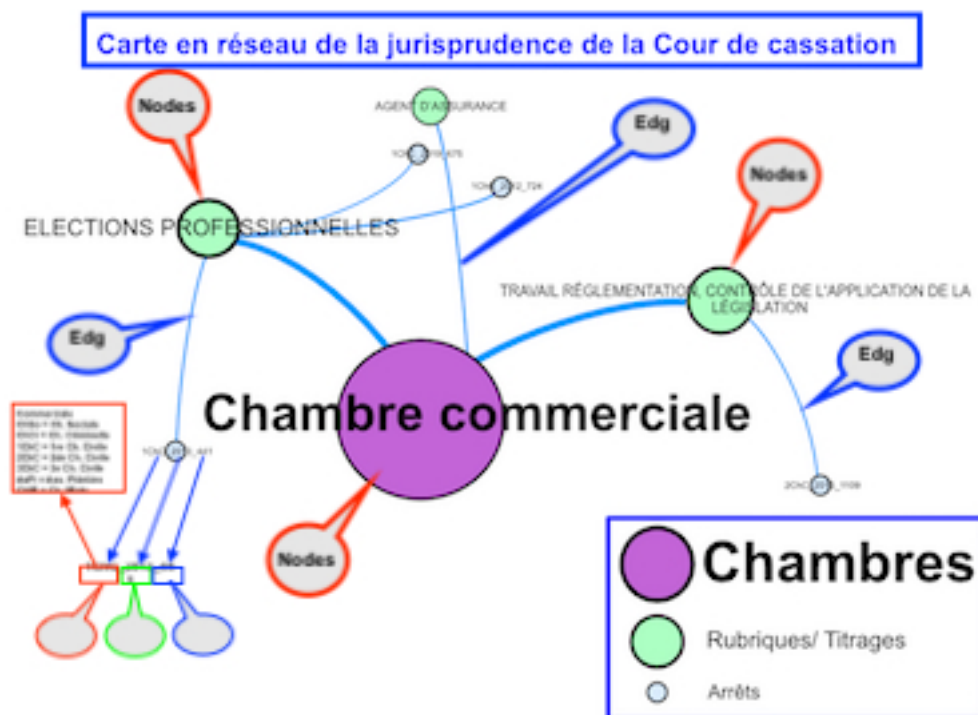
Aide

A propos

Cartographie des chambres

Comment ça marche ?

VisuaLEX propose une visualisation graphique en réseaux de l'ensemble des arrêts de la Cour de cassation entre 2000 et 2020.



Interface de la cartographie de la jurisprudence

- Chaque cercle (node) de la carte visuelle représente soit une chambre, une rubrique ou un arrêt. La taille d'un cercle est déterminée par le nombre des occurrences de cette affaire : plus il y a de citations des co-occurrences de la chambre et du titrage ou rubrique, plus le cercle sera grand.
- La couleur du cercle représente les différentes chambres de la Cour de cassation ainsi que les rubriques et les arrêts associés. Vous pouvez toujours savoir à quoi correspond chaque couleur en visualisant la légende dans le lien Cartographie des chambres.
- Les lignes (liens ou edges dans la carte) représentent les liens entre les arrêts et les Titrages ou Rubriques et les Chambres de la Cour.
- En cliquant sur un arrêt numéroté, vous pouvez voir ses informations détaillées et accéder à l'arrêt complet sur le site de la Cour de cassation.
- En cliquant sur une rubrique, vous avez accès à la liste de tous les arrêts qui s'y rapportent.
- En cliquant sur un cas individuel, vous verrez les cas qui le citent.

Si on clique dans une décision présente dans la visualisation (ou si on clique sur le cas directement dans la liste de droite), la cartographie montre les décisions connectées. Le cas sélectionné apparaîtra en haut de la liste des cas sur la droite, vous permettant de voir comment il est connecté à d'autres cas du réseau de co-occurrences.

La recherche renvoie à la fois à une carte et à une liste de cas classés par pertinence.

On peut filtrer la recherche par Chambre en sélectionnant une chambre parmi les huit.

Cliquez sur un nœud pour afficher des informations sur la décision.

Dans la fenêtre qui apparaît à gauche, vous trouverez les informations clés de la décision (titre, date, rubrique, résumé, solution, textes appliqués...), le lien vers l'Arrêt, et des informations clés supplémentaires (titrages associés, cas associés).

« Jouez » avec vos résultats de recherche en ajustant les outils contrôlant la visualisation.

La barre de recherche



La barre de recherche permet une recherche triée par rubriques et par arrêts.

La loupe



Cliquer sur l'icône **Loupe** transforme votre curseur en grande loupe grossissante, pour explorer rapidement une zone de la visualisation par exemple. Pour revenir à un curseur normal, il faut de nouveau cliquer sur l'icône **Loupe**.

La barre verticale de zoomer et dézoomer



Les boutons + et -, et la barre verticale entre les deux, permettent de zoomer et de dézoomer dans la visualisation.

Afficher cacher des liens non sélectionnés



Cliquer sur le bouton **nœuds** (tout en bas à gauche) permet de masquer les liens entre les nœuds. Pour les réafficher, il faut de nouveau cliquer sur l'icône **nœuds**.

La barre de informations



Cliquer sur le bouton « » (en haut à gauche) permet d'afficher la barre latérale qui contient les informations sur les arrêts et les rubriques. Pour masquer cette barre latérale, il faut alors cliquer sur le bouton « ».

B. Publications

- Audilio Gonzales Aguilar, Claire Noy. La visualisation réticulaire et interactive de la représentation des connaissances en droit : Le cas de la jurisprudence de la Cour de Cassation en France. *14ème édition H2PTM'17 : " Le numérique à l'ère des designs (contenus, interactions, espaces, environnements, services, objets, œuvres, programmes..) : de l'hypertexte à l'hyper-expérience*, Laboratoire Paragraphe; Dicen IDF; DeVisu; Crem; ELLIADD, Oct 2017, Valenciennes, France. [\(hal-02637828\)](#)
- Audilio Gonzales Aguilar. La revolución de los datos abiertos en derecho : la visualización de la jurisprudencia como nuevo método de análisis predictivo. Marcelo Bauzá. *EL DERECHO DE LAS TIC EN IBEROAMÉRICA*, [La Ley Uruguay](#), pp.1125-1132, 2019, 978-9974-900-17-2. [\(hal-02636979\)](#)
- Aguilar, Audilio Gonzalez, 'Visualisation Interactive de La Jurisprudence de La Cour de Cassation', *Les Cahiers de La Justice*, 2, 2019, 243–55

C. Conférences

Audilio Gonzales Aguilar, Claire Noy. La visualisation réticulaire et interactive de la représentation des connaissances en droit : Le cas de la jurisprudence de la Cour de Cassation en France. *14ème édition H2PTM'17 : " Le numérique à l'ère des designs (contenus, interactions, espaces, environnements, services, objets, œuvres, programmes..) : de l'hypertexte à l'hyper-expérience*, Laboratoire Paragraphe; Dicen IDF; DeVisu; Crem; ELLIADD, Oct 2017, Valenciennes, France. [\(hal-02637828\)](#)

TABLE DE FIGURES

FIGURE 1. PROJET VICO – VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE COUR DE CASSATION. (GONZALEZ, 2019).....	6
FIGURE 2. ARBRES DE LA SCIENCE. RAYMOND LULL. 1350. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC.....	12
FIGURE 3. "TRACTATUS DE LATITUDINIBUS FORMARUM" DE NICOLE ORESMES. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	12
FIGURE 4. SCHEINER. TACHES SOLAIRES. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	13
FIGURE 5. JOSEPH PRIESTLEY REALISE LA PREMIERE LIGNE DU TEMPS. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	13
FIGURE 6. CHARLES DE FOURCROY ANALYSE LA SUPERFICIE DE 200 VILLES. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	14
FIGURE 7. WILLIAM PLAYFAIR. GRAPHIQUE A BARRES ET LE GRAPHIQUE A SECTEURS. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC.....	14
FIGURE 8. WILLIAM PLAYFAIR : SERIE STATISTIQUE SOUS FORME DE COURBES. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC.....	15
FIGURE 9. CARTE CHOROPLETHE DE CHARLES DUPIN. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	15
FIGURE 10. A.-M. GUERRY, STATISTICIEN ET JURISTE FRANÇAIS REALISE LES PREMIERS HISTOGRAMMES. DOMAINE PUBLIC	16
FIGURE 11. REPRESENTATION DES SERIES STATISTIQUES SOUS FORME DE CERCLES LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	16
FIGURE 12. NOTATION ALGEBRIQUE DE BOOLE	17
FIGURE 13. JOHN SNOW. CARTE STATISTIQUE DE LA PROPAGATION DU CHOLERA. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	17
FIGURE 14. FLORENCE NIGHTINGALE. HISTOGRAMMES CIRCULAIRES DES CAUSES DE MORTALITE DES SOLDATS. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	18
FIGURE 15. CHARLES JOSEPH MINARD. CARTE FIGURATIVE DE FLUX DE LA CAMPAGNE DE RUSSIE CONDUITE PAR NAPOLEON. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	19
FIGURE 16. OTTO NEURATH- L'ISOTYPE, LANGAGE VISUEL A BASE DE PICTOGRAMMES. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC	20
FIGURE 17. DIAGRAMME EN ARC DES DIALOGUES ENTRE LES DIFFERENTS PERSONNAGES DE STAR WARS	20
FIGURE 18. JACQUES BERTIN : LANGAGE GRAPHIQUE (ZANIN ET TREMELO 2003).....	21
FIGURE 19. TREEMAP DES EXPORTATIONS DE LA FRANCE PAR PRODUIT (2018) SOURCE : « THE ATLAS OF ECONOMIC COMPLEXITY BY @HARVARDCID », SUR ATLAS.CID.HARVARD.EDU	22
FIGURE 20. OUTIL GAPMINDER CREE PAR HANS ROSLING. HTTPS://WWW.GAPMINDER.ORG/TOOLS/#\$CHART-TYPE=BUBBLES	23
FIGURE 21. JUDICIAL CASE LAW CITATION TIMELINE (MANSFIELD, K, 2015)	24
FIGURE 22. TABLEUR ET RELATIONS DANS LE DIAGRAMME DE CORDES	25
FIGURE 23. WILLIAM PLAYFAIR : HTTP://DATAVIS.CA/MILESTONES/INDEX.PHP	25
FIGURE 24. DETAILS ET RESUMES. : HTTP://DATAVIS.CA/MILESTONES/INDEX.PHP?GROUP=1975%2B	26
FIGURE 25. CARTE DU METRO DE LA DATAVISUALISATION.	29
FIGURE 26. NUAGE DES MOTS DE MOTS DE DEFINITIONS DE VISUALISATION.	35
FIGURE 27. DENDROGRAMME DE CLUSTERS DE MOTS DES DEFINITIONS DE LA VISUALISATION	36
FIGURE 28. ANALYSE DE SIMILITUDES SEMANTIQUES DES DEFINITIONS DE LA VISUALISATION	36
FIGURE 29. LE MODELE DE PRODUCTION DE CARTOGRAPHIES (MUNZNER, 2009)	39
FIGURE 30. HIERARCHIE DE LA VISUALISATION (DAVID MCCANDELESS)	41
FIGURE 31. MODELE REFERENTIEL DE LA VISUALISATION DE L'INFORMATION D'APRES (CARD ET AL. 1999).....	42
FIGURE 32. LA DATAVIZ DE LA DATAVIZ.....	45
FIGURE 33. TAXONOMIE POUR LA VISUALISATION EN TERMES DE DONNEES, DES TACHES, D'APTITUDES ET DU CONTEXTE	46
FIGURE 34. TAXONOMIE SELON LES TECHNIQUES DE VISUALISATION	48
FIGURE 35. TAXONOMIE SELON LE TYPE DES CONNAISSANCES	48
FIGURE 36. CHOISIR LE TYPE DE VISUALISATION. CONCEPTION A.ABELA. TTRADUCTION PAR B.LEBELLE. WWW.IMPACTVISUEL.NET ..	49
FIGURE 37. LES TYPES DE VISUALISATION. SOURCE HTTPS://DATAVIZCATALOGUE.COM/INDEX.HTML	51
FIGURE 38. ARBRE DE CONSANGUINITE AVEC SIX DEGRES DE PARENTE. ISIDORE DE SEVILLE, 560?-636, ETYMOLOGIES. - Ms. 176, f. 128.....	54
FIGURE 39. ARBRE DE ARBORUM TRIUM CONSANGUINITATIS, AFFINITATIS, COGNATIONISQUE SPIRITUALIS LECTURA. COLOGNE: QUENTELL, JAN. 1504. VOERDA, NICASIVS DE, D. 1492. . LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC.	55
FIGURE 40. TABLES DE CONSANGUINITE D' ISIDORO DE SEVILLA, ÉTYMOLOGIES CA. 1160-65 ET DU DECRET GRATIANI BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE BEAUNE, BM, 005 (005), f. 288v : ARBRE DE CONSANGUINITE HTTP://INITIALE.IRHT.CNRS.FR/CODEX/844 ..	56
FIGURE 41. VIDAL MAYOR - LA SAISIE D'UN CERCUEIL. FOLIO 170 R. 40x84 MM.....	57
FIGURE 42. "ARBOR ACTIONUM" PAR JOHANNES BASSIANUS DANS UN MANUSCRIT CANONIQUE. BOLOGNE, FIN XII ET DEBUT XIII SIECLES CFF, Msc.CAN.13, Bl. 270v-271r. LICENSE C0 1.0 - DOMAINE PUBLIC.....	59
FIGURE 43. ARBOR ACTIONUM. F. 1, F. 1v-2, « JUSTINIANUS I, IMPERATOR, INSTITUTIONES, CUM GLOSSA ORDINARIA » DE L'ÉDITION DE BOLOGNE DE 1280 -1320. HTTPS://GALLICA.BNF.FR/ARK:/12148/BTV1b8452648z/f8.DOUBLE	59
FIGURE 44. DETAIL DU DISQUE OU SE TROUVE LE NOM DE CHAQUE ACTION	60
FIGURE 45. COD. PAL. GERM. 164, Bl. 023v. EIKE <VON REPGOW> HEIDELBERGER SACHSENSPIEGEL; DEBUT DU XIVE SIECLE. SOURCE : HTTPS://DIGI.UB.UNI-HEIDELBERG.DE/DIGLIT/CPG164/0058 DOMAIN PUBLIC.....	62

FIGURE 46. FIGURA IUTRUNQUE IURIS. ILLUMINATI SACRE PAGINE PROFESSORIS RAYMUNDI LULL ARS MAGNA GENERALIS ET ULTIMA PER MAGISTRUM BERNARDUM LA VINHETA LIMATA. 1517. SOURCE NUMM-79226. BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE DE LYON. DOMAIN PUBLIC	64
FIGURE 47. LA DEUXIEME FIGURE. ILLUMINATI SACRE PAGINE PROFESSORIS RAYMUNDI LULL ARS MAGNA GENERALIS ET ULTIMA PER MAGISTRUM BERNARDUM LA VINHETA LIMATA. 1517. SOURCE NUMM-79226. BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE DE LYON. DOMAIN PUBLIC. HTTPS://GALLICA.BNF.FR/ARK:/12148/BPT6K79226T/F15.ITEM	65
FIGURE 48. MEMORIALE CODICIS JUSTINIANEI, BRUNO, JOHANNES. 1674	66
FIGURE 49. JOHANN BUNO. MEMORIALE JURIS CIVILIS ROMANI. TITRE 1 DU LIVRE XXIII SUR LES FIANÇAILLES.	67
FIGURE 50. MANUSCRIT DU « DE FLUMINIBUS » DU XVI ^E SIECLE,	68
FIGURE 51. CHRISTOPHE DE SAVIGNY, TABLEAUX ACCOMPLIS DE TOUS LES ARTS LIBERAUX, GOURMOND, PARIS, 1587.	70
FIGURE 52. CARTE DE LA JURISPRUDENCE DE LA CJCE. (FOWLER, J. 2007). (MIRSHAHVALAD, 2012). SIGNIFICANT COMMUNITIES IN LARGE SPARSE NETWORKS. PLoS ONE. 7. e33721. 10.1371/JOURNAL.PONE.0033721	71
FIGURE 53. EUCASENET. JURISPRUDENCE EUROPEENNE.	72
FIGURE 54. COUR CONSTITUTIONNELLE D'ESPAGNE. VISUALISATION DE L'ONTOLOGIE JURIDIQUE. VOIR LE SITE HTTPS://HJ.TRIBUNALCONSTITUCIONAL.ES/HJ/ES/DESCRIPTOR/INDEX?VISTA=1	73
FIGURE 55. VISUALISATION DE L'ONTOLOGIE JURIDIQUE DE LA COUR CONSTITUTIONNELLE D'ESPAGNE	74
FIGURE 56. SYSTEME DE NAVIGATION DANS L'ONTOLOGIE VISUELLE.	74
FIGURE 57. PALETTE DE NAVIGATION DU SYSTEME VISUEL.	75
FIGURE 58. RESEAU SMARTFILES. VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE EUROPEENNE. HTTPS://SMARTFILES.LERETO.AT/SEARCH ...	76
FIGURE 59. ANALYSE D'UN DOCUMENT PDF ET VISUALISATION DES SOURCES JURISPRUDENTIELLES TROUVEES.	76
FIGURE 60. RAVEL LAW. VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE. (HTTP://WWW.RAVELAW.COM)	78
FIGURE 61. RAVEL LAW. VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE. (HTTP://WWW.RAVELAW.COM)	79
FIGURE 62. VISUALISATION DU RESEAU DE 'PRECEDENTS' AVEC COURT LISTENER	80
FIGURE 63. RECHERCHE DE LA JURISPRUDENCE DANS RAVEL VIEW	81
FIGURE 64. AFFICHAGE DES RESULTATS DE RECHERCHE DANS RAVEL VIEW LES	82
FIGURE 65. AFFICHAGE DES RESULTATS DANS L'INTERFACE DE LEXIS ADVANCE	82
FIGURE 66. VISUALISATION DES DOSSIERS ET RELATIONS DE CITATIONS	83
FIGURE 67. BLOOMBERG LAW IA UN MOTEUR DE RECHERCHE JURIDIQUE.	84
FIGURE 68. VISUALISATION DES CITATIONS.....	84
FIGURE 69. VISUALISATION DE LA JURISPRUDENCE AVEC THE SEAMLESS WEB.	85
FIGURE 70. AFFICHAGE EN MODE CHRONOLOGIQUE DE LA JURISPRUDENCE.	85
FIGURE 71. PLATEFORME DE RECHERCHE ET D'ANALYSE JURIDIQUE CASEMINE.....	86
FIGURE 72. TIME LINE INTERACTIF DU SYSTEME MANUPATRA	87
FIGURE 73. CARTE DE DECISIONS DANS LE SYSTEME MANUPATRA	88
FIGURE 74. L'OPEN DATA JURISPRUDENTIELLE HTTPS://OPENLAW.FR/SITES/DEFAULT/FILES/2017-05/LIVRET Blanc Interactif 21_04_0.PDF (LIVRE BLANC DIFFUSE SOUS LICENCE CC BY SA 4.0)	99
FIGURE 75. ÉVOLUTION DE LA DONNÉE JURISPRUDENTIELLE. SOURCE LIVRE BLANC OPEN DATA & JURISPRUDENCE - © LEXISNEXIS SA. HTTPS://GO.LEXISNEXIS.FR/2019-LIVRE-BLANC-OPEN-DATA-ET-JURISPRUDENCE	101
FIGURE 76. FLUX DE DIFFUSION DE LA JURISPRUDENCE. SOURCE LIVRE BLANC « OPEN DATA & JURISPRUDENCE » - © LEXISNEXIS SA	102
FIGURE 77. DATA.GOUV.FR PLATEFORME OUVERTE DES DONNÉES PUBLIQUES FRANÇAISES.....	105
FIGURE 78. REPERTOIRE DES DONNÉES CASS. HTTPS://WWW.DATA.GOUV.FR/FR/DATASETS/CASS/	106
FIGURE 79. JURISPRUDENCE SUR LES DONNÉES OUVERTES. L'ARBORESCENCE THEMATIQUE DE LA JURISPRUDENCE.	106
FIGURE 80. JURISPRUDENCE SUR LES DONNÉES OUVERTES. L'ARBORESCENCE THEMATIQUE DE LA JURISPRUDENCE.	107
FIGURE 81. JURISPRUDENCE SUR LES DONNÉES OUVERTES. LES CHAMPS D'UN JUGEMENT DE JURISPRUDENCE DANS LE DOCUMENT XML.....	107
FIGURE 82. STRUCTURE D'UN FICHIER XML DE LA BASE DE DONNÉES CASS.	108
FIGURE 83. STRUCTURE DE LA BASE DE DONNÉES.	108
FIGURE 84. BASE DE DONNÉES CASS EXPORTÉ SUR UN SYSTEME SGBD FILEMAKER. (143,241 DOCUMENTS -MARS 2020).....	109
FIGURE 85. STRUCTURE D'UN GRAPHE	112
FIGURE 86. ÉLÉMENTS D'UN GRAPHE.....	113
FIGURE 87. LES ARETES	113
FIGURE 88. LES ARCS.....	114
FIGURE 89. LES SEPT PONTS DE LA VILLE RUSSE DE KÖNIGSBERG	115
FIGURE 90. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES GRAPHE.....	116
FIGURE 91. LES SYSTEMES REELS ET REPRESENTATION DU RESEAU	116
FIGURE 92. EXEMPLE D'UN RESEAU AVEC UN TROU STRUCTURAL	120

FIGURE 93. TRONC COMMUN D'ENSEIGNEMENT JURIDIQUE AUX ÉTATS-UNIS. (KATZ, 2011)	122
FIGURE 94. GRAPHIQUE D'ANALYSE DU RESEAU DU CODE CIVIL FRANÇAIS. REALISE PAR JACQUES VERRIER (HTTP://WWW.LEXMEX.FR/).....	123
FIGURE 95. RESEAU SUR LES DECISIONS EN MATIERE D'AVORTEMENT. (FOWLER, J. 2007). NETWORK ANALYSIS AND THE LAW: MEASURING THE LEGAL IMPORTANCE OF PRECEDENTS AT THE U.S. SUPREME.	124
FIGURE 96.. COMPOSANTS DE LA LITTERACIE VISUELLE (ALA 2011).	136
FIGURE 97. GRAPHE REPRESENTATION DES DONNEES DE JURISPRUDENCE DE LA COUR DE CASSATION. HTTP://AUDILIOGONZALES.NET/VICO/	141
FIGURE 98. TREEMAP DE RUBRIQUES DE LA COUR DE CASSATION. HTTPS://WWW.LAWDATAWORKSHOP.EU/CASS	142
FIGURE 99. TREEMAP DES RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE.....	143
FIGURE 100. TREEMAP DES RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE.....	144
FIGURE 101. TREEMAP DES RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE.....	144
FIGURE 102. TREEMAP DES RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE.....	145
FIGURE 103. TREEMAP DES RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE.....	145
FIGURE 104. VISUALISATION INTERACTIVE DE LA JURISPRUDENCE DE LA COUR DE CASSATION (VICO) HTTP://AUDILIOGONZALES.NET/VICO/	146
FIGURE 105. CARTE CONCEPTUELLE DE VICO.....	147
FIGURE 106. SITE HTTP://VISUALEX.ORG/	148
FIGURE 107. VISUALISATION INTERACTIVE DE LA JURISPRUDENCE DE LA COUR DE CASSATION (VICO) HTTP://VISUALEX.ORG/AC_WEB/AUCH_WEB.JS/	149
FIGURE 108. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA COUR DE CASSATION (VICO) HTTP://VISUALEX.ORG/AC_WEB/AUCH_WEB.JS/	149
FIGURE 109. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE 1ER CHAMBRE CIVILE	150
FIGURE 110. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE 2E CHAMBRE CIVILE	150
FIGURE 111. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE 3E CHAMBRE CIVILE	151
FIGURE 112. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE L'ASSEMBLEE PLENIERE	151
FIGURE 113. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE CHAMBRE COMMERCIALE	152
FIGURE 114. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA CHAMBRE SOCIALE	152
FIGURE 115. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE CHAMBRE MIXTE	153
FIGURE 116. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE CHAMBRE CRIMINELLE	153
FIGURE 117. VISUALISATION INTERACTIVE DE LA JURISPRUDENCE DE LA BASE DE DONNEES CASS.....	155
FIGURE 118. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA BASE DE DONNEES CASS.....	155
FIGURE 119. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA 1ERE CHAMBRE CIVILE	156
FIGURE 120. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA 2E CHAMBRE CIVILE	156
FIGURE 121. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA 2E CHAMBRE CIVILE	157
FIGURE 122. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA CHAMBRE COMMERCIALE	157
FIGURE 123. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA CHAMBRE CRIMINELLE	158
FIGURE 124. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA CHAMBRE SOCIALE	158
FIGURE 125. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE LA CHAMBRE MIXTE	159
FIGURE 126. VISUALISATION INTERACTIVE PAR RUBRIQUES DE LA JURISPRUDENCE DE L'ASSEMBLEE PLENIERE	159