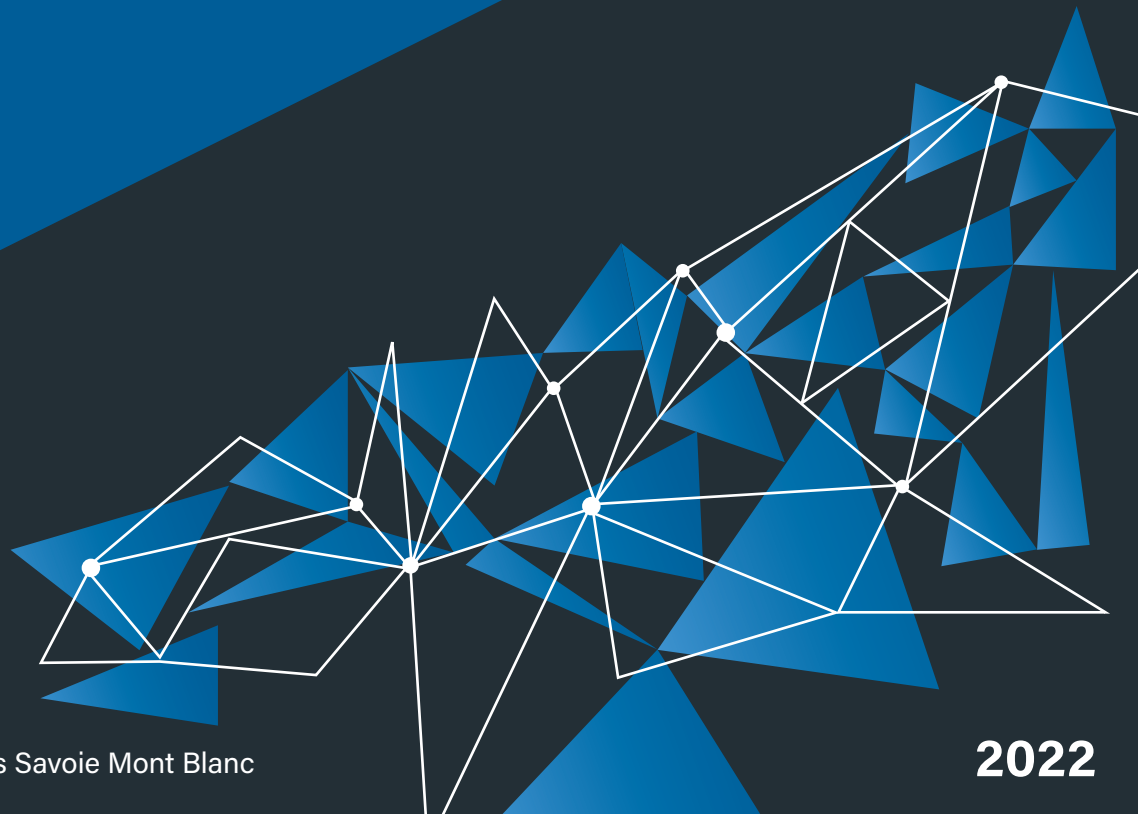


n°1

# Jurimétrie

---

Revue de la mesure des  
phénomènes juridiques



# **Jurimétrie**

**Revue de la mesure  
des phénomènes juridiques**

# **Jurimétrie**

**Revue de la mesure des phénomènes juridiques**

# **Jurimetrics**

**Journal of the Measurement of Legal Phenomena**

n° 1 – 2022

Directeurs scientifiques

Christophe QUÉZEL-AMBRUNAZ et Vincent RIVOLLIÉ

## POUR UNE ÉTUDE RAISONNÉE DE LA JURIMÉTRIE

L'application des méthodes mathématiques et statistiques aux phénomènes sociaux est incontournable dans l'étude de bien des sciences humaines. En France et dans de nombreux pays d'Europe continentale, l'application de ces méthodes au domaine juridique est longtemps restée confidentielle, car elles ne correspondaient pas aux usages habituels de la doctrine juridique, souvent prisonnière d'un positivisme dogmatique<sup>1</sup>. La mise en œuvre des méthodes mathématiques et statistiques à propos des phénomènes juridiques émanait soit d'auteurs disciplinairement rattachés à d'autres champs du savoir (sociologues, économistes, etc.), soit de membres d'institutions et centres de recherche périphériques dans le paysage doctrinal juridique français (le CNRS notamment), soit de l'institution judiciaire, dans le cadre de l'évaluation des politiques publiques (notamment statistiques et indicateurs judiciaires divers). L'évolution des technologies et l'accès facilité à certains matériaux juridiques auparavant peu diffusés (par exemple les décisions de justice de première instance et d'appel) ainsi que les développements d'acteurs économiques (*legal tech*) proposant des utilisations commerciales de telles méthodes conduisent à un intérêt nouveau de la communauté juridique pour les savoirs tirés de l'analyse statistique et mathématique des phénomènes juridiques. Cependant, les conditions de production de ces nouveaux savoirs, qu'ils aient une vocation purement descriptive ou également anticipatrice, doit interroger les chercheurs.

Ainsi, l'ambition de *Jurimétrie. Revue de la mesure des phénomènes juridiques* est de rassembler des

contributions scientifiques en lien avec la jurimétrie, qu'elles en exposent ou critiquent les méthodes, en proposent des résultats ou développent une réflexion sur celle-ci. Si elle a vocation à rassembler des études ayant pour objet des phénomènes juridiques, cette revue accueillera dans ses colonnes des contributeurs indépendamment de leur rattachement disciplinaire.

La jurimétrie (n.f.: de *jus*, *juris*, le droit, et de *metrum*, la mesure) est définie comme l'ensemble des méthodes de l'étude du droit qui traitent par les mathématiques les données statistiques relatives aux phénomènes juridiques afin d'en améliorer l'analyse ou d'en dégager des lois ou des relations constantes. Les applications de ces méthodes peuvent être très variées, en termes de champ d'application (branche du droit ou contentieux étudié), du « processus » en cause (légistique, pratique juridique ou administrative hors contentieux, phase précontentieuse, contentieuse, exécution des décisions) ou de matériau pris en compte (décisions de justice, contrats, transactions, logiciel de gestion de la justice). Se rapportent ainsi à la jurimétrie toutes les recherches et activités ayant pour but de quantifier ou de décrire à l'aide d'outils mathématiques (décompte, élaboration de statistiques, modélisation mathématique ou logique...) les phénomènes de droit (activité des juridictions, contenu des décisions de justice, des transactions, activité contractuelle et contenus des contrats, production des normes d'un point de vue quantitatif).

Puisse cette revue inciter les chercheurs à développer de nouvelles méthodes afin d'appréhender les phénomènes juridiques. Puisse-t-elle également démystifier l'application des méthodes mathématiques et statistiques aux phénomènes juridiques.

Vincent Rivollier et Christophe Quézel-Ambrunaz,  
Chambéry, septembre 2022

---

<sup>1</sup> Pour une présentation des méthodes de la doctrine française, cf. A. JEAMMAUD, « La part de la recherche dans l'enseignement du droit », *Jurisprudence. Revue critique* 2010, n°1, p. 181 et s. Cf. également Ph. JESTAZ et C. JAMIN, *La doctrine*, Dalloz, coll. Méthodes du droit, 2004.

## FOR A REASONED STUDY OF JURIMETRICS

The application of mathematical and statistical methods to social phenomena is essential in the study of many human sciences. In France and in many countries of continental Europe, the application of these methods to the legal field has long remained confidential, as they did not correspond to the usual practices of legal scholarship, which was often trapped in dogmatic positivism. The use of mathematical and statistical methods in relation to legal phenomena came either from authors from other academic disciplines (sociologists, economists, etc.), or from members of institutions and research centres peripheral to the French legal scholarship (the CNRS in particular), from the judicial institution, within the framework of the evaluation of public policies (in particular, statistics and various judicial indicators). The evolution of technologies and the easier access to certain legal materials that were previously little disseminated (for example, court decisions of first instance and appeal) as well as the developments of economic actors (legal tech) proposing commercial uses of such methods have led to a new interest in the legal community for knowledge derived from the statistical and mathematical analysis of legal phenomena. However, the conditions of production of this new knowledge, whether it is purely descriptive or also anticipatory, must raise questions for researchers.

Thus, the ambition of *Jurimetrics, Journal of the measurement of legal phenomena* (in French *Jurimétrie, Revue de la mesure des phénomènes juridiques*) is to gather scientific contributions related to jurimetrics, whether they expose or criticize its methods, propose its results or develop a reflection on it. If its vocation is to gather studies on legal phenomena, this journal will welcome in its columns contributors regardless of their disciplinary affiliation.

Jurimetrics (or jurimetry, n. from *jus, juris*, law, and *metrum*, measurement) is defined as the set of methods in the study of law which use mathematics to process statistical data relating to legal phenomena in order to improve their analysis or to identify laws or constant relationships. The applications of these methods can vary vastly, in terms of the field of application (branch of law or litigation studied), the “process” involved (legistics, legal or administrative practice outside litigation, pre-litigation phase, litigation, enforcement of decisions) or the material considered (court decisions, contracts, transactions, justice management software). Jurimetrics thus refers to all research and activities aimed at quantifying or describing legal phenomena (such as court activity, content of court decisions, transactions, contractual activity and content of contracts, production of standards from a quantitative point of view) using mathematical tools (counting, statistics, mathematical or logical modelling, etc.).

We hope that this journal inspires researchers to develop new methods for understanding legal phenomena and that it will also demystify the application of mathematical and statistical methods to our scholarship.

Vincent Rivollier and Christophe Quézel-Ambrunaz,  
Chambéry, September 2022

# SOMMAIRE

<b>Théorie de la Jurimétrie.....</b>	<b>11</b>
<i>À la recherche d'une définition de la jurimétrie</i>	
Christophe Quézel-Ambrunaz .....	13
<i>Que reste-t-il de la première jurimétrie ?</i>	
Camille Bordere.....	27
<b>Méthodes et outils de la jurimétrie.....</b>	<b>53</b>
<i>L'apprentissage automatique dans l'analyse des données de la jurimétrie : une comparaison des régressions et des arbres de choix</i>	
Sacha Raoult .....	55
<i>Apport de la science des réseaux pour l'analyse des décisions de la Cour pénale internationale</i>	
Raphaëlle Nollez-Goldbach et Fabien Tarissan .....	67
<i>Extraire des informations fiables des décisions de justice dans une perspective prédictive : des obstacles techniques et des obstacles théoriques</i>	
Julien Barnier, Bruno Jeandidier et Isabelle Sayn.....	89
<b>Applications de la Jurimétrie.....</b>	<b>113</b>
<b>Réparation des dommages.....</b>	<b>115</b>
<i>Le montant de l'indemnisation du préjudice d'affection devant les cours d'appel. Essai de mesure de l'influence du montant fixé en première instance, du montant demandé et du montant offert sur l'indemnisation devant le juge d'appel</i>	
Vincent Rivollier.....	117
<i>Apport de la jurimétrie à l'analyse de la jurisprudence de la commission nationale de réparation des détentions</i>	
Manon Viglino .....	137
<i>Biais, effets constants et modélisation mathématique dans l'indemnisation du préjudice corporel</i>	
Anaïs Gayte-Papon de Lameigné et Jacques Lévy Véhel.....	147

<b>Varia .....</b>	<b>163</b>
<i>Enseignements juridiques de la mesure scientifique de l'impact du réseau Natura 2000 sur les dynamiques des populations d'oiseaux</i>	
Gavin Marfaing .....	165
<i>L'accès des femmes à la magistrature au Liban : progrès ou épiphénomène ? Étude analytique sur l'effectivité du « procès équitable » dans un échantillon des jugements prononcés par le juge pénal unique de Baabda-Mont Liban</i>	
Azza El Hajj Sleiman .....	179
<i>La mesure des concessions réciproques dans les transactions, un retour d'expérience d'échantillonnage représentatif</i>	
Rodolphe Bigot .....	211
<i>Bibliographie générale de la première jurimétrie</i>	
Camille Bordere .....	221

# L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE DANS L'ANALYSE DES DONNÉES DE LA JURIMÉTRIE : UNE COMPARAISON DES RÉGRESSIONS ET DES ARBRES DE CHOIX

SACHA RAOULT, AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ

## Résumé

Ce travail tente de tirer quelques leçons sur les méthodes les plus appropriées à l'étude jurimétrique, notamment à la jurimétrie pénale et en particulier au *sentencing*. À partir d'une expérience croisée de réalisations de recherche statistiques, d'observations de terrain, d'une expérience au barreau et des retours des différents professionnels, l'auteur propose de favoriser les méthodes issues de l'apprentissage automatique telles que les arbres de choix et les forêts aléatoires plutôt que les régressions classiques, qui bien que devenues depuis longtemps des standards, sont peu adaptées à la modélisation de la décision judiciaire.

## Machine learning for the data analysis in jurimetrics: comparing regressions to choice trees analyses

### Abstract

This work attempts to draw some lessons on the most appropriate methods for jurimetrics, especially criminal jurimetrics and in particular sentencing studies. Based on a combination of statistical research, field observations, bar experience, and feedback from various professionals, the author proposes to favor machine learning methods such as choice trees and random forests over classical regressions, which, although they have long since become standard, are poorly suited to modeling judicial decisions.



1. Ce travail a pour but de partager une réflexion théorique<sup>1</sup>, nourrie par :

1. un certain recul sur la façon dont les méthodes d'analyses de données actuellement utilisables en jurimétrie ont été initialement conçues et à quelles fins, ce qui nous amène à nous demander dans quelle mesure ce contexte initial est applicable aux questionnements propres des juristes ;
2. un retour d'expérience de "jurimètre", l'auteur du présent texte ayant réalisé avec des étudiants d'Aix-Marseille deux enquêtes de terrain sur deux questions distinctes, dans laquelle la question de l'analyse des données s'est évidemment posée ;
3. une certaine expérience du terrain, l'auteur de ce travail ayant une expérience du métier d'avocat (entre 2008 et 2010 et puis entre 2012 et 2014), et ayant également organisé plusieurs travaux d'observation d'audiences.

2. L'expérience de l'auteur étant, au jour de la rédaction de ce texte, exclusivement limitée au domaine pénal, et plus précisément au *sentencing* (c'est-à-dire à l'étude des décisions des juridictions pénales), il convient de garder à l'esprit que, s'il ne fait guère de doute que certaines de ces réflexions sont généralisables à l'ensemble des problématiques liées à la jurimétrie (et en particulier, car c'est là notre question principale, à la modélisation des décisions rendues par les juridictions), il se peut également qu'une partie des développements contenus dans ce texte ne soient pas directement transposables aux problématiques qui se présentent dans d'autres branches du droit ou pour d'autres objets que la décision judiciaire. À titre de *caveat*, l'auteur tient à préciser qu'il partage dans ce texte une réflexion en cours, et qu'il n'a pas lui-même

<sup>1</sup> Je tiens à remercier les co-organisateurs de la première journée d'étude ainsi que les relecteurs de la revue, pour leurs commentaires et leurs encouragements.

une formation d'ingénieur, mais qu'il a pu évoquer ces problèmes depuis trois années déjà avec des ingénieurs, des économètres, des sociologues et des statisticiens, dans des discussions qui ont confirmé l'intérêt de partager une telle réflexion aux juristes.

3. La "jurimétrie pénale" est une situation quelque peu à part dans le paysage de la jurimétrie dans la mesure où il existe une longue tradition ininterrompue d'études statistiques et de modélisation dans le domaine pénal, les délits et les peines étant une préoccupation ancienne des statisticiens. Les statistiques pénales étaient déjà une des préoccupations d'Adolphe Quetelet<sup>2</sup>, et les premiers travaux de la criminologie italienne, dès lors que furent abandonnées les mesures de crânes, se portèrent sur l'activité des juridictions pénales : on se souvient notamment d'une étude des taux d'acquiescement par le criminologue italien Enrico Ferri qui entraîna un vif débat avec le sociologue français Gabriel Tarde, ce dernier étant dans le même temps juge d'instruction<sup>3</sup>. Mais c'est aux États-Unis au XX<sup>e</sup> siècle qu'à travers les études de *sentencing*, souvent conduites par des juristes, la jurimétrie pénale acquiert la forme et les questionnements qu'elle a toujours aujourd'hui : une ambition de modéliser les facteurs qui prédisent les décisions pénales (et notamment la décision d'incarcérer) ainsi qu'une coloration "publique" (au sens de "sociologie publique"<sup>4</sup>, c'est-à-dire de branche des sciences sociales dont l'objectif n'est pas seulement de faire avancer un paradigme interne au monde académique, mais de dialoguer avec des acteurs de la société

<sup>2</sup> A. DESROSIÈRES, « Chapitre 14. Quetelet et la sociologie quantitative : du piédestal à l'oubli », *Pour une sociologie historique de la quantification*, Presses des Mines, 2008, p. 239-256, DOI : <https://doi.org/10.4000/books.pressesmines.922>.

<sup>3</sup> K. HAYWARD, *Fifty Key Thinkers in Criminology*, Routledge, décembre 2009, DOI : <https://doi.org/10.4324/9780203865033>.

<sup>4</sup> M. BURAWOY, « Pour la sociologie publique », *Actes de la recherche en sciences sociales*, 2009, vol. 176-177, n° 1, p. 121, DOI : <https://doi.org/10.3917/arss.176.0121>.

civile et de répondre aux questions que ces acteurs se posent). En matière de jurimétrie pénale, c'est avant tout la question de la justice et de l'injustice qui hante cette "criminologie publique": les statistiques pénales peuvent-elles mettre en valeur des dysfonctionnements de nos institutions, des biais, des discriminations, un "deux poids deux mesures" comme l'intitule la célèbre étude publiée par N. Herpin en 1978<sup>5</sup>? Les préoccupations ne sont d'ailleurs pas les mêmes des deux côtés de l'Atlantique: aux États-Unis c'est principalement la question noire qui préoccupe (et les connaissances apportées par la jurimétrie pénale seront responsables de la création des *Federal Sentencing Guidelines* en 1987, guidelines censées juguler l'écart de peine en fonction de la couleur de peau, et qui furent un échec), tandis qu'en France c'est plutôt la "justice de classe", c'est-à-dire l'écart de peine en fonction de l'origine sociale, qui va être la question récurrente<sup>6</sup>.

4. Le lecteur intéressé par un regard sur cette question pourra examiner la revue de la littérature francophone réalisée en 2007 dans la revue *Déviance et Société*<sup>7</sup>, ainsi que, sur la question plus spécifique des comparutions immédiates, la méta-analyse réalisée par Warren Azoulay et moi-même<sup>8</sup>. En France, la plus grande étude

conduite à ce jour (et récemment) est celle dirigée par Jean Danet<sup>9</sup>.

5. Le présent travail s'appuiera sur cette littérature pour discuter la pertinence de deux méthodes d'analyses multivariées en jurimétrie pénale: les régressions (II) et les arbres de choix (III). Mais dans un premier temps il conviendra de faire un point sur les méthodes d'analyses univariées (I).

## I. L'analyse univariée

6. Avant d'aller plus loin dans la question des méthodes d'analyses multivariées en jurimétrie pénale, il convient de remarquer les avantages et les limites de l'analyse univariée, l'analyse la plus basique, que l'on retrouve aux origines de la jurimétrie, et qui demeure une pratique somme toute obligatoire de la recherche actuelle. Un travail de jurimétrie quel qu'il soit doit dans un premier temps exposer, avant toute analyse plus fine, quelles sont les principales variations que l'on peut trouver dans le corpus statistique analysé en fonction des grands « facteurs » d'influence plausibles.

7. Le tableau 1 représente un exemple classique d'analyse univariée en jurimétrie pénale: l'influence de la formation du tribunal sur le taux de mandats de dépôt prononcés en comparution immédiate. Ce tableau est tiré d'une étude réalisée à Marseille<sup>10</sup>. Il montre que d'un président à l'autre, le taux de mandat de dépôt varie de 43 % à 76 %, soit près du simple au double.

5 N. HERPIN, *L'Application de la loi. Deux poids, deux mesures*, Le Seuil, 1978.

6 S. RAOULT, A. DERBEY, «La justice de classe, la nouvelle punitivité et le faux mystère de l'inflation carcérale», *Revue de science criminelle et de droit pénal comparé*, janvier 2018, vol. n° 1, p. 255-265, DOI: <https://doi.org/10.3917/rsc.1801.0255>.

7 F. VANHAMME, K. BEYENS, «La recherche en sentencing: un survol contextualisé», *Déviance et Société*, 2007, vol. 31, n° 2, p. 199, DOI: <https://doi.org/10.3917/ds.312.0199>.

8 S. RAOULT, W. AZOULAY, *Les comparutions immédiates au TGI de Marseille*, n° 8, ORDCS, 1<sup>er</sup> janvier 2016.

9 J. DANET, *La réponse pénale. Dix ans de traitement des délits.*, Presse Universitaire de Rennes, 1<sup>er</sup> janvier 2013.

10 S. RAOULT, W. AZOULAY, *Les comparutions immédiates au TGI de Marseille*, n° 8, ORDCS, 1<sup>er</sup> janvier 2016.

Tableau 1

Formation du tribunal	Taux de mandat de dépôt
A	47 % (n=118)
B	57 % (n=93)
C	43 % (n=57)
D	76 % (n=42)

8. Une telle analyse doit être replacée dans son contexte. Voici quelques remarques à ce sujet :

1. Les magistrats ont une répartition plus ou moins aléatoire des affaires, et ainsi il y a peu de chances que d'importants facteurs confondants expliquent mieux la variation entre les groupes que l'influence directe de la formation elle-même sur la décision rendue.
2. Ce type d'écart d'une formation à l'autre est très banal en jurimétrie pénale, et des écarts similaires ont été observés dès les premières études conduites en ce sens aux États-Unis<sup>11</sup>.
3. Cette variabilité d'un président à l'autre est bien connue sur le terrain, tant du côté des avocats que de celui des prévenus, la question de "qui juge aujourd'hui" est une préoccupation de base.
3. Les observateurs ont pu remarquer que les présidents qui avaient un faible taux de mandat de dépôt n'avaient pas, à l'audience, le même comportement que ceux qui avaient un fort taux. Les premiers étaient plus doux, plus pédagogues, plus pragmatiques, les seconds adoptaient un ton plus sec et davantage de jugement moral et d'autorité. Cela se reflète également dans la durée des

audiences, qui sont plus longues dans le premier cas.

5. Bien que nous ayons présenté ces résultats sous une forme anonymisée, plusieurs avocats du barreau de Marseille ont pu facilement "deviner" qui étaient certains des présidents.

9. Ces points montrent que, dans certains cas, l'analyse univariée est particulièrement éclairante, pertinente et utile pour l'analyse jurimétrique, notamment quand elle est peu ambiguë, robuste et qu'elle s'accorde avec d'autres données - comme des données qualitatives (entretiens, observations de terrain, etc.).

10. L'analyse univariée présente également d'autres avantages certains :

1. Elle est transparente, c'est-à-dire qu'elle ne masque aucune opération (plus ou moins arbitraire, voire suspecte) du point de vue de celui qui analyse.
2. Elle est directement et aisément reproductible, c'est-à-dire qu'une autre équipe pourra simplement tester si la même association entre les variables se retrouve dans un autre contexte.

11. Mais dans certains contextes, l'analyse univariée est difficilement interprétable. Par exemple, le taux de mandats de dépôt en comparution immédiate à Nice (66 %) est plus élevé qu'à Marseille (50 %). Comment comprendre cette différence ? Est-elle liée à l'influence politique de la municipalité de Nice, traditionnellement de droite, où peut-elle s'expliquer par une répartition différente des infractions jugées ? Dès lors que ce genre de questionnement se pose, nous rentrons dans le domaine de l'analyse multivariée.

11 A. COHEN, C.S. YANG, « Judicial Politics and Sentencing Decisions », *American Economic Journal: Economic Policy*, février 2019, vol. 11, n° 1, p. 160-191, DOI : <https://doi.org/10.1257/pol.20170329>.

## II. Les régressions classiques

Tableau 2								
	Aveu	Dénégation	Mineur	Célibataire	Emploi à venir	Avec emploi	Pas d'antécédents	Pas de bande organisée
<b>odds Ratio</b>	<b>15.02**</b>	0.28	7.67	3.73	<b>36.30**</b>	2.61	<b>11.91*</b>	2.12
<b>Score VIF</b>		1.52	1.03	1.55		1.83	1.46	1.78

Significativité: \*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05

12. L'analyse multivariée qui s'est établie en jurimétrie pénale comme le standard est la régression. Il est important qu'il y ait des standards pour que les résultats de recherche soient cumulatifs et comparables les uns aux autres, et la régression comporte des avantages certains, notamment une grande flexibilité. Les résultats des régressions ressemblent à ceux qu'on trouve au tableau 2, issus d'une autre étude réalisée à Aix-Marseille, cette fois sur la détention provisoire. Plus précisément, il s'agissait de savoir quelles étaient, pour un détenu, les probabilités d'être libéré avant son procès au fond, en fonction d'une quinzaine de variables<sup>12</sup>.

13. Comme nous le voyons ici, le résultat de régressions affiche plusieurs indications, mais dans le cadre de ce travail nous nous limiterons à deux :

1. Un *coefficient* de régression, qui indique le poids de la variable sur l'issue. Ici, le fait d'avouer multiplie par 15,02 les chances d'être libéré, là où le fait d'être mineur multiplie ces chances par 7,67.
2. Une *significativité*, indiquée par des étoiles \*\*. Ce terme, très mal choisi et fortement critiqué, signi-

fie en réalité la *fiabilité* du résultat compte tenu de la taille de l'échantillon, ou encore la faible probabilité que cette association soit simplement due à l'échantillonnage. Ainsi, dans cet exemple, le poids de l'aveu est estimé de façon *fiable* (c'est-à-dire que l'association a peu de chances d'être simplement due à l'échantillonnage) alors que celui de la minorité est estimé de façon *moins fiable* (avec un échantillon de cette taille, on ne peut pas dire que cet effet n'est pas simplement dû à l'échantillonnage). L'expression "peu fiable" est à notre sens plus heureuse que "non significative", car non significative laisse entendre que l'association est fautive ou peu importante, alors que le problème n'est pas seulement lié à l'association, mais aussi à la taille de l'échantillon.

14. Chaque coefficient est estimé à l'aide d'une méthode telle que la méthode des moindres carrés (le coefficient de régression correspond à la dérivée de la fonction qui minimise le carré de la distance entre elle-même et les points).

15. Les régressions ont été inventées au XIX<sup>e</sup> siècle dans le contexte des sciences expérimentales, et notam-

12 A. DERBEY, S. RAOULT, *Faut-il avouer pour sortir de détention provisoire?*, n°9, ORDCS, 1<sup>er</sup> janvier 2018.

ment de l'agriculture. Elles peuvent être réalisées (difficilement, certes!) à la main, même si la plupart du temps les chercheurs emploient un outil tel que R ou SPSS. Dans le contexte initial de leur invention, il s'agissait de quantifier sur une issue donnée (par exemple la production agricole), l'effet de deux variables véritablement indépendantes l'une de l'autre : par exemple la qualité des sols et la qualité des grains. Dans ce contexte expérimental, il y avait notamment deux présupposés :

1. La qualité des sols ne dépend pas de la qualité des grains, et vice-versa ; ce sont les expérimentateurs qui décident dans quels sols ils plantent quels grains.
2. Les sols de bonne qualité sont de bonne qualité pour tout type de grain, et vice-versa, les grains de bonne qualité le sont pour tout type de sol.

16. Avec de tels présupposés, les régressions sont tout à fait capables d'obtenir une estimation du poids indépendant de chaque variable sur l'issue. Mais l'emploi, pourtant généralisé, d'une telle méthode en jurimétrie, et notamment en jurimétrie pénale, pose problème. Prenons l'exemple du *sentencing* et comparons-le à l'exemple cité plus haut :

1. Parce qu'elles renvoient au monde social dans lequel tous les différents paramètres d'une situation sont liés, les variables que l'on observe dans une étude de *sentencing* sont *colinéaires*, c'est-à-dire qu'elles ont tendance à être corrélées entre elles. Ainsi, les personnes qui avouent sont aussi celles qui ont un emploi, mais également celles qui ont moins d'antécédents judiciaires, etc. Comme nous l'avons montré, il n'y a que très peu de variables qui ne sont pas colinéaires dans ce contexte<sup>13</sup>.

2. Il n'y a pas de raison *a priori* de croire que les facteurs qui influencent un magistrat jouent comme une "checklist" de bons et de mauvais points, et au contraire toutes les raisons de croire que certains facteurs sont "contextuels", c'est-à-dire que le fait de ne pas avoir d'emploi ne sera pas perçu de la même manière selon la situation des personnes, tout comme le fait d'avouer n'aura pas le même poids selon le contexte dans lequel la personne avoue. Le terrain nous apprend que les magistrats sont avant tout pragmatiques, c'est-à-dire qu'ils cherchent des solutions à des situations concrètes, et donc que la même variable ne devrait pas avoir le même "sens" en fonction des autres variables d'un dossier donné. C'est ce que montre Lara Mahi quand elle note que la maladie du prévenu joue un rôle protecteur contre la prison si ce dernier dispose d'un suivi médical, et à l'inverse un rôle aggravant s'il n'est pas suivi<sup>14</sup>.
3. Enfin, parce que nous ne sommes pas dans un contexte expérimental, il n'y a pas de liste limitative des variables à étudier dans un travail donné : on peut se limiter à une demi-douzaine de variables ou en étudier des centaines, telles que la présence de certaines preuves, la tenue du prévenu, les arguments de la plaidoirie, etc. Or, les régressions sont très sensibles aux spécifications du modèle. Comme le montre le tableau 3, une analyse de sensibilité OAT<sup>15</sup> qui provient toujours de cette même étude sur la détention provisoire, en produisant 15 modèles différents et en retirant

13 A. DERBEY, S. RAOULT, *Faut-il avouer pour sortir de détention provisoire?*, n°9, ORDCS, 1<sup>er</sup> janvier 2018.

14 L. MAHI, « Une sanitarisation du pénal? », *Revue française de sociologie*, décembre 2015, vol. 56, n°4, p. 697-733, DOI: <https://doi.org/10.3917/rfs.564.0697>.

15 L'analyse OAT (One at a time) consiste à retirer successivement chaque variable du modèle afin de voir en quoi les résultats obtenus sont affectés.

Tableau 3

	reg	reg0	reg1	reg2	reg3	reg4	reg5	reg6	reg7	reg8	reg9	reg10	reg11	reg12	reg13
<i>Aveu</i>	37,6 .		39,3 .	37,6 .	65,4 *	8,4	48,3 .	33,9 *	6,8 .	367,1 **	79,5	33,4 *	20,7 .	36,9	33,5 .
<i>Dénégation</i>	0,3		0,3	0,3	0,6	0,1	0,2	0,6	0,1	0,4	1,3	0,3	0,4	0,2	0,4
<i>Mineur</i>	3,3	3,4		3,8	4,9	3,2	2,6	7,3	9,0	5,6	6,2	3,3	4,6	3,3	3,9
<i>Né en France</i>	1,7	0,8	1,8		2,5	1,3	4,2	1,2	1,9	0,9	0,5	2,9	3,3	1,7	2,8
<i>Réquisition CJ</i>	7E+11	5E+13	7E+11	8E+11		8E+10	3E+11	3E+10	2E+08	2E+11	2E+11	1E+10	3E+09	7E+11	2E+09
<i>JLD</i>	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0		0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>femme</i>	443,5	863,0	394,9	649,2	549,0	507,1		43,0	3,4*	187,3	327,6	61,5	74,5	416,4	129,4
<i>Célibataire</i>	121,7	2253,8	124,1	189,6	21,8	181,0	5,3		3,4	175,7	58,5	23,0	19,1	324,8	23,4
<i>Emploi à venir</i>	534,0 **	492,7 ***	544,3 **	571,2 **	247,1 **	219,6 **	251,9 **	1,2 **		749,4 **	364,3	218,1 **	154,4 **	560,4 **	273,0 **
<i>Avec emploi</i>	15,9	11,2	16,0	15,3	5,3	4,1	5,4	139,3		8,5	4,9	4,7	3,5	16,8	6,9
<i>Pas d'antécédents</i>	143,3 * →	851,7 **	142,3 *	147,1 *	158,5 *	75,7 *	106,5 *	3,5 *	27,7 **		20,4	68,8 *	129,0 *	131,4 *	140,8 *
<i>Pas de récidive</i>	0,0	0,0 *	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	50,5	0,1	0,6		0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Nombre de chefs</i>	1,7	1,8 *	1,7	1,7	1,0	1,3	1,2	0,3	1,2	1,4	1,4		1,1	1,7	1,2
<i>Pas d'arme</i>	50,8	13,8	51,3	53,7	5,1	16,0	17,3	4,0	0,9	133,6 *	16,7	11,1		55,8	9,0
<i>Pas de BO</i>	0,3	0,1	0,3	0,3	0,1	1,4	1,3	0,1	0,3	6,1	0,4	0,4	0,2		0,2
<i>Peine max &lt;15</i>	0,2	0,3	0,1	0,2	2,6	0,5	0,3	1,5	1,5	0,1	0,7	0,6	3,8	0,1	
<i>Peine max &lt;</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	1,1	0,4	0,2	0,8	0,0	0,0	0,2	1,2	0,0	

seulement une variable sur 15 dans chaque modèle, on peut faire disparaître la «significativité» de l'aveu dans un modèle sur deux. Autrement dit, il est très facile pour un chercheur de passer à côté de quelque chose, ou s'il est biaisé d'une façon ou d'une autre, de dissimuler ou de faire apparaître plus ou moins consciemment un effet. Ce problème est d'autant plus frappant que la jurimétrie pénale

manie souvent des questions politiquement sensibles telles que les biais des magistrats et la discrimination – questions dont on peut affirmer sans rougir que leur théorisation actuelle dans la littérature n'est pas très satisfaisante.

### III. Les arbres de choix (apprentissage automatique par arbres de décision)

17. Les arbres de choix sont un ensemble de méthodes d'apprentissage automatique fondées sur les diagrammes d'arbres de décision (on parle aussi d'apprentissage par arbres de décision ou d'induction d'arbres de décision). Ces méthodes peuvent s'employer à partir de variables modales (on parle alors d'arbres catégoriques) ou de variables continues (on parle alors d'arbres de régression). Pour les grands ensembles de données, il existe même des méthodes plus orientées sur la prédiction, nommées forêts aléatoires. Les algorithmes de bases sont ID3, C4.5 ou CART.

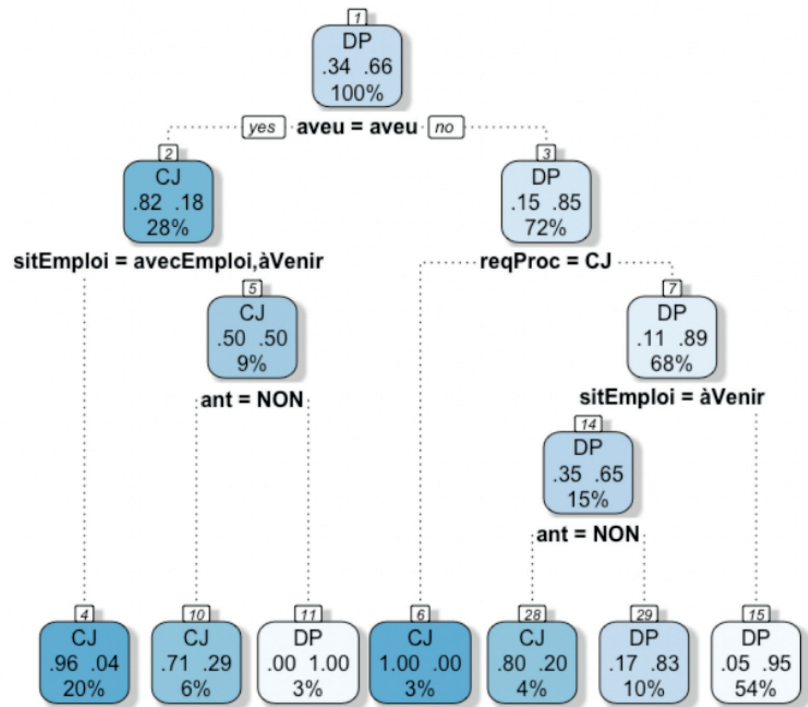
18. Les arbres de choix sont faits pour modéliser les décisions humaines, et donc dépasser les limites vues plus haut : les variables peuvent être colinéaires et ne pas avoir la même importance selon le contexte (d'où l'idée d'arbre : en fonction de la branche où je me trouve, la même variable n'a pas le même effet). Mais surtout, leur lecture est beaucoup plus intuitive. Ainsi, le graphique 1 issue de la même étude sur la détention provisoire donne, nous semble-t-il, une modélisation beaucoup plus intuitive des décisions des magistrats de libérer sous contrôle judiciaire (CJ) ou de ne pas libérer – c'est-à-dire maintenir en détention provisoire (DP) – les prévenus.

19. L'algorithme calcule quelles sont les questions prioritaires à connaître pour prédire l'issue. Il est possible de le spécifier de telle

manière qu'il rentre davantage dans le détail, au risque d'être plus descriptif et moins prédictif, ou au contraire qu'il se limite aux trois ou quatre questions essentielles. Ici, plus les chances d'être libéré sont élevées plus la couleur sera foncée. Le nombre de gauche indique la probabilité de CJ, le nombre de droite la probabilité de DP, à chaque étape. Le pourcentage indique la part des dossiers concernés par chaque étape.

20. Cette méthode a la particularité d'être une méthode d'apprentissage automatique *white box*, c'est-à-dire que le lecteur comprendra immédiatement comment l'arbre a été construit à partir des données, et l'effet que

Graphique 1

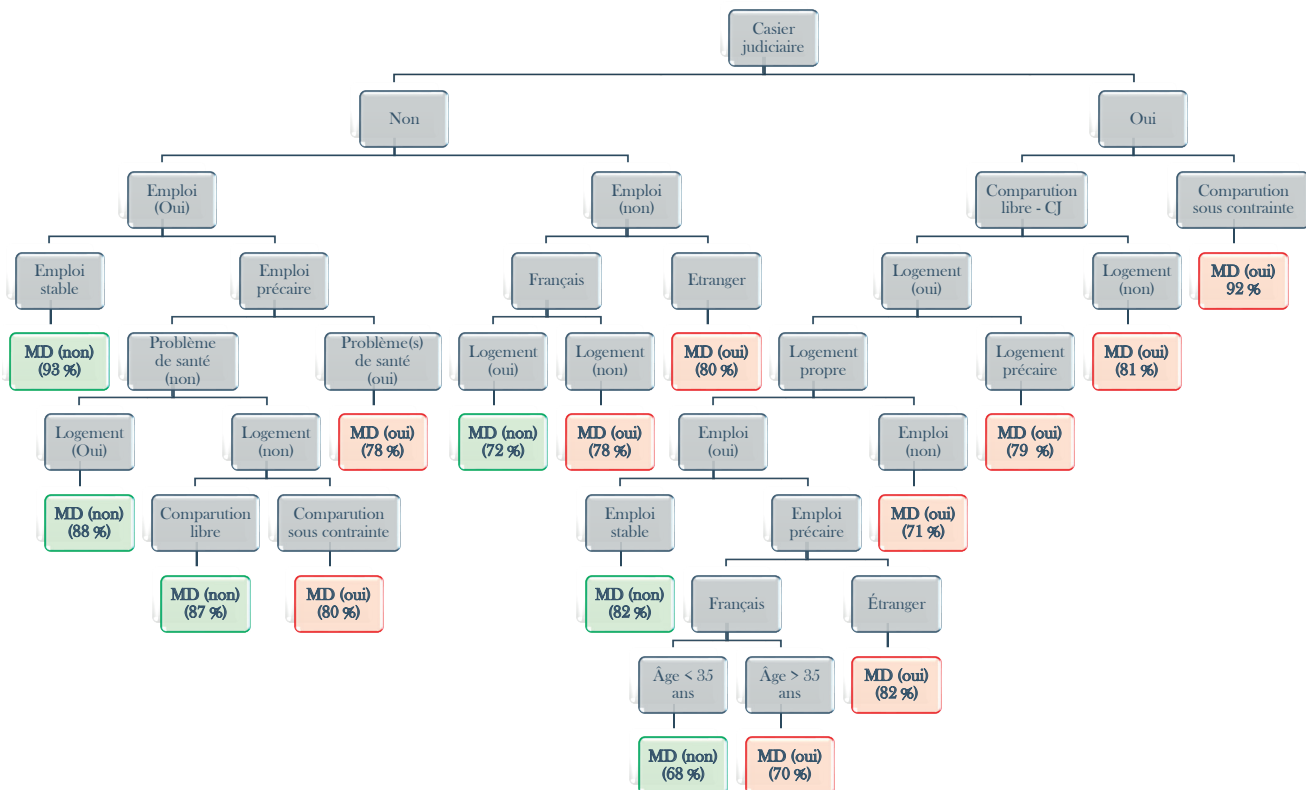


pourrait avoir l'ajout ou le retrait de variables du modèle. Les résultats sont donc beaucoup moins sensibles aux spécifications et moins susceptibles d'être manipulés.

21. Surtout, ces méthodes peuvent nous permettre de mieux comprendre le rôle que jouent certaines variables contextuelles dans les décisions judiciaires, afin d'éviter les simplifications excessives dans lesquelles nous pourrions facilement tomber. Prenons par exemple le graphique 2, issu de la thèse de Warren Azoulay. Ce graphique représente la décision de placer un prévenu en

détention à l'issue d'une comparution immédiate (MD). Une question qui se pose depuis longtemps à ce sujet est l'effet de la nationalité du prévenu sur l'issue: certaines études employant des régressions font ressortir un effet de cette variable tandis que d'autres non. Cet arbre montre que cette question ne se pose que pour les personnes qui ont une situation précaire. Autrement dit, la question de la nationalité se pose pour les personnes qui soit n'ont pas d'emploi, soit ont un casier judiciaire et un emploi précaire. Cette piste mériterait d'être creusée,

Graphique 2



car si elle était confirmée par d'autres travaux ainsi que des observations, elle pourrait signifier que ce ne serait pas la nationalité "en elle-même" qui poserait problème aux juridictions, mais la nationalité étrangère qui, additionnée à la précarité de la situation, ferait craindre une situation de fuite ou amènerait à interpréter la situation du prévenu comme parasitaire.

22. La même question pourrait être posée sur la différence entre hommes et femmes – malheureusement aucune des deux études mentionnées dans ce travail n'a pu vérifier cette hypothèse, car il y avait, à chaque fois, trop peu de femmes dans les échantillons. Nous savons depuis longtemps que les femmes sont généralement « protégées » de la prison, c'est-à-dire qu'il semble à première vue qu'à faits à peu près équivalents, elles soient moins souvent incarcérées. De nombreuses explications ont été proposées à cette observation, dont une certaine « misogynie bienveillante » qui amènerait les magistrats à plus souvent voir les femmes, même délinquantes, comme victimes (de leur entourage par exemple) que les hommes. Mais avec davantage de données, les méthodes d'apprentissage automatique pourraient montrer dans quelle mesure cette bienveillance dépend ou non du contexte, notamment du sexe du juge et de la situation familiale. Il se pourrait par exemple que les magistrats soient plus bienveillants avec les délinquantes que les magistrates (ce qui irait dans le sens de l'hypothèse de la misogynie bienveillante), ou bien que seules les femmes avec des responsabilités parentales soient véritablement protégées de l'incarcération, et ce pour des raisons pragmatiques qui correspondent à l'idée d'un rôle social des mères souvent plus important que celui des pères à l'égard des enfants.

23. Enfin, une dernière piste intéressante, à ce stade, dans ces arbres de choix est la façon dont l'ordre optimal des questions appris par la machine peut correspondre ou pas à l'ordre des questions telles qu'elles apparaissent

à l'audience. Ainsi, nous avons pu remarquer que dans le cas des deux études conduites et citées plus haut, la question qui apparaissait tout en haut de l'arbre (l'aveu dans le premier cas, le casier judiciaire dans le second) correspondait également à des questions évoquées prioritairement en début d'audience (or, la machine n'est pas informée de cette donnée, mais seulement de la valeur de chaque variable, sous une forme statique). Cette coïncidence est une piste à creuser, car il se pourrait qu'elle soit plus qu'anecdotique et nous informe davantage sur la façon dont la méthode « mime » le processus judiciaire lui-même.

24. Pour conclure, ces nouvelles méthodes, plus adaptées à l'idée que nous nous faisons d'une « décision » judiciaire, devraient au plus vite être exploitées pour leur fort potentiel à réexaminer des questions de recherche rebattues depuis longtemps et à tester de nouvelles hypothèses.

## Bibliographie

### Article dans une revue ou un journal

- BURAWOY M., « Pour la sociologie publique », *Actes de la recherche en sciences sociales*, 2009, vol. 176-177, n°1, p. 121, DOI: <https://doi.org/10.3917/arss.176.0121>.
- COHEN A., YANG C.S., « Judicial Politics and Sentencing Decisions », *American Economic Journal: Economic Policy*, février 2019, vol. 11, n° 1, p. 160-191, DOI: <https://doi.org/10.1257/pol.20170329>.
- MAHI L., « Une sanitarisation du pénal? », *Revue française de sociologie*, décembre 2015, Vol. 56, n° 4, p. 697-733, DOI: <https://doi.org/10.3917/rfs.564.0697>.
- RAOULT S., DERBEY A., « La justice de classe, la nouvelle punitivité et le faux mystère de l'inflation carcérale », *Revue de science criminelle et de droit pénal comparé*, janvier 2018, vol. N° 1, n° 1, p. 255-265, DOI: <https://doi.org/10.3917/rsc.1801.0255>.
- VANHAMME F., BEYENS K., « La recherche en sentencing : un survol contextualisé », *Déviante et Société*, 2007, vol. 31, n° 2, p. 199, DOI: <https://doi.org/10.3917/ds.312.0199>.

### Ouvrage

- DANET J., *La réponse pénale. Dix ans de traitement des délits.*, Presse Universitaire de Rennes, 1<sup>er</sup> janvier 2013.
- HERPIN N., *L'Application de la loi. Deux poids, deux mesures*, Paris, Le Seuil, 1978, *Revue interdisciplinaire d'études juridiques*, 1979, vol. 3, n° 2, p. 146
- HAYWARD K., *Fifty Key Thinkers in Criminology*, Routledge, décembre 2009, DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203865033>.

### Chapitre d'ouvrage

- DESROSIÈRES A., « Chapitre 14. Quetelet et la sociologie quantitative : du piédestal à l'oubli », *Pour une sociologie historique de la quantification*, Presses des Mines, 2008, p. 239-256, DOI: <https://doi.org/10.4000/books.pressesmines.922>.

### Rapport

- DERBEY A., RAOULT S., *Faut-il avouer pour sortir de détention provisoire?*, n° 9, ORDCS, 1<sup>er</sup> janvier 2018.
- RAOULT S., AZOULAY W., *Les comparutions immédiates au TGI de Marseille*, n° 8, ORDCS, 1<sup>er</sup> janvier 2016.