

**Cédric Villani, Député,
Premier vice-président**

Paris, le 8 juin 2018
(actualisation du 11 septembre 2018)

**Note en réponse à la demande de la commission des Lois en appui à sa mission
d'information flash chargée d'étudier les incidences d'une évolution du mode de
scrutin des députés**

La commission des lois constitutionnelles, de la législation et de l'administration générale de la République de l'Assemblée nationale a décidé de constituer en son sein une mission d'information, dite « flash », chargée d'étudier dans un délai court les incidences d'une évolution du mode de scrutin des députés.

Par lettre du 21 mars 2018, la présidente de cette commission, la députée Yaël Braun-Pivet, a souhaité que les deux co-rapporteurs de cette mission d'information, Christophe Euzet et Olivier Marleix, puissent bénéficier du concours du premier vice-président de l'Office, lui-même membre de la même commission permanente, afin d'évaluer la portée des différentes hypothèses qui peuvent être envisagées en la matière.

Il ne s'agit pas d'une saisine officielle de l'Office en tant que tel, car la nature bicamérale de l'organe ne se prêtait pas au cas d'espèce du sujet du mode d'élection des seuls députés. La lettre de saisine figure en annexe 1 à la présente note.

*

* *

RÉSUMÉ

Il existe une grande variété de choix de modes de scrutin ; au delà de leur efficacité supposée ou démontrée, ils représentent des choix stratégiques et symboliques, voire des visions de la politique. On discute ici en fonction du nombre de députés, de la dose de proportionnelle, du choix de la méthode d'attribution de la dose (additif, correctif, compensatoire), de la présence d'un seuil, du nombre de tours. Après avoir rappelé les grands enjeux (représentativité, légitimité, possibilité d'émergence de formations jugées dangereuses), on discute de résultats obtenus en « rejouant le match » d'une élection passée. Cette approche, malgré ses limitations importantes, donne des indications précieuses.

Une conclusion majeure de cette étude est que, avec 15 % de proportionnelle, 30 % de réduction des effectifs et deux tours, la représentativité reste essentiellement stable ; une méthode d'attribution compensatoire permettrait d'améliorer la représentativité.

Une seconde conclusion est la sensibilité des résultats à la méthode de redécoupage, qui méritera une attention toute particulière. On peut aussi rappeler la très grande sensibilité au climat politique, quel que soit le mode de scrutin.

Enfin certains écueils plausibles ne pourront être tenus à distance que par de bonnes pratiques dans la politique d'investiture.

INTRODUCTION

La présente note combine sciences politiques et sciences statistiques. Elle s'appuie, entre autres, sur des simulations numériques destinées à évaluer *a posteriori* l'impact de modes de scrutins variés sur une élection déjà tenue, en l'occurrence la dernière élection législative (printemps 2017). Il semblerait naturel que l'Assemblée nationale soit en mesure de réaliser cette étude par ses propres moyens; tel n'est cependant pas aujourd'hui le cas, en l'absence d'une structure d'analyse et d'évaluation qui lui serait propre. Notons que la mise en place d'une telle structure est l'une des préconisations majeures du groupe de travail sur les moyens de contrôle et d'évaluation, mis en place en 2017 par le Président de l'Assemblée nationale, François de Rugy, pour préparer la réforme du fonctionnement de l'Assemblée. C'est dans cette perspective qu'a été recherché le soutien d'experts, d'une part, en science politique, et, d'autre part, en informatique, pour la réalisation d'un programme de simulations de différentes hypothèses. Malgré le délai très court initialement prévu pour les travaux de la mission d'information considérée, des experts bénévoles compétents et dévoués ont pu être identifiés et mis à contribution.

Les travaux ont ainsi été réalisés grâce aux efforts combinés de :

– Renaud Blanch, maître de conférence à l'université Grenoble-Alpes et Sylvain Bouveret, professeur associé en informatique à l'Ensimag de Grenoble, qui avaient contribué au programme de recherche mené par le CNRS sur l'expérimentation de modes de scrutins alternatifs⁽¹⁾, au printemps 2017 ;

– Jérôme Lang, directeur de recherche au CNRS, Laboratoire d'Analyse et Modélisation des Systèmes pour l'Aide à la Décision (LAMSADE), co-auteur d'un article publié par le laboratoire d'idées Terra Nova, intitulé : « *Une dose de "proportionnelle" : pourquoi ? comment ? laquelle ?* »⁽²⁾ ;

(1) Deux modalités de vote qui offrent plus de possibilités à l'électeur pour s'exprimer ont été expérimentées par une équipe de recherche du CNRS :

- *Le vote par approbation* : L'électeur indique quels sont les candidats à qui il souhaite accorder son approbation. Il peut donner son approbation à un seul candidat, à plusieurs ou à aucun. Le candidat ayant réuni le plus grand nombre d'approbations est élu.

- *La notation* : L'électeur évalue les candidats en accordant à chacun une note. La même note peut être attribuée à différents candidats et un électeur peut s'abstenir sur certains candidats. Le candidat dont la somme des notes est la plus élevée est élu.

Pour une revue de quelques modalités de vote avec leurs spécificités, paradoxes, avantages et inconvénients, ainsi que pour des références, on pourra aussi consulter les articles de vulgarisation de Rémi Peyre :

<http://images.math.cnrs.fr/La-democratie-objet-d-etude.html>

<http://images.math.cnrs.fr/Et-le-vainqueur-du-second-tour-est>

<http://images.math.cnrs.fr/La-quete-du-Graal-electoral>

On se limitera dans cette note à des modalités de vote simples et éprouvées.

(2) « *Une "dose de proportionnelle" : pourquoi ? comment ? laquelle ?* », 19 mars 2018, par Marie-Anne Cohendet, Jérôme Lang, Jean-François Laslier, Thierry Pech, Frédéric Sawicki <http://tnova.fr/rapports/une-dose-de-proportionnelle-pourquoi-comment-laquelle>

– Bruno Cautrès, chercheur au CNRS, département de sociologie du Cevipof (Centre de recherches politiques de Sciences Po).

La présente note décrit le champ et le contenu des simulations réalisées très rapidement par ces experts de bonne volonté, qu'il faut ici remercier. On trouvera le programme de simulations demandées en annexe 2 et l'étude elle-même en annexe 3.

Dans le corps de cette note de synthèse, on commencera par passer en revue quelques modalités de scrutin, puis on évoquera les objectifs politiques associés au choix du système d'élections ; ensuite, on effectuera des comparaisons et on dégagera quelques conclusions.

1. Modalités de scrutin

1.1. Objectifs généraux de l'élection

Comme le rappelle Bernard Manin ⁽³⁾, l'élection s'est imposée au XVIII^e siècle non comme un moyen de désigner « le meilleur » représentant, mais comme une façon de marquer, par un geste actif des citoyens, le lien ou contrat qui unit gouvernants et gouvernés.

On attend du corps élu qu'il soit : à l'écoute, bien informé, représentatif, efficace. Les conditions d'éligibilité ont varié au cours du temps (cens ou pas, etc.) et sont aujourd'hui très lâches.

1.2. Choix de méthode

Il y a cependant de multiples façons de désigner les représentants :

- vote individuel ou par listes (ouvertes ou bloquées),
- vote par approbation ou par notes (notes attribuées aux candidats),
- vote à l'échelle d'une circonscription électorale ou d'un autre territoire politique (département, région, nation...),
- avec un tour ou deux tours,
- selon une combinaison de ces différents ingrédients.

Il existe également de multiples façons de prendre en compte les résultats : majoritaire, proportionnel, ou une combinaison des deux.

En choisissant un mode de scrutin, on détermine une méthode afin de favoriser certaines tendances, correspondant à des objectifs politiques. Le choix de ce mode de scrutin est donc important d'un point de vue pratique mais aussi symbolique, en fonction de la vision du parlementarisme que l'on souhaite promouvoir.

(3) Bernard Manin, *Principes du gouvernement représentatif*, éd. Calmann-Levy, 1995.

On note que les discussions en France ont toujours été vives sur ce sujet, depuis le début de la démocratie. Les débats sur la proportionnelle n'ont pas manqué, avec des points de vue parfois contradictoires, comme le rappelle le rapport précité de Terra Nova.

1.3. Mise en œuvre d'une proportionnelle partielle

Les paramètres clés d'une dose de proportionnelle sont :

– la quantité: quelle fraction de sièges seront pourvus à la proportionnelle ? Est-ce que ce nombre de sièges est fixe ?

– le mode d'élection proportionnelle : scrutin de liste, selon quelles modalités et sur quel périmètre ? Sur une liste séparée, ou avec possibilité de repêchage ?

– le mode d'attribution des sièges restants : mode additif, mode compensatoire, mode correctif ? Avec seuil ou sans seuil ? Avec quel calcul de reste ?

– le calendrier : la désignation proportionnelle se fait-elle en même temps que la désignation majoritaire ? (S'il y a deux tours, et si l'esprit de la proportionnelle est d'inciter à une diversité renforcée, alors cette désignation serait plutôt au moment du premier tour, bien plus représentatif de la diversité.)

Les calculs de reste (méthode de D'Hondt ou de Hare, etc.) ont peu d'influence et seront omis ici — voir annexe 2 pour une description.

En revanche, dans une méthode combinant scrutin majoritaire et dose de proportionnelle, le choix du mode d'attribution à la proportionnelle est important. Les trois principales méthodes sont :

– méthode **additive** : on effectue en parallèle les deux élections (majoritaire et proportionnelle) ; on se contente donc d'ajouter les sièges obtenus par l'un et l'autre scrutins. Cette méthode est la plus simple. C'est aussi la façon la plus douce d'introduire de la proportionnelle, car le parti vainqueur au scrutin majoritaire prend une part importante des sièges attribués à la proportionnelle ;

– méthode **compensatoire** : pour chaque parti, on compare le nombre de sièges obtenus au scrutin majoritaire avec le nombre de sièges qui auraient été obtenus au scrutin proportionnel. Si le premier est inférieur au second, on parle de déficit : les sièges restants sont attribués aux divers partis proportionnellement à ce déficit. Typiquement, le parti arrivé en tête au scrutin majoritaire, mieux servi qu'il n'aurait été par un scrutin proportionnel, ne gagnera aucun siège, et les autres partis recevront une prime d'autant plus forte qu'ils auront été mal servis. Cette méthode est la façon la plus naturelle de tendre vers plus de proportionnalité ;

– méthode **corrective** : pour chaque parti, on compte le nombre d'électeurs qui ont apporté leur voix à un candidat de ce parti, sans que ce candidat soit élu. Appelons ce nombre la quantité de frustration associée au scrutin majoritaire : les sièges restants sont alors attribués de façon proportionnelle à la quantité de frustration. Cette méthode est naturelle du point de vue des électeurs, puisqu'elle assimile la correction proportionnelle à un rattrapage de leurs volontés non satisfaites. Elle est plus forte que la méthode additive, mais en pratique plus douce que la méthode compensatoire, ne serait-ce que parce que l'on prend en compte beaucoup de voix attribuées au parti vainqueur, partout où son représentant n'a pu se faire élire.

Ainsi l'Allemagne utilise un scrutin mixte avec une formule exactement compensatoire qui permet d'aboutir à la représentation proportionnelle, ce qui correspond à une forte dose de sièges non liés à une circonscription mais résultant de la proportionnelle (au moins 50 %), et conduit à un nombre total de sièges variable. Une complexité supplémentaire résulte de la prise en compte de la structure fédérale : la proportionnalité doit être garantie dans chaque Land.

À cette discussion, il faut ajouter celle des seuils : si l'on fixe un seuil de représentation proportionnelle, par exemple 5 %, on ne prend en compte que les partis qui ont obtenu (proportionnellement) plus que ce seuil. C'est une façon de donner un peu de prime majoritaire dans un mécanisme proportionnel.

2. Objectifs politiques

2.1. Rôle des institutions

Dans la politique française, depuis la cinquième République, l'élément structurant majeur est l'élection présidentielle ; la vision parlementariste qui lui est associée est un gouvernement assuré par le parti présidentiel, en particulier depuis ce qu'il est convenu d'appeler l'« inversion du calendrier » (élection législative juste après l'élection présidentielle, depuis 2001) et le renforcement du « fait majoritaire » qui en résulte, c'est-à-dire l'avantage accordé au Président élu. Décliné de façon plus ou moins forte au fur et à mesure des décennies, le fait majoritaire est très notable aujourd'hui.

A contrario, la plupart des pays européens optent pour des gouvernements de coalition, et l'élément structurant est souvent l'élection législative; le mode de scrutin est alors le plus souvent proportionnel, ou un mélange de majoritaire et proportionnel.

La démocratie est parfois décrite comme un art de prendre des compromis *via* la discussion des forces en présence, et parfois comme celui d'adopter des options mises sur la table par ces différentes forces en présence. Dans la première vision, cette fonction de discussion est probablement mieux représentée par des coalitions que par un gouvernement de parti majoritaire. La seconde vision est plus ouverte : on peut l'inscrire encore dans le système de coalitions, ou bien préférer l'intégrer dans un modèle de gouvernement par un seul parti, le choix étant fait une seule fois par les électeurs, sur la base d'un programme. Sans prendre parti pour un système de fait majoritaire ou un système de coalition, on peut noter que la France apparaît comme l'une des rares exceptions majoritaires, du moins depuis le régime de la Constitution de 1958. En fait, il n'y a que deux exceptions en Europe : la France et le Royaume-Uni. Toutes les autres « grandes » nations européennes penchent bien davantage du côté proportionnel que du côté majoritaire pour leurs élections législatives.

Certains justifieront l'exception française par un héritage monarchique, et d'autres par l'absence de culture de compromis. En tout cas, les discussions dialectiques se font davantage entre gouvernement et groupe majoritaire, qu'entre groupes rivaux à l'Assemblée : le régime français, bien que parlementaire, est donc appuyé sur un exécutif fort⁽⁴⁾.

(4) *Les discussions dialectiques entre partis se font aussi dans le débat public, avec le but d'influencer les prochaines élections. On peut ainsi, bien évidemment, inscrire le système « à la française » dans une conception de démocratie à choix entre options, le choix étant en pratique réalisé dans les urnes bien plus qu'au Parlement, mais le débat se tenant tout au long de l'année. Cette distinction doit aussi se nuancer du fait que les*

En tout état de cause, l'intention de la révision constitutionnelle dont la discussion a été engagée en juillet dernier à l'Assemblée nationale est d'aménager l'existant, et pas de le renverser : on ne discute donc ici que d'une évolution prudente vers un peu de proportionnelle.

2.2. Efficacité et stabilité

L'élection majoritaire a la réputation d'être efficace car elle permet de dégager des majorités claires, au contraire de la proportionnelle qui tend à forcer des coalitions. L'exemple de la Nouvelle-Zélande (passée de l'un à l'autre) confirme cette thèse. Bien évidemment, ce n'est pas une règle absolue et le mode de scrutin ne fait que renforcer les tendances, sans renverser les tendances politiques majeures. Ainsi, en 1986, les élections législatives en France, bien que menées à la proportionnelle (départementale), ont dégagé une claire majorité.

Les coalitions peuvent demander des négociations difficiles (*Cf.* Allemagne en 2017, Italie en 2018). Une fois établies, elles reposent sur des programmes de consensus et diminuent la marge de manœuvre et la réactivité des parlementaires. En diluant les responsabilités des partis dans la coalition, elles rendent plus difficile la sanction par le vote populaire.

Tout cela étant dit, l'expérience internationale suggère amplement que les coalitions mènent en général à une plus grande stabilité dans le temps. D'ailleurs, comme le rappelle le rapport de Terra Nova, la France, malgré son scrutin majoritaire, a connu bien plus d'instabilité politique durant ces dernières décennies que nombre de démocraties à scrutin proportionnel. (On peut aussi, évidemment, poser la question de la culture politique particulière de la France.)

En ce qui concerne le nombre de parlementaires, on peut arguer qu'il influe sur l'efficacité de leurs travaux, mais le sens dans lequel cela jouera n'apparaît pas immédiatement clair : d'une part, un grand nombre permet une diversité de points de vue et une spécialisation accrue, les rôles se distribuant entre plus de députés; d'autre part, ce même grand nombre peut impliquer une plus grande difficulté pour dégager un consensus. En bref, un nombre important de parlementaires devrait augmenter l'efficacité de l'analyse et diminuer celle de la recherche de consensus, cette dernière étape étant nettement plus importante dans un contexte de coalition que dans un contexte de fait majoritaire.

Il convient en outre de rappeler, même si cela sort du cadre de la présente étude, que l'efficacité de l'institution parlementaire tient aussi aux moyens dont elle dispose, qu'ils soient humains, financiers, techniques, pour permettre à ses membres d'exercer leurs missions. Les États-Unis, avec un parlementaire pour plus de 600 000 habitants (chaque parlementaire pouvant disposer de plusieurs dizaines de collaborateurs), et des moyens considérables pour le Congrès, constituent en la matière un parangon de parlementaires « loin du peuple » et relativement peu nombreux, mais puissants.

débats parlementaires ont, partout, un rôle interne (travail de conviction des collègues) et un rôle externe (influence de l'opinion publique). Si l'on voulait bien faire l'analyse, il faudrait prendre en compte la dimension temporelle liée à la répétition des élections, et effectuer des comparaisons dans la durée. Les deux sous-sections suivantes effleurent le sujet.

2.3. Évolutivité

Certains politologues tendent à estimer que le système proportionnel permet l'émergence de tendances multiples en facilitant le développement de « petits » partis qui peuvent bénéficier d'une représentation électorale, et que le système majoritaire apparaît au contraire plus figé, avec des conséquences parfois contre-intuitives [Huber⁽⁵⁾].

Avec sa prime au parti vainqueur, le système majoritaire favorise en effet les grands partis et l'alternance, et finalement une opposition binaire. C'est le cas bien sûr au Royaume-Uni et aux États-Unis ; en France, même si c'est moins caricatural, c'est l'opposition gauche-droite qui a « toujours » structuré les débats. C'est aussi une réflexion de bon sens qu'une tradition de débat politique binaire (combat d'un parti de droite contre un parti de gauche) et une tradition de culture politique binaire (citoyens se déclarant soit à gauche, soit à droite) se renforcent.

2.4. Participation citoyenne

Si la participation citoyenne est la raison d'être majeure des élections, le taux de participation doit être apprécié en soi comme un élément de santé du système. Aucun lien ne semble avoir été établi entre le mode de scrutin et la participation ; on pourrait cependant argumenter que la présidentialisation du régime diminue l'importance perçue des parlementaires, et nuit à la motivation pour les élire. Cela pousserait pour une proportionnelle renforcée si l'on souhaite lutter contre la désaffection des votants. Mais cette analyse est si rudimentaire que l'on ne saurait en tirer des conclusions fermes.

Il est en tout cas préoccupant de constater que la participation française aux élections législatives est l'une des plus basses d'Europe.

2.5. Représentation de la diversité

Si l'objectif est de bien représenter les tendances politiques, dans un système de partis, c'est la proportionnelle qui est la solution naturelle.

Dans un scrutin majoritaire, un facteur important est le nombre de députés : plus il est important et mieux le système représente la diversité. En effet, une circonscription plus large amène à prendre des moyennes sur des échantillons plus larges d'électeurs, et donc entraîne une réduction de la diversité. Par exemple, si l'on regroupe quatre circonscriptions de taille équivalente, trois où le parti majoritaire est dominant et une où l'opposition est

(5) John D. Huber, Measuring ethnic voting : Do Proportional Electoral Laws Politicize Ethnicity?, *American journal of political science*, Volume 56, numéro 4, octobre 2012, pp 986-1001 : les données de 71 enquêtes estimant les niveaux du vote dit « ethnique » (ce terme étant pris dans un sens anglo-saxon très large), dans 43 pays, conduisent l'auteur à conclure que les systèmes de vote proportionnel créent de multiples occasions pour les partis de diviser le vote des membres d'une même « minorité », « dépolitisant » ainsi en quelque sorte l'« ethnicité ».

dominante, on se retrouve typiquement, pour le même vote, avec seulement un siège pour la majorité à l'issue de ce regroupement, et l'on passe de 25 % à 0 % pour la représentation de l'opposition... Le cas extrême, absurde, où l'on n'élirait qu'un seul député national, conduirait à une perte complète de diversité.

On peut aussi se poser la question de la bonne représentation socio-professionnelle, ou de la diversité en sexe et en âge. Les exemples passés et les études montrent que le mode de scrutin n'influe que de façon limitée sur cette représentativité, et ce parfois à l'encontre de ce qui était prédit par les politologues et les constitutionnalistes. Cela est vrai aussi bien pour la représentation féminine [Salmond⁽⁶⁾] que pour la représentation des minorités ethniques [Protsyk⁽⁷⁾]. On a souvent représenté le scrutin proportionnel comme le lit des affrontements des groupes (par exemple ethniques ou représentant des minorités), mais l'expérience internationale montre que c'est en général plutôt le contraire [Huber⁽⁸⁾].

Ainsi l'actuel « coup de jeune » et la récente féminisation de l'Assemblée nationale française ne doivent rien au mode de scrutin, mais tout à la discipline politique en la matière du parti dominant. Nous n'avons pas connaissance d'études similaires concernant le rôle du nombre de députés, mais dès les origines, et en particulier dès la mise en place de la Constitution américaine (Cf. Manin), il a été fait un lien entre la taille des circonscriptions (le nombre d'électeurs par député) et le caractère « aristocratique » du régime : plus les circonscriptions sont larges, plus on penche vers l'aristocratie, en un certain sens. On retrouve les États-Unis d'Amérique comme un exemple de système dans lequel les députés sont très peu nombreux par rapport aux citoyens, et en sont fort éloignés en un sens (par leur statut social, leur disponibilité, etc., tout cela étant à nuancer au cas par cas).

En résumé, la réduction du nombre des députés tend à diminuer la représentativité, l'augmentation de la part proportionnelle tend à augmenter cette représentativité.

2.6. *Légitimité*

Le scrutin uninominal majoritaire permet aux élus de se sentir légitimés par des votes qui se sont portés directement sur leur personne. Cela est encore plus vrai avec le système du second tour, qui aboutit par construction à des majorités absolues dans les suffrages exprimés, sauf « triangulaires » (Cf. Carcassonne⁽⁹⁾).

Au plan de la philosophie politique, cela s'accorde bien avec la liberté non négociable de vote que leur reconnaît notre Constitution de 1958, qui exclut les mandats impératifs. On peut aussi argumenter que le député élu sur sa candidature personnelle est plus engagé localement, mieux identifié des électeurs, et se sent plus responsable que s'il était simplement élu sur un programme collectif.

Le scrutin uninominal permet de faire parfois émerger des représentants originaux : par exemple des candidats non « encartés », ou entrants en politique, ayant peu fait carrière

(6) Rob Salmond, Proportional representation and female parliamentarians, *Legislative studies quarterly*, XXXI, 2 mai 2006.

(7) Oleh Protsyk et Konstantin Sachariew : Recruitment and representation of ethnic minorities under proportional representation evidence from Bulgaria, *East European Politics and Societies*, vol. 26, 2: pp. 313-339. , 1ere publication 13 avril 2010.

(8) John D. Huber, Measuring ethnic voting : do proportional electoral laws politicize ethnicity ? *précité*.

(9) *La Constitution, de Guy Carcassonne et Marc Guillaume, édition Points.*

dans les appareils politiques. L'élection législative française de 2017 (de même que d'autres auparavant) a vu l'élection de plusieurs de ces profils, y compris hors du parti majoritaire.

Toutes ces caractéristiques font certainement partie des raisons pour lesquelles l'élection allemande, bien que débouchant sur une représentation proportionnelle exacte, désigne une part très significative (42 % en 2017) des députés au scrutin majoritaire uninominal.

2.7. Régionalisme, faculté d'alliance et extrémisme

Si l'on croit à la démocratie comme à un art d'alliances et de compromis, il est naturel de favoriser un mode de scrutin qui incite aux alliances. Si l'on croit à la démocratie comme à l'art d'éviter l'éclatement de la nation, il est logique de favoriser un mode de scrutin qui évite sa régionalisation.

La présence d'un second tour défavorise les partis qui ne peuvent s'allier. Le scrutin majoritaire défavorise les partis régionalistes ou dont le vote est très concentré géographiquement. Les institutions françaises ont donc structurellement tendance à freiner l'accès au pouvoir parlementaire de ces formations. Un parti comme le Front national est ainsi pénalisé à de multiples titres : minoritaire, il est écrasé par le suffrage majoritaire, et ce d'autant plus que son adhésion est assez concentrée territorialement ; mais le second tour le pénalise encore davantage du fait de son rejet des alliances (ou du rejet par les autres partis d'une alliance avec lui).

Guy Carcassonne voit dans ces caractéristiques de nets avantages. Mais derrière se cache un réel dilemme politique que l'on peut présenter de façon théorique comme suit : soit une force politique, perçue comme une menace pour l'unité de la nation, en phase d'émergence ; faut-il l'empêcher d'accéder au pouvoir parlementaire, ou au contraire prendre soin qu'elle soit représentée, pour favoriser la recherche de compromis politiques, et pour éviter que ses électeurs ne se sentent mis à l'écart de la vie politique ? Si la proportionnelle a donc le « défaut » de permettre à des formations « extrémistes » d'entrer au Parlement, ce défaut peut précisément être vu comme un avantage dans certains contextes. Le rapport précité de Terra Nova note ainsi que certains des pays qui ont adopté la proportionnelle le plus tôt sont précisément des pays qui étaient menacés par des divisions « territoriales, ethniques, linguistiques ou religieuses », comme la Suisse et la Belgique. S'ensuit un débat sur le rôle d'une assemblée, vu comme faite de citoyens libres et éclairés, ou constituée de représentants d'intérêts.

Si l'on suit Carcassonne, le but de la « dose » de proportionnelle serait d'adoucir le côté écrasant du scrutin, et ainsi de permettre aux partis les plus petits et les moins « alliés » d'avoir une représentation moins minime.

On note que dans d'autres pays où des partis extrêmes émergent fortement, une réflexion est en cours sur des scrutins visant à éviter ces dérives. Ainsi en République tchèque une réflexion sur les votes à notes ou valeurs⁽¹⁰⁾ : un parti « détesté » sera désavantagé par des notes négatives. Les notes peuvent ainsi être, comme le second tour (et peut-être davantage), un facteur de stabilité pénalisant les partis extrêmes.

(10) *Système sous-tendant le projet Democracy21 promu par Karel Janeczek.*

La table 10 de l'étude figurant en annexe 3 montre bien l'effet du second tour : la domination du parti LREM (La République en marche) est atténuée par le second tour (ce qui s'explique aussi par des questions politiques); cependant les petits partis extrêmes LFI (La France insoumise) et FN (Front national) se comportent fort différemment vis-à-vis du second tour, lequel favorise LFI et freine le FN. Le second tour agit ainsi en atténuant ou en renforçant la représentativité, en fonction du spectre.

2.8. Statut du député

La Constitution française n'accorde au député aucun rôle local : il lui est dévolu la tâche de voter la loi, contrôler le gouvernement, et, depuis 2008, évaluer les politiques publiques. L'usage cependant a consacré l'investissement du député dans la vie politique locale. La fin du cumul des mandats – et, plus marginalement sans doute, l'abandon de la réserve parlementaire – a bien limité ce rôle local à un rôle d'influence, sans pouvoir administratif.

Le statut qui se dégage est donc le suivant : le député (comme le sénateur), élu par un territoire, garde un accès privilégié à ce territoire, à l'écoute et à la rencontre de ses acteurs principaux. En garantissant que tous les territoires ont leur mot à dire dans la désignation des représentants, cette construction participe de la solidarité entre territoires et de la cohésion nationale. Le député est pris à partie sur le terrain et d'autant mieux informé des problèmes qui peuvent se poser ; cela l'aide à instruire les dossiers nationaux, et lui permet également de transmettre aux territoires des informations issues du débat national.

Si des listes nationales sont ajoutées au scrutin de circonscription, cela aboutira (comme dans d'autres pays) à la mise en place de deux catégories de députés. Cela vient avec des avantages et des inconvénients :

– avantages : cela rappelle et incarne le fait que les députés ne sont pas des élus locaux (la confusion est souvent perceptible sur le terrain) ; cela permet aussi une complémentarité dans les missions, avec des députés « de circonscription » plus investis dans les affaires locales, et des députés « entièrement nationaux » plus investis dans les affaires sectorielles, thématiques. Une certaine complémentarité peut en découler, comme le suggère Terra Nova⁽¹¹⁾ ;

– inconvénients : on peut imaginer un risque de ségrégation entre deux catégories de députés ; les uns seraient surtout occupés par les affaires locales, et les autres, plus proches des partis, auraient à cœur de démêler les affaires nationales. La tendance naturelle pourrait être à une organisation en « castes » où les places nationales seront les plus prestigieuses et les plus recherchées. Ce risque serait sans doute d'autant plus fort que le pourcentage de proportionnelle serait important.

La relation avec la taille des circonscriptions n'est pas simple : si la circonscription est plus grande, elle sera plus difficile à couvrir, mais les attentes qui se porteront sur le député seront sans doute moins fortes. En fonction de l'évolution du rôle des députés, on peut argumenter que la différence entre les députés « élus nationalement » et les députés « élus en circonscription » sera peut-être moins forte si les circonscriptions sont plus grandes.

Il est possible d'avoir un scrutin proportionnel qui préserve le statut « local » : pour cela, il suffit de « repêcher » les députés élus à la proportionnelle parmi les députés qui se

(11) L'exemple allemand montre que les députés « nationaux » peuvent aussi s'investir sur le terrain pendant les semaines réservées au travail en circonscription. Une comparaison internationale plus poussée serait bienvenue.

présentent localement mais ne sont pas élus au scrutin majoritaire. Cela a pour inconvénient d'avoir dans certaines circonscriptions plusieurs députés, mais, après tout, les départements les plus grands ont déjà plusieurs sénateurs élus à la proportionnelle ; en outre, le fait d'avoir plusieurs députés dans certaines circonscriptions contribuerait à rappeler que les députés ne sont pas des élus locaux. Plusieurs règles de repêchage sont possibles : on peut donner priorité aux candidats qui ont obtenu les meilleurs scores, ou encore laisser une marge d'appréciation aux partis.

3. Comparaison de différentes méthodes

3.1. Comparaisons internationales

Une comparaison internationale se trouve dans l'étude précitée de Terra Nova. Presque tous les pays européens fonctionnent avec des circonscriptions larges, des scrutins de liste, une forte dose de proportionnelle en pratique. L'Irlande a rejeté à deux reprises le scrutin uninominal majoritaire. Le seul pays européen avec lequel on peut comparer la situation française est donc le Royaume-Uni, avec son scrutin uninominal majoritaire à un tour, encore plus « majoritaire » donc que le système français. On note cependant que l'UKIP⁽¹²⁾ n'y est pas représenté du tout, malgré son poids dans la politique nationale.

3.2. Historique de la France

Les élections de 1986 ont été faites à la proportionnelle ; c'était la seule fois sous la Cinquième République⁽¹³⁾. Ces élections ont cependant abouti à une claire majorité (d'opposition au Président de la République). Il est donc difficile de tirer des enseignements de l'histoire française, si ce n'est que le mode de scrutin n'est que l'un des facteurs qui influent sur la configuration de l'Assemblée.

3.3. Simulations en « rejouant le match »

Dans une perspective d'instauration d'une simple « dose de proportionnelle », on s'est limité aux cas suivants :

- la diminution de 30 % du nombre de députés, amenant celui-ci à 404 au lieu de 577, conformément au plan proposé par le Gouvernement;
- parmi ces 404 députés, une dose de proportionnelle comprise entre 0 et 25 % (système de plus en plus proportionnel au fur et à mesure que la dose augmente);
- l'une des trois méthodes : additive, correctrice, compensatoire avec nombre de sièges fixés (de plus en plus proportionnel dans cet ordre) ;
- l'existence ou l'absence d'un seuil de 5 % (résultat plus proportionnel en l'absence de seuil) ;

(12) Parti pour l'indépendance du Royaume-Uni (en anglais : UK Independence Party).

(13) Ces élections ont eu lieu intégralement au scrutin proportionnel départemental à un seul tour. Chaque département élisait de 2 à 24 députés. En portant à l'Assemblée nationale une majorité conservatrice, elles ont provoqué la première cohabitation. C'est aussi la première fois que des députés du Front national ont été élus.

– l’existence ou l’absence d’un second tour (le second tour va globalement dans le sens de la proportionnalité, mais il est plus dur pour les partis qui ne s’allient pas).

La mesure de la représentativité des partis est étudiée **selon deux critères** :

– la **différence par rapport à la proportionnalité**, mesurée par la proportion des sièges qu’il serait inutile de réattribuer si l’on souhaitait obtenir une proportionnalité complète; c’est l’indice q qui est précisément défini dans l’annexe 3. Pour fixer les idées, cet indice est d’environ $2/3$ pour les dernières élections, ce qui signifie qu’environ $1/3$ des sièges auraient été attribués différemment avec une proportionnelle intégrale;

– le **nombre de sièges obtenus par les partis les plus « extrêmes »** de l’échelle politique nationale (FN, LFI : on se limite aux partis qui ont une influence importante).

Pour éviter des contresens, on peut enfin expliciter deux effets mécaniques.

(a) Il est clair que l’intensité du fait majoritaire et la qualité de la représentativité sont des éléments qui vont en sens contraire : si l’on augmente la représentativité, on va diminuer le fait majoritaire. Il n’y a donc pas de méthode « miracle » qui permettrait de gagner sur un tableau sans perdre sur l’autre. Tout au plus pourrait-on, pour tenter de les concilier, travailler sur la représentativité au sein des partis non majoritaires.

(b) Si l’on considère seulement les élections en circonscription, les effets de la réduction d’effectifs et de la « dose de proportionnelle » semblent se cumuler, car la nécessité de « faire de la place » aux députés de liste diminue encore le nombre de députés de circonscription. Mais c’est une illusion (sauf à considérer les députés de liste comme illégitimes) : la diversité perdue en libérant de la place pour la liste est regagnée largement, car la représentativité de la liste sera supérieure à celle des élections de circonscription.

Les éléments les plus délicats dans la mise en œuvre des calculs sont le redécoupage des circonscriptions, et la simulation des reports de votes au second tour.

– Pour le redécoupage, les auteurs de l’étude ci-après ont tenté deux méthodes automatiques (statistiques et par fusion de cantons) et une méthode plus « manuelle » ou empirique à dire d’expert, cette dernière étant seulement mise en œuvre dans le scénario à 15 % de proportionnelle, car très lourde ;

– Pour les reports de vote, plusieurs approches ont été tentées ; la plus fiable apparaît étonnamment être celle qui est donnée par une simple matrice linéaire de reports de voix (!)

3.3. Comparaison avec les conditions projetées par le gouvernement

Les simulations ont été effectuées avec certains choix qui diffèrent légèrement de ceux annoncés dans le communiqué du Conseil des ministres du 23 mai 2018 et précisés dans l’étude d’impact accompagnant les projets de loi ordinaire et organique pour une démocratie plus représentative, responsable et efficace, lesquels n’étaient pas encore connus au moment de l’étude.

D’une part, les Français résidant à l’étranger sont, dans le projet gouvernemental, élus au scrutin de liste dans une circonscription unique. Au contraire, dans les simulations, on a conservé le système actuel des 11 circonscriptions au scrutin majoritaire. Dans le cas de ces élections, la domination des députés LREM dans les élections des représentants des Français résidant à l’étranger est telle que cette modification ne devrait quasiment rien changer.

Ensuite, le scrutin a été simulé avec l'hypothèse d'un seul bulletin de vote, sur la base duquel sont déterminées aussi bien la personne que la nuance de la liste sur lesquelles se porte le vote. Au contraire, dans le projet gouvernemental, sont prévus (comme en Allemagne) deux bulletins de vote distincts. On peut alors imaginer que le comportement des électeurs changera en fonction de stratégies complexes qui les mèneront à voter pour un candidat à l'échelle « locale » et pour une nuance distincte à l'échelle nationale. Faisons cependant le pari que ce phénomène reste marginal, et notons que nous n'avons aucun moyen objectif (sauf comparaisons internationales) de l'estimer quantitativement.

Enfin, le gouvernement a annoncé un redécoupage des circonscriptions qui soit compatible avec celui des cantons ; or certaines des simulations de nouvelles circonscriptions ne respectent pas cette règle. Mais en l'absence d'informations plus précises, l'erreur qui provient de ce non-respect de la règle est certainement moindre que celle qui découle des choix précis de redécoupage.

*

* *

Les conclusions principales de ces simulations sont les suivantes :

(a) s'agissant de la représentativité globale:

– les 15 % de proportionnelle réalisés avec des sièges supplémentaires (en plus des 577 actuels) apporteraient 5 à 13 points de « proportionnalité » (indice q passant de 0,67 à 0,72 ou 0,8 en fonction des modalités); l'introduction d'un seuil entre 0 et 10 % refait baisser légèrement cet indice (de 1 à 2 points); de même pour le passage à un scrutin à un tour; et on peut faire varier ces nombres en faisant varier la dose ;

– mais la diminution de 30 % du nombre total des députés vient compenser tout ou partie de cet effet, en refaisant baisser la représentativité. Dans l'hypothèse jugée la plus fiable par les auteurs, avec une méthode additive et un scrutin un tour, on perd même en représentativité ! (et cette tendance est légèrement aggravée par un seuil). Pour un scrutin à deux tours, la représentativité est globalement stable. C'est également le cas pour un scrutin à un tour si l'attribution des sièges est faite avec une méthode compensatoire.

– le choix de la méthode (additive, correctrice, compensatoire) est de fait important, et joue pour 4 à 7 points de représentativité selon les scénarios ; de façon plutôt surprenante, dans les redécoupages manuels, on voit peu de différence entre la méthode additive et la méthode correctrice ;

– l'influence du redécoupage semble majeure, puisque trois méthodes de redécoupage ont mené à trois résultats fort différents, et en particulier des écarts de l'indice de représentativité de dix points. La méthode statistique, la plus simple à mettre en œuvre, est impuissante à capturer les corrélations locales dans les votes. La méthode par fusion, plus locale, donne de meilleurs résultats, mais les auteurs estiment que la méthode manuelle est sans doute la plus fiable, ce qui montre bien la sensibilité de l'exercice à la méthode, et plus généralement sa difficulté ;

– l'introduction de la proportionnelle, même à faible dose, diminue sensiblement la capacité du scrutin à faire émerger une majorité simple. Selon les modèles, la part LREM

prévue varie de 183 à 250 députés sur 400 ! Et ce pour une même dose de 15 % de proportionnelle ;

– cependant, ce n'est qu'à environ 25 % que l'on obtient un changement net, et sans doute le basculement dans un système de coalitions. C'est sur cette base que Terra Nova recommande d'adopter un MINIMUM de 25%, notant que la coalition LREM aurait pu, dans un tel scénario, être réalisée avec un mouvement proche comme le Modem.

(b) Au niveau du poids des petits partis:

– il est difficile d'analyser les scores simulés pour les partis extrêmes, car les effectifs sont faibles, donc soumis à de fortes fluctuations. Ces scores varient énormément en fonction des choix de redécoupage : du simple au triple pour le FN... Sans surprise, LFI et FN sont avantagés par la méthode compensatoire, et les écarts entre les deux sont plus grands en faveur du FN quand il n'y a qu'un tour ;

– dans tous les cas de figure, ces partis peuvent former leur groupe parlementaire propre si le seuil de taille du groupe est abaissé à 10 pour 404 députés (soit encore 2,5 % comme aujourd'hui, où ce plancher est de 15 pour 577 députés) ;

– si, *a contrario*, on tient à un seuil de groupe plus élevé, tel que 5 % de la taille de l'hémicycle (soit 20 députés), espérant contenir ainsi le nombre de groupes, c'est seulement avec la méthode compensatoire que les simulations donnent au FN suffisamment de sièges pour former son groupe.

4. Conclusions et choix politique

4.1. Conclusions opérationnelles

Les enjeux politiques de la dose (quelle quantité ?) et de la méthode (additive, etc.) sont quelque peu différents. Le calcul de la dose influe sur (a) le nombre de parlementaires qui pourront tenter de se refaire élire par un mode de scrutin majoritaire dont on présume qu'il leur a déjà été favorable dans le passé, (b) le partage des rôles à l'Assemblée entre parlementaires « élus à l'ancienne » et « élus *via* la proportionnelle ». C'est donc un paramètre qui mesure la tendance à la permanence du système actuel. En revanche, pour une dose fixée, le choix de la méthode peut influencer sur la représentativité, et la capacité du système à dégager une majorité sans coalition.

Typiquement, on peut penser que l'actuelle opposition a objectivement intérêt à limiter au maximum la dose de proportionnelle (en particulier pour préserver le vote rural), alors que l'actuelle majorité a objectivement intérêt à choisir un mode de calcul qui limite les obligations de coalition (tablant sur une reconduction). Le système résultant serait alors très proche, en termes de représentativité, de l'actuel. La conclusion de Terra Nova est que cette réforme « ne servirait presque à rien » ; on peut cependant renverser l'argument et dire qu'elle permet d'atteindre l'objectif de réduction des effectifs parlementaires sans pour autant aggraver le côté aristocratique du scrutin. À cet égard, rappelons que la France, avec

577 députés et 348 sénateurs, n'est pas, loin de là, le pays comptant le plus grand nombre de parlementaires, rapporté à sa population ⁽¹⁴⁾.

On peut aussi, tout en restant dans la limite des 15 % (qui, au moment de la finalisation de ce rapport, est bien fixée dans les plans gouvernementaux), favoriser une méthode de calcul qui renforcera la représentativité : compte tenu de ce que l'on est dans une proportionnalité faible, une méthode à plus fort impact comme la méthode compensatoire peut très bien se concevoir. Ce serait également meilleur pour la représentativité des plus petits partis.

On peut en outre imaginer que les élus à la proportionnelle soient repêchés parmi les candidats non élus ; cela mènerait essentiellement à ce que 20 % des circonscriptions soient représentées par deux députés, ce qui en soi ne semble pas bien grave, et reste très en-dessous des disparités de représentation par des élus locaux. On note que – avec une règle de repêchage « au plus méritant » –, c'est là où les scores sont les plus serrés qu'en pratique on aurait deux élus, de couleur politique différente. Cela dit, les règles de repêchage peuvent être variées (nombre de voix ou décision des partis ?) et d'autres systèmes peuvent être imaginés.

4.2. Limitations et possibles développements

On a vu que l'effet de la dose de proportionnelle dépend de la dose de réduction des effectifs parlementaires, et de la méthode de désignation des sièges de représentation proportionnelle.

Mais tant les simulations que les exemples passés montrent que le résultat dépendra aussi, de façon très forte, d'autres effets difficiles à appréhender :

- la carte du redécoupage électoral,
- le contexte politique et les pratiques des partis (politique d'investiture, etc.).

En particulier, il est probable que la représentativité sera davantage assurée par les bonnes pratiques des partis que par le seul mode de scrutin. Cela vaut aussi bien en circonscription qu'en liste, mais aussi dans la répartition entre candidats au scrutin de circonscription et candidats au scrutin de liste.

L'histoire montre aussi que, si les calculs sont utiles, il ne faut pas trop en faire en la matière, et il est bon de raisonner aussi en termes de grands principes. En outre, un choix de mode de scrutin a aussi une dimension symbolique.

On a vu que la discussion sur le mode de scrutin était liée à la représentation des minorités et à la représentation politique des tensions de société : faut-il tendre à les gommer, ou à les reproduire au Parlement ? On a vu aussi que certaines prédictions en la matière se sont avérées fausses à l'usage, par exemple sur le « vote ethnique ». Dans le contexte français, il serait intéressant de se poser la question pour la question cruciale de la tension entre monde rural et monde urbain.

(14) Ainsi, si, certes, en Allemagne, un parlementaire représente 115 424 habitants, avec 69 911 en France, notre pays, fait plutôt partie des pays européens les moins bien « couverts », puisque, la moyenne européenne s'établit à 37 150 habitants par parlementaire (données Union interparlementaire). Ce nombre est de 74 780 en Espagne, 62 548 en Italie, 44 749 au Royaume-Uni... De leur côté, à l'inverse, avec 535 parlementaires, les États-Unis comptent un parlementaire pour... 603 977 habitants.

À n'en pas douter, l'une des limitations les plus sérieuses de notre étude concerne la dimension temporelle : en « rejouant le match » ou en discutant de l'effet sur un scrutin, nous avons traité le phénomène comme s'il était statique, alors que son effet doit être apprécié dans la durée, avec les répétitions entraînées par la succession de scrutins. Un premier pas consisterait à effectuer des simulations sur plusieurs élections passées ; mais c'est encore loin de capturer les effets potentiels sur le long terme. Le mode de scrutin influe sur la carrière des politiques, ainsi que sur celle des partis (un parti sans représentation parlementaire est moins audible, moins attractif, perd sa dynamique) ; par ricochet cela peut contribuer à cristalliser la culture politique des citoyens. Ses effets dans la durée peuvent donc être fort différents de ce qu'une analyse statique suggère. La dimension temporelle est l'un des arguments que met en avant Huber (*cf. supra*) pour expliquer les résultats contre-intuitifs de son étude. C'est aussi dans le cadre d'une discussion temporelle que Manin évoque l'influence de la proportionnelle, en notant que si celle-ci dilue la responsabilité des partis, elle rend moins efficace la réponse de l'opinion et le jugement des électeurs. Tout cela montre bien qu'une analyse de l'influence de la proportionnelle qui ne prendrait pas en compte son impact dans la durée, ne peut avoir qu'une portée limitée.

Les comparaisons internationales sont d'autant plus précieuses que, actuellement, elles seules permettent, dans une certaine mesure, de voir les systèmes à l'œuvre sur la durée. Elles ont leurs limitations, d'une part, parce que les histoires politiques sont toutes différentes, d'autre part, parce que le choix de scrutin est corrélé à la culture de la nation –par exemple, si une nation adopte un scrutin proportionnel et se retrouve avec un système de consensus efficace après ce changement, est-ce que c'est le scrutin qui a permis le consensus, ou la culture de consensus qui a suggéré l'adoption du scrutin proportionnel ? Dans ce contexte, les rares exemples de pays qui ont changé brutalement de mode de scrutin, comme la Nouvelle-Zélande, sont particulièrement intéressants et mériteraient une étude approfondie.

Annexe 1 : lettre de saisine de la présidente de la commission des lois constitutionnelles, de la législation et de l'administration générale de la République



**Commission des Lois constitutionnelles,
de la législation et de l'administration générale
de la République**

La Présidente
2018-030

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
LIBERTÉ - ÉGALITÉ - FRATERNITÉ

Paris, le 21 mars 2018

Monsieur le Député,

Cher Cédric,

La commission des Lois a décidé, ce jour, de créer une « mission flash » chargée d'apprécier les incidences d'une évolution du mode de scrutin des députés.

Eu égard à vos compétences et à votre qualité de Premier Vice-président de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques je souhaiterais que les rapporteurs, MM. Christophe Euzet et Olivier Marleix, puissent bénéficier de votre expertise afin d'évaluer la portée des différentes hypothèses qui peuvent être envisagées.

Souhaitant que cette demande recueille votre assentiment, je vous prie de croire, Monsieur le Député, à l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Bien à vous,

Yaël BRAUN-PIVET

M. Cédric VILLANI
Député de l'Essonne
Premier Vice-président de l'OPECST
Casier de la Poste

Annexe 2 : Le programme de simulations défini avec les experts

A) *Le champ et le contenu des simulations réalisées*

Le programme de simulations élaboré avec les experts a consisté en plusieurs éléments :

1.- Constitution d'une carte électorale avec 344 circonscriptions, soit les 577 circonscriptions, diminuées de 30 %, conformément à l'annonce du Premier ministre dans sa déclaration publique du 4 avril 2018, selon plusieurs modalités :

– à partir des découpages existants (en circonscriptions et en cantons), *fusion d'une partie des circonscriptions ou cantons, afin d'obtenir le nombre de circonscriptions visé, par l'application la plus uniforme possible, sur tous les départements, de la réduction prévue du nombre de circonscriptions*. Par exemple, une réduction de 30 % du nombre de circonscriptions est appliquée dans chaque département, sous réserve d'un plancher d'une circonscription au moins par département, et des arrondis. Cette méthode peut tenir compte algorithmiquement des spécificités géographiques des circonscriptions (maximisation de la connexité des circonscriptions) ;

– *génération d'une population d'électeurs fictive, ayant les mêmes paramètres statistiques que la population française des législatives de 2017 ;*

– extension du principe de révision de la carte des circonscriptions mis en œuvre dans le cadre de la préparation de l'article précité publié par Terra Nova, de 103 à 344 circonscriptions, *par une méthode « manuelle », c'est-à-dire au cas par cas et « à dire d'expert », prenant en compte les paramètres de population d'électeurs et de connexité géographique .*

Dans les trois cas ont été retenus les principes suivants :

- au moins une circonscription par département ;
- aucune circonscription débordant d'un département sur un autre ;
- pas de modification ni en nombre, ni en périmètre des circonscriptions des députés représentant les Français résidant à l'étranger.

2.- Sur la base des résultats du premier tour des élections législatives du printemps 2017, simulation des résultats politiques du scrutin majoritaire à deux tours appliqué à ces 344 circonscriptions, sur la base de modèles de report de voix, empiriques ou algorithmiques.

3.- Simulation de six modalités de scrutin proportionnel, appliqué à 60 députés (soit 15 % des 404 députés précités), ainsi définies dans la publication de Terra Nova :

– scrutin *additif* : tous les partis participent à la distribution des sièges supplémentaires, répartis simplement en proportion des scores (éventuellement avec la condition de dépassement d'un seuil en dessous duquel un parti n'a droit à aucun siège), indépendamment des résultats enregistrés dans les circonscriptions. Dans ce cas, les partis surreprésentés avec le scrutin majoritaire bénéficient d'un supplément de sièges acquis à la proportionnelle, qui leur seront favorables ;

– scrutin *compensatoire* : les partis ayant obtenu dans les circonscriptions, suivant la règle majoritaire, plus de sièges que ce que la proportionnelle pure leur donnerait, ne prennent pas part à la distribution des sièges supplémentaires. Les autres partis se les partagent

proportionnellement à leur déficit en voix. La compensation proportionnelle est alors la plus grande, sans être totale car, D'une part, on ne corrige pas négativement les partis surreprésentés avec le scrutin majoritaire, et d'autre part, le nombre de sièges à la proportionnelle à répartir est préfixé, contrairement au mode de scrutin allemand.

– scrutin *correctif*: tous les partis participent à la distribution des sièges supplémentaires, le résultat de chaque parti étant défalqué du nombre de voix obtenues par les candidats de ce parti directement élus dans les circonscriptions au scrutin majoritaire ;

Ces trois modalités différentes sont, chacune, combinées avec les modes de répartition *au plus fort reste* (méthode dite de Hare¹⁵) ou à *la plus forte moyenne* (méthode dite de d'Hondt¹⁶), dont l'influence quantitative relative sur le résultat est toutefois apparue marginale.

Ont également été prises en compte deux valeurs de seuil de pourcentage de voix pour participer à la distribution de sièges à la proportionnelle : un seuil de 0 % (pas de seuil, donc proportionnelle intégrale), et un seuil de 5 %.

4.- Scrutin mixte départemental, associant un scrutin proportionnel départemental de liste, pour les départements comptant le plus d'électeurs, à un scrutin majoritaire à deux tours pour les autres départements.

5.- Application des 1 à 4 à des doses de proportionnelle variables : 10 %, 20 % et 25 % des 404 députés prévus, soit respectivement 40, 80 et 100 députés ;

6.- Simulations des trois modalités de scrutin proportionnel combinées avec un scrutin majoritaire à un seul tour.

Dans les différents cas de proportionnel, ont été simulés des seuils de participation à la distribution proportionnelle soit nul, soit de 5 %.

7.- Simulation d'un mode de scrutin intégralement proportionnel, à l'allemande, avec nombre de députés variable.

(15) Le quotient de Hare est égal au quotient électoral (nombre de votes divisé par le nombre de sièges). On effectue la division entière du nombre de voix (obtenues par chaque parti) par le quotient électoral. On obtient le quotient entier, et on calcule le reste de la division. Les sièges sont d'abord affectés selon le quotient entier. Puis les sièges non attribués se distribuent entre les partis dans l'ordre des plus forts restes. Au plus un siège supplémentaire est attribué à chaque parti.

Cette méthode est utilisée en Allemagne et en Italie pour les élections au Parlement européen.

(16) La première répartition s'effectue exactement de la même manière qu'avec la méthode des plus forts restes, grâce au quotient électoral. Ensuite, les nombres de voix de chaque liste (et non le reste) servent à calculer, pour chaque siège restant, les plus fortes moyennes pour chaque liste, afin de désigner celle qui recevra le siège en question :

– pour le premier siège résiduel, les scores de chacune des listes sont divisés par leur nombre de sièges obtenus précédemment au quotient électoral, plus un ; les résultats sont comparés et le siège va à la liste au quotient le plus élevé ;

– pour le deuxième siège résiduel, la même méthode est appliquée, mais le score de la liste qui a obtenu le siège résiduel précédent est divisé par son nombre de sièges (obtenus antérieurement au quotient électoral) augmenté de deux, et non plus d'un. Autrement dit, la moyenne est calculée pour chaque liste en ajoutant un siège (le futur siège à attribuer) au nombre de sièges acquis dans les étapes précédentes ;

Les calculs se poursuivent pour chaque liste selon la même logique d'incrémation, jusqu'à ce que plus aucun siège ne soit à attribuer.

Cette méthode est appliquée en France pour les élections au Parlement européen.

Le degré relatif de proportionnalité de chaque combinaison par rapport à la proportionnelle pure est mesuré par un indicateur unique, valant entre 0 et 1 (représentativité totale), utilisé classiquement à cet effet.

Le nombre de députés des partis fortement sous-représentés avec le scrutin majoritaire, par rapport à une élection à la proportionnelle, a également été considéré dans les différentes modalités de modes de scrutin, notamment pour estimer le nombre de députés qu'il faudrait retenir pour leur permettre de constituer des groupes parlementaires, ce nombre étant actuellement de 15 pour 577 députés.

B) Quelles perspectives au-delà ?

Le bref temps disponible pour réaliser les présentes simulations n'a à l'évidence pas permis d'étudier tous les cas, ni d'explorer toutes les voies qui paraissaient pertinentes.

Si l'Assemblée souhaitait compléter ce travail, qui semble particulièrement légitime s'agissant des modes d'élection de ses propres membres, plusieurs voies sont envisageables :

– La simulation de scrutins mixtes pourrait être étendue à des listes proportionnelles infranationales (au moins régionales).

– Les modèles de prédiction utilisés, relativement simplistes, pourraient être enrichis, en faisant collaborer l'approche experte du Cevipof et l'approche automatique. Ces modèles sont centraux, et conditionnent en grande partie la validité des simulations.

– Les modèles de prédiction pourraient s'enrichir en prenant en compte les données des élections législatives précédentes, sensiblement différentes qualitativement et quantitativement.

— On peut aussi élargir encore la discussion selon les lignes évoquées en fin de la présentation synthétique, dans le corps de ce rapport.

Cependant, ces multiples orientations complémentaires pour approfondir le sujet de l'élection des députés nécessiteraient un supplément sensible de temps, et de moyens.

Annexe 3 : Simulations de systèmes de vote avec proportionnelle pour les législatives

Simulations de systèmes de vote avec proportionnelle pour les législatives

Renaud Blanch*
Sylvain Bouveret†

Laboratoire d'Informatique de Grenoble
Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP
UMR 5217

Contributions de :

Bruno Cautrès‡
Jérôme Lang§

28 mai 2018

Résumé

Ce document présente les résultats de simulations de divers systèmes de vote permettant d'introduire une dose de proportionnelle pour les législatives. Il présente également la méthodologie utilisée afin de permettre la réplication de ces simulations et d'en préciser les limites.

Les simulations explorent plusieurs hypothèses quant au nombre de députés constituant l'assemblée, au niveau de proportionnelle (et donc au nombre de circonscriptions), et enfin au type de proportionnelle. Cette combinatoire est explorée en simulant ce qui aurait pu se passer en 2017 avec de tels systèmes de vote à titre de comparaison avec un résultat connu : la composition de l'actuelle assemblée.

*Université Grenoble Alpes.

†Grenoble INP.

‡CNRS, CEVIPOF - Centre de recherches politiques de Sciences Po.

§CNRS, LAMSADE, Université Paris Dauphine.

Table des matières

1	Introduction	4
2	Les règles de vote simulées	6
2.1	Scrutin majoritaire classique	6
2.2	Scrutin mixte additif	6
2.3	Scrutin mixte compensatoire	7
2.4	Scrutin mixte correctif	7
2.5	Scrutin mixte de type Sénat	8
3	Part majoritaire	9
3.1	Méthodes élémentaires	9
3.1.1	Prédicteur naïf	9
3.1.2	Prédicteur unimodal	9
3.2	Modèle empirique	9
3.3	Modèle statistique	10
3.4	Conclusion sur les méthodes de prédiction	11
4	Redécoupage	12
4.1	Méthode manuelle	12
4.2	Méthode statistique	13
4.3	Méthode systématique par fusion	15
4.3.1	Principe général	15
4.3.2	Fusion intra-départementale	15
4.3.3	Fusion de cantons	16
4.3.4	Synthèse des méthodes de redécoupage systématique	17
5	Simulations	19
5.1	Influence de la proportionnelle sans redécoupage	21
5.1.1	Impact de la méthode d'arrondi	21
5.1.2	Impact du seuil	23
5.1.3	Méthode mixte de type Sénat	23
5.2	Influence de la réduction du nombre de circonscriptions	25
5.3	Scénario à 404 députés	28
5.3.1	Proportionnelle à 15 %	28
5.3.2	Autres doses de proportionnelle	28
5.3.3	Méthode mixte de type Sénat	31
5.3.4	Scrutin majoritaire à un seul tour	31
6	Conclusion	33
6.1	Observations	33
6.2	Extensions	34
6.3	Reproductibilité	34
A	Détails sur la matrice de transferts de voix du CEVIPOF	36
B	Détail de la carte à 344 circonscriptions	38
B.1	Système mixte 344+60, deux tours	38
B.1.1	Répartition des 344 circonscriptions entre les départements, TOM et français de l'étranger	38

B.1.2	Projections	40
B.2	Sièges obtenus à la proportionnelle	49
B.2.1	Première hypothèse : 60 sièges supplémentaires	49
B.2.2	Seconde hypothèse : système allemand	49
C	Redécoupage sans proportionnelle	55
D	Scénario à 404 députés	59
D.1	Proportionnelle à 15%	59
D.2	Autres doses de proportionnelle	63
D.3	Méthode mixte de type Sénat	67
D.4	Simulation du scrutin majoritaire à un tour	68
E	Nombre de députés élus pour les nuances FI et FN	70
E.1	Proportionnelle + scrutin majoritaire à deux tours	70
E.2	Méthode mixte de type Sénat	71
E.3	Proportionnelle + scrutin majoritaire à un tour	71

1 Introduction

Rejouer l'élection législative de 2017 avec un autre système de vote comporte plusieurs difficultés. En premier lieu, la réduction du nombre de députés, ainsi que l'attribution d'une partie des sièges à la proportionnelle, implique une réduction du nombre de circonscriptions et donc un redécoupage de la carte électorale. Une fois ce redécoupage effectué, on peut combiner les scores de premiers tours officiels pour établir un résultat de premier tour dans ces nouvelles circonscriptions. Une seconde difficulté se présente alors : il faut simuler les seconds tours, et donc les reports de voix dans ces nouvelles circonscriptions qui peuvent différer substantiellement de circonscriptions réelles. Une fois ces deux difficultés levées, il ne reste qu'à attribuer la part proportionnelle des sièges suivant différents modes pour étudier leurs effets.

Pour pouvoir tester la solidité de nos approches de redécoupage, il est nécessaire de disposer d'un calcul de second tour pour se comparer au scrutin majoritaire réel. Nous traitons donc en premier la question de la simulation du résultat majoritaire dans la section 3. Il s'agit de calculer le gagnant à l'issue d'un second tour issu d'un premier tour simulé. Il faut pouvoir estimer la manière dont les voix se reportent sur les candidats finalistes. Plusieurs pistes ont été explorées : un modèle empirique issu de l'expertise de Bruno Cautrès (CEVIPOF, CNRS); un modèle statistique issu des données de 2017.

La question initiale, celle du redécoupage, est traitée en section 4. La difficulté est que le nombre N de circonscriptions dépend du nombre de députés et de la dose de proportionnelle visés. Il faut donc avoir une méthode systématique qui permette de tester facilement différents scénarios et donc différents nombres de circonscriptions. Trois pistes ont été explorées : une méthode manuelle qui examine les regroupements possibles et leur conséquence sur le résultat majoritaire dans le scénario à $N = 344$ circonscriptions (suite aux annonces gouvernementales de 30 % de réduction de sièges et 15 % de proportionnelle); une méthode systématique qui regroupe des circonscriptions réelles limitrophes; et enfin une méthode statistique qui crée des circonscriptions abstraites déconnectées de la carte électorale.

Précautions L'exercice de simulation comporte plusieurs limitations qu'il convient de garder en tête pour ne pas en tirer d'interprétation définitive. Tout d'abord, toutes les méthodes utilisées ici comportent une part d'incertitudes ou de « doigt mouillé » intrinsèque. Aucune ne prétend fournir de résultat au siège près.

Il faut surtout garder en tête que toutes les méthodes utilisent en entrée les scores de premier tour de 2017. Or, avec un mode de scrutin alternatif, les candidats et les configurations de candidature seraient sans doute différents. Cela conduirait sans doute à des modifications des choix de certains électeurs, et donc à des scores de premier tour qui pourraient différer substantiellement de ceux que l'on utilise ici.

Les simulations permettent donc d'avoir une idée des conséquences du changement de mode de scrutin, les équilibres entre grands ensembles sont sans doute réalistes, mais le détail local est hors de leur domaine de validité.

Les données d'entrée Afin de pouvoir mener à bien nos simulations, il était indispensable de s'appuyer sur un certain nombre de jeux de données concernant l'élection législative de 2017. Tout d'abord, nous avons utilisé les jeux de données mis à disposition par le Ministère de l'Intérieur et recensant les résultats par circonscription électorale et canton au premier tour ([Ministère de l'Intérieur, 2017a](#)) et au second tour

(Ministère de l'Intérieur, 2017b). Pour le redécoupage électoral par fusion de circonscriptions ou de cantons (voir Section 4.3), nous nous sommes appuyés sur les données fournies par l'Atelier de Cartographie de Sciences Po (2017) pour la géographie des circonscriptions, et par celles fournies par l'IGN (2016) pour la géographie des cantons. Enfin, nous avons utilisé la base GEOFLA[®] de l'IGN (2015) pour cartographier le contour des départements.

2 Les règles de vote simulées

Avant d'aborder la description des modèles de simulations que nous utilisons, nous rappelons dans cette section les règles de vote concernées par ce rapport. Il convient de préciser que dans toute la suite, nous travaillons à l'échelle de la nuance politique (et non à l'échelle du parti déclaré). La nomenclature de nuances est celle utilisée par le ministère de l'intérieur pour diffuser les résultats des élections de 2017. Lorsque deux candidats de la même nuance sont présents dans une circonscription donnée, nous les regroupons en un seul candidat¹. De plus, nous considérons que tous les modes de scrutin simulés sont uninominaux : chaque électeur ne vote que pour un seul candidat à chaque tour, ce candidat représentant à la fois le vote pour une personne (dans le cadre de la part majoritaire) et le vote pour une nuance politique (dans le cadre de la part proportionnelle).

2.1 Scrutin majoritaire classique

Nous rappelons tout d'abord le mode de fonctionnement du scrutin majoritaire à deux tours en usage aux législatives. Dans ce mode de scrutin, tout candidat ayant obtenu à la fois plus de 50 % des suffrages exprimés et un nombre de voix supérieur ou égal à 25 % du nombre d'inscrits est élu sans second tour. Sinon, tout candidat ayant obtenu plus de 12,5 % des suffrages exprimés accède au second tour. Si cette règle ne qualifie pas au moins 2 candidats pour le second tour, les 2 candidats ayant réuni le plus de voix au premier tour forment le second tour.

2.2 Scrutin mixte additif

Dans le scrutin mixte (proportionnel / majoritaire) additif, un sous-ensemble des députés est élu au scrutin majoritaire classique, et le reste des députés est élu à la méthode proportionnelle. Pour ces derniers, le nombre de députés élus pour chaque nuance est proportionnel à la fraction des voix obtenues par la nuance. Cette division ne tombant a priori pas juste, on arrondit le nombre de sièges à la valeur inférieure pour chaque nuance. Pour attribuer les sièges restants, il existe plusieurs méthodes, parmi lesquelles :

- la méthode de d'Hondt (à la plus forte moyenne), pour laquelle on calcule, pour chaque nuance, le rapport du nombre de voix obtenues sur le nombre de sièges (ce qui revient à calculer le nombre d'électeurs que représente chaque député). La nuance pour laquelle ce rapport est le plus fort gagne un siège supplémentaire. On itère cette méthode jusqu'à épuiser le nombre de sièges restants.
- la méthode de Hare (au plus fort reste), pour laquelle on attribue l'ensemble des sièges restants aux nuances triées dans l'ordre décroissant de la différence entre la proportion exacte de députés que la nuance aurait dû obtenir et l'arrondi entier de cette proportion.

Indépendamment de la méthode d'arrondi utilisée, nous pouvons également ajouter un seuil en deçà duquel une nuance ne participe pas à la part proportionnelle.

¹Le résultat de l'élection peut donc différer du résultat réel car ce regroupement peut qualifier une nuance pour le second tour alors que ses candidats ne l'ont pas été. Ce cas ne se présente que très rarement en pratique et a donc peu d'influence sur les résultats globaux.

2.3 Scrutin mixte compensatoire

Dans le scrutin mixte additif, le nombre de députés élus pour chaque nuance à la proportionnelle est calculé de manière complètement indépendante du nombre de députés élus dans la part majoritaire. En conséquence, l'application de la proportionnelle (même à forte dose) ne vient jamais gommer totalement la part majoritaire. Dans le scrutin mixte compensatoire, on tient compte des députés majoritaires, et la part proportionnelle vient compenser les écarts potentiels entre la part majoritaire et un scrutin purement proportionnel.

Plus précisément, dans ce scrutin, on attribue les députés additionnels de manière proportionnelle au *déficit en voix* de chaque nuance. Ici, par « déficit d'une nuance », on entend la différence entre le nombre des députés que cette nuance aurait dû gagner si le scrutin avait été purement proportionnel et le nombre de députés réellement élus dans la part majoritaire. Si ce déficit est négatif pour une nuance donnée (ce qui signifie que la nuance obtient déjà plus de sièges dans la part majoritaire que ce que la part proportionnelle lui aurait donnée), cette nuance ne participe pas à la part proportionnelle.

Par exemple, dans le scrutin législatif de 2017, la nuance ECO obtient 1 siège, mais totalise 4,3 % des voix exprimées, ce qui correspond à 24,811 sièges. Son déficit est donc de 23,811 sièges. À l'opposé, la nuance REM obtient 308 sièges, mais ne totalise que 28,2 % des voix exprimées, ce qui correspond à 162,714 sièges. Son déficit est donc de -145,286. Ce déficit étant négatif, la nuance REM ne participe donc pas à la part proportionnelle et n'obtient donc pas d'élu supplémentaire.

Il convient de noter que, bien que cette méthode de prise en compte de la proportionnelle soit « compensatoire », cette compensation n'est toutefois pas complète, pour deux raisons :

- tout d'abord, les nuances qui bénéficient déjà d'une sur-représentation sont exclues de la part proportionnelle, et ne sont donc pas prises en compte négativement ;
- ensuite, le nombre de députés élus à la proportionnelle est fixé à l'avance (contrairement au scrutin allemand), et donc, en vertu des arrondis nécessaires, ne peut donc pas complètement compenser les sous-représentations.

Comme pour la méthode additive, il faut utiliser une méthode d'arrondi (Hare ou d'Hondt par exemple) pour déterminer le nombre exact de députés obtenus. On peut aussi également ajouter un seuil minimal de participation à la part proportionnelle.

2.4 Scrutin mixte correctif

Le scrutin mixte correctif (parfois appelé semi-compensatoire) peut être vu comme un intermédiaire entre le scrutin mixte additif et le scrutin mixte compensatoire. Dans ce scrutin, contrairement au scrutin compensatoire, toutes les nuances participent à la part proportionnelle². En revanche, les sièges supplémentaires sont cette fois-ci attribués à chaque nuance de manière proportionnelle au nombre d'électeurs de la nuance qui ne sont représentés par aucun député de la part majoritaire. En d'autres termes, on comptabilise pour chaque nuance le nombre total de voix pour cette nuance, défalqué du nombre de voix obtenues par les candidats de cette nuance qui ont été élus dans la part majoritaire.

²Plus précisément, toutes les nuances qui dépassent le seuil, s'il y en a un.

Prenons un exemple. Dans le scrutin législatif de 2017, la nuance FI obtient 17 députés, représentant donc 17 circonscriptions. Dans les 560 autres circonscriptions, les voix pour la nuance FI représentent 2 392 951 électeurs. Quant à la nuance REM, élue dans 308 circonscriptions, cette nuance représente 1 714 010 électeurs dans les autres circonscriptions que celles dans lesquelles cette nuance a été élue. Il y a donc environ 1,4 fois plus d'électeurs de la nuance FI non représentés à l'assemblée qu'il n'y en a, non représentés, de la nuance REM. Selon le scrutin mixte correctif, la nuance FI devrait donc dans la part proportionnelle obtenir 1,4 fois plus de députés que la nuance REM.

Encore une fois, ce scrutin est paramétré par la méthode d'arrondi et un seuil minimal de participation.

2.5 Scrutin mixte de type Sénat

Le principe du scrutin mixte de type Sénat est légèrement différent des précédents. Pour ce mode de scrutin, les députés sont élus au scrutin majoritaire classique dans la plupart des circonscriptions, sauf dans les circonscriptions d'un certain nombre de départements choisis (en général les plus peuplés). Pour ces derniers départements, l'élection des députés se fait à la méthode proportionnelle pure au sein du département. À nouveau, ce scrutin peut être paramétré par la méthode d'arrondi et un seuil minimal de participation.

3 Part majoritaire

Pour simuler la répartition des sièges attribués au scrutin majoritaire, on doit pouvoir prédire le vainqueur à l'issue du second tour en fonction des scores de premiers tours. Deux approches ont été envisagées : un modèle de report des voix empirique et un modèle statistique. Elles ont été comparées à des modèles plus élémentaires afin d'évaluer leur précision. Une synthèse de la performance de ces méthodes est présentée dans la table 2.

3.1 Méthodes élémentaires

3.1.1 Prédicteur naïf

Une méthode naïve consiste à retenir comme vainqueur le candidat finaliste ayant obtenu le meilleur score au premier tour. Cela revient à considérer qu'il n'y a pas de report de voix et que les électeurs dont le candidat du premier tour n'est pas qualifié pour le second tour s'abstiennent.

3.1.2 Prédicteur unimodal

Nous pouvons affiner la méthode naïve en considérant un modèle légèrement plus réaliste, tenant compte des reports de voix potentiels entre les deux tours. Une idée consiste à considérer que les électeurs ont des préférences unimodales (*single-peaked*) particulières, qui peuvent s'exprimer comme une distance sur un axe gauche-droite. Plus précisément, nous considérons que les 17 nuances sont réparties de manière homogène sur une échelle gauche-droite comportant 17 échelons : la nuance EXG est à l'échelon 0, la nuance COM l'échelon 1, la nuance EXD l'échelon 16 (voir par exemple la figure 3 pour l'ordre des nuances sur cette échelle). Un électeur votant pour une nuance donnée au premier tour a une position sur l'échelle qui correspond à sa nuance. Si sa nuance n'est pas présente au second tour, l'électeur votera pour les deux nuances les plus proches de lui sur l'échelle, avec une probabilité dépendant linéairement de sa distance à chacune de ces deux nuances. Ainsi, par exemple, un électeur ECO confronté à un second tour SOC-LR aura une probabilité $1/3$ de voter pour LR au second tour, et une probabilité $2/3$ de voter pour LR (car la distance ECO-LR est deux fois plus importante que la distance ECO-SOC).

3.2 Modèle empirique

Le modèle empirique utilise une matrice de transfert de voix qui indique, pour différentes configurations de seconds tours possibles, comment les électeurs ayant voté pour un candidat se reportent sur les finalistes. Cette matrice, fournie par B. Cautrès du CEVIPOF, est issue du suivi d'un panel de plusieurs milliers d'électeurs lors de l'enquête ENEF2017 du CEVIPOF. La description de la méthodologie qui a permis l'élaboration de cette matrice est décrite par B. Cautrès en annexe A.

Faute de temps, nous n'avons développé qu'une version basique du prédicteur fondé sur ces règles de report. Le paramétrage fin de ce prédicteur nécessiterait un travail de fond en collaboration avec le CEVIPOF, que nous n'avons pas eu le temps de mettre en place pour cette étude, ce qui explique les performances limitées de ce prédicteur en l'état (voir table 2).

3.3 Modèle statistique

Le modèle statistique utilise également une matrice de transfert de voix. Cette matrice est déterminée à partir des données réelles de 2017. Pour cela, on utilise un modèle linéaire dont on ajuste les paramètres par une méthode des moindres carrés afin qu'il prédise au mieux les scores de second tour, étant donnés ceux de premier tour. Plus précisément, ce modèle fait l'hypothèse que le score de chaque nuance au second tour est une fonction linéaire du score de premier tour de toutes les nuances ; notre méthode se contente simplement d'apprendre les coefficients de la fonction linéaire qui prédisent le mieux les résultats des législatives 2017.

Étant donné que les reports dépendent de l'offre au second tour, on utilise plusieurs modèles linéaires suivant ces configurations. Comme on ne peut distinguer tous les seconds tours possibles (certaines configurations ont peu d'exemples, et un modèle pour ces configurations peu représentées serait trop spécifique), on les répartit en grandes catégories en distinguant des « grandes » nuances (FI, SOC, REM, MDM, UDI, LR, FN) et des petites (les autres). On sépare alors :

- un groupe qui inclut tous les exemples où le second tour comporte au plus un candidat issu d'une grande nuance ;
- un groupe qui inclut tous les autres exemples (avec donc au moins deux grands candidats) pour lesquels il n'y a pas de candidat REM en lice ; et enfin
- des groupes pour chacun des cas restant, i. e. avec un candidat REM face à au moins un grand candidat.

Distinguer les cas où un candidat REM est en lice est nécessaire, du fait de la centralité de REM qui implique des reports très différents suivant si l'adversaire est plus à gauche ou plus à droite. On obtient alors 7 modèles linéaires correspondant à 7 configurations différentes, assez spécifiques mais avec des bases d'exemples assez grandes pour ne pas risquer de perdre la généralité du modèle. On calcule un 8^{ème} modèle sur l'ensemble des données pour prédire les résultats des seconds tours dont la composition n'existe pas dans les cas réels.

Le modèle nous donne par exemple qu'en cas de second tour REM-LR, 38 % des voix SOC se reportent vers REM contre 22,8 % vers LR alors qu'en cas de duel REM-SOC, 19,1 % des voix LR se reportent vers REM contre 17,8 % vers SOC. En cas de duel FI-REM, les reports des voix SOC vont d'abord à FI (42,9 %) puis à REM (28,9 %), le reste disparaissant dans l'abstention. Dans cette même configuration, les voix LR disparaissent en grande partie puisqu'elles ne se reportent sur REM que pour 26,1 % d'entre-elles, et sur FI pour 2,9 %.

La table 1 donne le nombre d'exemples et la performance globale de ce modèle, ainsi que les détails des performances du modèle pour chacune des 7 configurations. On arrive au final à un taux d'erreur de 11,1 % qui nous semble acceptable compte tenu du fait que les erreurs ne bénéficient pas à une nuance particulière mais tendent à se neutraliser.

configuration de second tour	exemples	erreur
au + 1 grand	51	17,6 %
au - 2 grands (sauf REM)	73	16,4 %
REM vs. FI	61	6,6 %
REM vs. SOC	42	9,5 %
REM vs. UDI	23	0,0 %
REM vs. LR	193	10,9 %
REM vs. FN	92	0,0 %
global	573	11,1 %

TABLE 1 : Taux d'erreur du modèle linéaire, en pourcentage du nombre total de circonscriptions, en fonction de la configuration de second tour.

3.4 Conclusion sur les méthodes de prédiction

La table 2 synthétise le taux d'erreur de chaque méthode de prédiction sur les données réelles des législatives de 2017, en nombre de circonscriptions mal prédites, ramené au nombre total de circonscriptions. Cette table fait apparaître un écart substantiel entre le prédicteur linéaire et les autres prédicteurs. C'est pourquoi nous utiliserons uniquement ce prédicteur dans nos simulations, bien que, comme indiqué par B. Cautrès en annexe A, l'utilisation conjointe du prédicteur linéaire et du prédicteur fondé sur les règles de report du CEVIPOF semble être une piste d'amélioration prometteuse. Le temps limité dans lequel ont été menées ces simulations ne nous a malheureusement pas permis d'explorer cette voie.

Modèle de prédiction	Taux d'erreur
Prédicteur naïf	23,22 %
Prédicteur unimodal	26,17 %
Prédicteur statique (règles de report CEVIPOF)	21,32 %
Prédicteur linéaire	11,09 %

TABLE 2 : Taux d'erreur de chaque méthode de prédiction de report de voix, en pourcentage du nombre total de circonscriptions.

4 Redécoupage

Comme nous l'avons vu en introduction, la réduction du nombre de parlementaires élus à la méthode majoritaire entraîne nécessairement un redécoupage électoral. Si nous voulons simuler plusieurs configurations différentes, impliquant par exemple différentes doses de proportionnelle, nous ne pouvons pas nous contenter d'effectuer un redécoupage manuel, car chaque configuration nécessite un nouveau redécoupage. Nous présentons dans cette section les méthodes que nous avons utilisées pour effectuer le redécoupage de manière automatique. Bien entendu, il faut être conscient des limites du redécoupage automatique : les circonscriptions créées sont purement fictives et ne tiennent compte que de manière limitée des contraintes réelles (géographie, population...). En revanche, ces méthodes ont l'avantage de permettre la simulation d'un grand nombre de configurations différentes, et ainsi de donner un éclairage plus systématique sur le fonctionnement des règles de vote simulées.

Notons que tous les scénarios testés dans nos simulations induisent une *réduction* du nombre de circonscriptions. Nos méthodes ne s'appliquent donc pas au cas où il faudrait augmenter ce nombre.

4.1 Méthode manuelle

La méthode manuelle consiste à examiner au cas par cas les circonscriptions et à envisager les regroupements possibles qui préservent les équilibres démographiques. Cet examen a été effectué par les auteurs du rapport Terra Nova (Cohendet *et al.*, 2018) pour aboutir à une carte à 103 circonscriptions (hors Français de l'étranger), adaptée à la simulation des taux élevés de proportionnalité. La méthodologie de ce redécoupage, et les circonscriptions auxquelles il aboutit sont données en pages 40 et suivantes dudit rapport. La répartition des sièges par nuance politique à laquelle cette carte aurait conduit en 2017 pour un scrutin majoritaire est donnée dans la colonne « T. N. » de la table 3.

J. Lang, co-auteur de ce rapport et artisan de cette méthode, a été sollicité pour effectuer ce même travail pour obtenir une carte à 344 circonscriptions, compatible avec les annonces d'une réduction de 30 % des sièges et d'une attribution de 15 % de ceux-ci à la proportionnelle. Plutôt que de proposer un redécoupage, J. Lang a fourni une estimation du résultat d'un scrutin majoritaire sur une telle carte.

Pour cela, il a attribué à chaque département un nombre de circonscriptions parmi les 344 correspondant à une réduction d'un facteur uniforme de $344/577 \approx 0,6$, en « arrondis[sant] plutôt au-dessous, sauf pour les petits départements ». Il reste alors 4 circonscriptions qui sont « donn[ées] aux départements qui ont la plus grosse population moyenne par circonscription ». Beaucoup de départements, à l'issue du scrutin législatif de 2017, ont une coloration politique assez uniforme. La question qui se pose alors pour prédire le résultat du scrutin majoritaire est de savoir si le député qui sort de cette uniformité (par exemple un SOC ou un LR au milieu des REM) conservera son siège si sa circonscription est agrégée avec une circonscription limitrophe. La réponse à cette question est souvent la même dans toutes les options raisonnables d'agrégation, et ne nécessite donc pas d'établir une carte des circonscriptions à proprement parler. Quelques cas nécessitent d'imaginer le jeu politique avec un peu moins de certitude, mais ces cas sont suffisamment peu nombreux pour que le décompte global soit réaliste. On trouvera en annexe B le détail par département et les commentaires sur les cas particuliers. La répartition par nuance politique des 344 sièges au scrutin majoritaire de 2017 se trouve dans la colonne « J. Lang » de la table 3.

4.2 Méthode statistique

Pour simuler le redécoupage sans examiner les circonscriptions une à une, on crée un modèle de circonscription. Ce modèle décrit les circonscriptions par leurs tailles en nombre de suffrages exprimés. À l'examen, la distribution des tailles de circonscriptions (en suffrages exprimés) semblent suivre une loi normale (moyenne $\mu \approx 39\,600$ et écart type $\sigma \approx 9\,000$). Pour générer N circonscriptions, on tire leur taille à l'aide d'une distribution de probabilités normale utilisant ces paramètres, modulo un facteur de mise à l'échelle qui permet de garantir une population totale constante. Par exemple pour $N = 344$ circonscriptions, on tire leurs tailles avec pour paramètres : $\mu \approx 65\,160$ et $\sigma \approx 14\,900$.

On établit par ailleurs un modèle des scores au premier tour avec 3 paramètres par nuance politique : la probabilité z_n qu'il n'y ait pas de candidat de cette nuance au premier tour, ainsi que la moyenne μ_n et l'écart type σ_n des scores (en %) obtenus par cette nuance sur l'ensemble des premiers tours réels de 2017. Par exemple, pour les nuances ayant présenté des candidat dans quasiment toutes les circonscriptions (EXG, FI, COM, ECO, FN), z_n est pratiquement nulle. Pour les partis s'effaçant face à leurs alliés au gré des accord politiques, z_n augmente (par exemple, il n'y a pas de candidat MDM dans 87 % des circonscriptions, alors que REM s'efface dans 18 % d'entre-elles). Certaines nuances ont des scores de premier tour assez homogènes, par exemple, pour FI, $\mu_{FI} = 11,3\%$ et $\sigma_{FI} = 3,5\%$, ce qui veut dire que dans plus de 2 circonscriptions sur 3 son score se situe entre $\mu_{FI} - \sigma_{FI} \approx 7,9\%$ et $\mu_{FI} + \sigma_{FI} \approx 14,6\%$ des voix. Une formation comme le FN, est représentée de manière beaucoup moins homogène sur l'ensemble du territoire puisque $\mu_{FN} = 13,2\%$ et $\sigma_{FN} = 6,8\%$, ce qui veut dire que dans plus de 2 circonscriptions sur 3 son score dans une fourchette plus large allant de $\mu_{FN} - \sigma_{FN} \approx 6,5\%$ à $\mu_{FN} + \sigma_{FN} \approx 20,0\%$ des voix. Pour chaque circonscription, on tire alors au hasard un score en suivant cette loi de probabilité. En enlève ensuite certaines nuances du scrutin avec la probabilité z_n pour respecter le nombre global de candidatures par nuance. Enfin, on reporte les scores des nuances retirées du scrutin vers leurs alliées potentielles³.

Ce modèle, issu des données réelles, est ajusté en affinant les μ_n pour que le résultat d'élections simulées au scrutin majoritaire pour $N = 577$ circonscriptions approche au mieux le résultat réel de 2017. Pour ces simulations, nous utilisons le prédicteur statistique décrit à la section 3.3 pour déterminer le vainqueur au second tour en fonction du résultat de premier tour. Le nombre de siège totalisé par chaque nuance est alors comparé avec le résultat réel pour $N = 577$, ainsi qu'avec les redécoupages manuels décrits ci-dessus (cf. section 4.1) pour $N = 344$ et $N = 103$.

On remarque que la méthode statistique produit des décomptes de sièges globalement compatibles avec les décomptes réel et manuels. Les plus gros écarts s'observent pour REM et MDM qui sont confondus dans les redécoupages manuels. Globalement, si l'on considère des groupes de nuances qui sont traditionnellement alliées à l'assemblée, les grands équilibres sont respectés à quelques sièges près. Notre méthode statistique nous semble donc valide pour simuler d'autres nombres de circonscriptions, les scores de premiers tours, et, associée au modèle statistique de second tour, elle nous permet de simuler les parts majoritaires des différents scénarios considérés en section 5.

³Les alliées potentielles sont déterminées à partir des probabilités conditionnelles qu'une nuance soit absente du premier tour scrutin sachant que l'autre nuance y est représentée. Cette absence peut être le résultat d'un accord politique, mais aussi d'une alliance de fait, ou encore liée au contexte local.

N	577 sièges			344 sièges			103 sièges		
	modèle	réel	écart	modèle	J. Lang	écart	modèle	T. Nova	écart
EXG	0.0± 0.0			0.0±0.0			0.0±0.0		
COM	11.7± 3.4	10	+2	7.0±2.7	6	+1	1.9±1.4		+1
FI	14.5± 3.8	17	-3	7.8±2.7	7		2.1±1.4	1	+1
SOC	31.0± 5.4	30	+1	16.7±4.0	19	-2	4.5±2.1	3	+1
RDG	2.8± 1.7	3		1.4±1.2	2	-1	0.3±0.5		
DVG	12.8± 3.5	12	+1	5.1±2.2	4	+1	1.0±1.0	2	-1
ECO	2.3± 1.5	1	+1	0.9±0.9		+1	0.1±0.4		
DIV	0.1± 0.3	3	-3	0.0±0.2	1	-1	0.0±0.1		
REG	7.1± 2.7	5	+2	2.0±1.4	1	+1	0.3±0.5	1	-1
REM	308.3±12.1	308		192.2±9.2	}222	}-4	59.9±5.0	}79	}-11
MDM	41.4± 6.2	42	-1	25.9±4.9			2		
UDI	16.1± 4.0	18	-2	7.9±2.8	2	+6	1.9±1.4		+2
LR	114.2± 9.6	112	+2	67.1±7.3	74	-7	19.4±3.9	15	+4
DVD	7.5± 2.7	6	+1	3.5±1.9	2	+1	0.7±0.8		+1
DLF	0.0± 0.0	1	-1	0.0±0.0			0.0±0.0		
FN	7.0± 2.6	8	-1	6.4±2.5	4	+2	2.6±1.6	1	+1
EXD	0.0± 0.1	1	-1	0.0±0.1			0.0±0.0		

TABLE 3 : Comparaison des nombres de sièges obtenus au scrutin majoritaire avec les modèles statistiques de premier et second tour, comparés au cas réel ($N = 577$) et aux redécoupages manuels ($N = 344$ et $N = 103$). Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages. Les écarts correspondent à l'écart médian observé en nombre de siège. Les deux nuances REM et MDM étant agrégées dans le modèle de J. Lang et celui de Terra Nova, nous les considérons également de manière agrégée dans le tableau.

4.3 Méthode systématique par fusion

La méthode de redécoupage systématique que nous proposons s'appuie sur la configuration des circonscriptions actuelles. Le principe de cette méthode est simple : tant que le nombre requis de circonscriptions n'est pas atteint, la méthode choisit k circonscriptions et les fusionne en une seule, réduisant ainsi de $k - 1$ le nombre total de circonscriptions. Le nombre de voix obtenues au premier tour par chaque nuance politique dans la nouvelle circonscription est simplement la somme des nombres de voix obtenues par cette nuance politique dans les anciennes circonscriptions. Quant au second tour, on utilise un modèle de prédiction présenté en section 3.

Le choix des circonscriptions à fusionner peut s'effectuer de nombreuses manières, mais ce choix doit respecter les contraintes suivantes :

1. le redécoupage doit respecter les limites des départements (aucune circonscription ne peut s'étendre sur plusieurs départements);
2. tout département possède au moins une circonscription (cette contrainte est une conséquence de la contrainte précédente);
3. on ne touche pas aux circonscriptions des Français de l'Étranger (pour ne pas ajouter de complexité supplémentaire).

4.3.1 Principe général

Le principe général de fusion que nous appliquons est le suivant : la réduction du nombre de circonscriptions doit s'effectuer de manière homogène sur tous les départements. Ainsi, par exemple, pour une réduction de 30 % du nombre global de circonscriptions, chaque département perdra environ 30 % de ses propres circonscriptions : un département à 6 circonscriptions initiales perdra donc 1 ou 2 circonscriptions. Afin de respecter la contrainte 2 ci-dessus, un département ne pourra pas descendre en dessous d'une seule circonscription, et nous n'appliquons pas de réduction sur la circonscription des Français de l'Étranger, en accord avec la contrainte 3.

La difficulté posée par l'application de ce principe tient à la manière dont nous arrondissons à l'entier le nombre de circonscriptions à supprimer de chaque département. Par défaut, nous arrondissons ce nombre à l'entier inférieur pour chaque département, sauf pour un ensemble de départements choisis aléatoirement selon un tirage uniforme, pour lesquels nous arrondissons ce nombre à l'entier supérieur.

À l'issue de cette phase, nous avons pour chaque département un nombre cible de circonscriptions. Nous procédons ensuite par fusion de circonscriptions au sein de chaque département, afin d'atteindre ce nombre cible. Pour cela, encore une fois, nous appliquons un principe d'homogénéité : afin d'éviter que la taille des circonscriptions ne soit trop hétérogène, nous faisons en sorte que chaque nouvelle circonscription soit issue de la fusion d'environ le même nombre d'anciennes circonscriptions. Par exemple, dans un département passant de 12 à 8 circonscriptions, parmi les 8 nouvelles circonscriptions, 4 seront issues de la fusion de 2 anciennes circonscriptions et 4 resteront inchangées dans le redécoupage (ou, de manière équivalente, seront issues de la fusion d'une seule circonscription).

4.3.2 Fusion intra-départementale

Il reste à déterminer la manière dont sont choisies les circonscriptions à fusionner à l'intérieur de chaque nouvelle circonscription. Pour cela, nous utilisons deux méthodes différentes.

La première méthode, la plus simple, est purement aléatoire. Au moment de la construction d'une nouvelle circonscription, les anciennes circonscriptions dont elle sera issue sont choisies aléatoirement selon un tirage uniforme.

L'inconvénient principal de cette méthode simple est qu'elle ne tient pas compte de la géographie des circonscriptions, et qu'elle produit donc un grand nombre de circonscriptions non connexes (voir la partie gauche de la figure 1). Afin de pallier ce défaut et de proposer un redécoupage plus réaliste, notre seconde méthode s'appuie sur la géographie des circonscriptions pour tenter de trouver une fusion respectant les contraintes de connexité. Plus précisément, elle extrait un graphe de voisinage par analyse des contours des circonscriptions, puis partitionne ce graphe afin de proposer une fusion qui aboutisse à de nouvelles circonscriptions connexes. Ce problème de partitionnement étant complexe, nous utilisons un algorithme d'approximation qui fonctionne bien pour la plupart des départements, mais échoue parfois à trouver une partition connexe. En pratique, sur le scénario à 404 circonscriptions, alors que la méthode de fusion purement aléatoire crée en moyenne 74,7 circonscriptions non connexes⁴, la méthode de fusion par partitionnement en crée 1,5. Un exemple de redécoupage créé par cette dernière méthode est présenté dans partie droite de la figure 1.

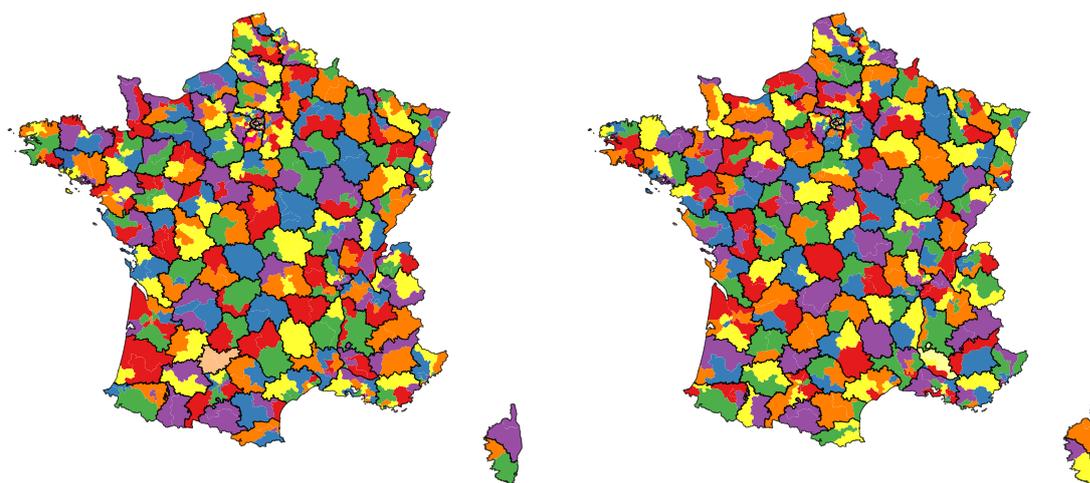


FIGURE 1 : Exemple de redécoupage électoral à 404 circonscriptions produit par fusion intra-départementale de circonscriptions. À gauche, la fusion est complètement aléatoire ; à droite elle se fait par partitionnement de graphe. Seule la France métropolitaine est représentée. Les couleurs sont aléatoires.

4.3.3 Fusion de cantons

L'inconvénient principal de la méthode de redécoupage par fusion de circonscriptions est que l'échelle territoriale utilisée est relativement grossière et risque donc d'engendrer un redécoupage peu réaliste et légèrement hétérogène. Afin de pouvoir proposer un découpage plus fin, nous avons étendu les méthodes de découpage par fusion afin qu'elles travaillent sur un maillage d'entrée moins grossier : le découpage en cantons. Ce maillage comporte 2090 unités territoriales (contre 577 pour le découpage en circonscriptions). Nous pouvons utiliser ce maillage car nous disposons des résultats

⁴Tests effectués sur 100 redécoupages différents.

des législatives 2017 à l'échelle des cantons. Notons que les cantons ne sont pas des partitionnement de circonscriptions : il existe en effet des cantons qui s'étendent sur plusieurs circonscriptions.

Nous avons adapté les méthodes décrites précédemment afin qu'elles fusionnent les cantons au lieu de fusionner les circonscriptions. Un exemple de redécoupage obtenu cette méthode est présenté dans la figure 2 (ce redécoupage a 38 circonscriptions non connexes).

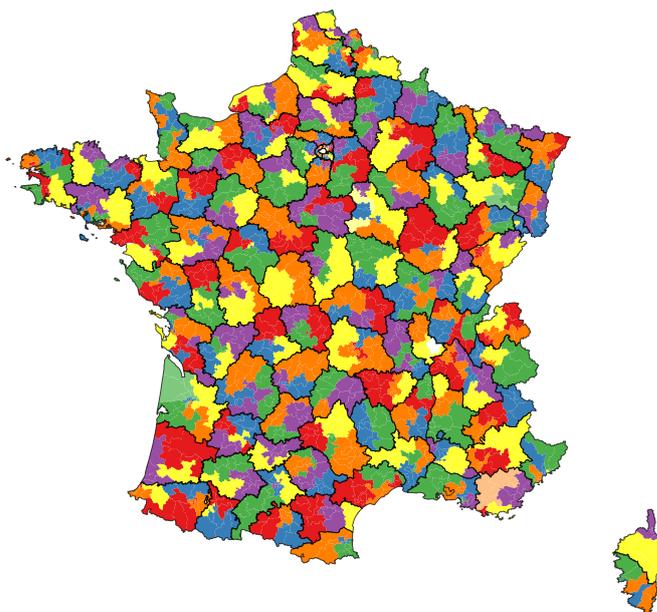


FIGURE 2 : Exemple de redécoupage électoral à 404 circonscriptions produit par fusion et partitionnement de cantons. Seule la France métropolitaine est représentée. Les couleurs sont aléatoires.

4.3.4 Synthèse des méthodes de redécoupage systématique

Nous avons présenté dans cette section 4.3 des méthodes de redécoupage systématiques par fusion d'unités territoriales, selon le maillage d'entrées (circonscriptions / cantons) et selon la prise en compte de la connexité géographique ou non. La prise en compte de la connexité géographique produit des découpages beaucoup plus réalistes, au détriment de la simplicité de l'approche et de la variabilité potentielle des découpages produits qui permet donc de tester moins de configurations. Le redécoupage par fusion de circonscriptions a l'avantage de produire des découpages plus simples et plus connexes que le redécoupage par fusion de cantons, mais cela au détriment de l'homogénéité des circonscriptions (plus de variabilité dans la taille des circonscriptions produites). Par la suite, afin de limiter le nombre de paramètres à faire varier, nous nous limiterons dans nos simulations à la méthode de redécoupage par fusion de cantons avec contrainte de connexité, car c'est la méthode qui semble produire les découpages les plus réalistes. Néanmoins, il faut être conscient que les différentes méthodes de redécoupage induisent une certaine variabilité dans les résultats, comme l'illustre la table 4 donnant les résultats obtenus pour un scrutin majoritaire à 344 circonscriptions pour les 4 méthodes de redécoupage par fusion, sur 1000 redécoupages possibles ; et utilisant le prédicteur linéaire pour établir le résultat du second tour.

$N = 344$	fusion de circ.	fusion de circ. + connexité	fusion de cant.	fusion de cant. + connexité
EXG				
COM	3,1±1,4	4,5±0,5	0,9±0,8	1,0±0
FI	8,9±1,7	11,0±1,2	9,8±1,9	11,8±1,0
SOC	15,8±2,4	16,5±1,1	17,2±2,6	22,1±2,1
RDG	0,7±0,7	0,5±0,5	0,5±0,5	1,0±0,1
DVG	10,8±1,4	11,1±1,2	9,5±1,1	9,4±0,5
ECO	0,1±0,3		0,0±0,1	
DIV	0,1±0,3	0,5±0,5	0,0±0,2	0,4±0,5
REG	2,8±0,7	2,5±0,5	3,7±0,7	3,8±0,7
REM	192,9±4,8	190,7±3,0	210,3±4,9	194,8±3,5
MDM	25,7±3,0	23,0±1,7	10,3±1,7	16,7±1,6
UDI	7,1±1,5	8,0±1,0	4,7±1,4	6,2±0,8
LR	56,5±4,2	57,6±2,2	62,3±4,0	60,2±2,8
DVD	5,5±1,3	6,0±1,2	3,4±0,6	3,4±0,5
DLF	0,1±0,3			
FN	13,7±2,3	12,0±1,0	11,3±2,2	13,2±2,0
EXD	0,1±0,3			

TABLE 4 : Comparaison des nombres de sièges obtenus pour un scrutin majoritaire à 344 circonscriptions pour les 4 méthodes de redécoupage par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

5 Simulations

Cette section est dédiée à la présentation des résultats de simulation. Chaque simulation est paramétrée par :

- un découpage électoral (en circonscriptions, avec, pour chaque circonscription, l'ensemble de voix au 1^{er} tour);
- une méthode de vote (majoritaire à deux tours, ou mixte) et ses paramètres propres (dose de proportionnelle, seuil, méthode de traitement des arrondis...);
- un prédicteur de second tour.

Le nombre de paramètres à faire varier étant important, nous nous concentrons sur quelques scénarios prédéfinis.

Les résultats de chaque simulation seront présentés de manière homogène, avec un tableau récapitulant le nombre de députés élus pour chaque nuance (ou leur pourcentage, lorsque le nombre absolu est difficile à interpréter), et un graphe mettant en évidence la composition de l'assemblée et la représentativité de chaque nuance (voir la figure 4 par exemple). Dans ce graphe de représentativité, les nuances sont représentées en arc de cercle, de gauche à droite, selon l'ordre et les couleurs présentés dans la figure 3.



FIGURE 3 : Ordre et couleurs des nuances politiques.

Pour chaque nuance, la longueur de l'arc de cercle est proportionnelle au nombre de sièges quelle obtient. Le rayon d'un secteur est quant à lui fonction du nombre d'électeurs par député, de sorte que l'aire totale de chaque secteur est proportionnelle au nombre d'électeurs pour chaque nuance. Enfin, le demi-cercle noir le plus épais indique la représentativité proportionnelle : dans une élection purement proportionnelle, les rayons de tous les secteurs coïncident avec cette valeur (à arrondi près). Les autres demi-cercles suivent une progression harmonique : chaque intervalle entre deux demi-cercles indique un doublement du nombre d'électeurs par député. La figure 4 montre, à gauche, cette représentation pour l'assemblée actuelle de 577 députés élus au scrutin majoritaire. Comme certaines nuances sont très sous-représentées le graphe peut être tronqué. Dans ce cas, une version réduite complète est adjointe en insert afin de préserver toute l'information. À droite de cette même figure 4, on peut voir ce que donne cette même représentation pour une assemblée dont tous les sièges seraient attribués à la proportionnelle (sans seuil).

Pour quantifier l'homogénéité de la représentativité des députés, nous utilisons la métrique introduite par [Loosemore et Hanby \(1971\)](#) qui mesure l'écart à la représentativité proportionnelle pure. On somme pour chaque nuance le nombre d'électeurs qu'il faudrait enlever ou ajouter, à nombre de sièges constants, pour obtenir une représentativité uniforme. Cela revient sur les graphes à totaliser l'aire des parties des secteurs qui dépassent la limite du demi-cercle figurant la représentativité proportionnelle. Cette grandeur, en nombre d'électeurs, est rapportée aux nombres de votants pour obtenir un indice qui varie entre 0 et 1. On prend enfin son complément à 1 pour que la valeur 1 soit obtenue pour une répartition purement proportionnelle.

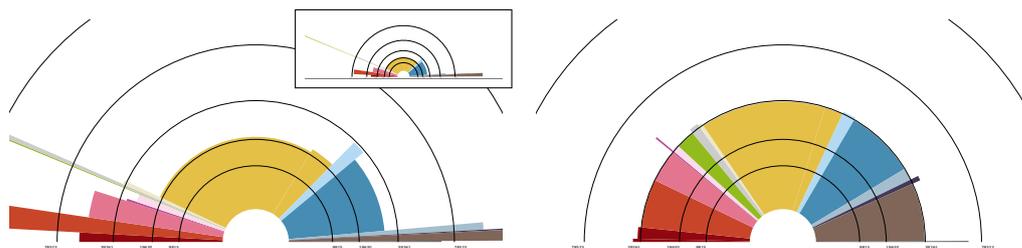


FIGURE 4 : Graphes de composition de l'assemblée pour (gauche) le scrutin officiel ; et (droite) pour la proportionnelle intégrale sur 577 circonscriptions.

Par exemple, si 2 partis se partagent quasi-équitablement l'ensemble des voix, mais que l'un d'entre eux rafle tous les sièges, cet indice, noté q vaut 0,5. Pour n partis à égalité avec 1 parti qui monopolise tous les sièges, la valeur descend encore pour se rapprocher de 0 et vaut : $1/n$.

On peut également donner une autre interprétation à cet indice q . L'indice q dénombre, pour une assemblée donnée, la proportion de députés (toute nuance confondue) qui resteraient à leur place s'il fallait rendre cette assemblée purement proportionnelle. De manière équivalente, $1 - q$ dénombre la proportion de députés qui devraient céder leur place à une autre nuance s'il fallait rendre l'assemblée purement proportionnelle.

Reprenons l'exemple à 2 partis ci-dessus. Tous les sièges de l'assemblée élue sont attribués à un seul parti. Pour transformer cette assemblée en assemblée purement proportionnelle, il faudrait que la moitié des élus de la nuance majoritaire donnent leur siège à des élus de la seconde nuance. L'indice q vaut donc dans ce cas $1 - 0,5 = 0,5$. De manière équivalente, on peut également dire que dans l'assemblée élue, la moitié des députés sont de la même nuance qu'une assemblée purement proportionnelle, d'où $q = 0,5$.

Ainsi, par exemple, pour donner un ordre d'idée une variation de 0,01 correspond à 1 % des députés (4 ou 5 pour une assemblée comportant entre 400 et 500 élus) passant de nuances sur-représentés à des nuances sous-représentés.

Pour l'assemblée issue du scrutin majoritaire de 2017 (à gauche sur la figure 4), on trouve $q = 0,67$, alors que le scrutin proportionnel intégral (à droite sur la figure 4) donnerait $q = 0,99$.

Notes sur le nombre de tirages Si les règles de vote simulées sont complètement déterministes (pour une répartition des voix et un découpage électoral, ces méthodes renverront toujours le même résultat), en revanche, toutes nos méthodes de redécoupage (excepté le redécoupage manuel de J. Lang) impliquent des facteurs aléatoires à un certain degré d'importance.

Pour ce qui est du modèle statistique, comme indiqué dans la section 4.2, chaque nouvelle simulation génère une nouvelle population complètement aléatoirement selon les paramètres statistiques prédéterminés.

De même, en ce qui concerne le modèle par fusion d'unités territoriales, comme indiqué dans la section 4.3, chaque nouvelle simulation génère un nouveau redécoupage, car cette méthode implique des facteurs aléatoires, à savoir :

1. le choix des départements pour lesquels le pourcentage de réduction sera arrondi à l'entier supérieur (les autres étant arrondis à l'entier inférieur) ;

2. à l'intérieur des départements, le choix des unités territoriales à fusionner entre elles.

Sachant que pour l'algorithme de fusion avec contrainte de connexité, le choix 2 est déterministe (c'est l'algorithme de partitionnement qui s'en charge), l'aléa vient simplement du choix 1. Pour une réduction à 404 circonscriptions par exemple, sur 96 départements (sans compter ni les DOM/TOM ni les Français de l'Étranger), cela revient à choisir 77 départements qui perdront 2 députés (les 19 autres n'en perdant qu'un seul), ce qui fait $C_{96}^{77} \approx 5,62 \times 10^{19}$ cas possibles.

Dans les deux cas (modèle statistique et redécoupage par fusion), ne pouvant générer tous les redécoupages possibles, nous avons donc dû trouver un compromis acceptable entre précision des résultats et temps de calcul. En pratique, nous avons donc fait varier le nombre de simulations jusqu'à ce que les résultats soient empiriquement assez stables pour que le fait d'augmenter encore le nombre de simulations n'ajoute que peu de précision au résultat, aboutissant à une borne de 1000 simulations par scénario.

5.1 Influence de la proportionnelle sans redécoupage

Le premier scénario que nous choisissons d'explorer est un scénario purement fictif dans lequel on garde exactement le découpage électoral actuel, et on se contente d'ajouter un certain nombre de députés élus à la méthode proportionnelle en augmentant le nombre de sièges global de l'assemblée. Ce scénario a le mérite de fournir une analyse de l'influence de la proportionnelle sur le résultat du scrutin sans nécessiter de méthode de redécoupage. Puisque nous gardons les mêmes circonscriptions qu'aux élections législatives réelles de 2017, la simulation ne dépend pas d'hypothèses plus ou moins réalistes sur le redécoupage électoral ni sur la prédiction des seconds tours. Nous analysons ici la composition de l'assemblée selon 4 doses de proportionnelle (10 %, 15 %, 20 % et 30 %) et selon les différentes modalités de mise en œuvre du scrutin mixte. Sauf indication contraire, toutes les simulations ont été réalisées en ne prenant en compte aucun seuil de représentativité pour l'accès à la proportionnelle. Les résultats bruts (en pourcentage et en nombre de sièges obtenus par nuance) sont détaillés dans la table 5. La figure 5 met en évidence, quant à elle, la représentativité du résultat officiel (purements majoritaire), et des trois règles mixtes sur une configuration à 15 % de proportionnelle. Sans surprise, ces résultats mettent en évidence un effet beaucoup plus important de la proportionnelle avec la méthode compensatoire qu'avec les autres méthodes, et en particulier qu'avec la méthode additive pour laquelle la prime majoritaire est beaucoup plus importante.

5.1.1 Impact de la méthode d'arrondi

Afin de tester l'importance de la méthode d'arrondi (à la plus forte moyenne ou au plus fort reste), nous avons calculé la différence entre les deux méthodes en nombre de députés par nuance. Sur tous les cas testés, la moyenne sur l'ensemble des nuances de la différence entre les deux méthodes varie de 0,2 à 0,6 députés, et cette différence n'excède pas 2 députés pour une nuance donnée. Il semble donc que le choix de la méthode d'arrondi n'a qu'un impact mineur sur la composition de l'assemblée. Nous choisissons la méthode de d'Hondt (à la plus forte moyenne) par défaut dans la suite.

	maj. pure	10 % de prop. (641 sièges)			15 % de prop. (678 sièges)			25 % de prop. (769 sièges)			prop. pure seuil à :	
		add.	corr.	comp.	add.	corr.	comp.	add.	corr.	comp.	5 %	0 %
EXG	0,0 % 0	0,0 % 0	0,0 % 0	0,2 % 1	0,0 % 0	0,1 % 1	0,3 % 2	0,1 % 1	0,3 % 2	0,5 % 4	0,0 % 0	0,7 % 4
COM	1,7 % 10	1,7 % 11	1,9 % 12	1,9 % 12	1,8 % 12	1,9 % 13	1,9 % 13	2,0 % 15	2,1 % 16	2,0 % 15	0,0 % 0	2,6 % 15
FI	2,9 % 17	3,7 % 24	4,4 % 28	5,3 % 34	4,3 % 29	5,0 % 34	6,2 % 42	5,1 % 39	6,4 % 49	8,5 % 65	14,6 % 84	11,1 % 64
SOC	5,2 % 30	5,5 % 35	5,6 % 36	5,3 % 34	5,6 % 38	5,9 % 40	5,5 % 37	5,7 % 44	6,2 % 48	5,6 % 43	9,7 % 56	7,5 % 43
RDG	0,5 % 3	0,5 % 3	0,5 % 3	0,5 % 3	0,4 % 3	0,4 % 3	0,4 % 3	0,4 % 3	0,5 % 4	0,4 % 3	0,0 % 0	0,3 % 2
DVG	2,1 % 12	2,0 % 13	2,0 % 13	1,9 % 12	1,9 % 13	1,9 % 13	1,8 % 12	2,0 % 15	2,0 % 15	1,6 % 12	0,0 % 0	1,6 % 9
ECO	0,2 % 1	0,6 % 4	0,8 % 5	1,4 % 9	0,7 % 5	1,0 % 7	2,1 % 14	1,2 % 9	1,7 % 13	3,4 % 26	0,0 % 0	4,3 % 25
DIV	0,5 % 3	0,6 % 4	0,8 % 5	0,9 % 6	0,7 % 5	0,9 % 6	1,2 % 8	0,9 % 7	1,2 % 9	1,7 % 13	0,0 % 0	2,1 % 12
REG	0,9 % 5	0,8 % 5	0,8 % 5	0,8 % 5	0,7 % 5	0,9 % 6	0,7 % 5	0,8 % 6	0,9 % 7	0,7 % 5	0,0 % 0	0,9 % 5
REM	53,4 % 308	51,2 % 328	49,3 % 316	48,0 % 308	49,9 % 338	47,2 % 320	45,4 % 308	47,3 % 364	42,9 % 330	40,1 % 308	37,4 % 216	28,6 % 165
MDM	7,3 % 42	6,9 % 44	6,7 % 43	6,6 % 42	6,8 % 46	6,3 % 43	6,2 % 42	6,5 % 50	5,9 % 45	5,5 % 42	0,0 % 0	4,2 % 24
UDI	3,1 % 18	3,1 % 20	3,1 % 20	2,8 % 18	3,1 % 21	3,1 % 21	2,7 % 18	3,1 % 24	3,1 % 24	2,3 % 18	0,0 % 0	2,9 % 17
LR	19,4 % 112	19,2 % 123	19,2 % 123	17,5 % 112	19,0 % 129	19,0 % 129	16,5 % 112	18,6 % 143	18,6 % 143	14,6 % 112	20,8 % 120	15,9 % 92
DVD	1,0 % 6	1,2 % 8	1,2 % 8	1,4 % 9	1,3 % 9	1,5 % 10	1,6 % 11	1,4 % 11	1,7 % 13	2,1 % 16	0,0 % 0	2,8 % 16
DLF	0,2 % 1	0,2 % 1	0,3 % 2	0,5 % 3	0,3 % 2	0,3 % 2	0,6 % 4	0,4 % 3	0,5 % 4	0,9 % 7	0,0 % 0	1,0 % 6
FN	1,4 % 8	2,7 % 17	3,3 % 21	5,0 % 32	3,2 % 22	4,3 % 29	6,8 % 46	4,4 % 34	6,0 % 46	10,3 % 79	17,5 % 101	13,3 % 77
EXD	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,1 % 1	0,1 % 1	0,1 % 1	0,1 % 1	0,1 % 1	0,1 % 1	0,0 % 0	0,2 % 1
q	0,67	0,70	0,72	0,76	0,72	0,75	0,80	0,75	0,80	0,87	0,76	0,99

TABLE 5 : Influence de l'introduction d'une dose de proportionnelle sans redécoupage sur la composition de l'assemblée. Pour chaque nuance, la première ligne donne le pourcentage de sièges, et la seconde donne le nombre de sièges obtenus.

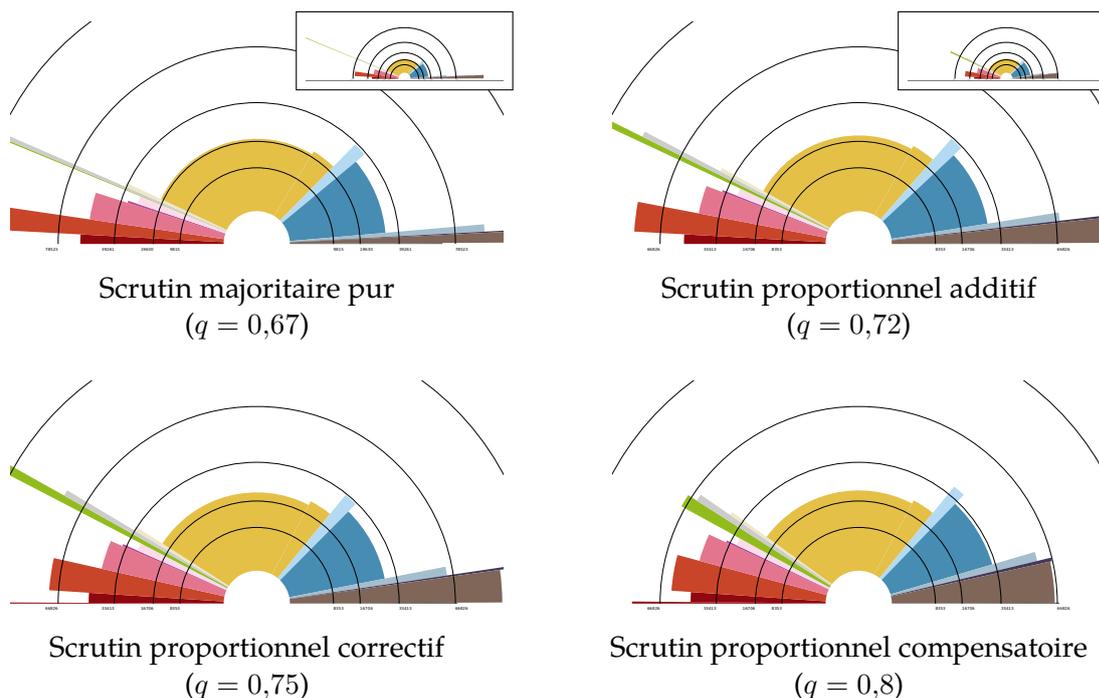


FIGURE 5 : Composition de l'assemblée pour une configuration à 678 sièges (15 % de proportionnelle) pour diverses modalités de mise-en-œuvre de la proportionnelle et comparaison avec l'assemblée actuelle.

5.1.2 Impact du seuil

Le seuil de représentativité est l'un des paramètres ayant une importance cruciale sur le résultat du scrutin. Afin d'évaluer son effet, nous avons simulé, sur le scénario sans redécoupage à 15 % de proportionnelle (correspondant à 678 députés) les trois modes de scrutin mixte (additif, correctif et compensatoire) sur trois seuils de représentativité (0 %, 5 % et 10 %). Les résultats sont donnés dans la table 6. Sans surprise, l'indice de proportionnalité évolue de manière décroissante en fonction du seuil de proportionnalité. Nous pouvons également observer dans le tableau l'effet de l'augmentation conjointe du seuil avec l'utilisation de la méthode compensatoire, sur les partis situés tout juste au-dessus du seuil (le FN par exemple). Le nombre de sièges attribués à ces partis augmente mécaniquement de manière significative. Notons également qu'un scrutin proportionnel pur avec seuil peut être paradoxalement moins proportionnel qu'un scrutin mixte avec seuil également : dans le second cas, les députés élus dans la part majoritaire viennent compenser le fait que les nuances politiques situées en deçà du seuil ne participent pas à la part proportionnelle.

5.1.3 Méthode mixte de type Sénat

Pour conclure cette section consacrée à la simulation de l'impact pur de la proportionnelle sans redécoupage, nous évoquons brièvement la méthode mixte de type Sénat. Nous avons simulé cette méthode sur un nombre variable de départements concernés par la proportionnelle : entre 2 et 10, choisis en ordre décroissant du nombre d'électeurs (Français de l'Étranger exclus). La table 7 montre les résultats obtenus pour ce scénario. La table met en évidence un effet somme toute relatif du scrutin proportionnel sur la composition de l'assemblée : même avec 10 départements concernés (donc

	seuil à 0 %			seuil à 5 %			seuil à 10 %		
	add.	corr.	comp.	add.	corr.	comp.	add.	corr.	comp.
EXG	0,0 % 0	0,1 % 1	0,3 % 2	0,0 % 0					
COM	1,8 % 12	1,9 % 13	1,9 % 13	1,5 % 10					
FI	4,3 % 29	5,0 % 34	6,2 % 42	4,7 % 32	5,9 % 40	7,7 % 52	4,9 % 33	6,3 % 43	8,1 % 55
SOC	5,6 % 38	5,9 % 40	5,5 % 37	5,9 % 40	6,3 % 43	6,5 % 44	4,4 % 30	4,4 % 30	4,4 % 30
RDG	0,4 % 3								
DVG	1,9 % 13	1,9 % 13	1,8 % 12						
ECO	0,7 % 5	1,0 % 7	2,1 % 14	0,1 % 1					
DIV	0,7 % 5	0,9 % 6	1,2 % 8	0,4 % 3					
REG	0,7 % 5	0,9 % 6	0,7 % 5						
REM	49,9 % 338	47,2 % 320	45,4 % 308	51,0 % 346	47,8 % 324	45,4 % 308	51,6 % 350	48,2 % 327	45,4 % 308
MDM	6,8 % 46	6,3 % 43	6,2 % 42						
UDI	3,1 % 21	3,1 % 21	2,7 % 18						
LR	19,0 % 129	19,0 % 129	16,5 % 112	19,6 % 133	19,8 % 134	17,1 % 116	19,9 % 135	20,2 % 137	18,0 % 122
DVD	1,3 % 9	1,5 % 10	1,6 % 11	0,9 % 6					
DLF	0,3 % 2	0,3 % 2	0,6 % 4	0,1 % 1					
FN	3,2 % 22	4,3 % 29	6,8 % 46	3,7 % 25	5,2 % 35	8,3 % 56	4,1 % 28	5,8 % 39	9,0 % 61
EXD	0,1 % 1								
q	0,72	0,75	0,80	0,71	0,74	0,79	0,70	0,73	0,78

TABLE 6 : Influence du seuil de représentativité pour un scénario sans redécoupage avec 15 % de proportionnelle (678 sièges). Pour chaque nuance, la première ligne donne le pourcentage de sièges, et la seconde donne le nombre de sièges obtenus.

environ un quart des députés), les résultats en pourcentage des élus ne varient que de 5 points au maximum (pour le parti majoritaire). Une explication plausible est que la partie proportionnelle du scrutin se faisant sur des listes départementales, dans de petites circonscriptions très peuplées et avec une certaine homogénéité interne (centres villes, banlieues, zones péri-urbaines...), le scrutin majoritaire est probablement un assez bon reflet de la répartition proportionnelle des voix à l'intérieur du département.

	{59, 13} (37 s. prop.)	$\cup\{75, 69\}$ (69 s. prop.)	$\cup\{62, 33\}$ (93 s. prop.)	$\cup\{44, 92\}$ (116 s. prop.)	$\cup\{78, 31\}$ (138 s. prop.)
EXG	0,0 % 0	0,0 % 0	0,0 % 0	0,0 % 0	0,0 % 0
COM	1,7 % 10	1,7 % 10	1,7 % 10	1,6 % 9	1,6 % 9
FI	2,8 % 16	3,5 % 20	4,2 % 24	4,7 % 27	5,2 % 30
SOC	5,9 % 34	6,1 % 35	6,4 % 37	6,8 % 39	6,9 % 40
RDG	0,3 % 2	0,3 % 2	0,3 % 2	0,3 % 2	0,3 % 2
DVG	2,8 % 16	2,8 % 16	2,8 % 16	2,8 % 16	2,8 % 16
ECO	0,3 % 2	0,7 % 4	0,7 % 4	0,7 % 4	0,7 % 4
DIV	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1
REG	0,7 % 4	0,7 % 4	0,7 % 4	0,7 % 4	0,7 % 4
REM	52,7 % 304	51,1 % 295	50,1 % 289	48,9 % 282	47,7 % 275
MDM	8,1 % 47	7,8 % 45	7,5 % 43	7,1 % 41	6,8 % 39
UDI	2,1 % 12	2,1 % 12	2,1 % 12	2,1 % 12	2,1 % 12
LR	17,5 % 101	18,0 % 104	18,2 % 105	18,7 % 108	19,2 % 111
DVD	2,1 % 12	2,1 % 12	2,1 % 12	2,3 % 13	2,3 % 13
DLF	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1
FN	2,4 % 14	2,6 % 15	2,8 % 16	2,9 % 17	3,3 % 19
EXD	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1	0,2 % 1
q	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73

TABLE 7 : Composition de l'assemblée (en pourcentage et en nombre de sièges) pour un scénario à 577 députés élus à la méthode mixte de type Sénat, pour un nombre de départements proportionnels variant entre 2 et 10. La première ligne du tableau montre les numéros des départements concernés par le vote proportionnel. La deuxième ligne donne le nombre total de députés élus à la proportionnelle.

5.2 Influence de la réduction du nombre de circonscriptions

Dans la section précédente, nous avons simulé l'impact de l'introduction de différentes doses de proportionnelle, sans effectuer de redécoupage électoral. Dans cette section,

nous nous intéressons au contraire à l'impact de la réduction du nombre de circonscriptions sur le résultat électoral, sans modification du mode de scrutin. Nous avons simulé l'impact du redécoupage sur 5 configurations différentes. Pour chacune de ces configurations, nous avons simulé 1000 redécoupages avec la méthode par fusion de cantons avec contrainte de connexité, et 1000 redécoupages abstraits avec le modèle statistique. Nous avons utilisé le prédicteur linéaire pour déterminer le vainqueur dans chaque circonscription. La table 8 présente le résultat des simulations obtenu par redécoupage par fusion de cantons, et la table 9 présente le résultat des simulations obtenu par génération statistique de carte électorale.

	577 circ.	404 circ.	364 circ.	344 circ.	323 circ.	303 circ.
EXG	0,0 % 0					
COM	1,7 % 10	0,4±0,1 % 1,4±0,5	0,3±0,0 % 1,0±0	0,3±0,0 % 1,0±0,0	0,3±0,0 % 1,0±0,0	0,3±0,0 % 1,0±0,0
FI	2,9 % 17	3,2±0,3 % 12,8±1,2	3,6±0,3 % 13,1±1,0	3,4±0,3 % 11,8±1,0	3,0±0,4 % 9,6±1,2	2,7±0,4 % 8,3±1,3
SOC	5,2 % 30	7,1±0,5 % 28,6±2,0	6,7±0,6 % 24,3±2,0	6,4±0,6 % 22,1±2,1	5,9±0,6 % 19,1±1,9	6,1±0,7 % 18,6±2,0
RDG	0,5 % 3	0,2±0,0 % 1,0±0,1	0,3±0,0 % 1,0±0,1	0,3±0,0 % 1,0±0,1	0,3±0,0 % 1,0±0,1	0,3±0,0 % 1,0±0,1
DVG	2,1 % 12	2,5±0,2 % 9,9±0,7	2,8±0,2 % 10,0±0,7	2,7±0,1 % 9,4±0,5	2,9±0,2 % 9,4±0,5	2,8±0,2 % 8,5±0,5
ECO	0,2 % 1					
DIV	0,5 % 3	0,1±0,1 % 0,5±0,5	0,2±0,1 % 0,6±0,5	0,1±0,1 % 0,4±0,5	0,1±0,1 % 0,4±0,5	
REG	0,9 % 5	1,1±0,1 % 4,4±0,5	1,1±0,2 % 4,0±0,7	1,1±0,2 % 3,8±0,7	1,2±0,2 % 3,8±0,7	1,3±0,2 % 3,9±0,7
REM	53,4 % 308	55,3±0,8 % 223,4±3,3	55,9±0,9 % 203,4±3,4	56,6±1,0 % 194,8±3,3	57,3±1,0 % 185,2±3,3	56,5±1,1 % 171,3±3,5
MDM	7,3 % 42	4,8±0,3 % 19,4±1,3	5,1±0,4 % 18,6±1,5	4,9±0,5 % 16,8±1,6	5,0±0,5 % 16,3±1,5	4,7±0,5 % 14,2±1,6
UDI	3,1 % 18	2,2±0,3 % 8,7±1,2	1,8±0,2 % 6,6±0,9	1,8±0,3 % 6,2±0,9	1,9±0,3 % 6,1±0,9	2,1±0,3 % 6,3±0,9
LR	19,4 % 112	18,4±0,7 % 74,3±3,0	17,5±0,8 % 63,7±2,9	17,4±0,8 % 60,0±2,9	17,0±0,9 % 55,0±2,8	17,8±0,9 % 53,8±2,7
DVD	1,0 % 6	1,1±0,1 % 4,4±0,5	1,1±0,2 % 4,1±0,7	1,0±0,1 % 3,4±0,5	1,0±0,2 % 3,4±0,5	1,1±0,2 % 3,4±0,5
DLF	0,2 % 1					
FN	1,4 % 8	3,7±0,3 % 14,9±1,3	3,7±0,6 % 13,5±2,0	3,9±0,6 % 13,4±2,0	4,0±0,6 % 12,9±1,9	4,1±0,7 % 12,6±2,0
EXD	0,2 % 1					
q	0,67	0,69	0,68	0,68	0,67	0,68

TABLE 8 : Influence de la réduction du nombre de circonscriptions, par redécoupage par fusion de cantons avec contrainte de connexité. Pour chaque nuance, la première ligne correspond au pourcentage, et la seconde au nombre de sièges. Chaque résultat est donné sous la forme $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

On observe que dans les deux cas la prime majoritaire est renforcée par la diminution du nombre de circonscriptions. Ce constat peut s'expliquer par le fait que les députés des nuances disposant de peu de sièges ont plus de chance de rencontrer des

	577 circ.	404 circ.	364 circ.	344 circ.	323 circ.	303 circ.
EXG	0,0 % 0		0,0±0,0 % 0,0±0,0			
COM	1,7 % 10	2,1±0,7 % 8,3±2,8	2,1±0,7 % 7,5±2,6	2,0±0,7 % 7,0±2,5	2,0±0,8 % 6,6±2,5	2,0±0,8 % 6,1±2,5
FI	2,9 % 17	2,4±0,8 % 9,6±3,0	2,3±0,8 % 8,3±2,9	2,3±0,8 % 7,8±2,8	2,3±0,8 % 7,3±2,7	2,2±0,9 % 6,8±2,6
SOC	5,2 % 30	5,0±1,1 % 20,1±4,3	4,9±1,2 % 17,8±4,3	4,9±1,1 % 17,0±4,0	4,8±1,2 % 15,5±3,8	4,8±1,2 % 14,4±3,8
RDG	0,5 % 3	0,4±0,3 % 1,7±1,3	0,4±0,3 % 1,5±1,2	0,4±0,4 % 1,5±1,2	0,4±0,3 % 1,2±1,1	0,4±0,3 % 1,1±1,1
DVG	2,1 % 12	1,6±0,6 % 6,6±2,5	1,5±0,6 % 5,6±2,3	1,5±0,6 % 5,1±2,2	1,4±0,7 % 4,6±2,3	1,4±0,7 % 4,3±2,0
ECO	0,2 % 1	0,3±0,3 % 1,1±1,1	0,3±0,3 % 1,0±1,0	0,3±0,3 % 0,9±1,0	0,2±0,3 % 0,8±0,9	0,2±0,3 % 0,7±0,8
DIV	0,5 % 3	0,0±0,1 % 0,1±0,2	0,0±0,1 % 0,0±0,2	0,0±0,1 % 0,0±0,2	0,0±0,1 % 0,0±0,2	0,0±0,1 % 0,0±0,2
REG	0,9 % 5	0,7±0,4 % 2,9±1,7	0,6±0,4 % 2,3±1,5	0,6±0,4 % 2,1±1,4	0,6±0,4 % 1,8±1,3	0,5±0,4 % 1,6±1,2
REM	53,4 % 308	55,2±2,5 % 223,1±10,0	55,8±2,6 % 203,0±9,5	55,8±2,7 % 192,0±9,3	56,0±2,8 % 181,0±8,9	56,4±2,8 % 170,8±8,5
MDM	7,3 % 42	7,5±1,3 % 30,3±5,4	7,5±1,3 % 27,3±4,8	7,5±1,4 % 25,9±4,8	7,5±1,4 % 24,4±4,6	7,6±1,5 % 23,0±4,7
UDI	3,1 % 18	2,4±0,8 % 9,8±3,0	2,3±0,8 % 8,4±2,9	2,3±0,8 % 7,9±2,8	2,3±0,8 % 7,3±2,6	2,2±0,8 % 6,6±2,5
LR	19,4 % 112	19,6±2,0 % 79,3±8,0	19,5±2,1 % 71,0±7,5	19,4±2,2 % 66,9±7,5	19,6±2,3 % 63,2±7,3	19,3±2,3 % 58,6±6,9
DVD	1,0 % 6	1,1±0,5 % 4,4±2,1	1,0±0,5 % 3,8±2,0	1,0±0,5 % 3,5±1,9	1,0±0,6 % 3,3±1,8	1,0±0,6 % 3,0±1,7
DLF	0,2 % 1					
FN	1,4 % 8	1,6±0,6 % 6,6±2,5	1,8±0,7 % 6,5±2,5	1,8±0,7 % 6,4±2,5	1,9±0,7 % 6,2±2,4	2,0±0,8 % 6,0±2,5
EXD	0,2 % 1	0,0±0,0 % 0,0±0,1	0,0±0,0 % 0,0±0,1	0,0±0,0 % 0,0±0,1	0,0±0,0 % 0,0±0,1	0,0±0,0 % 0,0±0,1
q	0,67	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65

TABLE 9 : Influence de la réduction du nombre de circonscriptions, par génération statistique de carte électorale. Pour chaque nuance, la première ligne correspond au pourcentage, et la seconde au nombre de sièges. Chaque résultat est donné sous la forme $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

adversaires politiques dans les circonscriptions limitrophes avec lesquels ils risquent d'être fusionnés que les députés d'une nuance disposant de la moitié des circonscriptions. Ces derniers, même s'ils risquent de perdre leur siège de par la disparition de leur circonscription, le perdront le plus souvent au profit d'un député de la même nuance qu'eux. La réduction du nombre de circonscription joue donc à rebours de l'introduction de la proportionnelle.

Enfin, nous avons fait apparaître en annexe C le nombre moyen de députés obtenus par chaque nuance dans chaque département, pour un scénario à 344 circonscriptions. Nous avons également fait apparaître dans cette même annexe un exemple de carte de résultat obtenu pour une simulation d'un redécoupage à 344 circonscriptions par fusion de cantons avec contrainte de connexité (voir figure 8).

5.3 Scénario à 404 députés

Dans cette section, nous nous focalisons sur le scénario prévoyant une réduction de 30 % du nombre de députés. Dans un premier temps, nous nous concentrons sur l'introduction de 15 % de proportionnelle, correspondant au scénario pour lequel 344 députés sont élus au scrutin majoritaire, et 60 députés au scrutin proportionnel. Ensuite, nous étendons les simulations à d'autres doses de proportionnelle (10 %, 20 % et 25 %).

Pour toutes les simulations concernant ce scénario central à 404 députés, nous avons extrait, comme indicateur de représentativité, le nombre de députés élus pour les nuances FI et FN. Ces nombres de députés élus sont présentés dans les tables de l'annexe E.

5.3.1 Proportionnelle à 15 %

Pour le scénario à 15 % de proportionnelle, nous avons simulé les trois modalités de scrutin proportionnel (additif, correctif et compensatoire), et nous avons testé chaque modalité sur nos deux modèles de redécoupage (statistique et fusion), ainsi que sur le modèle manuel à 344 circonscriptions de J. Lang.

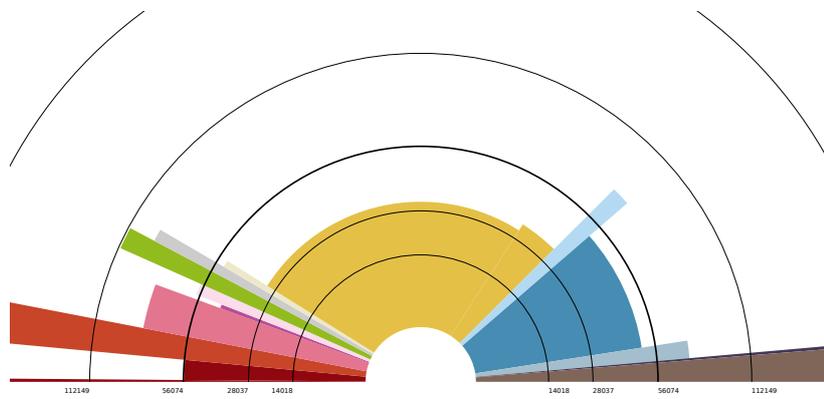
Les résultats détaillés pour une modalité du scrutin sans seuil de représentativité apparaissent en annexe D.1 dans les tables 12, 13 et 14, respectivement pour le modèle statistique, le modèle de fusion, et le modèle manuel de J. Lang.

Nous présentons également dans la figure 6 les graphes de composition de l'assemblée correspondant aux trois modalités de proportionnelle sur le modèle statistique de circonscriptions.

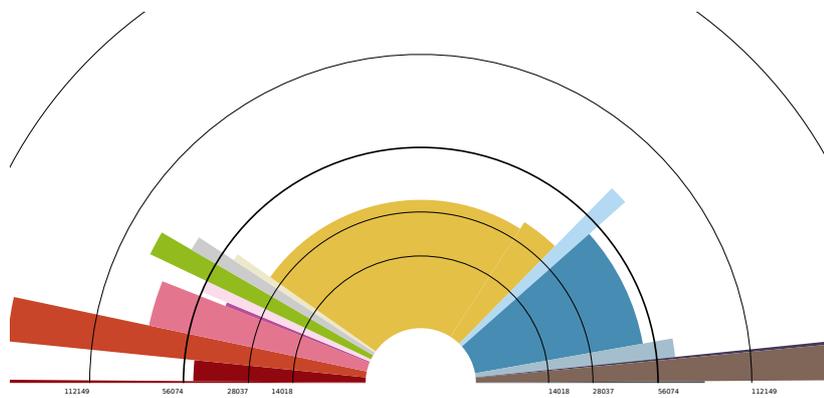
Enfin, nous avons également simulé, pour une configuration similaire, un scrutin avec un seuil de représentativité de 5 %. Les résultats détaillés pour cette modalité apparaissent en annexe D.1 dans les tables 15, 16 et 17, à nouveau respectivement pour le modèle statistique, le modèle de fusion, et le modèle manuel de J. Lang.

5.3.2 Autres doses de proportionnelle

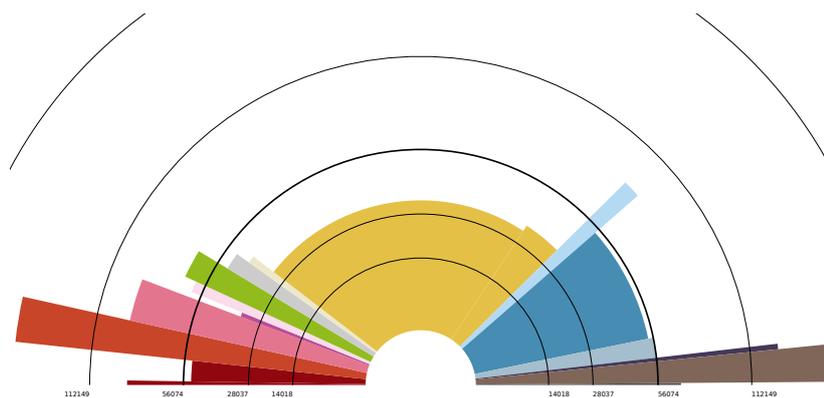
Outre le scénario à 15 % de proportionnelle, nous avons également simulé, pour le même total de sièges (404, correspondant à une réduction de 30 % de leur nombre), trois autres configurations correspondant à trois doses différentes de proportionnelle : 10 % (364 sièges majoritaires), 20 % (323 sièges majoritaires) et 25 % (303 sièges majoritaires). Comme pour le scénario précédent, nous avons simulé les trois modalités de scrutin proportionnel (additif, correctif et compensatoire), et nous avons testé chaque modalité sur nos deux modèles de redécoupage (statistique et fusion). En revanche,



Scrutin proportionnel additif ($q = 0,73$)



Scrutin proportionnel correctif ($q = 0,75$)



Scrutin proportionnel compensatoire ($q = 0,77$)

FIGURE 6 : Composition de l'assemblée pour une configuration à 404 sièges (dont 15 % de proportionnelle) pour diverses modalités de mise-en-œuvre de la proportionnelle, dans le modèle de redécoupage statistique.

nous n'avons pas testé le modèle de redécoupage manuel, qui ne concerne pas les nombres de circonscription requis par ces scénarios.

Les résultats détaillés pour une modalité du scrutin sans seuil de représentativité apparaissent en annexe D.2 dans les tables 18, 19 et 20, respectivement pour le scénario à 10 %, 20 % et 25 % de proportionnelle.

Nous présentons également dans la figure 7 les graphes de composition de l'assemblée correspondant aux trois modalités de proportionnelle sur les modèles statistique et fusion, sur le scénario à 25 % qui correspond au cas le plus extrême testé ici.

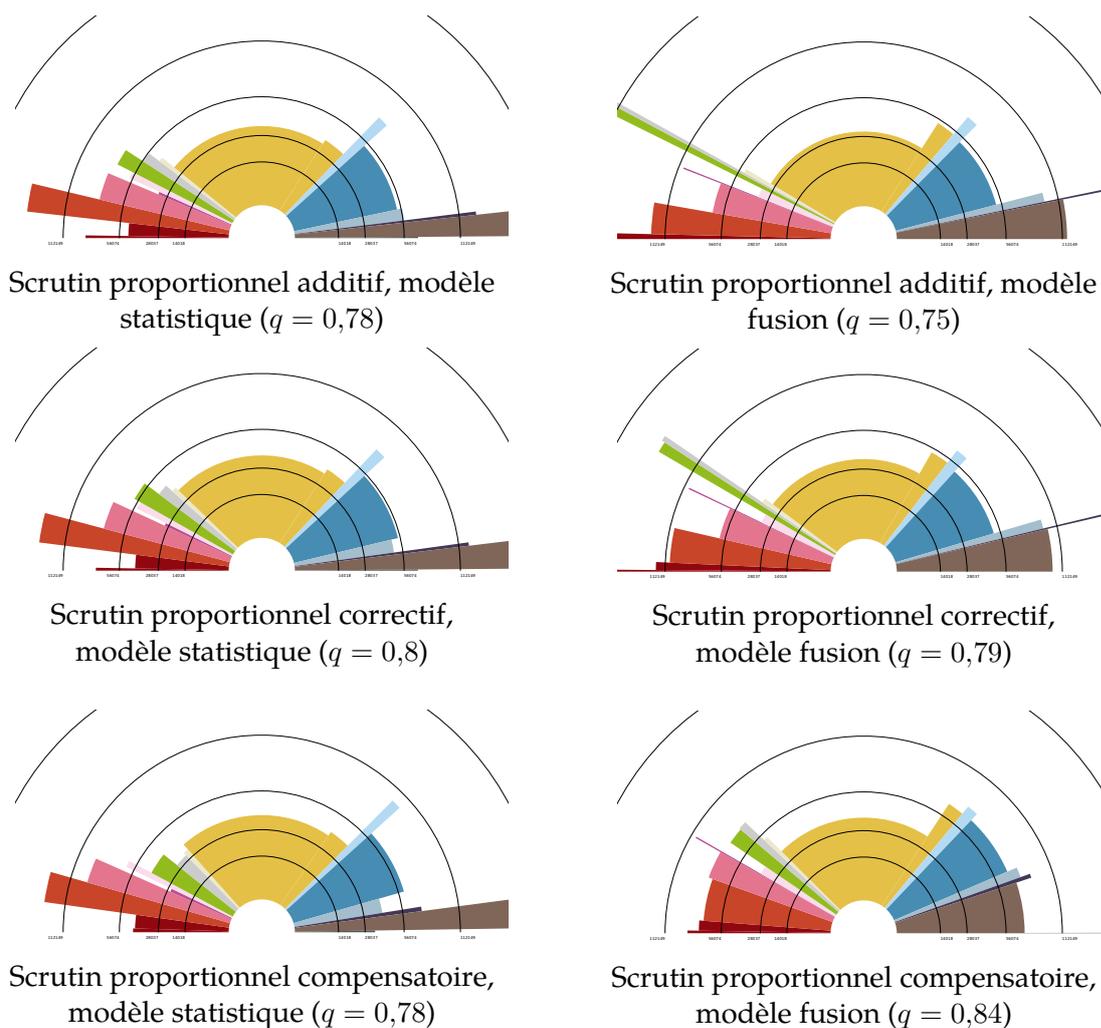


FIGURE 7 : Composition de l'assemblée pour une configuration à 404 sièges, dont 25 % de proportionnelle pour diverses modalités de mise-en-œuvre de la proportionnelle, dans le modèle de redécoupage statistique et par fusion de cantons avec contrainte de connexité.

Enfin, comme précédemment, nous avons simulé pour les mêmes modes de scrutin une modalité avec un seuil de représentativité de 5 %. Les résultats détaillés apparaissent en annexe D.2 dans les tables 21, 22 et 23, respectivement pour le scénario à 10 %, 20 % et 25 % de proportionnelle.

5.3.3 Méthode mixte de type Sénat

Nous avons également simulé, pour ce scénario central à 404 députés, le cas du scrutin mixte de type Sénat, selon les mêmes modalités que celles présentées en section 5.1.3, à savoir : entre 2 et 10 départements concernés par la proportionnelle, choisis en ordre décroissant du nombre d'électeurs (Français de l'Étranger exclus).

La table 24 montre les résultats obtenus pour ce nouveau scénario. À nouveau, l'effet du scrutin proportionnel sur la composition de l'assemblée semble relativement limité, comme dans le scénario initial à 577 circonscriptions (présenté en section 5.1.3).

5.3.4 Scrutin majoritaire à un seul tour

Le mode de scrutin dédié à la part majoritaire que nous avons étudié pour le moment est le scrutin majoritaire à deux tours en vigueur actuellement pour les élections législatives. D'autres modes de scrutin sont envisageables. Nous avons, pour le scénario à 404 députés, simulé le résultat d'un scrutin majoritaire à un seul tour (le vainqueur dans une circonscription donnée est le candidat qui a obtenu le plus de voix au premier tour), pour trois doses de proportionnelles : 15 % (344 sièges majoritaires), 20 % (323 sièges majoritaires) et 25 % (303 sièges majoritaires). Il est concrètement assez facile de simuler ce mode de scrutin : il suffit de remplacer notre prédicteur linéaire de second tour par le prédicteur naïf qui considère qu'il n'y a aucun report de voix. Les résultats ne sont donc plus soumis à une prédiction correcte du second tour, ce qui les rend potentiellement plus fiables.

Les résultats pour les trois doses de proportionnelle simulées apparaissent respectivement dans les tables 25, 26 et 27. Nous pouvons observer le fait que le scrutin majoritaire à un seul tour semble induire un taux de proportionnalité plus faible que le scrutin majoritaire à deux tours, et aller donc dans le sens d'une augmentation de la prime majoritaire.

Pour expliquer la moindre représentativité du scrutin majoritaire à un seul tour, nous pouvons avancer l'interprétation suivante. Le scrutin majoritaire à deux tours semble plus représentatif car le report des voix entre les deux tours va faire pencher la balance soit vers le parti arrivé en tête au premier tour, soit vers le(s) parti(s) concurrent(s), ce qui résulte en une meilleure répartition des voix entre les partis (alors que le scrutin majoritaire à un seul tour a un effet de seuil).

Certes, les petits partis n'en bénéficieront pas, mais dans une configuration (comme celle de 2017) où quelques grands partis se partagent l'immense majorité des voix et des élus, l'effet des petits partis sur la représentativité globale est très limité. On peut observer cela sur une simulation du scrutin majoritaire à un seul tour sur les 577 circonscriptions de 2017 (voir table 10).

Ici, seuls trois partis tirent réellement leur épingle du jeu au scrutin majoritaire à un tour : REM, MDM (déjà sur-représentés), et FN (ce qui est normal, car ce parti, très clivant, bénéficie d'un nombre conséquent de supports, mais également d'un certain nombre de rejets).

Ce qui fait probablement la différence entre les deux modes de scrutin est donc l'ensemble des partis suffisamment grands pour récolter assez de reports de voix pour gagner le second tour, mais qui ne gagnent pas forcément au premier tour (LR / SOC / UDI / FI...).

	nb députés 1 tour	nb députés 2 tours	nb députés prop.
EXG	0	0	4,46
COM	5	10	15,67
FI	3	17	63,61
SOC	11	30	42,93
RDG	3	3	2,70
DVG	11	12	9,22
ECO	1	1	24,79
DIV	4	3	12,74
REG	3	5	5,19
REM	399	308	162,78
MDM	52	42	23,74
UDI	12	18	17,50
LR	45	112	91,01
DVD	8	6	15,92
DLF	0	1	6,76
FN	20	8	76,16
EXD	0	1	1,74

TABLE 10 : Comparaison du résultat du scrutin majoritaire à deux tours et à un tour sur les données officielles de 2017 (577 circonscriptions). La colonne de droite montre le nombre de députés élus à la proportionnelle pure (non arrondie).

6 Conclusion

Dans ce document, nous avons présenté une synthèse des résultats obtenus par simulation informatique de l'impact sur la composition de l'Assemblée Nationale française d'un redécoupage électoral et de l'introduction d'une dose de proportionnelle dans le mode de scrutin des élections législatives. Afin de mener à bien ces expérimentations, nous avons introduit des modèles de prédiction de reports des voix au second tour pour des circonscriptions fictives (indispensables pour pouvoir simuler la part majoritaire sur des circonscriptions pour lesquelles les données réelles n'existent pas), ainsi que des modèles de redécoupage électoral.

Concernant les modèles de prédiction, nos expérimentation sur les données réelles ont montré que le prédicteur linéaire était celui qui donnait les résultats les plus proches de la réalité (c'est pourquoi nous avons privilégié ce modèle de prédiction dans nos simulations). Concernant les modèles de redécoupage, nos simulations montrent une certaine variabilité du résultat selon le modèle de redécoupage utilisé. Afin de limiter le nombre de paramètres à faire varier dans nos simulations, nous nous sommes focalisés sur les modèles les plus réalistes, à savoir le modèle statistique (fournissant un jeu de circonscriptions complètement artificielles mais présentant des attributs statistiques réalistes), le modèle de redécoupage par agrégation des cantons de manière la plus connexe possible, et sur un redécoupage manuel pour le scénario à 344 circonscriptions.

Concernant les règles de vote, nous avons simulé trois modalités principales de vote mixte proportionnel (sur liste nationale), à savoir la modalité additive, la modalité correctrice et la modalité compensatoire. Nos simulations montrant que la contribution de la méthode d'arrondi (à la plus forte moyenne ou au plus fort reste) n'agit que de manière marginale sur le résultat, nous nous sommes focalisés sur la méthode à la plus forte moyenne. Nous avons également simulé le scrutin mixte départemental de type Sénat.

Concernant les expérimentations elles-mêmes, nous avons effectué trois grandes familles de simulations :

- simulation de l'impact de l'introduction d'une dose de proportionnelle sans redécoupage électoral (donc en ajoutant des députés) ;
- simulation de l'impact du redécoupage au scrutin majoritaire pur, sans proportionnelle ;
- simulation d'un scénario à 404 députés, avec diverses doses de proportionnelle, et une concentration particulière sur le cas à 15 % de proportionnelle.

6.1 Observations

Nos simulations nous permettent de faire les quelques observations générales suivantes. Tout d'abord, nos premières simulations concernant l'introduction d'une dose de proportionnelle sans redécoupage montrent que même à une dose relativement élevée de proportionnelle (25 %), l'effet reste relativement limité sur la composition de l'assemblée, en particulier avec la modalité additive, pour laquelle la prime majoritaire est encore dominante. En ce qui concerne le scrutin mixte départemental de type Sénat, l'effet de l'introduction de la proportionnelle dans ce contexte reste encore plus limité. Notons que toutes ces simulations produisent des résultats relativement sûrs (à contexte politique équivalent à celui de 2017), car ils ne sont dépendants d'aucun redécoupage ni de modèle de prédiction, contrairement aux autres simulations effectuées.

Concernant la réduction du nombre de parlementaires, nos différents modèles tendent à montrer un renforcement léger de la prime majoritaire lorsque le nombre de circonscriptions diminue. Il semble donc que la réduction du nombre de circonscriptions n'induit pas un scrutin plus proportionnel mais tend à renforcer l'aspect majoritaire du scrutin, même si ces résultats sont à interpréter avec la prudence nécessaire.

Le scénario à 404 circonscriptions et une certaine dose de proportionnelle semble combiner les deux effets précédents : l'introduction d'une dose de proportionnelle augmente la proportionnalité du résultat, mais la réduction du nombre de circonscriptions tend à avoir l'effet inverse. L'introduction d'une dose de proportionnelle peut donc venir compenser l'effet de renforcement majoritaire induit par la réduction du nombre de parlementaires élus à la majorité. Ainsi, avec 15 % de proportionnelle et la méthode additive, l'amélioration de la représentativité proportionnelle n'est que marginale, car les deux effets semblent se compenser.

Enfin, le remplacement du mode de scrutin majoritaire à 2 tours par un mode de scrutin à 1 tour semble renforcer encore la prime majoritaire, au point que même l'introduction d'une dose de proportionnelle à 15 % ne compense pas la perte de proportionnalité induite par le passage à 1 tour (sauf en mode compensatoire).

6.2 Extensions

Il existe un certain nombre d'extensions et de pistes d'amélioration possibles à notre travail de simulation. Parmi les extensions possibles, trois pistes au moins nous semblent intéressantes.

Tout d'abord, la simulation de scrutins mixtes avec listes proportionnelles départementales ou régionales a un intérêt indéniable.

Ensuite, les modèles de prédiction utilisés dans notre travail sont relativement simplistes et pourraient être enrichis en faisant collaborer l'approche experte et l'approche automatique. Ces modèles sont centraux et conditionnent en grande partie la validité des simulations.

Nos modèles de prédiction pourraient également s'enrichir en prenant en compte les données des élections législatives précédentes.

Enfin, une piste d'extension possible pourrait être l'exploration de l'effet de l'introduction d'une dose de proportionnelle sur la parité et sur la représentativité sociologique de l'Assemblée. Même si cette question de la diversité sociologique est actuellement complètement absente du champ des simulations réalisées, elle est néanmoins centrale dans le débat politique qui accompagne la discussion sur le changement de mode de scrutin.

6.3 Reproductibilité

Le code utilisé pour les simulations effectuées dans ce travail est rendu disponible afin d'assurer la reproductibilité des simulations présentées et qu'il puisse servir de base pour des simulations futures ou des extensions. Il est accessible sur le dépôt : <https://gricad-gitlab.univ-grenoble-alpes.fr/vote22/simulation>.

Références

ATELIER DE CARTOGRAPHIE DE SCIENCES PO : Carte des circonscriptions législatives 2012 et 2017. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/carte-des-circonscriptions-legislatives-2012-et-2017/>, 2017. Accédé le 4 avril 2018.

Marie-Anne COHENDET, Jérôme LANG, Jean-François LASLIER, Thierry PECH et Frédéric SAWICKI : Une "dose de proportionnelle" : pourquoi ? comment ? laquelle ? Rapport technique, Terra Nova, mars 2018.

INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE : Geofla. <http://professionnels.ign.fr/geofla>, 2015. Accédé le 2 juillet 2015.

INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE : Découpage des cantons pour les élections départementales de mars 2015. <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/decoupage-des-cantons-pour-les-elections-departementales-de-mars-2015/>, 2016. Accédé le 4 avril 2018.

J. LOOSEMORE et V. J. HANBY : The Theoretical Limits of Maximum Distortion: Some Analytical Expressions for Electoral Systems. *British Journal of Political Science*, 1, 1971.

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR : Elections législatives des 11 et 18 juin 2017 - résultats du 1er tour. <https://www.data.gouv.fr/en/datasets/elections-legislatives-des-11-et-18-juin-2017-resultats-du-1er-tour/>, 2017a. Accédé le 4 avril 2018.

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR : Elections législatives des 11 et 18 juin 2017 - résultats du 2nd tour. <https://www.data.gouv.fr/en/datasets/elections-legislatives-des-11-et-18-juin-2017-resultats-du-2nd-tour/>, 2017b. Accédé le 4 avril 2018.

Annexes

A Détails sur la matrice de transferts de voix du CEVIPOF

B. Cautrès nous a fourni les matrices de transferts de voix utilisées pour le modèle empirique de report décrit en section 3.2. Nous reproduisons ci-dessous ses explications avec son autorisation.

Les données dont dispose la sociologie électorale pour réaliser des analyses et des simulations électorales sont de deux types : d'une part, les résultats électoraux, saisis à différents niveaux d'agrégation et de finesse spatiale (du bureau de vote au niveau national et en passant par les circonscriptions électorales correspondant aux divisions administratives des élections comme les cantons, circonscriptions législatives, départements ou régions) ; d'autre part les reconstitutions de vote issues des enquêtes par sondages auprès d'échantillons représentatifs des électeurs. La première source de données, les votes « réels », constitue bien sûr la source la plus « objective » : il s'agit de la statistique électorale, telle que remontée le jour du vote des bureaux de vote au Ministère de l'Intérieur, en passant par les Préfectures et leurs services des élections. L'avantage de cette première source est de permettre l'analyse des flux de vote entre deux élections et entre les tours d'une même élection sur une base géographique ; on peut, par ailleurs, réaliser de nombreuses analyses de corrélations spatiales entre les distributions géographiques des votes et les statistiques socio-économiques ; l'inconvénient est que l'analyse ne peut alors mesurer les mobilités et flux individuels : il est ainsi possible que les poids des électors mesurés par la statistique électorale soient stables entre deux élections alors même que beaucoup d'électeurs ont changé leur vote. La stabilité géographique et même sociologique du vote permet de pallier à cet inconvénient et d'éviter les travers les plus gênants de l'analyse macroscopique du vote ainsi réalisée. La sociologie électorale connaît bien cette problématique, de même que les modèles de prédiction électorale qui reposent sur des matrices de votes et de reports de votes telles que la géographie électorale les permet, en les corrigeant parfois de données de sondages qui permettent de mieux appréhender les dynamiques de court terme et le contexte particulier d'une élection.

La seconde source de données repose sur les enquêtes par sondages ; celles-ci fournissent des estimations et non plus les données « réelles » des élections. L'avantage de cette méthode tient à l'analyse que l'on peut faire des corrélations entre les votes et les motivations individuelles des électeurs. On dispose de trois types de reconstitutions de vote : celles issues des sondages réalisés auprès d'échantillons indépendants (la forme la plus connue des sondages électoraux, réalisés à intervalles réguliers au cours des campagnes électorales), réalisés avant le jour du vote ou juste après ; celles issues de ce même type d'enquêtes par sondages mais localisées au plan de communes ou parfois de cantons électoraux (une tendance qui s'est affirmée dans la sociologie électorale française depuis une décennie et qui consiste notamment dans des dispositifs d'enquêtes *in situ*, visant à comprendre les logiques contextuelles du vote et les interactions entre contexte socio-politique local et vote ou abstention) ; celles issues des panels électoraux qui consistent à suivre au cours d'une période de temps (campagne et pré-campagne électorale) les mêmes électeurs réinterrogés à plusieurs reprises. Cette dernière catégorie d'enquêtes est la plus susceptible de bien reconstituer les itinéraires individuels de votes et d'intentions de vote car les données de panels ne sont pas contaminées par les reconstructions ex-post faites par les électeurs interrogés à propos de

leur vote. On sait, par exemple, que les votes déclarés dans les sondages réalisés après les élections tendent à sur-représenter le vote en faveur du vainqueur. Les tableaux de reports de vote et de mobilités de votes entre deux élections ou entre deux tours d'élections sont saisis ici au niveau microscopique et il est possible d'analyser les profils individuels des électeurs mobiles, volatils ou « flottants ».

L'opposition entre les deux sources de données n'est que partielle car de nombreux travaux de sociologie électorale visent aujourd'hui à mixer les deux niveaux d'analyse, autrement dit de « contextualiser » géographiquement les votes saisis au niveau individuel. Cette contextualisation est riche de potentiels et elle permet de prendre en compte la multiplicité des contextes géographiques mais aussi des configurations politiques locales : on peut ainsi analyser les effets sur les électeurs de la « prime au sortant », de l'implantation de telle force politique ou candidat, des configurations de candidatures et bien sûr des effets de la géographie économique et sociale. Cette perspective riche d'analyse, que les spécialistes appellent une analyse « multi-niveaux », nécessite de lourds moyens empiriques.

Les modélisations qui ont permis les simulations de vote réalisées dans ce rapport sont basées sur la première source de données, celle des résultats électoraux des élections législatives de 2017 au niveau des circonscriptions électorales. Nous avons, en parallèle, exploré une seconde voie d'analyse, basée sur le niveau microscopique. Nous avons réalisé des premières analyses à ce niveau mais nous avons finalement décidé de nous en tenir pour le moment aux données macroscopiques compte-tenu du bon ajustement aux données électorales réelles qu'elles permettent. Les tableaux de données microscopiques seront utilisés pour des travaux ultérieurs. Nous avons réalisé ces tableaux de données microscopiques grâce à l'enquête par sondage réalisée par le CEVIPOF pour la séquence électorale de 2017 : il s'agit d'une enquête par panel, réalisée sur le plus grand échantillon représentatif d'électeurs français jamais interrogé. Près de 25 000 électeurs ont été suivis à 16 reprises entre l'automne 2015 et les élections législatives de juin 2017. L'ampleur de cette enquête nous a permis de réaliser des tableaux de reports de votes entre les deux tours des élections législatives de 2017, puis de scinder cette matrice de données en fonction des configurations de candidatures au second tour : une donnée importante de la mobilité électorale entre deux tours d'une élection est en effet que des candidats ne sont plus disponibles au second tour et qu'une partie de la mobilité électorale est ainsi « contrainte » par la disparition d'une partie des candidats. Cet élément est sensible au plan des données individuelles car malgré la taille de l'échantillon du panel du CEVIPOF certaines configurations de second tour ne sont que faiblement représentées dans ce panel. C'est la raison pour laquelle nous avons souhaité revenir au niveau individuel des données ultérieurement, une fois calées nos prédictions basées sur les données macroscopique (les résultats électoraux eux-mêmes).

B Détail de la carte à 344 circonscriptions

Nous reproduisons dans cette section, avec son autorisation, la note rédigée par Jérôme Lang sur le redécoupage à 344 circonscriptions.

Cette note vise à effectuer une projection du nombre de députés de chaque parti qui auraient été élus en 2017 et avec les deux systèmes de vote suivants :

1. un système mixte à 344 circonscriptions pourvues au scrutin majoritaire à deux tours, et les 15 % restant à la proportionnelle.
2. un système mixte à l'allemande

Contrairement aux projections effectuées par Renaud Blanch et Sylvain Bouveret, nous ne faisons pas de simulations informatiques, mais fonderons nos conclusions, département par département, en raisonnant sur les différentes façons plausibles de reformer des circonscriptions et sur ce qui serait produit dans la configuration politique de 2017.

B.1 Système mixte 344+60, deux tours

Dans un premier temps, nous déterminerons le nombre de sièges à pourvoir au scrutin majoritaire à deux tours dans chaque département. Dans un second temps, nous ferons nos projections en donnant des commentaires pour chaque département où cette projection ne va pas de soi.

B.1.1 Répartition des 344 circonscriptions entre les départements, TOM et français de l'étranger

Nous partons du principe qu'aucune circonscription ne sera à-cheval entre plusieurs départements. Nous utilisons le terme « département » par abus de langage, pour « département ou TOM ou français de l'étranger ».

1. chaque département est redécoupé en un nombre de circonscriptions dont le ratio au nombre actuel est proche d'un facteur $344/577 \approx 0,6$. Nous faisons une exception pour les français de l'étranger, qui conservent leurs 11 sièges.
2. dans un premier temps, nous calculons ce nouveau nombre de circonscriptions seulement à partir de l'ancien, sans tenir compte de la population des départements. Nous arrondissons au-dessous, sauf pour les petits départements.
3. puis nous calculons le nombre de sièges à rajouter pour arriver à 344, et nous les donnons aux départements qui ont la plus grosse population moyenne par nouvelle circonscription.

Pour l'étape 1, la correspondance figure ci-dessous

- 1 circonscription sur 577 → 1 circonscription sur 344
s'applique à 5 départements : 23, 48, SBSM, SPM, WF
- 2 circonscriptions sur 577 → 1 circonscription sur 344
s'applique à 21 départements : 04, 05, 09, 15, 19, 2A, 2B, 32, 36, 43, 46, 52, 55, 58, 65, 70, 82, 90, GUY, MAY, NCA
- 3 circonscriptions sur 577 → 2 circonscriptions sur 344
s'applique à 19 départements : 03, 07, 08, 10, 11, 12, 16, 18, 39, 40, 41, 47, 53, 61, 79, 81, 87, 89, POL

- 4 circonscriptions sur 577 → 2 circonscriptions sur 344
s'applique à 10 départements : 24, 26, 28, 50, 66, 73, 86, 88, GUA, MAR
- 5 circonscriptions sur 577 → 3 circonscriptions sur 344
s'applique à 15 départements : 01, 02, 17, 21, 22, 25, 27, 37, 51, 63, 71, 72, 80, 84, 85
- 6 circonscriptions sur 577 → 3 circonscriptions sur 344
s'applique à 9 départements : 14, 30, 42, 45, 54, 56, 64, 68, 74
- 7 circonscriptions sur 577 → 4 circonscriptions sur 344
s'applique à 3 départements : 49, 60, REU
- 8 circonscriptions sur 577 → 5 circonscriptions sur 344
s'applique à 3 départements : 29, 35, 83
- 9 circonscriptions sur 577 → 5 circonscriptions sur 344
s'applique à 4 départements : 06, 34, 57, 67
- 10 circonscriptions sur 577 → 6 circonscriptions sur 344
s'applique à 6 départements : 31, 38, 44, 76, 91, 95
- 11 circonscriptions sur 577 → 6 circonscriptions sur 344
s'applique à 2 départements : 77, 94
- 12 circonscriptions sur 577 → 7 circonscriptions sur 344
s'applique à 4 départements : 33, 62, 78, 93
- 13 circonscriptions sur 577 → 8 circonscriptions sur 344
s'applique au 92
- 14 circonscriptions sur 577 → 8 circonscriptions sur 344
s'applique au 69
- 16 circonscriptions sur 577 → 9 circonscriptions sur 344
s'applique au 13
- 18 circonscriptions sur 577 → 10 circonscriptions sur 344
s'applique au 75
- 21 circonscriptions sur 577 → 12 circonscriptions sur 344
s'applique au 59

Cela nous donne un total de 340 circonscriptions : il en manque donc 4 pour arriver à 344. Nous calculons ensuite la population moyenne par circonscription dans les départements où il est plausible qu'on ait à en rajouter une, c'est-à-dire les départements à 2 circonscriptions (1,2 arrondi à 1), 4 (2,4 arrondi à 2), 6 (3,6 arrondi à 6), 7 (4,2 arrondi à 4), 9 (5,4 arrondi à 5), 11 (6,6 arrondi à 6), 12 (7,2 arrondi à 7), 14 (8,4 arrondi à 8), 16, 19, 21. Nous rajoutons donc une circonscription à ces cinq départements :

- 74 (population moyenne par circonscription : 261000) → 4
- 82 (253000) → 2
- 68 (253000) → 4
- GUY (252000) → 2

B.1.2 Projections

Pour chaque département, nous estimons le nombre de sièges gagnés par chaque parti. La méthodologie varie un peu selon les départements.

Pour les départements à une (nouvelle) circonscription, nous estimons, à partir des résultats au premier tour de 2017, qui arrive au second tour, et qui le gagne. Pour les reports de voix, nous faisons des hypothèses simples d'unimodalité : dans un duel REM-LR, les électeurs FN et DVD se reportent sur LR et les électeurs PS/PRG/DVG/EELV, et PC/FI et EXG se reportent sur REM; dans un duel REM-FI, les électeurs PS se reportent à moitié sur FI et à moitié sur REM; dans un duel REM-FN, les électeurs LR se reportent à moitié sur FN et à moitié sur REM; et ainsi de suite.

Pour les départements à plus d'une circonscription, puisque nous ne décidons pas d'un redécoupage précis (ce qui serait trop spéculatif), nous regardons d'abord quels sont les élus minoritaires en 2017 dans le département (par exemple, élus PS ou LR dans un département à forte majorité REM). Dans quelques départements, cette notion d'élus minoritaires n'a pas vraiment de sens; nous les traitons à part. Nous regardons ensuite si les élus minoritaires ont une chance de l'emporter avec un nombre de circonscriptions réduit. Parfois, nous devons faire une estimation probabiliste. La méthodologie sera expliquée plus en détail dans le cas de quelques départements. Nous donnons bien plus de détails pour les premiers départements de la liste, pour expliquer la méthodologie, qui est *grosso modo* la même partout.

- 01 (3) : 2 LR, 1 REM.

En 2017, sur 5 circonscriptions, 3 ont été gagnées par LR et 2 par REM. Le parti minoritaire est ici REM, pas tant parce qu'il a moins de circonscriptions que LR, mais parce que ces deux circonscriptions sont isolées géographiquement (l'une à l'ouest du département, l'autre à l'est) et risquent d'être noyées, lors du redécoupage, dans une population soutenant majoritairement LR. La question est donc de savoir si REM peut garder une, voire deux circonscription(s) dans un découpage du département en 3 circonscriptions. Dans la 4ème, au premier tour, la candidate REM réalise 36 %, le FN 18,5 et LR 16,7. Dans les circonscriptions limitrophes, le score de LR au premier tour est largement supérieur au score du FN, on peut donc supposer qu'il n'y aura plus de duel REM-FN. Dans la 4ème, un second tour entre REM et LR aurait été très serré (en supposant un report du FN et de UDI sur LR, et un report des voix de gauche sur REM); le second tour LR-REM est également serré dans la 2ème et assez serré dans la 1ère. Ceci conclut à une grande incertitude sur une victoire REM dans l'ouest du département : nous y voyons une probabilité inférieure à 0,5 pour que cela se réalise. En revanche, dans l'est du département, le second tour LR-REM donne un si grand avantage à REM que quelle que soit la façon de reconstruire les circonscriptions de l'est, REM en conservera une. Au total, REM garde une circonscription (ou deux, mais avec une probabilité que nous estimons assez faible).

- 02 (3) : 1 LR, 2 REM

En 2017 : 3 REM, 1 PS, 1 LR. Le PS et LR gardent-ils un siège avec un découpage en 3 circonscriptions? Leurs deux circonscriptions étant voisines dans le nord du département, on peut parier qu'elle seront regroupées dans une large mesure et que seul l'un des deux au plus conservera un siège. Dans les deux anciennes circonscriptions, le challenger du second tour est le FN (c'est en fait le cas dans toutes les circonscriptions du département). On pourrait certes imaginer que le redécoupage permette au FN de gagner un siège, mais c'est très peu probable,

vu qu'il n'en a aucun dans un découpage à 5 circonscriptions et que les scores de second tour ne sont pas serrés. La question reste donc de savoir qui, entre PS, LR et REM, accèdera au second tour (contre le FN) dans le nord du département. Dans la 2ème, LR réalise 36,5 % au premier tour, PS 7, FI 10,4, Dans la 3ème, au premier tour, le PS réalise 23,8 %, REM 18,1, LR 15,2, REM ne concourt pas (mais il y a un divers qui réalise 12 %). Selon toute vraisemblance, le siège ira à LR. Dans le reste du département, REM l'emporte.

- 03 (2) : 1 REM, 1 PC-FI

En 2017 : 2 REM, 1 PC. Le PC (allié, on supposera, à FI) peut-il garder son siège ? Le relativement bon score de PC-FI au premier tour dans la 1ère circonscription, les assez bons scores dans les circonscriptions voisines, et les reports de voix du PS, nous laissent supposer que la probabilité que le PC garde un siège est supérieure à 50 % (mais guère plus).

- 04 (1) : 1 REM

On est ici dans un cas de figure simple et fréquent : en 2017, toutes les circonscriptions (ici, deux) ont été gagnées par REM. Certes, cela ne prouve pas qu'avec une seule circonscription REM gagne encore, parce que le challenger n'est pas le même dans les deux circonscriptions (FN dans l'une, FI dans l'autre). Mais l'avance de REM au second tour est tellement importante, et PS et LR si faibles dans les deux circonscriptions, qu'il est difficile d'imaginer que REM ne gagne pas l'unique circonscription du département.

- 05 (1) : 1 REM

C'est encore plus simple que le 04, puisque l'adversaire de REM est le même dans les deux circonscriptions (LR). Dans une circonscription, il y aura donc un second tour REM-LR, gagné par REM.

- 06 (5) : 1 REM, 4 LR

Département compliqué où REM a actuellement trois sièges, et LR six. Combien de circonscriptions en gardera REM (ici le parti minoritaire) ? Remarquons d'abord que dans deux des trois circonscriptions où REM a des sièges, c'est contre le FN. Le FN sera-t-il encore au second tour avec 5 circonscriptions au lieu de 9 ? Dans l'est comme dans l'ouest, c'est peu probable : le FN est talonné par LR, et l'avance de LR sur FN est importante dans les circonscriptions voisines. Nous supposons donc que dans l'ouest du département, il y aura un second tour LR-REM, gagné par LR, et que REM gardera un seul siège (même contre LR) dans la partie ouest de l'agglomération de Nice.

- 07 (2) : 1 PS, 1 REM

C'est un cas intéressant : c'est l'un des rares départements où REM n'a aucun élu actuellement, mais en gagne probablement un avec le redécoupage, ce qui montre bien comment un redécoupage plus grossier favorise le parti dominant. On peut facilement supposer qu'une des deux circonscriptions sera composée de l'actuelle 3ème et de la moitié de la 1ère. Elle verra un duel REM-PS au second tour, gagné par REM.

- 08 (2) : 2 LR

Cas similaire au 04, avec LR à la place de REM.

- 09 (1) : 1 PC-FI
Idem, avec cette fois PC-FI.
- 10 (2) : 2 LR
C'était le seul département avec une triangulaire. Il y a très peu de chance que ça se reproduise avec 2 circonscriptions. Nous supposons que le report du FN se fait essentiellement sur LR, qui gagne les deux circonscriptions.
- 11 (2) : 2 REM
- 12 (2) : 1 REM, 1 LR
Très incertain. Dans le sud du département, la 3ème est très favorable à LR (second tour 59-41) tandis que les deux autres sont très favorables à REM. Tout dépend du découpage exact, et nous ne pouvons raisonner que de façon probabiliste sur ce qui se passera dans le sud du département (3ème plus une partie de la 1ère ou de la 2ème). Nous parions pour une victoire de LR, mais c'est très spéculatif.
- 13 (9) : 1 FI, 3 LR, 5 REM
Vu l'importance du département, il faut raisonner par zones géographiques. Dans le sud-est du département (Marseille Est - Aubagne, 1-6-9), le parti dominant est LR, tandis que dans le reste du département, c'est REM, avec quatre circonscriptions (actuelles) isolées : la 4ème (FI, Marseille-Centre — la circonscription de J.-L. Mélenchon –, la 13ème (PC), la 12ème et la 15ème (LR). Dans le sud-est, il restera deux circonscriptions, et le fait que LR gagne les trois circonscriptions actuelles contre le même parti (REM) laisse supposer que LR les gagnera toutes les deux.
Même si c'est très incertain, il nous semble que LR n'aura plus de circonscription dans le nord du département : leur avance n'est pas considérable, et ils sont assez faibles dans les circonscriptions voisines (certes, cela est très dépendant du report du FN). En revanche, il y a des chance qu'ils gardent une circonscription vers Mrarignane-Vitrolle. Nous parions donc sur une (et une seule) circonscription gagnée par LR hors du sud-est du département.
En ce qui concerne PC-FI : nous parions sur une victoire de FI dans une circonscription élargie à Marseille-Centre, mais une perte vers Martigues-Istres (13ème), mais pas de circonscription pour le PC vers Martigues-Istres (second tour REM -FN, gagné par REM).
- 14 (3) : 3 REM
L'avance du PS dans le 2ème est trop faible pour qu'une fusion avec des parties des circonscriptions voisines permettent au PS de garder son siège. Même chose pour LR et la 3ème. On est dans la cas typique d'un département où l'augmentation de la taille des circonscriptions noie LR et PS dans la vague dominante REM.
- 15 (1) : 1 LR
- 16 (2) : 1 PS, 1 REM
Dans le nord du département, le PS a une forte avance (60-40 au second tour contre REM dans la 3ème). Certes, mais dans le reste du département, cest REM

qui a une forte avance. Un redécoupage nord-sud, où la circonscription du nord contiendrait la troisième plus la moitié de la première, ou des morceaux de la 1ère et de la 2ème, devrait permettre au PS de garder un siège.

- 17 (3) : 2 REM, 1 PS

Deux circonscriptions isolées actuellement : PS (en fait, DVG — c'est Falorni) à La Rochelle, LR à Royan-Oléron. Le PS ne devrait pas avoir de mal à en conserver une. Pour LR, tout dépend du redécoupage, et une complication supplémentaire vient de ce qu'il n'y avait pas de candidat investi REM dans la 5ème, à la suite de la désinvestiture de Potennec. Sans ceci, il est probable que REM aurait gagné la 5ème. On est dans un cas où la projection est très difficile : Potennec aurait-il été candidat dans le nouveau découpage ? SI non, alors aucune circonscription gagnée par LR. Si oui, alors c'est très incertain : si la 5ème ne reste pas entière, LR perd son siège ; si la 5ème est fusionnée avec une partie de la 2ème, LR perd encore ; si elle est fusionnée avec une partie de la 4ème, LR garde probablement son siège. La probabilité que LR garde un siège est finalement assez faible.

- 18 (2) : 2 REM

- 19 (1) : 1 REM

- 2A (1) : 1 REG

- 2B (1) : 1 LR

- 21 (3) : 3 REM

Le second tour LR-REM (gagné par LR) dans la 2ème est serré, et il l'est beaucoup moins dans deux des trois circonscriptions voisines (gagnées par REM). La probabilité est forte pour que LR perde son siège.

- 22 (3) : 3 REM

Cas de figure classique, et similaire à celui de 21 : la circonscription actuellement gagnée par LR l'est avec bien moins d'avance que celle de REM dans les circonscriptions voisines : il faudrait que le redécoupage soit très favorable à LR pour que ce siège leur reste acquis, et la probabilité que cela se passe ainsi est faible.

- 23 (1) : 1 REM

- 24 (2) : 2 REM

- 25 (3) : 2 REM, 1 LR

L'avance de la candidate LR dans l'est du département (5ème) est telle (60 LR - 40 REM) qu'il est très vraisemblable que LR garde un siège. Le cas de la 2ème circonscription est à part : l'élue EELV est en fait un soutien de REM (qui ne présente aucun candidat face à lui) et siège au sein du groupe REM. Il nous a semblé légitime de le compter comme REM, ce qui simplifie le résultat dans les deux autres nouvelles circonscriptions.

- 26 (2) : 1 REM, 1 LR (très incertain)

Actuellement une circonscription LR dans le nord du département (L5-R 56 - REM 44). L'avance de REM sur LR dans les deux circonscriptions voisines est du même ordre. Si la 4ème circonscription reste entière (ce qui est plausible puisqu'elle est tout au nord du département), alors LR garde un siège.

- 27 (3) : 3 REM

- 28 (2) : 2 LR

Actuellement, 3 LR et un REM, dans la 1ère (REM 55, LR 45). Il nous paraît logique de regrouper les 2ème et 3ème circonscriptions à l'ouest, et les 1ère et 4ème à l'est. A l'ouest, aucun doute que LR l'emporte. A l'est, c'est plus incertain : il nous semble que l'avance de LR-UDI dans la 4ème (LR-UDI 70 - REM 30) étant supérieure à celle de REM dans la 1ère (REL 55 - LR 45), LR devrait l'emporter aussi.

- 29 (5) : 5 REM

- 30 (3) : 3 REM

Actuellement, le FN (Collard) a la 2ème circonscription, mais avec une avance très faible au second tour (FN 50,2, REM 49,8). Dans les deux circonscriptions limitrophes, l'avance de REM sur FN est nette (64-36, 55-45). Le FN devait perdre son siège.

- 31 (6) : 6 REM

Dans la 8ème, le PS gagne d'une courte tête contre REM (50.1-49.9) alors que dans les circonscriptions voisines, REM a une bien meilleure avance.

- 32 (1) : 1 REM

- 33 (7) : 7 REM

REM a bien plus d'avance dans la 1ère que le PS dans la 2ème. Même chose pour FI dans la 3ème (50.2-49.8). L'avance de REM dans les circonscriptions voisines est bien plus importante (sauf dans la 5ème). Le gain de ces deux circonscriptions de gauche est très fragile et il est probable qu'elles soient perdues.

- 34 (5) : 4 REM, 1 FN

Dans l'état actuel, seules deux circonscriptions ne sont pas gagnées par REM : la 2ème (FI, Montpellier centre) et la 6ème (FN, Béziers). Contrairement à ce qui se passe dans le Gard, ici le FN pourrait garder son siège à la faveur du redécoupage, mais c'est extrêmement incertain : 53,5 FN -46.5 REM dans la 6ème, 53 REM - 47 FN dans la 7ème et 58 REM - FN 42 dans la 5ème. Je le vois à une chance sur deux, mais comme nous avons fait le pari que le FN perdrait son siège dans le Gard, faisons ici celui qu'il le conserve.

Pour FI, c'est difficile : l'avance de FI sur REM dans la 2ème est faible, et celle de REM dans les circonscriptions voisines est forte.

- 35 (5) : 1 PS, 1 LR, 3 REM

Le PS garde facilement une circonscription dans l'ouest du département, pourvu que l'accord entre REM et PS ait lieu (pas de candidat REM dans la 3ème circonscription). LR garde facilement une circonscription dans le nord du département.

- 36 (1) : 1 REM

- 37 (3) : 1 LR-UDI, 2 REM.

Département un peu compliqué : cela pourrait être 3 REM. Actuellement, LR-UDI a une circonscription : la 3ème, 57-43 contre le PS (Touraine), REM ne présentant pas de candidat. Supposons que le scénario ait été similaire avec 3 circonscriptions au lieu de 5. Il est possible, mais très incertain, que LR garde ce siège (circonscriptions voisines : REM 57 - LR 43, 4ème 58-42, et 1ère 54-46 mais contre le PS ; contre LR, ce serait sans doute au-delà de 60-40). Nous parions sur le maintien d'un siège LR, mais c'est très incertain.

- 38 (6) : 6 REM

Le PS pourrait garder une circonscription dans le sud, mais les circonscriptions voisines de la 4ème donnent une telle avance de REM face au PS que nous pensons que ce n'est pas le cas.

- 39 (2) : 1 REM, 1 LR

- 40 (2) : 2 REM

- 41 (2) : 1 REM, 1 LR

Il est envisageable que cela soit 2 LR.

- 42 (3) : 3 REM

Les circonscriptions gagnées actuellement par PS et LR le sont avec une avance infime.

- 43 (1) : 1 LR

- 44 (6) : 6 REM

- 45 (3) : 1 REM, 2 LR

- 46 (1) : 1 REM

- 47 (2) : 2 REM

- 48 (1) : 1 LR

- 49 (4) : 4 REM

La 3ème, actuellement gagnée par LR, l'est avec une faible avance (52-48). Dans les circonscriptions voisines, l'avance de REM est considérable (64-33, 69-31, 58-42).

- 50 (2) : 2 REM

Compliqué dans la région de Cherbourg en raison de deux candidatures REM en 2017 dans la 4ème. Dans la 1ère, actuellement gagnée par LR, là encore, l'avance de LR est faible et celle de REM dans les circonscriptions voisines est forte.

- 51 (3) : 2 LR, 1 REM

En 2017, Le FN accède au second tour dans 3 circonscriptions. Il accéderait probablement au second tour dans les deux, qui seraient gagnées toutes les deux par LR. Et la troisième, dans l'ouest, par REM.

- 52 (1) : 1 LR

- 53 (2) : 1 LR, 1 PS.
Actuellement : 1ère, PS 61 - REM 39 ; 2ème, REM 55 - LR 45 ; 3ème, UDI 62 - REM 38. Le scénario qui a la plus forte probabilité est que REM perde son siège : nous pensons que c'est le seul département où cela se produirait.
- 54 (3) : 3 REM, 1PS
Le PS, fort dans la 5ème, devrait garder un siège dans l'ouest. Pour FI, c'est beaucoup plus compliqué : son accès au second tour dans la 6ème (contre FN) était très serré et ne se reproduirait sans doute pas, puisque REM devance assez nettement FI au premier tour dans les circonscriptions voisines.
- 55 (1) : 1 REM
- 56 (3) : 3 REM
- 57 (5) : 4 REM, 1 LR
- 58 (1) : 1 REM
- 59 (12) : 7 REM 7, 3 LR-UDI, 1 PCF, 1 FN
Le regroupement partiel des circonscriptions 13 et 14 fait perdre une circonscription LR et une DVG. LR garde une circonscription à Tourcoing, une vers les circonscriptions 5-6-11, 1 DVD vers la 18. Le FN garde une circonscription, le PCF 1.
- 60 (4) : 3 LR, 1 REM
- 61 (2) : 2 LR
- 62 (7) : 4 REM, 2 FN, 1 LR
Le FN garde 2 circonscriptions dans le bassin minier, LR une seule dans le nord du département.
- 63 (3) : 1 PC-FI, 1 PS, 1 REM
Le PC (Chassaigne) est très fort dans l'est du département, et le PS dans le Nord. Chacun des deux garde son siège sans problème dans un redécoupage à 3 circonscriptions.
- 64 (3) : 3 REM
Le PS n'a pas suffisamment d'avance dans la 3ème pour conserver son siège après regroupement partiel avec le 1ère, la 2ème, la 4ème ou la 5ème. (Qu'il soit élu ou pas, nous comptons Lassalle comme REM.)
- 65 (1) : 1 REM
- 66 (2) : 2 REM
Aucune chance pour que le FN (51-49 dans la 2ème) garde son siège dans un découpage à 2 circonscriptions.
- 67 (5) : 3 REM, 2 LR
REM autour de l'agglomération strasbourgeoise (3 circonscriptions au lieu de 5) et LR en-dehors (2 circonscriptions au lieu de 4).

- 68 (4) : 3 LR, 1 REM
C'est REM qui est le parti minoritaire. Elle devrait conserver son siège sans problème.
- 69 (8) : 1 LR, 7 REM
LR devait garde une seule circonscription dans le nord du département, mais pas plus, vu que les marges donnent une nette avance à REM.
- 70 (1) : 1 REM
- 71 (3) : 3 REM. Il nous semble que PS et LR devraient perdre chacun leur siège, mais c'est très dépendant du redécoupage.
- 72 (3) : 1 PS, 1 LR, 1 REM
- 73 (2) : 1 LR, 1 REM
- 74 (4) : 3 REM, 1 LR
- 75 (10) : 8 REM, 1 FI, 1 LR
FI devrait garder une circonscription dans l'est (et ce n'est même pas certain), LR une seule dans l'ouest.
- 76 (6) : 3 REM, 2 PC-FI, 1 PS
- 77 (6) : 3 LR, 3 REM
Peu de chances que le PS garde sa circonscription malgré le bon score d'O. Faure.
- 78 (7) : 7 REM.
C'est très incertain en ce qui concerne LR; nous parions sur la perte de son unique circonscription.
- 79 (2) : 1 PS, 1 REM
- 80 (3) : 2 LR, 1 REM
- 81 (2) : 1 LR, 1 REM (compliqué)
- 82 (2) : 2 PS-PRG
- 83 (5) : 5 REM
- 84 (3) : 2 LR, 1 REM
- 85 (3) : 3 REM
- 86 (2) : 2 REM
- 87 (2) : 2 REM
- 88 (2) : 2 LR
- 89 (2) : 1 LR, 1 REM
- 90 (1) : 1 LR

- 91 (6) : 5 REM, 1 LR

En 2017, quatre circonscriptions n'ont pas été gagnées par REM : la 8ème (Dupont-Aignan, 52-48 contre REM), la 7ème (LR, 53-57 contre REM), la 2ème (LR, 59-41 contre REM) et la 1ère (Valls, 50-50 contre FI, pas de candidat REM). L'avance de LR dans la 2ème est sans doute suffisante pour qu'après regroupement avec des parties de la 1ère et de la 3ème, LR conserve un siège, mais ce n'est incertain et dépend du redécoupage. Pour la 7ème et la 8ème : si elles sont partiellement regroupées, il y a une possibilité que LR, ou (moins vraisemblablement) Dupont-Aignan, mais certainement pas les deux, conserve son siège, mais c'est très incertain ; en additionnant des probabilités subjectives, nous parions sur un seul siège conservé par LR (ou éventuellement Dupont-Aignan). En ce qui concerne Valls : certes, s'il continue à être candidat dans une circonscription sans concurrent REM, il a une chance de l'emporter (mais compte-t-il alors comme PS, comme REM, comme divers ?) ; sinon, son avance est si ténue, et le PS si faible dans les circonscriptions voisines, qu'il n'a aucune chance. Dans l'ouest du département, c'est plus simple, REM l'emporte facilement. Dans ce département compliqué, nous parions pour 1 circonscriptions LR et 5 REM (dont, éventuellement, une gagnée par Valls et que l'on considérera comme un gain REM, pour faire simple).

- 92 (8) : 7 REM, 1 LR

LR ne garde qu'une circonscription, peut-être avec la bénédiction de REM. La FI perd sa circonscription.

- 93 (7) : 4 PC-FI, 2 REM, 1 LR

REM garde 2 circonscriptions, LR en garde une (peut-être)

- 94 (6) : 4 REM, 1 LR, 1 PS

Actuellement, REM domine partout sauf au nord-est (deux circonscriptions voisines LR) et au nord-ouest (deux circonscriptions voisines FI-PS). FU risque de perdre sa circonscription ; en revanche, le PS devrait en garder une, et LR passer de 2 à 1.

- 95 (6) : 1 PS, 5 REM

Actuellement, REM-MODEM a toutes les circonscriptions sauf la 8ème (PS). L'avance du PS est importante dans cette circonscription ; même si la gauche est faible dans la 7ème et la 9ème, cela devait suffire pour que le PS garde un siège.

- GUA (2) : 2 PS-DVG

- MAR (2) : 2 PS-DVG

- GUY (2) : 1 PS, 1 REM

- REU (4) : 2 PS/DVG, 1 REM, 1 LR

- MAY (1) : 1 LR

- SPM (1) : 1 PS-RDG

- SBSM (1) : 1 LR

- NCA (1) : 1 LR-DVD

- WF (1) : 1 PS-DVG
- POL (2) : 2 LR-DVD
- ETR (11) : 9 REM, 1 LR, 1 divers

TOTAL

- REM 230
- LR 76
- PS-DVG 23
- PC-FI 10
- FN 4
- REG 1

total 344

B.2 Sièges obtenus à la proportionnelle

B.2.1 Première hypothèse : 60 sièges supplémentaires

Voir note de R. Blanch et S. Bouveret.

B.2.2 Seconde hypothèse : système allemand

Rappelons que le système allemand fonctionne ainsi :

1. un certain nombre de députés sont élus au scrutin majoritaire à un tour dans des circonscriptions ; nous prendrons ici 344 circonscriptions avec la répartition par département évoquée supra.
2. chaque électeur vote également pour une liste régionale, présentée par un parti.
3. dans chaque région, on ajoute le nombre minimal de députés, à prendre dans les listes présentées par les partis, permettant de corriger le scrutin majoritaire et d'atteindre la représentation proportionnelle.

Pour appliquer l'étape 3 au niveau de chaque région, il faudrait disposer des scores globaux, à l'intérieur de chaque région, des différents partis au premier tour des législatives de 2017. Nous n'avons pas trouvé ces scores (sans doute que nous n'avons pas cherché assez longtemps) ; il ne serait pas difficile de les retrouver à partir des scores dans les départements, mais faute de temps, nous ne le faisons pas et nous appliquons le système allemand au niveau national plutôt qu'au niveau régional. Cela n'a quasiment aucun effet sur les rapports de force entre les différents partis, et cela en a sans doute un (assez faible) sur le nombre de sièges total (avec une proportionnelle par région, le nombre de députés serait un peu plus important).

Dans un premier temps, nous devons estimer le nombre de députés élus dans les 344 circonscriptions en supposant qu'il n'y a qu'un seul tour. Il faut donc refaire un travail de projection département par département, ce qui donne les projections suivantes :

- Auvergne-Rhône-Alpes :
 - 01 : 3 REM
 - 03 : 2 REM
 - 07 : 2 REM
 - 15 : 1 LR
 - 26 : 2 REM
 - 38 : 6 REM
 - 42 : 3 REM
 - 43 : 1 LR
 - 63 : 1 PC, 2 REM
 - 69 : 8 REM
 - 73 : 1 LR, 1 REM
 - 74 : 4 REM
 - Total : 33 REM, 3 LR, 1 PC
- Hauts-de-France
 - 02 : 2 REM, 1 FN
 - 59 : 8 REM, 1 LR, 3 FN
 - 60 : 3 REM, 1 LR
 - 62 : 4 REM, 3 FN
 - 80 : 2 REM, 1 LR
 - Total : 19 REM, 7 FN, 3 LR
- Provence-Alpes-Côte d’Azur
 - 04 : 1 REM
 - 05 : 1 REM
 - 06 : 3 REM, 2 LR
 - 13 : 6 REM, 2 PC-FI, 1 FN
 - 83 : 5 REM
 - 84 : 3 REM
 - Total : 19 REM, 2 PC-FI, 2 LR, 1 FN
- Occitanie
 - 09 : 1 REM
 - 11 : 2 REM
 - 12 : 2 REM
 - 30 : 3 REM
 - 31 : 6 REM
 - 32 : 1 REM
 - 34 : 4 REM, 1 FN

- 46 : 1 REM
- 47 : 2 REM
- 48 : 1 LR
- 65 : 1 REM
- 66 : 2 REM
- 81 : 1 REM, 1 LR
- 82 : 1 PS-PRG, 1 REM
- Total : 27 REM, 2 LR, 1 PS-PRG, 1 FN

- Grand Est

- 08 : 2 LR
- 10 : 2 REM
- 51 : 2 REM, 1 LR
- 52 : 1 LR
- 54 : 4 REM
- 55 : 1 REM
- 57 : 3 REM, 1 LR, 1 FN
- 67 : 3 REM, 2 LR
- 68 : 3 REM, 1 LR
- 88 : 1 REM, 1 LR
- Total : 19 REM, 9 LR, 1 FN

- Normandie

- 14 : 3 REM
- 27 : 3 REM
- 50 : 2 REM
- 61 : 1 PS, 1 REM
- 76 : 5 REM, 1 PS
- Total : 14 REM, 2 PS

- Nouvelle-Aquitaine

- 16 : 2 REM
- 17 : 2 REM, 1 PS
- 19 : 1 REM
- 23 : 1 REM
- 24 : 2 REM
- 33 : 7 REM
- 40 : 2 REM
- 47 : 2 REM
- 64 : 3 REM
- 79 : 2 REM

- 86 : 2 REM
- 87 : 2 REM
- Total : 29 REM, 1 PS
- Centre Val de Loire :
 - 18 : 2 REM
 - 28 : 1 REM, 1 LR
 - 36 : 1 REM
 - 37 : 2 REM, 1 PS
 - 41 : 1 REM, 1 LR
 - 45 : 3 REM
 - Total : 10 REM, 2 LR, 1 PS
- Corse
 - 2A : 1 REG
 - 2B : 1 LR
 - Total : 1 REG, 1 LR
- Bourgogne Franche-Comté
 - 21 : 3 REM
 - 25 : 2 REM, 1 LR
 - 39 : 1 REM, 1 LR
 - 58 : 1 REM
 - 70 : 1 REM
 - 71 : 3 REM
 - 89 : 2 REM
 - 90 : 1 REM
 - Total : 14 REM, 2 LR
- Bretagne
 - 22 : 3 REM
 - 29 : 5 REM
 - 35 : 4 REM, 1 PS
 - 56 : 3 REM
 - Total : 15 REM, 1 PS
- Pays de la Loire
 - 44 : 6 REM
 - 49 : 4 REM
 - 53 : 1 REM, 1 LR
 - 72 : 2 REM, 1 PS
 - 85 : 3 REM

- Total : 16 REM, 1 PS, 1 LR
- Île-de-France
 -
 - 75 : 9 REM, 1 PS
 - 77 : 4 REM, 2 PS
 - 78 : 7 REM
 - 91 : 5 REM, 1 LR
 - 92 : 7 REM, 1 LR
 - 93 : 5 REM, 2 PC-FI
 - 94 : 6 REM
 - 95 : 5 REM, 1 PS
 - Total : 48 REM, 4 PS, 2 PC-FI, 2 LR
- Guadeloupe : 1 REM, 1 PS
- Martinique : 2 PS-DVG
- Guyane : 1 PS, 1 REM
- Réunion : 2 LR, 1 REM, 1 PS
- Mayotte : 1 LR
- Saint-Pierre-et-Miquelon : 1 PS
- Saint-Barthélemy et Saint-Martin : 1 LR
- Wallis et Futuna : 1 PS
- Polynésie Française : 2 LR-DVD
- Nouvelle-Calédonie : 1 DVD
- Français de l'étranger : 10 REM, 1 LR
- Total : 276 REM-MODEM, 32 LR-UDI-DVD, 20 PS-PRG-DVD, 10 FN, 5 PC-FI, 1 REG

Nous calculons ensuite le nombre de députés de l'assemblée, qui est le plus petit nombre N compatible avec une représentation proportionnelle des partis (ou coalitions) obtenant plus de 5%. On est dans un cas de figure simple, puisque la seule coalition à qui on ne rajoutera pas de sièges est REM-MODEM. On trouve qu'il faut fixer N à 816, ce qui signifie qu'on ajoute 541 députés élus à la proportionnelle.

Pour la répartition à la proportionnelle, nous considérons les blocs suivants : REM* = REM-MODEM, LR* = LR-UDI-DVD, FN* = FN-DLF, PC-FI, PS* = PS-PRG-DVG-EELV. Nous supposons que chaque bloc forme une seule liste. Aucun autre bloc n'atteint 5% des suffrages au premier tour de 2017.

La colonne « majoritaire » contient le nombre de députés élus au scrutin majoritaire à deux tours dans les 344 circonscriptions. La suivante, le score de la coalition au premier tour des élections législatives de 2017. La suivante, le score normalisé. La suivante, le nombre de sièges dû selon une représentation proportionnelle avec 817 sièges. La dernière, le nombre de députés supplémentaires à ajouter au nombre de députés élus au scrutin majoritaire pour obtenir ce nombre.

bloc	majoritaire	score	score normalisé	nombre total	sièges supp.
REM*	276	32,3	33,8	276	0
LR*	32	21,6	22,6	185	153
FN*	10	14,4	15,0	122	112
PC-FI	5	13,7	14,3	117	112
PS*	20	13,6	14,2	116	96
REG	1	–	–	1	0
total	344	95,6	100	817	473

On peut remarquer que l'assemblée obtenue est bien plus grande que l'assemblée actuelle. Trois remarques, cependant .

- Si on devait appliquer le système allemand, le nombre de circonscriptions devrait sans doute être nettement plus faible que 344. En Allemagne, dont la population est 1,22 fois plus importante que la France, c'est 299. Dans le cas de la France, un nombre de circonscriptions autour de 250 nous semblerait raisonnable.
- Le nombre très important de députés à rajouter est un cas très spécifique à 2017, qui voit attribuer 80 % des 344 sièges à un parti qui ne rassemble qu'un tiers des votes. En 2007 et 2012, le nombre de sièges supplémentaires aurait été bien plus faible ; avec le scrutin à deux tours plutôt qu'à un tour, il est plus faible aussi, vu que la prime à la coalition dominante (REM-MODEM) est moins importante, comme on l'a vu *supra*.
- Si le scrutin majoritaire avait lieu à un seul tour, il y a lieu de penser que la compétition électorale aurait été différente et que les partis concurrents de REM auraient constitué des alliances dans certaines circonscriptions (par exemple, PS/PRG avec PC/FI).

C Redécoupage sans proportionnelle

Le tableau suivant présente, pour un redécoupage à 344 circonscriptions, le nombre de députés élus par département, sous la forme $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Nuances élues avec nombre de député
Ain	REM : 1,0±0,1, MDM : 1,0±0,1, LR : 1,4±0,5
Aisne	REM : 1,4±0,5, LR : 0,4±0,5, FN : 1,6±0,5
Allier	REM : 2,0±0,1, LR : 1,4±0,5
Alpes-de-Haute-Provence	REM : 2,4±0,5
Hautes-Alpes	REM : 2,4±0,5
Alpes-Maritimes	REM : 2,0±0,1, LR : 1,4±0,5, FN : 1,0±0,1
Ardèche	SOC : 2,4±0,5
Ardennes	LR : 3,4±0,5
Ariège	FI : 2,0±0,1, REM : 0,4±0,5
Aube	REM : 0,4±0,5, LR : 1,4±0,5, FN : 0,6±0,5
Aude	REM : 3,4±0,5
Aveyron	REM : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Bouches-du-Rhône	FI : 1,0±0,1, REM : 2,5±0,5, LR : 0,0±0,0, FN : 1,0±0,1
Calvados	REM : 3,4±0,5
Cantal	LR : 2,4±0,5
Charente	SOC : 1,0±0,1, REM : 2,4±0,5
Charente-Maritime	DVG : 1,0±0,0, LR : 3,4±0,5
Cher	COM : 1,0±0,1, SOC : 0,4±0,5, REM : 2,0±0,0, MDM : 0,0±0,0
Corrèze	SOC : 1,0±0,1, REM : 2,4±0,5
Côte-d'Or	REM : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Côtes-d'Armor	REM : 3,0±0,1, MDM : 1,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Creuse	SOC : 0,4±0,5, REM : 2,0±0,1
Dordogne	FI : 0,0±0,1, SOC : 0,6±0,5, REM : 2,4±0,5, MDM : 0,4±0,5, LR : 0,0±0,1
Doubs	REM : 1,0±0,1, LR : 2,4±0,5
Drôme	REM : 2,4±0,5, LR : 1,0±0,1
Eure	REM : 2,4±0,5, FN : 1,0±0,1
Eure-et-Loir	REM : 0,4±0,5, UDI : 0,4±0,5, LR : 1,0±0,0, FN : 0,6±0,5
Finistère	REM : 4,4±0,5
Corse-du-Sud	REG : 1,0±0,0, LR : 0,4±0,5
Haute-Corse	REG : 2,4±0,5
Gard	REM : 2,4±0,5, FN : 1,0±0,1
Haute-Garonne	FI : 1,0±0,1, REM : 3,4±0,5
Gers	SOC : 1,0±0,1, REM : 1,4±0,5
Gironde	FI : 1,0±0,1, REM : 4,4±0,5
Hérault	REM : 3,4±0,5
Ille-et-Vilaine	SOC : 1,0±0,1, REM : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Indre	REM : 1,0±0,0, MDM : 0,6±0,5, LR : 0,9±1,0
Indre-et-Loire	SOC : 1,4±0,5, REM : 2,0±0,1
Isère	REM : 4,4±0,5
Jura	LR : 2,4±0,5

Landes	SOC : 0,4±0,5, REM : 1,0±0,1, MDM : 1,0±0,1
Loir-et-Cher	REM : 0,0±0,1, MDM : 0,4±0,5, UDI : 1,0±0,1, LR : 1,0±0,1
Loire	REM : 2,4±0,5, MDM : 1,0±0,1, LR : 0,0±0,1
Haute-Loire	LR : 3,4±0,5
Loire-Atlantique	REM : 4,0±0,1, MDM : 0,4±0,5
Loiret	REM : 2,0±0,1, LR : 1,4±0,5
Lot	SOC : 0,4±0,5, REM : 2,0±0,1
Lot-et-Garonne	REM : 3,4±0,5
Lozère	LR : 2,4±0,5
Maine-et-Loire	REM : 3,4±0,5
Manche	REM : 4,4±0,5
Marne	REM : 1,4±0,5, LR : 1,0±0,1, FN : 1,0±0,1
Haute-Marne	LR : 1,8±1,0, FN : 0,6±0,5
Mayenne	SOC : 0,4±0,5, REM : 0,0±0,1, MDM : 0,0±0,0, UDI : 1,0±0,1, LR : 1,0±0,1
Meurthe-et-Moselle	SOC : 1,4±0,5, REM : 1,6±0,5, LR : 0,4±0,5
Meuse	REM : 1,4±0,5, UDI : 1,0±0,1
Morbihan	REM : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Moselle	REM : 4,4±0,5
Nièvre	SOC : 0,4±0,5, REM : 2,0±0,1
Nord	COM : 1,0±0,1, FI : 0,4±0,5, REM : 4,6±0,5, FN : 0,4±0,5
Oise	REM : 0,4±0,5, LR : 3,0±0,1
Orne	SOC : 0,4±0,5, LR : 3,0±0,1
Pas-de-Calais	REM : 3,0±0,1, FN : 3,4±0,5
Puy-de-Dôme	COM : 1,0±0,0, SOC : 1,0±0,0, REM : 1,0±0,1, MDM : 1,4±0,5
Pyrénées-Atlantiques	SOC : 1,4±0,5, MDM : 3,0±0,1
Hautes-Pyrénées	REM : 2,4±0,5
Pyrénées-Orientales	REM : 2,0±0,1, FN : 0,4±0,5
Bas-Rhin	REM : 1,4±0,5, LR : 2,0±0,0
Haut-Rhin	REM : 1,4±0,5, LR : 1,0±0,1
Rhône	REM : 2,4±0,5, LR : 1,0±0,1
Haute-Saône	REM : 2,4±0,5
Saône-et-Loire	REM : 3,0±0,1, LR : 1,4±0,5
Sarthe	SOC : 1,0±0,1, REM : 0,4±0,5, LR : 2,0±0,1
Savoie	FI : 1,0±0,1, LR : 2,4±0,5
Haute-Savoie	REM : 2,4±0,5
Paris	FI : 0,4±0,5, REM : 3,0±0,1
Seine-Maritime	COM : 0,4±0,5, SOC : 1,0±0,0, REM : 3,0±0,1, LR : 1,0±0,0
Seine-et-Marne	REM : 1,6±0,5, LR : 1,4±0,5, FN : 0,4±0,5
Yvelines	REM : 3,4±0,5
Deux-Sèvres	SOC : 1,0±0,1, REM : 1,4±0,5
Somme	REM : 2,0±0,0, UDI : 1,0±0,0, LR : 0,4±0,5
Tarn	REM : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Tarn-et-Garonne	RDG : 1,0±0,1, REM : 1,0±0,1, FN : 0,5±0,5
Var	REM : 2,0±0,1, LR : 0,4±0,5, FN : 1,0±0,1
Vaucluse	REM : 2,0±0,1, FN : 0,4±0,5
Vendée	REM : 1,4±0,5, MDM : 1,0±0,1, LR : 0,0±0,1

Vienne	REM : 3,0±0,1, MDM : 0,4±0,5
Haute-Vienne	REM : 3,4±0,5
Vosges	REM : 1,4±0,5, LR : 1,0±0,0
Yonne	REM : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Territoire de Belfort	MDM : 1,0±0,0, UDI : 0,4±0,5
Essonne	FI : 0,4±0,5, REM : 3,0±0,1
Hauts-de-Seine	REM : 3,4±0,5
Seine-Saint-Denis	FI : 3,0±0,1, REM : 0,4±0,5
Val-de-Marne	REM : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Val-d'Oise	REM : 3,4±0,5
Guadeloupe	DVG : 3,4±0,5
Martinique	DVG : 1,0±0,0
Guyane	DVG : 1,0±0,0
La Réunion	DVG : 3,0±0,1, LR : 0,4±0,5
Mayotte	SOC : 0,8±1,0, LR : 1,6±0,5
Nouvelle-Calédonie	DVD : 1,0±0,0
Polynésie française	DVD : 1,0±0,0
Saint-Pierre-et-Miquelon	SOC : 1,0±0,0
Wallis et Futuna	DVG : 1,0±0,0
Saint-Martin/Saint-Barthélemy	SOC : 1,0±0,0
Français établis hors de France	SOC : 1,0±0,0, REM : 7,0±0,0, MDM : 1,0±0,0, UDI : 1,0±0,0, DVD : 1,0±0,0

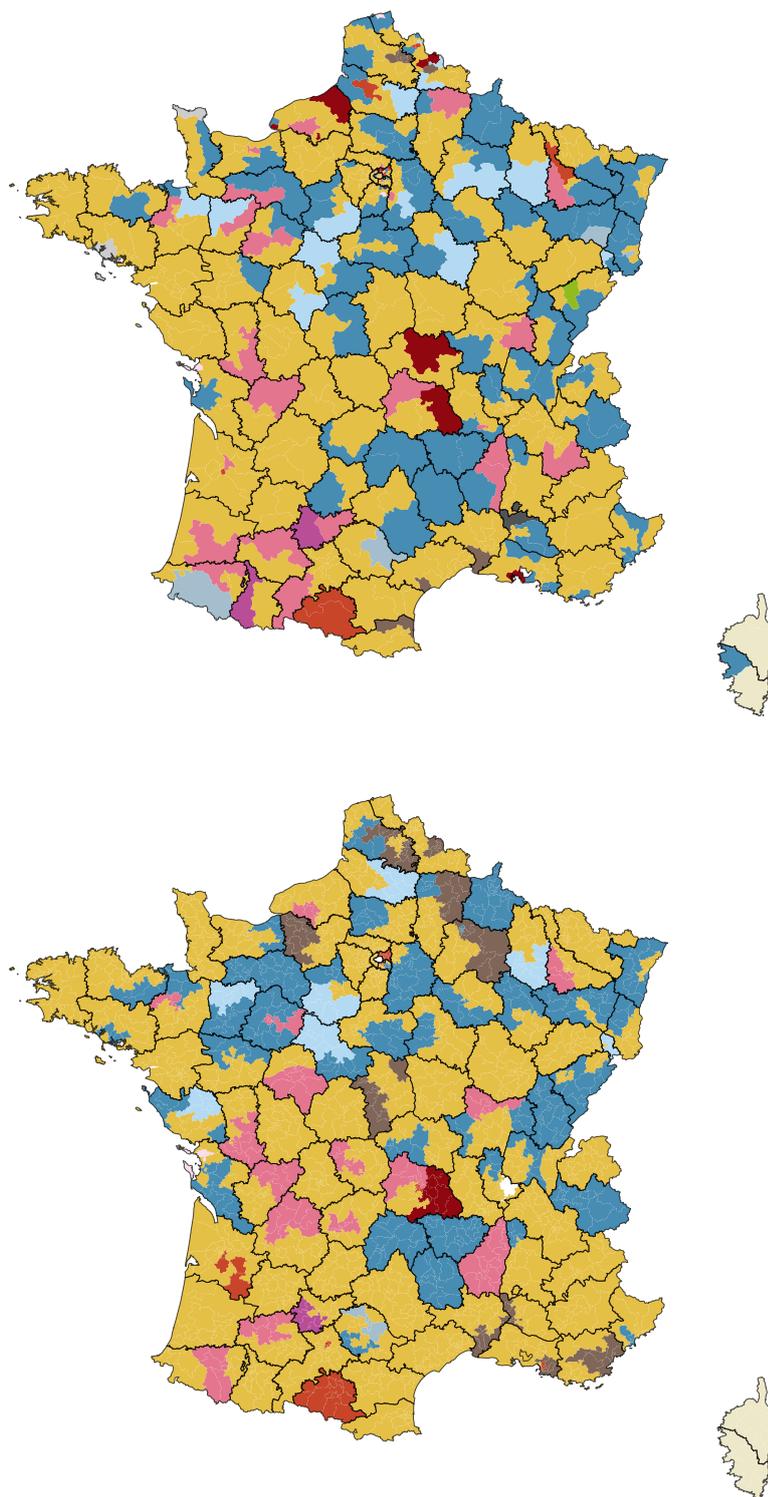


FIGURE 8 : Comparaison de la carte des résultats officiels (en haut) et des résultats simulés pour un exemple de redécoupage électoral à 344 circonscriptions produit par fusion de cantons avec contrainte de connexité. Seule la France métropolitaine est représentée. Les métropoles de Paris et Lyon sont exclues de l’affichage de la carte redécoupée.

D Scénario à 404 députés

D.1 Proportionnelle à 15 %

	Méthode proportionnelle			dont part majoritaire
	additive	corrective	compensatoire	
EXG	1.0±0	1.0±0.1	2.0±0	
COM	11.1±2.5	12.1±2.5	11.8±1.8	7.1±2.5
FI	13.0±2.9	14.3±2.7	14.8±2.0	8.0±2.8
SOC	20.7±4.0	21.4±3.9	18.5±2.9	16.6±3.9
RDG	2.5±1.2	2.5±1.2	3.0±0.9	1.4±1.2
DVG	6.1±2.3	6.4±2.3	5.8±1.8	5.1±2.3
ECO	8.8±0.9	10.7±1.0	14.4±0.9	0.8±0.9
DIV	5.4±0.5	7.0±0.2	9.9±0.5	0.0±0.2
REG	3.9±1.5	4.1±1.4	4.7±1.1	2.1±1.4
REM	203.3±9.6	196.1±9.2	192.4±9.4	192.4±9.4
MDM	26.6±5.0	25.5±4.8	25.5±4.8	25.5±4.8
UDI	8.9±2.8	8.9±2.8	8.0±2.7	7.9±2.8
LR	72.8±7.8	71.4±7.4	67.2±7.6	67.2±7.6
DVD	8.5±1.9	9.5±1.9	11.0±1.4	3.5±1.9
DLF	1.0±0	1.0±0	2.0±0.0	
FN	10.3±2.5	11.2±2.4	11.9±1.8	6.2±2.4
EXD	0.0±0.1	0.9±0.4	1.0±0.1	0.0±0.1
q	0.73	0.75	0.77	

TABLE 12 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 344 circonscriptions et 15 % de proportionnelle sans seuil de représentativité, par génération statistique de carte électorale. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Méthode proportionnelle			dont part majoritaire
	additive	corrective	compensatoire	
EXG			1.0±0	
COM	3.0±0.1	4.0±0.1	6.0±0.1	2.0±0.1
FI	19.1±1.3	21.3±1.1	26.9±0.9	12.1±1.3
SOC	26.4±1.9	27.4±1.9	23.4±0.9	21.4±1.9
RDG	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
DVG	11.0±0.7	11.0±0.7	10.0±0.7	10.0±0.7
ECO	2.0±0	4.0±0	8.2±0.4	
DIV	1.0±0	2.0±0	4.0±0	
REG	3.4±0.5	3.4±0.5	3.4±0.5	3.4±0.5
REM	216.6±2.8	203.8±2.6	197.6±2.8	197.6±2.8
MDM	16.2±1.1	16.7±0.9	14.3±1.0	14.2±1.1
UDI	8.3±0.9	8.3±0.9	8.3±0.5	6.3±0.9
LR	70.0±2.5	71.1±2.4	60.0±2.5	60.0±2.5
DVD	4.0±0	5.0±0	6.1±0.3	3.0±0
DLF		1.0±0	2.0±0	
FN	22.1±1.7	24.1±1.7	31.9±1.1	13.1±1.7
EXD				
q	0.72	0.75	0.78	

TABLE 13 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 344 circonscriptions et 15 % de proportionnelle sans seuil de représentativité, par redécoupage par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Méthode proportionnelle			dont part majoritaire
	additive	corrective	compensatoire	
EXG			1	
COM	7	6	7	6
FI	14	14	21	7
SOC	24	24	22	19
RDG	2	2	2	2
DVG	5	5	4	4
ECO	2	2	6	
DIV	2	2	4	1
REG	1	1	1	1
REM	241	241	222	222
MDM	2	2	6	
UDI	4	4	5	2
LR	84	85	74	74
DVD	3	3	5	2
DLF			1	
FN	13	13	23	4
EXD				
q	0,64	0,63	0,71	

TABLE 14 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 344 circonscriptions et 15 % de proportionnelle sans seuil de représentativité, par redécoupage manuel (Jérôme Lang).

	Méthode proportionnelle			dont part majoritaire
	additive	corrective	compensatoire	
EXG	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
COM	11.7±2.7	12.7±2.5	12.9±1.9	7.0±2.6
FI	13.7±2.7	15.1±2.6	16.1±2.0	7.7±2.7
SOC	21.7±3.9	22.3±3.8	20.1±2.9	16.7±3.9
RDG	1.4±1.2	1.4±1.2	1.4±1.2	1.4±1.2
DVG	5.3±2.3	5.3±2.3	5.3±2.3	5.3±2.3
ECO	9.8±0.9	11.9±0.9	16.3±0.9	0.8±0.9
DIV	6.1±0.3	8.0±0.2	11.2±0.5	0.0±0.2
REG	2.1±1.4	2.1±1.4	2.1±1.4	2.1±1.4
REM	204.7±9.3	196.6±8.8	192.3±9.1	192.3±9.1
MDM	26.1±5.0	26.1±5.0	26.1±5.0	26.1±5.0
UDI	8.1±2.7	8.1±2.7	8.1±2.7	8.1±2.7
LR	73.0±7.6	71.7±7.3	66.7±7.4	66.7±7.4
DVD	9.2±2.0	10.5±1.9	12.4±1.5	3.6±1.9
DLF				
FN	11.3±2.5	12.3±2.4	13.1±1.8	6.3±2.4
EXD	0.0±0.1	0.0±0.1	0.0±0.1	0.0±0.1
q	0.73	0.75	0.76	

TABLE 15 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 344 circonscriptions et 15 % de proportionnelle avec un seuil de représentativité de 5 %, par génération statistique de carte électorale. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Méthode proportionnelle			dont part majoritaire
	additive	corrective	compensatoire	
EXG				
COM	2.4±0.5	2.4±0.5	2.4±0.5	2.4±0.5
FI	18.6±1.0	22.6±1.0	31.7±0.9	9.6±1.0
SOC	29.3±1.8	31.3±1.8	28.7±0.9	23.3±1.8
RDG	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
DVG	9.8±0.7	9.8±0.7	9.8±0.7	9.8±0.7
ECO				
DIV				
REG	3.4±0.5	3.4±0.5	3.4±0.5	3.4±0.5
REM	224.3±3.1	209.4±2.9	201.3±3.1	201.3±3.1
MDM	13.5±1.4	13.5±1.4	13.5±1.4	13.5±1.4
UDI	5.4±0.5	5.4±0.5	5.4±0.5	5.4±0.5
LR	71.4±2.7	75.0±2.5	65.7±1.4	59.4±2.7
DVD	3.0±0	3.0±0	3.0±0	3.0±0
DLF				
FN	22.0±1.2	27.2±1.1	38.2±1.0	12.0±1.2
EXD				
q	0.70	0.72	0.77	

TABLE 16 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 344 circonscriptions et 15 % de proportionnelle avec un seuil de représentativité de 5 %, par redécoupage par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Méthode proportionnelle			dont part majoritaire
	additive	corrective	compensatoire	
EXG				
COM	6	6	6	6
FI	16	16	30	7
SOC	25	25	26	19
RDG	2	2	2	2
DVG	4	4	4	4
ECO				
DIV	1	1	1	1
REG	1	1	1	1
REM	245	245	222	222
MDM				
UDI	2	2	2	2
LR	86	86	74	74
DVD	2	2	2	2
DLF				
FN	14	14	34	4
EXD				
q	0,62	0,62	0,71	

TABLE 17 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 344 circonscriptions et 15 % de proportionnelle avec un seuil de représentativité de 5 %, par redécoupage manuel (Jérôme Lang).

D.2 Autres doses de proportionnelle

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	0.9±0.3	1.0±0.0	1.0±0.1			1.0±0
COM	10.2±2.8	10.5±2.7	10.7±2.2	3.0±0.1	3.0±0.1	4.9±0.3
FI	11.8±3.0	12.4±2.8	13.0±2.3	18.7±1.1	20.6±1.1	23.4±0.8
SOC	20.6±4.2	20.7±4.1	18.9±3.4	26.0±2.0	27.0±2.0	24.0±1.3
RDG	2.1±1.4	2.5±1.2	2.5±1.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
DVG	6.5±2.5	6.6±2.4	5.9±2.1	10.0±0.7	10.0±0.7	10.0±0.7
ECO	5.9±1.0	7.6±1.1	10.3±0.9	1.0±0	2.6±0.5	5.5±0.5
DIV	3.9±0.4	4.9±0.4	6.9±0.4	1.0±0	1.0±0	3.0±0.1
REG	3.3±1.5	3.4±1.5	4.0±1.2	3.5±0.5	3.5±0.5	3.5±0.5
REM	210.4±9.5	205.6±9.1	203.3±9.3	221.5±2.8	212.9±2.6	208.5±2.8
MDM	28.1±5.2	27.4±5.0	27.4±5.0	15.5±1.1	16.5±1.1	14.5±1.0
UDI	9.0±3.2	9.3±3.1	8.7±3.1	7.6±0.9	7.6±0.9	7.7±0.7
LR	74.2±7.7	73.3±7.5	70.4±7.5	70.7±2.6	71.7±2.6	63.7±2.6
DVD	6.9±2.0	7.9±2.0	9.0±1.7	5.0±0.7	5.0±0.7	5.8±0.5
DLF	0.5±0.5	1.0±0	1.0±0.1			1.0±0
FN	9.5±2.5	9.8±2.5	10.3±2.0	19.6±1.7	21.6±1.7	26.4±1.2
EXD	0.0±0.1	0.0±0.1	0.8±0.4			
q	0.71	0.72	0.73	0.71	0.73	0.76

TABLE 18 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 364 circonscriptions et 10 % de proportionnelle sans seuil de représentativité, par redécoupage statistique ou par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	1.3±0.4	2.0±0	3.0±0.0		0.1±0.2	1.9±0.3
COM	11.6±2.5	12.6±2.5	12.8±1.5	4.0±0.1	5.0±0.1	7.0±0.0
FI	14.2±2.7	15.5±2.6	16.4±1.6	19.6±1.4	23.3±1.3	30.7±0.7
SOC	21.4±4.1	21.9±3.9	18.4±2.5	24.6±1.7	26.6±1.7	22.6±0.5
RDG	2.6±1.3	3.2±1.2	3.5±0.8	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0
DVG	6.7±2.2	6.8±2.2	5.9±1.5	10.7±0.7	10.7±0.7	9.7±0.7
ECO	10.9±1.0	13.4±1.0	18.7±0.9	3.0±0	5.0±0	11.0±0.2
DIV	7.1±0.4	9.0±0.3	13.0±0.6	2.0±0	2.0±0	5.2±0.4
REG	3.9±1.5	4.6±1.4	5.3±0.9	3.4±0.5	3.4±0.5	3.4±0.5
REM	195.6±9.1	186.0±8.5	181.2±8.8	211.5±2.8	195.1±2.6	186.5±2.8
MDM	26.2±5.2	24.6±4.9	24.5±4.9	16.5±1.0	17.1±0.8	13.7±0.8
UDI	8.5±2.7	8.7±2.6	7.4±2.4	8.1±0.9	9.1±0.9	8.8±0.4
LR	70.1±7.4	68.5±7.0	62.7±7.1	69.5±2.6	70.6±2.5	55.5±2.5
DVD	9.7±1.9	11.0±1.8	13.3±1.2	5.0±0	6.0±0	7.1±0.3
DLF	1.1±0.4	2.0±0	3.0±0.1	1.0±0	1.0±0	3.0±0.2
FN	12.1±2.6	13.1±2.5	13.6±1.6	24.0±1.6	28.0±1.5	36.9±0.8
EXD	1.0±0.2	1.0±0.0	1.4±0.5			
q	0.75	0.78	0.78	0.73	0.77	0.81

TABLE 19 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 323 circonscriptions et 20 % de proportionnelle sans seuil de représentativité, par redécoupage statistique ou par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	2.0±0.0	2.3±0.4	3.9±0.3		1.0±0	2.0±0
COM	12.6±2.6	14.1±2.4	14.0±1.2	4.0±0.1	6.0±0.2	8.3±0.5
FI	15.6±2.6	17.3±2.5	18.1±1.3	21.4±1.5	24.8±1.3	35.7±0.6
SOC	21.5±3.9	22.4±3.7	18.0±2.0	27.2±1.7	29.1±1.7	22.3±0.4
RDG	3.1±1.1	3.5±1.2	4.1±0.7	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0
DVG	6.3±2.0	6.8±2.0	5.8±1.1	9.9±0.7	9.9±0.7	8.9±0.7
ECO	13.3±1.0	16.5±0.9	22.7±0.9	4.0±0	6.0±0	14.0±0.4
DIV	9.0±0.2	11.1±0.3	16.1±0.7	2.0±0	3.0±0	7.0±0.1
REG	4.6±1.3	5.3±1.3	6.2±0.8	3.5±0.5	4.5±0.5	3.5±0.5
REM	187.7±8.8	176.4±8.1	170.4±8.5	204.1±3.0	184.7±2.7	174.1±3.0
MDM	25.1±5.1	23.4±4.7	22.9±4.7	16.3±1.3	16.7±1.1	12.7±0.9
UDI	8.6±2.7	8.8±2.6	7.1±2.3	9.4±0.9	10.4±0.9	9.0±0
LR	67.7±7.1	65.9±6.7	58.7±6.9	67.4±2.8	69.0±2.5	50.5±2.5
DVD	10.8±1.8	12.6±1.7	15.4±1.1	6.0±0	6.0±0	8.5±0.5
DLF	2.0±0	2.1±0.3	3.6±0.5	1.0±0	1.0±0	3.2±0.4
FN	13.1±2.4	14.6±2.3	15.1±1.2	26.9±1.6	31.0±1.6	42.6±0.7
EXD	1.0±0.1	1.0±0.1	2.0±0.1			0.8±0.4
q	0.78	0.80	0.78	0.76	0.80	0.85

TABLE 20 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 303 circonscriptions et 25 % de proportionnelle sans seuil de représentativité, par redécoupage statistique ou par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0			
COM	10.4±2.8	11.4±2.8	11.3±2.3	2.5±0.5	2.5±0.5	2.5±0.5
FI	12.4±2.9	13.4±2.9	14.0±2.4	16.5±1.1	19.5±1.1	25.2±1.0
SOC	21.0±4.0	21.8±3.9	20.1±3.3	28.4±1.8	29.4±1.8	28.0±1.3
RDG	1.5±1.2	1.5±1.2	1.5±1.2	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
DVG	5.7±2.4	5.7±2.4	5.7±2.4	11.0±0.7	11.0±0.7	11.0±0.7
ECO	7.0±1.0	8.5±1.1	11.4±0.9			
DIV	4.1±0.3	5.1±0.3	7.6±0.5			
REG	2.3±1.5	2.3±1.5	2.3±1.5	3.5±0.5	3.5±0.5	3.5±0.5
REM	211.0±9.9	205.2±9.5	202.3±9.7	225.3±3.0	216.0±2.8	210.3±3.0
MDM	27.2±5.0	27.2±5.0	27.2±5.0	15.7±1.3	15.7±1.3	15.7±1.3
UDI	8.5±2.9	8.5±2.9	8.5±2.9	5.5±0.5	5.5±0.5	5.5±0.5
LR	75.5±7.9	74.5±7.6	71.3±7.7	71.9±2.6	74.0±2.5	67.7±1.8
DVD	7.7±2.0	8.4±1.9	9.6±1.7	3.5±0.5	3.5±0.5	3.5±0.5
DLF						
FN	9.6±2.7	10.5±2.6	11.1±2.1	19.0±1.2	22.1±1.1	29.9±1.1
EXD	0.0±0.1	0.0±0.1	0.0±0.1			
q	0.70	0.72	0.74	0.69	0.71	0.74

TABLE 21 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 364 circonscriptions et 10 % de proportionnelle avec un seuil de représentativité de 5 %, par redécoupage statistique ou par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0			
COM	12.6±2.5	14.1±2.4	14.6±1.5	2.4±0.5	2.4±0.5	2.4±0.5
FI	15.4±2.7	17.3±2.6	18.6±1.7	20.3±1.2	26.3±1.1	37.3±1.0
SOC	22.3±4.0	23.2±3.8	20.3±2.5	27.3±1.6	30.3±1.6	28.3±0.6
RDG	1.3±1.1	1.3±1.1	1.3±1.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
DVG	4.6±2.1	4.6±2.1	4.6±2.1	9.8±0.7	9.8±0.7	9.8±0.7
ECO	12.8±0.9	15.8±0.9	21.5±0.9			
DIV	8.5±0.5	10.9±0.4	15.1±0.6			
REG	1.8±1.3	1.8±1.3	1.8±1.3	3.4±0.5	3.4±0.5	3.4±0.5
REM	198.3±9.0	187.4±8.4	181.6±8.8	221.8±3.0	202.6±2.7	191.8±3.0
MDM	24.4±4.7	24.4±4.7	24.4±4.7	12.7±1.3	12.7±1.3	12.7±1.3
UDI	7.3±2.7	7.3±2.7	7.3±2.7	5.4±0.5	5.4±0.5	5.4±0.5
LR	71.2±7.4	69.4±7.0	62.6±7.2	71.5±2.7	75.1±2.4	63.8±0.9
DVD	10.8±1.9	12.5±1.7	15.2±1.3	3.0±0	3.0±0	3.0±0
DLF						
FN	12.9±2.4	14.2±2.3	15.3±1.5	25.4±1.3	32.1±1.1	45.1±1.1
EXD	0.0±0.1	0.0±0.1	0.0±0.1			
q	0.75	0.77	0.77	0.71	0.74	0.80

TABLE 22 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 323 circonscriptions et 20 % de proportionnelle avec un seuil de représentativité de 5 %, par redécoupage statistique ou par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG						
COM	14.0±2.5	15.5±2.4	16.2±1.3	2.0±0.1	2.0±0.1	2.0±0.1
FI	17.0±2.8	19.4±2.6	21.0±1.4	22.4±1.1	29.4±1.1	44.5±1.2
SOC	22.9±4.0	24.0±3.8	20.5±2.0	28.2±1.5	32.2±1.5	29.6±0.5
RDG	1.2±1.1	1.2±1.1	1.2±1.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
DVG	4.2±2.0	4.2±2.0	4.2±2.0	9.0±0.7	9.0±0.7	9.0±0.7
ECO	15.6±0.8	19.4±0.9	26.5±1.0			
DIV	10.6±0.5	13.3±0.5	18.7±0.7			
REG	1.6±1.2	1.6±1.2	1.6±1.2	3.5±0.5	3.5±0.5	3.5±0.5
REM	190.8±8.9	177.6±8.1	170.3±8.6	216.7±3.0	192.6±2.7	178.7±3.0
MDM	23.0±4.4	23.0±4.4	23.0±4.4	11.2±1.4	11.2±1.4	11.2±1.4
UDI	6.8±2.5	6.8±2.5	6.8±2.5	5.5±0.5	5.5±0.5	5.5±0.5
LR	69.6±7.2	67.4±6.7	58.8±7.0	72.7±2.8	77.4±2.5	62.9±0.3
DVD	12.4±1.8	14.7±1.7	18.0±1.2	3.0±0	3.0±0	3.0±0
DLF						
FN	14.4±2.6	16.2±2.4	17.4±1.4	28.9±1.6	37.3±1.4	53.2±1.3
EXD	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0			
q	0.76	0.78	0.77	0.72	0.76	0.83

TABLE 23 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 303 circonscriptions et 25 % de proportionnelle avec un seuil de représentativité de 5 %, par redécoupage statistique ou par fusion. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

D.3 Méthode mixte de type Sénat

	{59, 13}	$\cup\{75, 69\}$	$\cup\{62, 33\}$	$\cup\{44, 92\}$	$\cup\{78, 31\}$
EXG					
COM	1.0±0	1.0±0	1.0±0	1.0±0	1.0±0
FI	14.3±1.5	13.8±1.4	14.8±1.4	15.8±1.4	14.4±1.3
SOC	26.5±2.0	26.5±2.0	28.5±2.0	28.5±2.0	29.5±2.0
RDG	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1	1.0±0.1
DVG	11.4±0.9	11.4±0.9	11.4±0.9	11.4±0.9	11.4±0.9
ECO					
DIV					
REG	3.9±0.7	3.9±0.7	3.9±0.7	3.9±0.7	3.9±0.7
REM	220.3±3.6	219.8±3.5	215.8±3.5	213.4±3.5	211.8±3.5
MDM	18.3±1.4	18.3±1.4	18.3±1.4	17.3±1.4	17.3±1.4
UDI	8.8±1.0	8.8±1.0	8.8±1.0	8.8±1.0	8.8±1.0
LR	74.7±2.8	75.7±2.8	76.7±2.8	79.2±2.8	80.2±2.8
DVD	5.4±0.9	5.4±0.9	5.4±0.9	5.4±0.9	5.4±0.9
DLF					
FN	18.4±1.5	18.4±1.5	18.4±1.5	18.4±1.5	19.4±1.5
EXD					
q	0,69	0,69	0,70	0,70	0,70

TABLE 24 : Composition de l'assemblée (en pourcentage et en nombre de sièges) pour un scénario à 404 députés élus à la méthode mixte de type Sénat, pour un nombre de départements proportionnels variant entre 2 et 10. La première ligne du tableau montre les numéros des départements concernés par le vote proportionnel. La deuxième ligne donne le nombre total de députés élus à la proportionnelle.

D.4 Simulation du scrutin majoritaire à un tour

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	1.0±0.1	1.0±0.2	2.0±0.1			1.0±0
COM	4.5±0.7	5.5±0.7	7.6±0.7	2.0±0.1	3.0±0.1	4.0±0
FI	7.1±1.5	9.0±1.4	11.1±1.2	7.0±0	10.1±0.3	16.4±0.5
SOC	13.6±3.1	14.6±3.1	14.0±2.2	11.6±1.0	12.9±0.9	14.5±0.7
RDG	2.2±1.1	2.3±1.1	2.9±0.8	2.0±0.1	2.0±0.1	2.0±0.1
DVG	1.7±0.8	2.4±0.9	2.9±0.7	10.0±0.7	10.0±0.7	9.0±0.7
ECO	27.7±4.5	28.7±4.5	26.8±3.2	3.0±0.1	5.0±0.1	6.9±0.3
DIV	7.2±1.5	8.9±1.4	11.3±1.1	2.0±0	3.0±0	3.1±0.3
REG	5.3±2.0	5.5±1.9	5.6±1.4	2.4±0.5	2.4±0.5	2.4±0.5
REM	242.7±9.2	233.1±8.8	231.9±8.9	261.0±2.7	245.2±2.5	242.0±2.7
MDM	24.6±4.8	23.6±4.6	23.5±4.6	18.0±1.3	18.6±1.0	16.0±1.3
UDI	4.4±1.8	4.4±1.8	4.2±1.4	5.8±0.7	5.8±0.7	6.2±0.4
LR	30.7±4.8	31.1±4.6	26.5±3.6	49.6±2.4	52.6±2.3	45.6±1.5
DVD	20.9±3.9	21.5±3.7	19.2±2.7	4.0±0	5.0±0	5.0±0.1
DLF	1.0±0	1.0±0.2	2.0±0.1		1.0±0	1.0±0
FN	9.3±2.3	10.4±2.3	11.4±1.7	25.4±1.5	27.4±1.5	28.8±0.9
EXD	0.0±0.0	0.9±0.3	1.0±0			
q	0.61	0.63	0.63	0.62	0.66	0.68

TABLE 25 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 344 circonscriptions et 15 % de proportionnelle, la part majoritaire étant calculée selon le scrutin majoritaire à un seul tour. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	1.3±0.5	2.0±0.1	3.0±0.1		0.1±0.2	1.0±0
COM	5.6±0.8	7.3±0.8	10.0±0.7	3.0±0.1	4.0±0.1	5.1±0.3
FI	8.8±1.3	10.7±1.3	13.8±1.0	9.0±0	14.0±0.0	21.5±0.6
SOC	14.6±2.9	15.5±2.8	14.9±1.7	11.6±1.0	14.5±0.9	16.5±0.6
RDG	2.4±1.2	3.0±1.1	3.5±0.7	2.0±0.1	2.0±0.1	2.0±0.1
DVG	2.6±0.9	2.7±0.8	3.7±0.7	10.0±0.7	10.0±0.7	9.0±0.7
ECO	28.3±4.2	30.1±4.0	27.8±2.4	3.4±0.5	5.4±0.5	8.2±0.4
DIV	8.8±1.3	10.7±1.3	14.2±1.0	3.0±0	3.0±0	4.0±0
REG	5.6±2.0	6.2±1.8	6.2±1.2	2.4±0.5	3.4±0.5	2.4±0.5
REM	232.0±8.7	219.6±8.2	217.7±8.3	252.9±2.6	232.4±2.3	227.9±2.6
MDM	23.6±4.9	22.2±4.6	21.9±4.6	17.5±1.2	17.8±0.9	14.5±1.2
UDI	4.5±1.9	4.9±1.8	4.4±1.2	5.8±0.7	6.8±0.7	7.1±0.3
LR	31.4±4.8	31.8±4.5	25.9±3.2	50.4±2.6	53.1±2.3	44.9±1.2
DVD	21.5±4.1	22.3±3.8	19.5±2.3	5.0±0	6.0±0	6.0±0
DLF	1.1±0.3	2.0±0	3.0±0.1	1.0±0	1.0±0	2.0±0
FN	10.9±2.3	12.0±2.2	13.1±1.5	27.2±1.5	30.7±1.3	32.1±0.8
EXD	1.0±0.2	1.0±0	1.5±0.5			
q	0.63	0.65	0.66	0.65	0.69	0.71

TABLE 26 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 323 circonscriptions et 20 % de proportionnelle, la part majoritaire étant calculée selon le scrutin majoritaire à un seul tour. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

	Redécoupage statistique			Redécoupage par fusion		
	additive	corrective	compensatoire	additive	corrective	compensatoire
EXG	2.0±0.1	2.6±0.5	3.9±0.3		1.0±0	1.0±0.1
COM	6.9±0.9	8.7±0.8	12.2±0.7	3.0±0.0	5.0±0.0	6.5±0.5
FI	10.5±1.4	12.7±1.2	16.5±1.0	12.0±0	17.0±0	27.0±0.6
SOC	15.4±3.0	16.8±2.8	15.9±1.4	12.8±1.2	15.8±1.1	18.9±0.4
RDG	2.9±1.0	3.3±1.1	4.0±0.7	2.0±0.1	2.0±0.1	2.0±0.1
DVG	2.6±0.8	3.5±0.8	4.4±0.6	8.5±0.9	8.5±0.9	7.5±0.9
ECO	29.7±4.3	31.9±3.9	28.9±1.9	4.5±0.5	6.5±0.5	10.2±0.4
DIV	10.6±1.3	12.8±1.3	16.9±0.9	3.0±0	4.0±0	5.0±0
REG	5.8±1.8	6.6±1.7	6.7±1.0	2.5±0.5	3.5±0.5	2.5±0.5
REM	221.6±8.7	206.7±8.0	204.3±8.2	243.0±2.3	218.7±2.2	213.0±2.3
MDM	23.1±4.9	21.5±4.5	20.9±4.5	17.2±1.4	17.7±1.2	13.4±1.2
UDI	4.8±1.9	5.0±1.8	4.5±1.0	7.0±0.7	8.0±0.7	8.0±0.2
LR	31.2±4.5	32.0±4.2	24.8±2.6	51.2±2.3	55.2±2.1	44.9±0.6
DVD	22.0±3.7	23.1±3.5	19.6±1.8	6.0±0	6.0±0	7.0±0
DLF	2.0±0.0	2.3±0.5	3.7±0.5	1.0±0	1.0±0	2.0±0.2
FN	11.7±2.2	13.4±2.1	14.7±1.2	30.3±1.5	34.3±1.4	35.3±0.5
EXD	1.0±0	1.0±0.1	2.0±0.1			
q	0.65	0.67	0.68	0.67	0.73	0.75

TABLE 27 : Composition de l'assemblée dans un scénario à 303 circonscriptions et 25 % de proportionnelle, la part majoritaire étant calculée selon le scrutin majoritaire à un seul tour. Les nombres de sièges sont donnés par $\mu \pm \sigma$ avec μ la moyenne et σ l'écart type sur 1000 tirages.

E Nombre de députés élus pour les nuances FI et FN

Les tables suivantes synthétisent le nombre de députés élus pour les nuances FI et FN dans toutes les variations du scénario à 404 députés.

E.1 Proportionnelle + scrutin majoritaire à deux tours

dose de prop.	seuil	modèle	modalité	FI	FN
10%	0%	stat.	additive	11.8±3.0	9.5±2.5
10%	0%	stat.	corrective	12.4±2.8	9.8±2.5
10%	0%	stat.	compensatoire	13.0±2.3	10.3±2.0
10%	0%	fusion	additive	18.7±1.1	19.6±1.7
10%	0%	fusion	corrective	20.6±1.1	21.6±1.7
10%	0%	fusion	compensatoire	23.4±0.8	26.4±1.2
10%	5%	stat.	additive	12.4±2.9	9.6±2.7
10%	5%	stat.	corrective	13.4±2.9	10.5±2.6
10%	5%	stat.	compensatoire	14.0±2.4	11.1±2.1
10%	5%	fusion	additive	16.5±1.1	19.0±1.2
10%	5%	fusion	corrective	19.5±1.1	22.1±1.1
10%	5%	fusion	compensatoire	25.2±1.0	29.9±1.1
15%	0%	stat.	additive	13.0±2.9	10.3±2.5
15%	0%	stat.	corrective	14.3±2.7	11.2±2.4
15%	0%	stat.	compensatoire	14.8±2.0	11.9±1.8
15%	0%	fusion	additive	19.1±1.3	22.1±1.7
15%	0%	fusion	corrective	21.3±1.1	24.1±1.7
15%	0%	fusion	compensatoire	26.9±0.9	31.9±1.1
15%	0%	J. L.	additive	14	13
15%	0%	J. L.	corrective	14	13
15%	0%	J. L.	compensatoire	21	23
15%	5%	stat.	additive	13.7±2.7	11.3±2.5
15%	5%	stat.	corrective	15.1±2.6	12.3±2.4
15%	5%	stat.	compensatoire	16.1±2.0	13.1±1.8
15%	5%	fusion	additive	18.6±1.0	22.0±1.2
15%	5%	fusion	corrective	22.6±1.0	27.2±1.1
15%	5%	fusion	compensatoire	31.7±0.9	38.2±1.0
15%	5%	J. L.	additive	16	14
15%	5%	J. L.	corrective	16	14
15%	5%	J. L.	compensatoire	30	34
20%	0%	stat.	additive	14.2±2.7	12.1±2.6
20%	0%	stat.	corrective	15.5±2.6	13.1±2.5
20%	0%	stat.	compensatoire	16.4±1.6	13.6±1.6
20%	0%	fusion	additive	19.6±1.4	24.0±1.6
20%	0%	fusion	corrective	23.3±1.7	28.0±1.5
20%	0%	fusion	compensatoire	30.7±0.7	36.9±0.8
20%	5%	stat.	additive	15.4±2.7	12.9±2.4
20%	5%	stat.	corrective	17.3±2.6	14.2±2.3
20%	5%	stat.	compensatoire	18.6±1.7	15.3±1.5
20%	5%	fusion	additive	20.3±1.2	25.4±1.3
20%	5%	fusion	corrective	26.3±1.1	32.1±1.1
20%	5%	fusion	compensatoire	37.3±1.0	45.1±1.1
25%	0%	stat.	additive	15.6±2.6	13.1±2.4
25%	0%	stat.	corrective	17.3±2.5	14.6±2.3

25 %	0 %	stat.	compensatoire	18.1±1.3	15.1±1.2
25 %	0 %	fusion	additive	21.4±1.5	26.9±1.6
25 %	0 %	fusion	corrective	24.8±1.3	31.0±1.6
25 %	0 %	fusion	compensatoire	35.7±0.6	42.6±0.7
25 %	5 %	stat.	additive	17.0±2.8	14.4±2.6
25 %	5 %	stat.	corrective	19.4±2.6	16.2±2.4
25 %	5 %	stat.	compensatoire	21.0±1.4	17.4±1.4
25 %	5 %	fusion	additive	22.4±1.1	28.9±1.6
25 %	5 %	fusion	corrective	29.4±1.1	37.3±1.4
25 %	5 %	fusion	compensatoire	44.5±1.2	53.2±1.37

E.2 Méthode mixte de type Sénat

Nombre de départements concernés	FI	FN
2	14.3±1.5	18.4±1.5
4	13.8±1.4	18.4±1.5
6	14.8±1.4	18.4±1.5
8	15.8±1.4	18.4±1.5
10	14.4±1.3	19.4±1.5

E.3 Proportionnelle + scrutin majoritaire à un tour

dose de prop.	seuil	modèle	modalité	FI	FN
15 %	0 %	stat.	additive	7.1±1.5	9.3±2.3
15 %	0 %	stat.	corrective	9.0±1.4	10.4±2.3
15 %	0 %	stat.	compensatoire	11.1±1.2	11.4±1.7
15 %	0 %	fusion	additive	7.0±0	25.4±1.5
15 %	0 %	fusion	corrective	10.1±0.3	27.4±1.5
15 %	0 %	fusion	compensatoire	16.4±0.5	28.8±0.9
20 %	0 %	stat.	additive	8.8±1.3	10.9±2.3
20 %	0 %	stat.	corrective	10.7±1.3	12.0±2.2
20 %	0 %	stat.	compensatoire	13.8±1.0	13.1±1.5
20 %	0 %	fusion	additive	9.0±0	27.2±1.5
20 %	0 %	fusion	corrective	14.0±0.0	30.7±1.3
20 %	0 %	fusion	compensatoire	21.5±0.6	32.1±0.8
25 %	0 %	stat.	additive	10.5±1.4	11.7±2.2
25 %	0 %	stat.	corrective	12.7±1.2	13.4±2.1
25 %	0 %	stat.	compensatoire	16.5±1.0	14.7±1.2
25 %	0 %	fusion	additive	12.0±0	30.3±1.5
25 %	0 %	fusion	corrective	17.0±0	34.3±1.4
25 %	0 %	fusion	compensatoire	27.0±0.6	35.3±0.5