

Observatoire du Vote

Vote électronique

Élections cantonales 2011

Chantal Enguehard*
Observatoire du Vote,
Bruxelles / Paris

Rapport exploratoire

20 mars 2012

Étude cofinancée par



- Mme Chantal Enguehard directrice de recherche à l'observatoire du vote est également maître de conférences en informatique à l'Université de Nantes et membre du laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique (UMR CNRS 6241).

Pour toute information complémentaire :

OBSERVATOIRE DU VOTE

Chantal Enguehard

Directrice Scientifique

T. +33 6 25 17 59 19

Mèle : chantal.inguehard@observatoire-du-vote.eu

Jean-Didier Graton

Président

T. + 33 6 18 58 02 31

Mèle : jean-didier.graton@observatoire-du-vote.eu

CERTENCIA

176, Avenue Charles de Gaulle

F 92200 Neuilly sur Seine

Table des matières

I - Contexte.....	3
II - Objectif global.....	3
III - Partie 1 : Évaluation de la justesse du système de vote.....	4
1 - Objectif.....	4
2 - Choix des données.....	4
3 - Recueil des données.....	4
4 - Observations des données.....	5
4.1 - Définitions préliminaires.....	5
4.2 - Définitions.....	6
4.3 - Résultats	9
IV - Partie 2 : Observation du taux de participation et du taux de votes blancs et nuls.....	16
1 - Objectif.....	16
2 - Etude.....	16
3 - Résultats.....	16
3.1 - Taux de votes blancs et nuls.....	16
3.2 - Taux de participation.....	17
V - Conclusion.....	18
Annexe A.....	19
Annexe B.....	24
Remerciements	27

Droits de citation et d'extraits autorisés pour la presse

La reproduction, la communication ou la transmission de ce rapport sont interdites sans autorisation écrite des ayants-droits.

I - Contexte

En France, pour les élections cantonales des 20 et 27 mars 2011, le vote électronique a été utilisé dans quarante-cinq communes équipées d'ordinateurs de vote.

Ce mode de vote a concerné près de plus de six cent mille électeurs inscrits dans ces communes tandis que les 20 millions d'électeurs inscrits dans les autres communes pouvaient voter selon le système habituel de vote à l'urne. Pratiquement, deux cent cinquante mille électeurs ont effectivement voté sur des machines à voter, neuf millions l'ont fait avec des bulletins.

Il existe trois modèles d'ordinateurs de vote agréés autorisés pour les élections politiques en France :

- « ESF1 (HW 1.06/2.01 – FW 4.02) » de la société NEDAP, commercialisé par la société France Election SARL ;
- « iVotronic » de la société ES&S Datamatique ;
- « Point & Vote plus » de la société INDRA SISTEMAS SA.

II - Objectif global

Ce rapport présente une exploration du vote électronique en France pour les élections cantonales des 20 et 27 mars 2011, en complément des quatre rapports précédents de l'Observatoire du Vote qui portaient sur :

- les élections présidentielle et législatives de 2007,
- les élections municipales et cantonales de 2008,
- les élections européennes de 2009,
- les élections régionales de 2010.

Nous avons étendu l'étude à l'observation des taux de participation et de votes blancs ou nuls.

L'objectif de ce rapport complémentaire est de poursuivre la sensibilisation des institutions à la nécessité du financement d'une étude plus importante.

III - Partie 1 : Évaluation de la justesse du système de vote

1 - Objectif

Il s'agit de poursuivre les études que l'Observatoire du Vote a menées en 2007, 2008, 2009 et 2010 afin d'observer si l'introduction du vote électronique a eu une influence sur le déroulement du vote lors des élections cantonales de 2011.

2 - Choix des données

Comme cette première partie vise la confirmation de faits saillants identifiés lors des rapports précédents, nous nous sommes restreints à l'analyse des données que nous avons identifiées. Il s'agit de données quantitatives incontestables relatives à une journée de vote et présentes pour tous les bureaux de vote :

- nombre d'inscrits,
- nombre d'émargements,
- nombre de votes.

Chaque bureau de vote peut également être caractérisé par :

- la commune à laquelle il appartient et la zone géographique de cette commune (département, circonscription électorale),
- ses horaires d'ouverture,
- type d'élection (en l'occurrence, élection des conseillers généraux).

Nos observations sont fondées sur la comparaison de ces paramètres pour les bureaux de vote procédant au vote électronique par rapport à des bureaux de vote procédant au vote à l'urne.

3 - Recueil des données

L'objet de l'étude étant l'observation du vote électronique, nous avons cherché à rassembler les données pour toutes les communes ayant fait usage de ce mode de vote pendant les élections politiques visées.

Nous avons ensuite défini un ensemble de communes utilisant le vote à l'urne à des fins de comparaison. Ces communes ont été choisies en fonction de leur proximité géographique avec les communes faisant usage du vote électronique (même département), de leur taille, c'est-à-dire avec un nombre d'inscrits du même ordre de grandeur que celui des communes pratiquant le vote électronique.

La collecte de données s'est révélée fastidieuse car l'ensemble des informations sur lesquelles portent nos observations n'est pas systématiquement publié. Le panel étudié a donc été réduit aux communes pour lesquelles les données ont pu être collectées.

Les données sont issues :

- des procès-verbaux des bureaux de vote (photocopies) recueillis pendant la durée du contentieux électoral (article R.70 du code électoral),
- des résultats détaillés par bureaux de vote ou des photocopies de procès-verbaux centralisateurs communiqués par les municipalités.

4 - Observations des données

4.1 - Définitions préliminaires

Bureau de vote

Dans cette étude, un bureau de vote est défini comme l'ensemble du dispositif destiné à collecter les votes des électeurs lors d'une journée de vote.

Le bureau de vote conduit et assure la police des opérations de vote et produit les résultats d'une journée de vote (un tour), renseigne des documents de caractère officiel (procès-verbaux), est servi par les membres du bureau de vote sous l'autorité d'un président nommé par l'autorité locale, organisatrice du vote. En France pour les élections présidentielles, législatives, cantonales ou municipales, c'est le maire de la commune qui est investi de cette autorité sous contrôle du préfet.

Nombre d'inscrits

Le nombre d'inscrits est le nombre d'électeurs inscrits sur la liste électorale. Il peut être défini pour un bureau de vote, une commune, une circonscription, etc.

Nombre d'émargements

La procédure décrite dans le code électoral prévoit que chaque électeur signe la liste d'émargements afin de laisser une trace de son devoir électoral accompli. Ce registre permet d'assurer l'unicité du vote : chaque électeur ne peut voter qu'une seule fois.

Lors de la clôture du bureau de vote, les membres du bureau de vote comptent les signatures constatées sur la liste d'émargements afin de déterminer le nombre d'émargements, conformément à l'article L.65 du code électoral. Ensuite, ils réalisent le dépouillement conformément aux articles L.65 et L.66 du code électoral.

Le nombre d'émargements est reporté en pages 1 et 2 des procès-verbaux individuels de bureaux de vote ainsi que sur les procès-verbaux centralisateurs.

Nombre de votes

Le nombre de votes correspond au nombre d'expressions de choix des électeurs.

Pour le vote à l'urne, il s'agit du nombre d'enveloppes et de bulletins sans enveloppe trouvés dans les urnes.

Pour le vote électronique, il s'agit de la somme des suffrages obtenus par chaque liste ou chaque candidat et du nombre des votes blancs indiqués par le dispositif de vote électronique.

Le nombre de votes est reporté en pages 1, puis 2 ou 3 (selon les modèles) des procès-verbaux individuels de bureaux de vote ainsi que sur les procès-verbaux centralisateurs.

Taux de participation

Le taux de participation est défini comme le pourcentage que représente le nombre de votes par rapport au nombre d'inscrits sur un même périmètre (bureau de vote, commune, circonscription, etc.).

Taux de votes blancs et nuls

Le taux de votes blancs et nuls est défini comme le pourcentage de votes blancs ou nuls par rapport au nombre de votes sur un même périmètre (bureau de vote, commune, circonscription, etc.).

Nombre d'erreurs

Dans cette étude, le nombre d'erreurs d'un bureau de vote désigne la différence entre le nombre de votes et le nombre d'émargements¹.

exemple :

Dans un bureau de vote, on dénombre 688 émargements et 691 votes, le nombre d'erreurs est de 3.

Le nombre d'erreurs d'un ensemble de bureaux de vote est la somme des erreurs constatées dans chaque bureau de vote.

Le nombre d'erreurs peut donc être établi pour une ou plusieurs communes, une ou plusieurs circonscriptions, etc. qui sont alors considérées comme des ensembles de bureaux de vote.

Bureaux de vote sans erreur

Un bureau de vote est dit "sans erreur" quand le nombre d'émargements est identique au nombre de votes.

Bureaux de vote en erreur

Un bureau de vote est dit "en erreur" quand la différence entre le nombre de votes et le nombre d'émargements (c'est-à-dire le nombre d'erreurs) n'est pas nulle.

Débit moyen d'un bureau de vote

Le débit moyen d'un bureau de vote est le nombre moyen d'émargements ayant été exprimés par heure.

Il est déterminé par le rapport entre le nombre d'émargements ayant été décomptés et l'amplitude d'ouverture du bureau de vote exprimée en heures.

exemple :

Un bureau de vote ouvert de 8h à 18h, son amplitude d'ouverture est de 10h.

On dénombre 688 émargements, son débit moyen est de 68,8 émargements par heure.

Les données rassemblées permettent de calculer plusieurs mesures visant à comparer le vote électronique et le vote à l'urne pour le panel de villes observées.

Distribution

Répartition d'un ensemble de données selon un critère donné.

Par exemple la figure 3 (p. 12) présente la distribution des bureaux de vote en fonction de leur débit moyen.

4.2 - Définitions

Proportion de bureaux de vote en erreur

La proportion de bureaux de vote en erreur est le pourcentage de bureaux de vote en erreur par rapport au nombre total de bureaux.

Cette proportion peut être calculée pour le vote électronique et le vote à l'urne.

Un histogramme permet de représenter ces proportions de bureaux de vote en erreur pour plusieurs journées d'élection.

¹ Cette définition du nombre d'erreurs doit être distinguée de la notion d'erreur matérielle utilisée dans l'article L. 34 du code électoral.

Taux d'erreur sur les votes et les émargements dans un bureau de vote

La proportion de bureaux de vote en erreur est une mesure incomplète car elle ne prend pas en compte l'ampleur de la différence entre le nombre de votes et le nombre d'émargements constatée dans chaque bureau de vote.

De plus, énoncer la valeur brute de la différence entre votes et émargements ne constituerait pas une mesure représentative de l'ampleur des erreurs car les bureaux peuvent être de tailles très différentes, allant d'une centaine d'inscrits jusqu'à deux milliers.

Ce biais peut être corrigé en calculant, pour chaque bureau de vote, le taux d'erreur sur les votes et les émargements défini comme le nombre d'erreurs pour 1000 votes. Ce taux est nommé K.

Soit V le nombre de votes enregistrés dans le bureau de vote
Soit E le nombre d'émargements décomptés dans le bureau de vote

$$K = | V - E | / V * 1000$$

exemples :

Un bureau de vote enregistre 500 votes, il y a 499 émargements. Son taux d'erreur K vaut 2.

Un bureau de vote enregistre 1000 votes, il y a 1001 émargements. Son taux d'erreur K vaut 1.

Un bureau de vote enregistre 800 votes, il y a 800 émargements. Son taux d'erreur K vaut 0.

Deux ensembles de bureaux de vote peuvent être comparés en représentant les proportions de bureaux de vote dépassant des seuils K.

Taux d'erreur sur les votes et les émargements pour un ensemble de bureaux de vote

Le taux d'erreur sur les votes et les émargements peut également être établi pour un ensemble de bureaux de vote. Il est alors calculé en faisant le rapport entre la somme des erreurs constatées dans les bureaux de vote de l'ensemble et la somme des votes comptabilisés dans les bureaux de vote de cet ensemble. Le résultat est ensuite multiplié par un facteur 1000, comme pour un bureau de vote.

Pour n bureaux de vote

Soit V_i le nombre de votes enregistrés dans le bureau de vote i

Soit E_i le nombre d'émargements décomptés dans le bureau de vote i

$$K = \frac{\sum_{i=1,n} | V_i - E_i |}{\sum_{i=1,n} V_i} * 1000$$

Taux d'erreur sur les votes et les émargements pour une commune

Le taux d'erreur sur les votes et les émargements peut être calculé pour chaque commune en prenant en compte l'ensemble des bureaux de vote de chaque commune.

Débit moyen d'un bureau de vote

Les horaires des bureaux de vote peuvent être différents selon les élections et la commune où ils se situent, ce qui modifie leurs amplitudes d'ouverture.

Dans les données examinées, les bureaux de vote avaient ouvert selon les horaires suivants :

- de 8h à 18h, amplitude : 10 heures,
- de 8h à 19h, amplitude : 11 heures,
- de 8h à 20h, amplitude : 12 heures.

De plus, des bureaux de vote peuvent être restés ouverts afin de permettre aux électeurs attendant de voter de procéder à leur devoir électoral. Comme cette information n'a pas pu être collectée de manière systématique, nous n'avons considéré que les horaires officiels d'ouverture.

Le débit moyen d'un bureau de vote est défini comme le nombre moyen d'émargements enregistrés en une heure dans un bureau de vote.

Le nombre d'inscrits sur la liste électorale n'est pas significatif de la fréquentation réelle d'un bureau de vote car la participation des électeurs peut varier considérablement d'une élection à l'autre, ou d'une commune à l'autre. Par exemple, lors du deuxième tour de l'élection législative de 2007, le taux de participation sur la commune de Crolles a dépassé 70% alors qu'il est inférieur à 46% à Stains.

En revanche, le débit moyen représente une mesure du nombre d'électeurs du panel ayant effectivement voté lors de la même durée. Cette mesure permet de comparer des bureaux de vote.

exemple :

Dans un bureau de vote ouvert de 8h à 18h, on dénombre 799 émargements, son débit moyen est de 79,9 émargements/heure.

Dans un bureau de vote ouvert de 8h à 20h, on dénombre 861 émargements, son débit moyen est de 71,75 émargements/heure .

Bien que le second bureau ait enregistré davantage d'émargements que le premier, son débit moyen est inférieur à celui du premier bureau.

Le débit moyen est destiné à comparer les affluences dans les bureaux de vote mais n'en constitue toutefois qu'une mesure imparfaite : si tous les électeurs viennent voter au même moment dans le second bureau de vote, la pression et le stress ambiant engendrés par l'attente inévitable seront très importants, alors que le premier bureau de vote peut avoir bénéficié d'une atmosphère plus calme avec un étalement des votes tout au long de la journée. Une mesure du temps d'attente des électeurs à des intervalles réguliers dans la journée serait plus pertinente mais ces données ne sont pas relevées dans les bureaux de vote. La mesure du débit moyen ne peut non plus refléter les éventuels incidents ayant émaillé la journée.

Débit moyen et taux d'erreur sur les votes et les émargements

Il s'agit ici d'évaluer s'il y a lieu de rapprocher le débit moyen des bureaux de vote et le taux d'erreur sur les votes et les émargements observé afin de répondre à des interrogations du type : un bureau de vote ayant enregistré les votes de 1000 personnes entre 8h et 18h est-il plus susceptible d'erreurs qu'un bureau de vote ayant enregistré les votes de 500 personnes dans le même laps de temps ?

Cette influence peut être visualisée en regroupant les bureaux de vote ayant un débit moyen proche et en représentant le taux d'erreur sur les votes et les émargements de chaque groupe.

4.3 - Résultats

Échantillon de référence

L'échantillon de référence rassemble les données de bureaux de vote de communes du panel pratiquant le vote électronique ou le vote à l'urne, qui sont situées dans les mêmes départements (proximité spatiale) qui présentent des tailles comparables et pour lesquelles les données concernant les deux tours de l'élection ont pu être rassemblées.

Cet échantillon comprend 36 communes pratiquant le vote électronique et 134 communes pratiquant exclusivement le vote à l'urne, regroupant entre 2700 et 70 000 inscrits et situées dans un département où au moins une commune fait usage du vote électronique. Il regroupe 93% des électeurs inscrits dans les communes pratiquant le vote électronique et 32% des électeurs inscrits dans les communes pratiquant le vote à l'urne et répondant aux critères pour faire partie de l'échantillon de référence.

Trois villes, Antibes, Montbéliard et Saint-Amand-Montrond, utilisent les deux modes de vote selon les bureaux. Les données des bureaux de vote où il y a une machine à voter ont été comptabilisées avec les communes pratiquant le vote électronique, tandis que celles des bureaux de vote où il y a une urne ont été ajoutées aux communes pratiquant le vote à l'urne.

Toutes les mesures présentées dans cette partie 4.3 sont réalisées sur cet échantillon de référence.

L'observation de cet échantillon donne une vue sur la réalité du vote électronique lors de ces élections cantonales 2011. Les points saillants observés devront être confirmés par l'étude d'un panel représentatif de l'ensemble des communes de France et reprenant les mêmes critères.

Département	Vote électronique	Vote à l'urne
06 - Alpes Maritimes	Antibes, Mandelieu-la-Napoule, Saint-Laurent-du-Var	Antibes, Cannes, Grasse, Vallauris
13 - Bouches-du-Rhône	Marignane	Aubagne, Berre-l'Etang, Saint-Victoret
18 - Cher	Bourges, Saint-Amand-Montrond	Mehun-sur-Yèvre, Saint-Amand-Montrond, Saint-Florent-sur-Cher, Vierzon
22 - Côtes d'Armor	Trégueux	Langueux, Plérin sur mer, Yffiniac
25 - Doubs	Montbéliard	Bavans, Besançon, Bethoncourt, Montbéliard, Pontarlier
29 - Finistère	Brest	Concarneau, Gouesnou, Guilers, Ploudalmézeau
31 - Haute-Garonne	Castanet-Tolosan	Cugnaux, Frouzins, Revel, Saint-Gaudens, Saint-Orens-de-Gameville
34 - Hérault	Palavas-Les-Flots	Béziers, Castelnau-le-Lez, Cournonterral, Grabels, Lattes, Le Crès, Montpellier, Pérols, Pignan, Sérignan, Teyran
38 - Isère	Voiron	Bourgoin-Jallieu, Grenoble, Saint-Egrève, Vienne, Voreppe
42 - Loire	Saint-Chamond	Roanne
44 - Loire-Atlantique	Couëron, Orvault, Pornichet	La Baule-Escoublac, Saint-Brevin-les-Pins, Saint-Etienne-de-Montluc, Saint-Herblain, Sautron, Thouaré-sur-Loire, Vigneux-de-Bretagne
56 - Morbihan	Lorient, Questembert	Arradon, Lanester, Larmor-Plage, Quiberon, Riantec, Sarzeau, Vannes
58 - Nièvre	Nevers	Coulanges-lès-Nevers, La Charité-sur-Loire
59 - Nord	Condé-sur-l'Escaut	Hem, Hergnies, Le Quesnoy, Lille, Phalempin,

		Saint-Amand-les-Eaux, Tourcoing, Valenciennes, Wattrelos
60 - Oise	Noyon	Nogent-sur-Oise, Pont-Sainte-Maxence
68 - Haut-Rhin	Riedisheim	Saint-Louis, Wintzenheim
72 - Sarthe	Le Mans	Changé, La Bazoge, Parigné-l'Évêque, Ruaudin, Sablé-sur-Sarthe, Sargé-lès-le-Mans, Savigné-l'Évêque, Yvré-l'Évêque
76 - Seine-Maritime	Le Havre	Canteleu, Dieppe, Fécamp, Gonfreville-l'Orcher, Le Grand-Quevilly, Rouen
77 - Seine-et-Marne	Moissy-Cramayel, Montereau-Fault-Yonne	Chelles, Lagny-sur-Marne, Lieusaint, Ozoir-la-Ferrière, Provins, Roissy-en-Brie
84 - Vaucluse	Orange	Avignon, Camaret-sur-Aigues, Carpentras, Jonquières
92 - Hauts-de-Seine	Antony, Boulogne-Billancourt, Châtenay-Malabry, Courbevoie, Issy-les-Moulineaux, Vaucresson, Ville-d'Avray	Bourg-la-Reine, Châtillon, Chaville, Clamart, Clichy-la-Garenne, Colombes, Gennevilliers, La Garenne-Colombes, Le Plessis-Robinson, Levallois-Perret, Montrouge, Nanterre, Rueil-Malmaison, Saint-Cloud, Sceaux, Vanves
93 - Seine-Saint-Denis	Rosny-sous-Bois	Aubervilliers, Aulnay-sous-Bois, Drancy, Epinay-sur-Seine, La Courneuve, Les Pavillons-sous-Bois, Montfermeil, Montreuil, Noisy-le-Grand, Pierrefitte-sur-Seine, Romainville, Sevran
94 - Val-de-Marne	Arcueil	Chennevières-sur-Marne, Chevilly-Larue, Créteil, Fontenay-sous-Bois, Gentilly, Ivry-sur-Seine, Le Perreux-sur-Marne, Maisons-Alfort

Table 1 : Communes composant l'échantillon de référence

Echantillon de référence	Nombre de communes	Nombre d'inscrits
Vote électronique	36	597525
Vote à l'urne	134	1744087
Total	170	2341612

Table 2 : Nombres de communes et d'inscrits de l'échantillon de référence

Proportion de bureaux de vote en erreur

Echantillon de référence		Bureaux de vote	Bureaux de vote en erreur	Pourcentage de bureaux de vote en erreur
Vote électronique	<i>Premier tour</i>	647	118	18,24%
	<i>Deuxième tour</i>	627	108	17,22%
Vote à l'urne	<i>Premier tour</i>	1849	60	3,24%
	<i>Deuxième tour</i>	1842	51	2,77%

Table 3 : Nombres de bureaux de vote en erreur de l'échantillon de référence

Proportion de bureaux de vote en erreur (échantillon de référence)

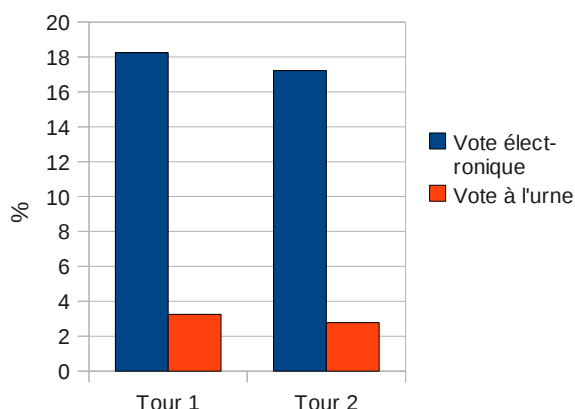


Figure 1 : Proportion de bureaux de vote en erreur dans l'échantillon de référence

17% à 18% des bureaux de vote avec vote électronique sont en erreur, tandis que ce taux est de 3% pour le vote à l'urne.

Pour l'échantillon de référence, il y a donc 5 à 6 fois plus de bureaux de vote en erreur quand il est procédé à l'usage d'ordinateurs de vote que quand le vote se déroule avec urne transparente et vrais bulletins de vote.

Taux d'erreur K des bureaux de vote sur les votes et les émargements

Ces courbes permettent de visualiser l'ampleur des erreurs.

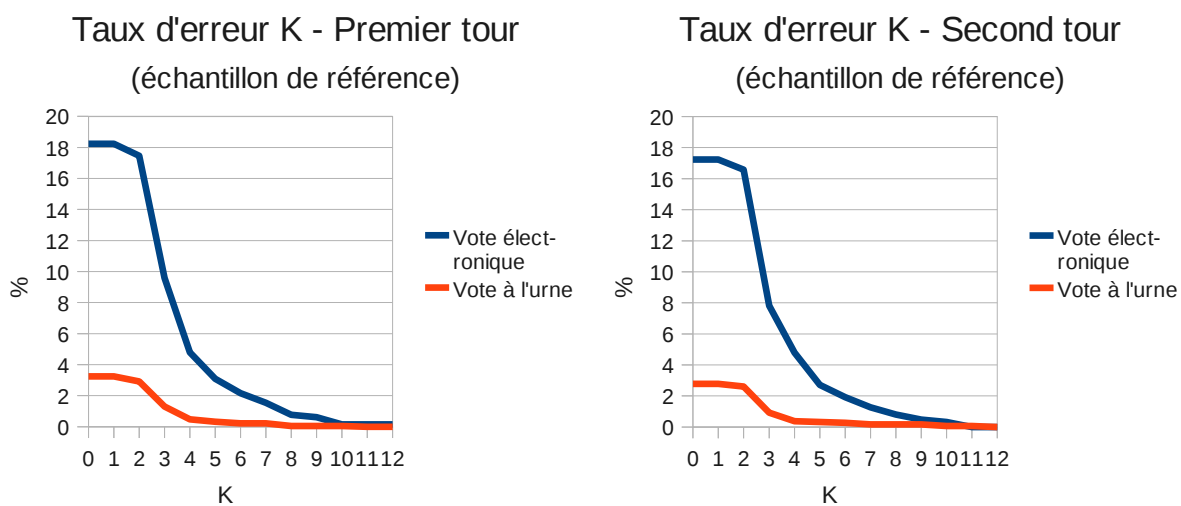


Figure 2 : Taux d'erreur K des bureaux de vote

Sur cet échantillon, on mesure davantage d'erreurs dans les bureaux de vote procédant au vote électronique par rapport aux bureaux de vote à l'urne, et ces erreurs sont d'ampleur plus importante.

Taux d'erreur sur les votes et les émargements du vote électronique et du vote à l'urne

Échantillon de référence		K	Nombre de votes
Vote électronique	Premier tour	0,68	222 676
	Deuxième tour	0,63	226 137
Vote à l'urne	Premier tour	0,09	668 260
	Deuxième tour	0,09	692 612

Table 4 : Taux d'erreur sur les votes et les émargements pour l'échantillon de référence

Les bureaux de vote de l'échantillon de référence où est fait usage un dispositif de vote électronique forment un premier ensemble, les bureaux de vote de l'échantillon de référence procédant au vote à l'urne forment un deuxième ensemble. Le taux d'erreur sur les votes et les émargements est calculé sur chacun de ces deux ensembles.

Il apparaît que le taux d'erreur sur les votes et les émargements est 6 à 7 fois plus important pour le vote électronique que pour le vote à l'urne.

Pourtant, les électeurs des communes utilisant le vote électronique ont pu accroître leur expérience vis-à-vis du dispositif de vote électronique au fur et à mesure des élections, la plupart des électeurs ayant déjà utilisé le système de vote électronique dont est muni leur bureau de vote lors des deux tours de l'élection présidentielle et des élections législatives de 2007, puis des élections municipales et éventuellement cantonales de 2008, des élections européennes de 2009 et enfin des élections régionales 2010. De même, les membres des bureaux de vote et le personnel technique des mairies ont pu globalement gagner en compétence. Néanmoins, dans les communes étudiées les taux d'erreur sont très supérieurs aux taux d'erreur mesurés dans les communes pratiquant le vote à l'urne.

Cependant, ces chiffres doivent être manipulés avec la plus grande prudence car l'échantillon étudié ne peut être considéré comme représentatif des comportements électoraux en France, en particulier en ce qui concerne le vote à l'urne pour lequel notre échantillon ne représente que 14% du corps électoral pratiquant le vote à l'urne et appartenant à des villes de plus de 3500 habitants ; pour le vote électronique, notre échantillon regroupe plus de 93% des électeurs concernés par ce mode de vote.

Taux d'erreur sur les votes et les émargements des communes

Lorsque le taux d'erreur sur les votes et les émargements d'une commune vaut 0, c'est que, pour tous ses bureaux de vote, aucune différence entre les votes et les émargements n'a été noté. C'est le cas pour moins de 2 villes sur 10 parmi les villes pratiquant le vote électronique et 7 villes sur 10 pour le vote à l'urne.

Échantillon de référence		K = 0 pas d'erreur	K ≥ 0,25	K ≥ 0,5	K ≥ 0,75	K ≥ 1
Vote électronique	Premier tour	19%	69%	61%	31%	19%
	Deuxième tour	17%	75%	56%	33%	19%
Vote à l'urne	Premier tour	71%	16%	7%	3%	2%
	Deuxième tour	73%	14%	7%	0%	0%

Table 5 : Proportion de communes dépassant un seuil d'erreur sur les votes et les émargements

Les autres colonnes du tableau détaillent la proportion de communes dépassant un seuil d'erreur sur les votes et les émargements. Par exemple, 61% des communes pratiquant le vote électronique ont un taux d'erreur sur les votes et les émargements supérieur ou égal à 0,5, c'est le cas de 7% des communes pratiquant le vote.

Débit moyen des bureaux de vote

Les bureaux de vote sont classifiés en fonction de leur débit moyen. Le débit moyen est exprimé en nombre de votes par heure.

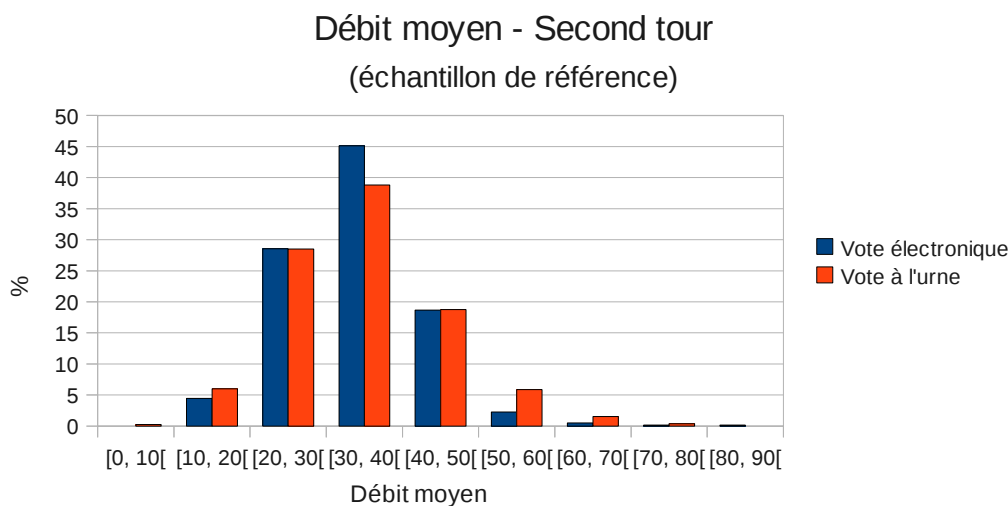
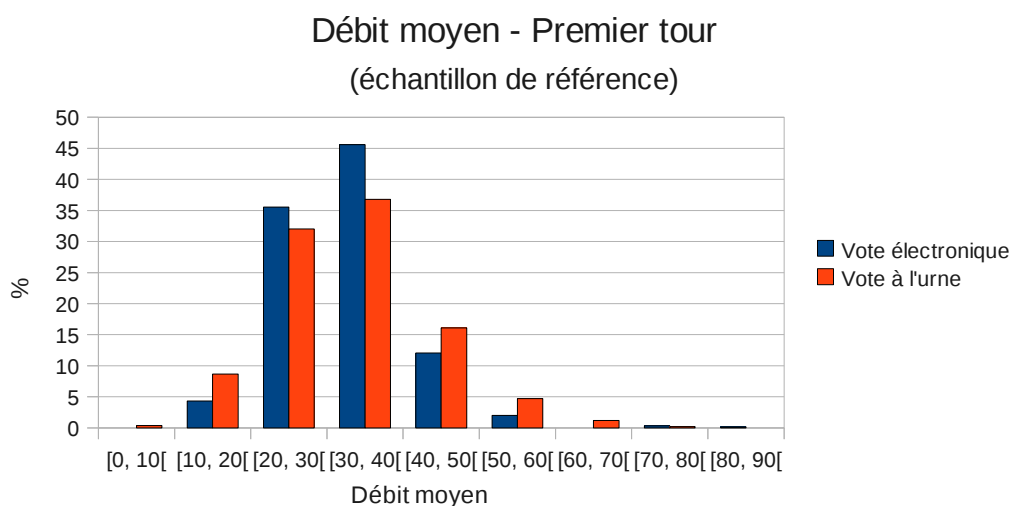


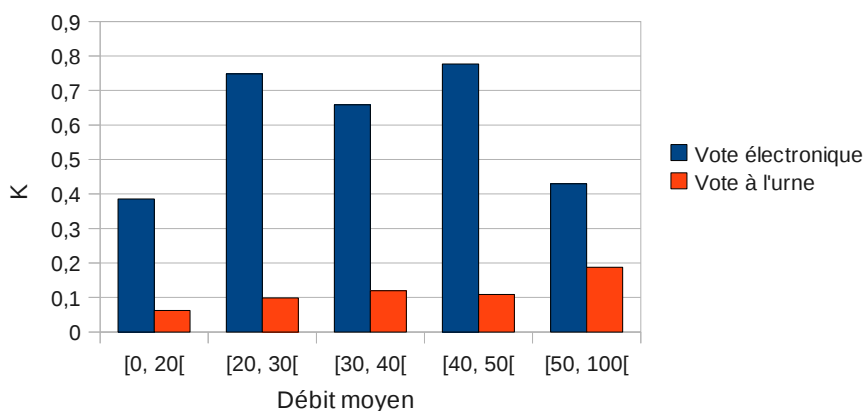
Figure 3 : Débit moyen des bureaux de vote de l'échantillon de référence

Dans l'échantillon de référence, les bureaux de vote procédant au vote électronique ou au vote à l'urne ont des débits moyens comparables quoique le vote électronique soit légèrement sur-représenté dans les tranches présentant des débits moyens bas et sous-représenté dans les tranches présentant des débits moyens élevés.

Relation entre le débit moyen dans les bureaux de vote et le taux d'erreur sur les votes et les émargements

Les bureaux de vote de débit moyen inférieur à 20 émargements par heure ou supérieur à 50 émargements par heure présentent des effectifs faibles. Nous avons donc regroupé ces tranches d'effectifs faibles afin d'obtenir des regroupements de tailles significatives (70 bureaux au minimum).

Taux d'erreur K en fonction du débit moyen - Premier tour
(échantillon de référence)



Taux d'erreur K en fonction du débit moyen – Second tour
(échantillon de référence)

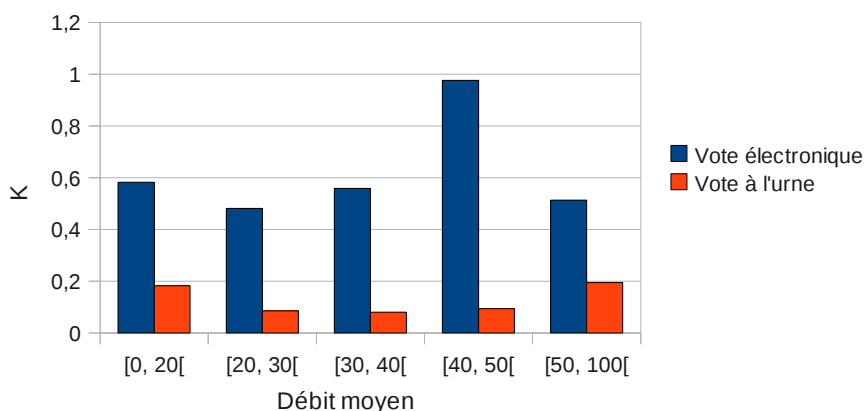


Figure 4 : Taux d'erreur des bureaux de vote répartis selon leur débit moyen

Ces représentations suggèrent que le débit moyen a peu d'influence sur le taux d'erreur sur les votes et les émargements : des taux d'erreur élevés sont enregistrés dans les bureaux de faible débit moyen et ce taux n'augmente pas significativement avec l'accroissement du débit moyen.

Les mesures réalisées sur toutes les communes dont les résultats ont été recueillis montrent les mêmes tendances (voir annexe A) que les mesures réalisées sur cet échantillon représentatif.

IV - Partie 2 : Observation du taux de participation et du taux de votes blancs et nuls

1 - Objectif

Il s'agit d'observer si l'introduction du vote électronique a eu une influence statistiquement significative sur le taux de votes blancs et nuls et le taux de participation lors des élections cantonales de 2011.

2 - Etude

Des statistiques descriptives de l'effet du vote électronique sur le taux de votes blancs et nuls et le taux de participation ont été établies par M. André Smolarz, maître de conférences à l'Université de Technologie de Troyes. Elles sont présentées en annexe B de ce rapport.

Les communes dans lesquelles ont eu lieu les élections cantonales en 2011 renouvelaient les sièges d'élus au conseil général qui avaient été précédemment attribués en 2004. Ces communes ont été scindé en deux groupes :

- villes VE : communes ayant fait usage du vote à l'urne en 2004 puis du vote électronique en 2011 (elles figurent sous la forme d'un point rouge dans les graphiques présentés en annexe),
- les communes ayant fait usage du vote à l'urne en 2004 et en 2011.

L'étude distingue deux ensembles de communes votant à l'urne :

- villes VU : ensemble des communes votant à l'urne, quelle que soit leur taille et leur situation géographique (elles figurent sous la forme d'un point bleu dans les graphiques présentés en annexe);
- échantillon VU : communes de même profil que les villes utilisant le vote électronique : il s'agit de communes rassemblant un nombre de votants comparable avec les communes pratiquant le vote électronique et situées dans un département où figure au moins une commune pratiquant le vote électronique (elles figurent sous la forme d'un point bleu dans les graphiques présentés en annexe).

3 - Résultats

3.1 - Taux de votes blancs et nuls

La comparaison du taux de votes blancs et nuls des 45 villes qui ont pratiqué le vote électronique en 2011 avec les villes votant à l'urne et présentant le même profil² montre que :

- en 2004, pour les deux tours, lorsque tous les électeurs votaient à l'urne, le taux de votes blancs et nuls des villes VE est inférieur à celui des autres villes.
- en 2011, alors que les électeurs de ces villes ont voté de manière électronique, le taux de votes blancs et nuls des villes VE est devenu supérieur à celui des villes VU. Par rapport à l'échantillon VU, il y a moitié plus de votes blancs et nuls, les taux mesurés étant de 3,42% pour les villes VE et 2,27% pour l'échantillon VU..

² - nombre de votants dans la même fourchette que les villes pratiquant le vote électronique
- département commun avec une des villes pratiquant le vote électronique (proximité géographique).

L'introduction du vote électronique a donc eu un effet statistiquement significatif quant à l'augmentation du taux de votes blancs et nuls.

L'étude ne peut expliquer l'augmentation des votes blancs et nuls constatée. Cependant, l'analyse des dispositifs de vote dans leur contexte d'utilisation laisse apparaître quatre origines possibles :

- la présentation explicite du vote blanc sur le dispositif électronique favorise son expression (lors du vote à l'urne, il n'existe pas de bulletins de vote libellé "vote blanc") ;
- des électeurs rencontrent des difficultés à voter et choisissent de préférence le vote blanc car ils ont pu repérer, au préalable, sa localisation sur l'interface de vote ;
- des électeurs, pensant que l'anonymat n'est pas garanti et que leur choix pourrait être révélé, choisissent de voter blanc ;
- le dispositif de vote annule des suffrages.

3.2 - Taux de participation

La comparaison du taux de votes blancs et nuls des 45 villes qui ont pratiqué le vote électronique en 2011 avec les villes votant à l'urne et présentant le même profil montre que :

- en 2004, alors que les électeurs des villes VE votaient à l'urne, il n'apparaît pas de différence notable entre le taux de participation de ces villes et celui des villes où les électeurs votent à l'urne.
- en 2011, alors que les électeurs des villes VE ont voté de manière électronique, le taux de participation est de nouveau comparable à celui des échantillons de villes votant à l'urne, pour les deux tours.

Il apparaît donc que l'introduction du vote électronique n'a eu aucun effet statistiquement significatif quant au taux de participation (ni hausse, ni baisse).

V - Conclusion

La première partie de cette étude complémentaire sur les élections cantonales 2011 a porté sur les données issues de plus de 4800 bureaux de vote³ : nombres d'inscrits, nombres d'émargements, nombres de votes et nombres de suffrages blancs ou nuls.

À partir de ce panel, un échantillon de référence rassemblant des données comparables a été constitué afin de quantifier s'il existe des discordances significatives entre les données issues de bureaux de vote procédant par vote électronique et celles issues de bureaux de vote procédant par vote à l'urne.

Il apparaît que, dans cet échantillon, la proportion de bureaux de vote dont le nombre d'émargements diffère du nombre de votes est six à sept fois plus importante pour le vote électronique par rapport au vote à l'urne et que ces différences sont d'ampleur plus grande. Ces déviations ne semblent pas être imputables à une surcharge des bureaux de vote ou à la nouveauté du procédé de vote : après plusieurs scrutins sur les mêmes dispositifs, elles restent toujours bien supérieures dans les bureaux où est installé un dispositif de vote électronique par rapport à ceux procédant par vote à l'urne.

La seconde partie de cette étude examine l'influence de l'introduction du vote électronique en ce qui concerne le taux de participation et le taux de votes blancs et nuls.

Les mesures effectuées sur l'ensemble des villes pratiquant le vote à l'urne et présentant le même profil (taille et proximité spatiale) que les villes faisant usage d'ordinateurs de vote font apparaître que l'usage de dispositifs automatiques dans les bureaux de vote

— est accompagné d'une augmentation significative des taux des votes blancs et nuls ;

— n'a aucune influence significative en ce qui concerne le taux de participation.

Ces observations corroborent celles déjà menées sur les élections antérieures depuis 2007 (voir les rapports précédents de l'Observatoire du vote).

Il semble toujours nécessaire de procéder à une enquête de grande envergure afin de déterminer si les différences observées sur l'échantillon de référence concernent également les bureaux de vote équipés de dispositifs de vote électronique qui ont échappé à cette étude.

L'augmentation des taux de votes blancs observés lors des élections européennes de 2009, régionales de 2010 et cantonales de 2011 devrait inciter à étudier les précédentes élections ayant donné lieu à l'usage d'ordinateurs-de-vote en 2007 et 2008.

³ 4897 bureaux de vote au premier tour (672 procédant par vote électronique, 4225 procédant par vote à l'urne) et 4860 bureaux au second tour (627 procédant par vote électronique, 4233 procédant par vote à l'urne).

Annexe A

Contrairement à l'échantillon sur lequel ont été établis les résultats de l'étude présentés précédemment, toutes les communes dont les résultats ont été recueillis (premier et/ou second tour) ont été prises en compte, quelles que soient leur taille ou leur situation géographique.

Cet ensemble est de taille beaucoup plus importante que l'échantillon de référence : en ce qui concerne le vote à l'urne, il rassemble 32% du corps électoral des communes de plus de 3500 habitants pratiquant le vote à l'urne ; pour le vote électronique, il regroupe 93% des électeurs concernés par le vote électronique.

Vote électronique :

06 - Antibes, Mandelieu-la-Napoule, Saint-Laurent-du-Var	59 - Condé-sur-l'Escaut
13 - Marignane	60 - Noyon
18 - Bourges, Saint-Amand-Montrond	68 - Riedisheim
22 - Trégueux	72 - Le Mans
25 - Montbéliard	76 - Le Havre
29 - Brest	77 - Moissy-Cramayel, Montereau-Fault-Yonne
31 - Castanet-Tolosan	84 - Orange
34 - Palavas-Les-Flots	85 - Les Herbiers
38 - Voiron	92 - Antony, Boulogne-Billancourt, Châtenay-Malabry, Courbevoie, Issy-les-Moulineaux, Vaucresson, Ville-d'Avray
40 - Mimizan	93 - Rosny-sous-Bois
42 - Saint-Chamond	94 - Arcueil
44 - Couëron, Orvault, Pornichet	
56 - Lorient, Ploërmel, Questembert	
58 - Nevers	

Vote à l'urne :

02 - Laon, Saint-Quentin	Saint-Etienne-de-Montluc, Saint-Herblain, Saint-Nazaire, Sautron, Thouaré-sur-Loire, Vigneux-de-Bretagne
05 - Gap	
06 - Antibes, Cannes, Grasse, Nice, Vallauris	45 - Montargis, Orléans
07 - Annonay, Privas	47 - Agen
10 - Troyes	49 - Cholet, Trélazé
11 - Narbonne	50 - Cherbourg-Octeville
12 - Saint-Affrique	51 - Châlons-en-Champagne, Reims, Vitry-le-François
13 - Aubagne, Berre-l'Etang, Saint-Victoret	52 - Saint-Dizier
15 - Saint-Flour	53 - Laval
17 - Rochefort, Royan	54 - Lunéville
18 - Mehun-sur-Yèvre, Saint-Amand-Montrond, Saint-Florent-sur-Cher, Vierzon	56 - Arradon, Lanester, Larmor-Plage, Quiberon, Riantec, Sarzeau, Vannes
21 - Beaune, Dijon	57 - Fameck, Freyming-Merlebach, Saint-Avold, Sarrebourg, Sarreguemines, Woippy
22 - Dinan, Langueux, Plérin sur mer, Yffiniac	58 - Coulanges-lès-Nevers, La Charité-sur-Loire
23 - Guéret	59 - Hem, Hergnies, Le Quesnoy, Lille, Phalempin, Saint-Amand-les-Eaux, Tourcoing, Valenciennes, Wattrelos
24 - Périgueux	60 - Nogent-sur-Oise, Pont-Sainte-Maxence
25 - Bavans, Besançon, Bethoncourt, Montbéliard, Pontarlier	61 - Alençon
26 - Montélimar	62 - Calais, Lens
27 - Bernay	63 - Clermont-Ferrand
28 - Chartres	64 - Bayonne, Biarritz, Pau
29 - Concarneau, Gouesnou, Guilers, Ploudalmézeau	66 - Canet-en-Roussillon, Saint-André
30 - Nîmes	67 - Niederbronn-les-Bains, Saverne, Strasbourg
31 - Cugnaux, Frouzins, Revel, Saint-Gaudens, Saint-Orens-de-Gameville, Toulouse	68 - Saint-Louis, Wintzenheim
32 - Fleurance	69 - Brindas, Cours-la-Ville, Craponne, Grézieu-la-Varenne, Lyon, Oullins, Saint-Fons, Saint-Priest
33 - Artigues-près-Bordeaux, Bègles, Bordeaux, Cenon, Floirac, Mérignac	70 - Héricourt, Luxeuil-les-Bains
34 - Béziers, Castelnau-le-Lez, Cournonterral, Grabels, Lattes, Le Crès, Montpellier, Pérols, Pignan, Sérignan, Teyran	71 - Charnay-lès-Mâcon, Mâcon, Montceau-les-Mines, Paray-le-Monial
35 - Rennes, Saint-Malo	72 - Changé, La Bazoge, Parigné-l'Evêque, Ruaudin, Sablé-sur-Sarthe, Sargé-lès-le-Mans, Savigné-l'Evêque, Yvré-l'Evêque
36 - Châteauroux	73 - Aix-les-Bains, Chambéry
38 - Bourgoin-Jallieu, Echirolles, Grenoble, Saint-Egrève, Vienne, Voreppe	74 - Ambilly, Annecy-le-Vieux, Bons-en-Chablais, Faverges, Saint-Pierre-en-Faucigny
40 - Saint-Pierre-du-Mont	
42 - Roanne	
44 - La Baule-Escoublac, Nantes, Pornic, Saint-Brevin-les-Pins,	

- 76 - Canteleu, Dieppe, Fécamp, Gonfreville-l'Orcher, Le Grand-Quevilly, Rouen
- 77 - Chelles, Lagny-sur-Marne, Lieusaint, Meaux, Ozoir-la-Ferrière, Provins, Roissy-en-Brie
- 78 - Chambourcy, Le Pecq, Saint-Cyr-l'Ecole, Saint-Germain-en-Laye, Versailles
- 79 - Niort
- 82 - Montauban
- 83 - Fréjus, La Valette-du-Var
- 84 - Avignon, Camaret-sur-Aigues, Carpentras, Jonquières
- 85 - Challans, Château-d'Olonne, La Roche-sur-Yon, Les Sables-d'Olonne, Mouilleron-le-Captif
- 86 - Poitiers, Saint-Benoît
- 87 - Limoges
- 88 - Épinal
- 91 - Draveil, Évry, Morsang-sur-Orge, Orsay, Wissous
- 92 - Bourg-la-Reine, Châtillon, Chaville, Clamart, Clichy-la-Garenne, Colombes, Gennevilliers, La Garenne-Colombes, Le Plessis-Robinson, Levallois-Perret, Montrouge, Nanterre, Rueil-Malmaison, Saint-Cloud, Sceaux, Vanves
- 93 - Aubervilliers, Aulnay-sous-Bois, Drancy, Epinay-sur-Seine, La Courneuve, Les Pavillons-sous-Bois, Montfermeil, Montreuil, Noisy-le-Grand, Pierrefitte-sur-Seine, Romainville, Sevran
- 94 - Chennevières-sur-Marne, Chevilly-Larue, Créteil, Fontenay-sous-Bois, Gentilly, Ivry-sur-Seine, Le Perreux-sur-Marne, Maisons-Alfort
- 95 - Saint-Brice-sous-Forêt, Sannois, Sarcelles
- 974 - Le Tampon

	Nombre de communes	Nombre d'inscrits
Vote électronique	39	620 670
Vote à l'urne	250	3 998 037
Total	289	4 618 707

Table 6 : Données recueillies (premier tour)

Le volume des données recueillies au second tour est du même ordre de grandeur qu'au premier tour.

Proportion de bureaux de vote en erreur

		Bureaux de vote	Bureaux de vote en erreur	Pourcentage de bureaux de vote en erreur
Vote électronique	<i>Premier tour</i>	672	122	18,15 %
	<i>Deuxième tour</i>	627	108	17,22 %
Vote à l'urne	<i>Premier tour</i>	4225	171	4,05 %
	<i>Deuxième tour</i>	4233	156	3,69 %

Table 7 : Nombre de bureaux de vote en erreur

Sur les deux tours, 17% à 18% des bureaux de vote avec vote électronique sont en erreur, tandis que ce taux est autour de 4% pour le vote à l'urne.

Pour l'ensemble des communes dont les données ont été recueillies, il y a donc plus de 4 fois plus de bureaux de vote en erreur quand il est procédé à l'usage d'ordinateurs de vote que quand le vote se déroule à l'urne.

Proportion de bureaux de vote en erreur

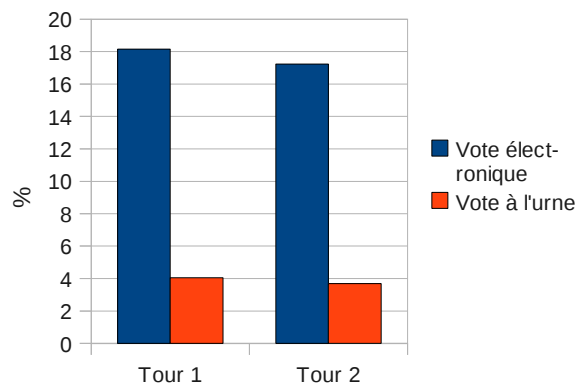


Figure 5 : Proportion de bureaux de vote en erreur

Taux d'erreur sur les votes et les émargements

		K	Nombre de votes
Vote électronique	<i>Premier tour</i>	0,67	233 791
	<i>Deuxième tour</i>	0,63	226 137
Vote à l'urne	<i>Premier tour</i>	0,13	1 507 103
	<i>Deuxième tour</i>	0,12	1 572 633

Table 8 : Taux d'erreur K du vote électronique et du vote à l'urne

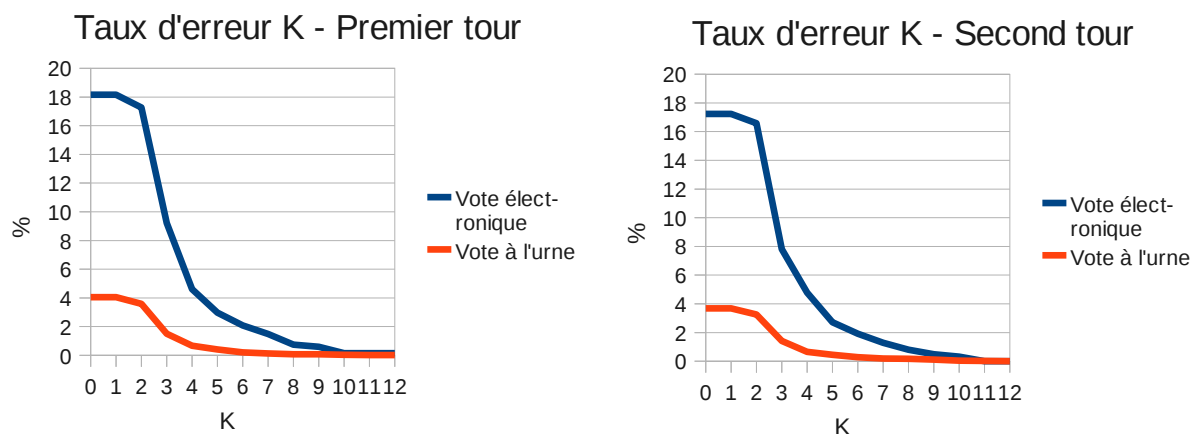


Figure 6 : Taux d'erreur K des bureaux de vote

Pour l'ensemble des communes dont les résultats ont été recueillis et sur les deux tours le taux d'erreur sur les votes et les émargements est 5 fois plus important pour le vote électronique que pour le vote à l'urne.

Taux d'erreur des communes sur les votes et les émargements

2 villes sur 10 parmi les villes pratiquant le vote électronique sont sans erreur, c'est le cas de plus de 6 villes sur 10 pour le vote à l'urne.

		K = 0	K ≥ 0,25	K ≥ 0,5	K ≥ 0,75	K ≥ 1
Vote électronique	<i>Premier tour</i>	21%	69%	59%	28%	18%
	<i>Deuxième tour</i>	17%	75%	56%	33%	19%
Vote à l'urne	<i>Premier tour</i>	66%	20%	7%	2%	2%
	<i>Deuxième tour</i>	67%	18%	7%	2%	1%

Table 9 : Proportion de communes dépassant un seuil d'erreur

Plus de la moitié des communes pratiquant le vote électronique dépassent le taux d'erreur K=0,5, c'est le cas de 7% des communes pratiquant le vote à l'urne.

Débit moyen des bureaux de vote

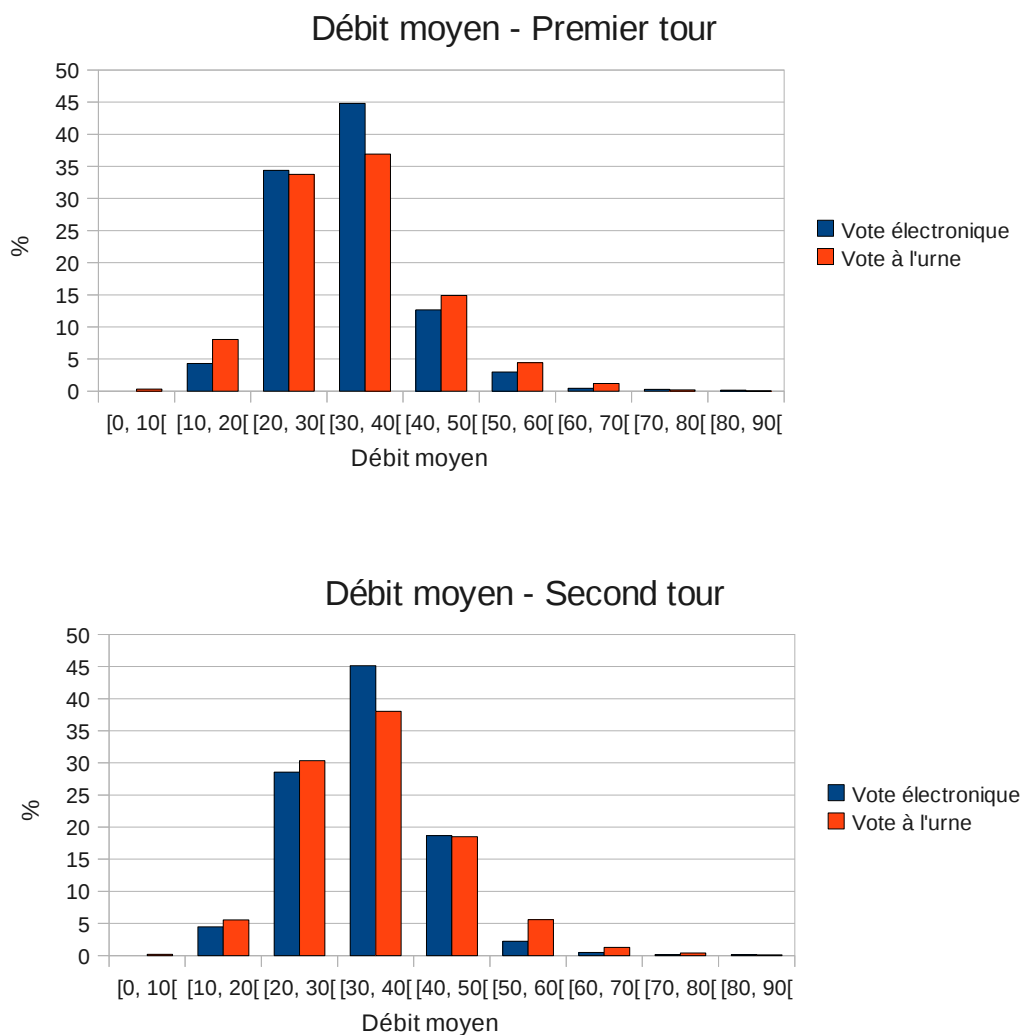


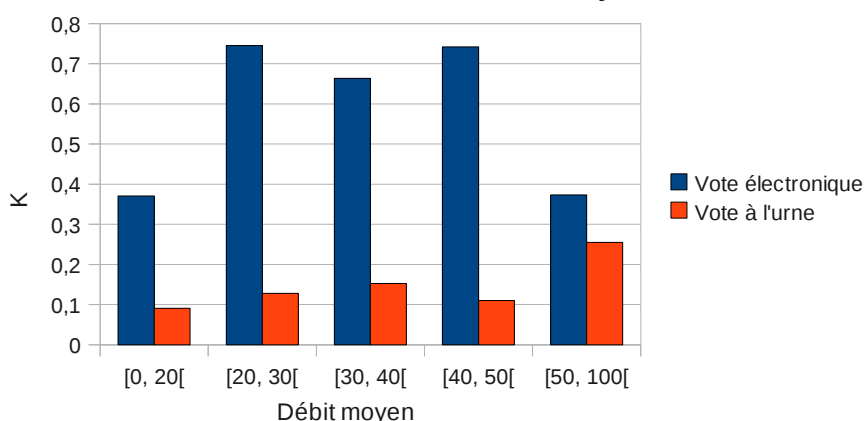
Figure 7 : Débit moyen des bureaux de vote

Nous constatons que le débit moyen des communes pratiquant le vote électronique est globalement plus faible que celui des communes pratiquant le vote à l'urne.

Relation entre le débit moyen dans les bureaux de vote et le taux d'erreur sur les votes et les émargements

Les bureaux de vote de débit moyen inférieur à 20 émargements par heure ou supérieur à 50 émargements par heure présentent des effectifs faibles. Nous avons donc regroupé ces tranches d'effectifs faibles afin d'obtenir des regroupements de tailles significatives (70 bureaux au minimum).

Taux d'erreur K en fonction du débit moyen - Premier tour



Taux d'erreur K en fonction du débit moyen – Second tour

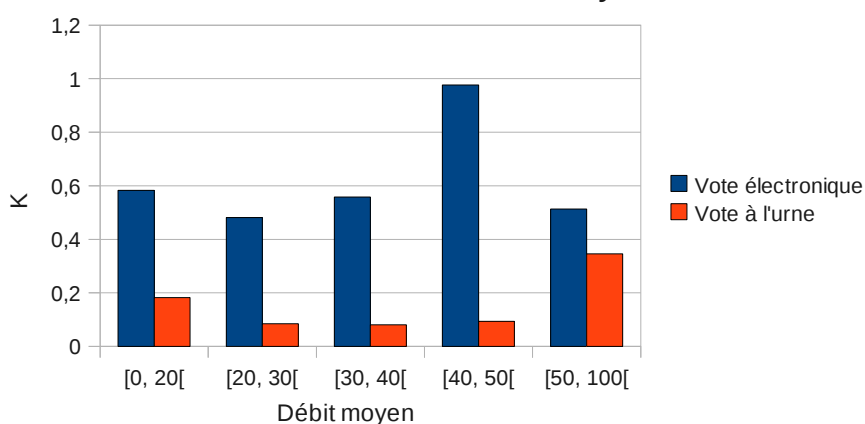


Figure 8 : Taux d'erreur des bureaux de vote répartis selon leur débit moyen

Nous constatons que, pour le vote électronique comme pour le vote à l'urne, le taux d'erreur sur les votes et les émargements ne semble pas en relation avec le débit moyen.

Il apparaît que les résultats calculés sur l'ensemble des communes dont les résultats électoraux ont été recueillis sont très similaires aux résultats établis sur l'échantillon de référence.

Annexe B

**Statistiques descriptives de l'effet du vote électronique sur le taux de votes blancs et nuls
et sur le taux de participation lors des élections cantonales 2011**

par André Smolarz, Maître de Conférences à l'UTT

Statistiques descriptives de l'effet du vote électronique sur le taux de votes blancs et nuls et sur le taux de participation aux élections Cantonales de 2004 et 2011 ¹

André Smolarz - Maître de Conférences à l'UTT²

andre.smolarz@utt.fr

tél : 03 25 71 56 82

1 Contexte de l'étude sur les taux de votes blancs et nuls

Pour chacun des deux tours, nous distinguons deux échantillons qui sont les suivants :

échantillon VE : Contient les données (code département, nombre d'inscrits, de votants et de votes blancs et nuls) des villes qui ont procédé au vote électronique (VE) en 2011 pour cette élection.

échantillon VU : Villes ayant conservé le vote à l'urne (VU) en 2011 pour cette élection et qui présentent les caractéristiques communes suivantes avec l'échantillon VE

- le **nombre de votants** se situe dans la même fourchette que celle de VE.
- leur département figure parmi ceux des villes de VE (respect de la proximité géographique).
- la taille de l'échantillon VU est donc variable selon le tour de scrutin considéré.

1.1 Estimation des taux de votes blancs et nuls pour chaque tour

1. estimation du taux de votes blancs et nuls sur l'échantillon VE (Cf. section 1)
2. estimation du taux de votes blancs et nuls sur l'échantillon VU (Cf. section 1)
3. estimation du taux de votes blancs et nuls sur l'ensemble de toutes les villes ayant procédé au vote à l'urne pour cette élection.

1.2 Statistiques descriptives des taux de votes blancs et nuls

Les résultats sont présentées sur la figure 1. Ils présentent pour chaque tour de l'élection, les 3 estimations décrites à la section 1.1. Pour chaque tour, figure également (encadré en vert) la taille de l'échantillon VU décrit à la section 1

2 Contexte de l'étude sur les taux de participation

Nous distinguons à nouveau deux échantillons, mais nous prenons en compte cette fois le nombre d'inscrits des villes VE pour sélectionner les villes VU au lieu du nombre de votants dans l'analyse précédente :

échantillon VE : Contient les données (code département, nombre d'inscrits, de votants et de votes blancs et nuls) des villes qui ont procédé au vote électronique (VE) pour cette élection.

échantillon VU : Villes ayant conservé le vote à l'urne (VU) pour cette élection et qui présentent des caractéristiques communes avec l'échantillon VE telles que définies ci-après :

- le **nombre d'inscrits** pour chaque tour se situe dans la même fourchette que celle de VE.
- leur département figure parmi ceux des villes de VE (respect de la proximité géographique).
- la taille de l'échantillon VU est donc variable selon le tour de scrutin considéré.

Les résultats (Cf. figure 2) sont présentés sous la même forme que pour les taux de votes blancs et nuls.

¹Etude réalisée à l'aide du logiciel libre R Development Core Team (2011). R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

²Université de Technologie de Troyes. André Smolarz y enseigne les cours de calcul des probabilités et de statistiques pour l'ingénieur. Il est l'auteur d'un ouvrage intitulé "Modélisation probabiliste pour l'ingénieur" paru aux éditions Ellipses, dans la collection Technosup, en janvier 2010. Ses recherches portent sur les méthodes de décision statistique appliquées à la surveillance des systèmes.

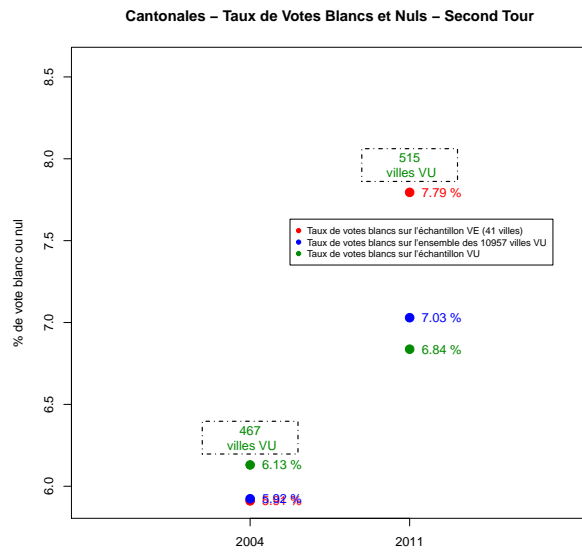
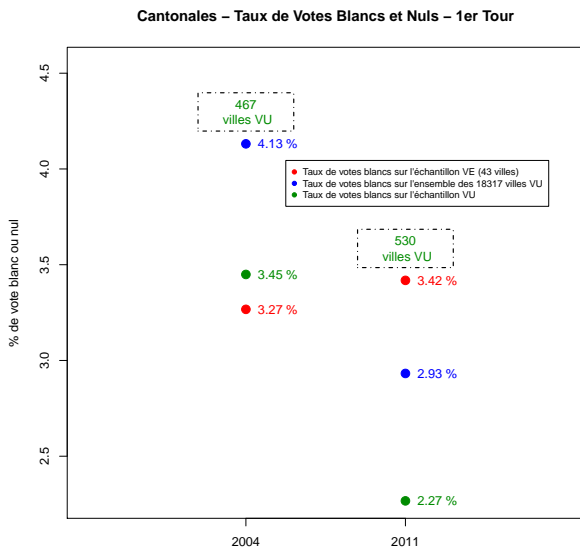


FIG. 1 – Elections Cantoniales de 2004 et 2011

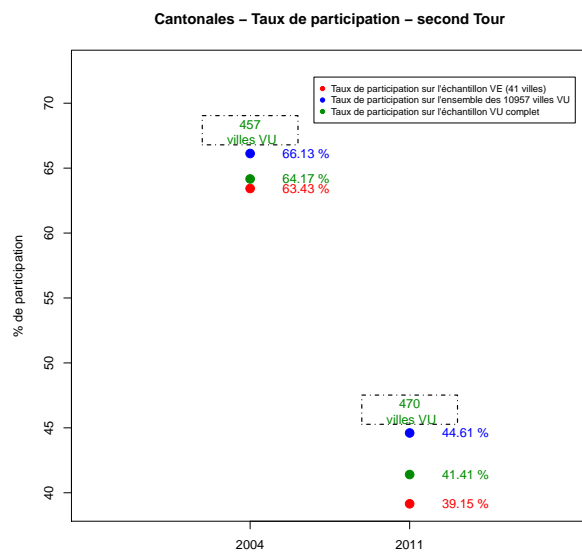
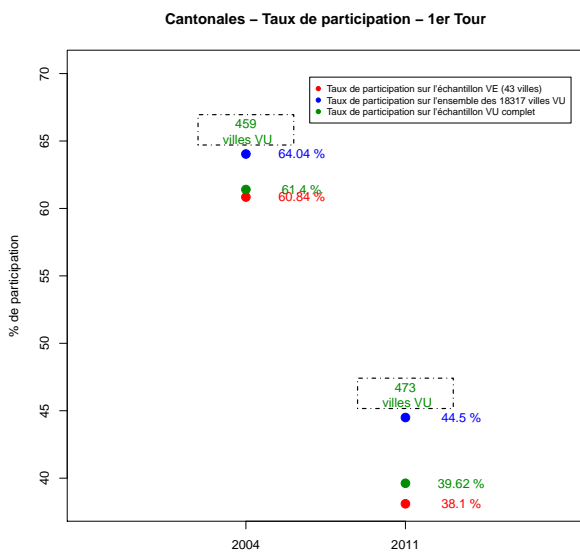


FIG. 2 – Elections Cantoniales de 2004 et 2011

Remerciements

L'association Éthique Citoyenne¹ a participé au financement de cette recherche.

Ce rapport est le fruit de la collaboration d'électeurs et d'électrices ayant contribué à rassembler des procès-verbaux de bureaux de vote.

Nous remercions les nombreuses mairies qui ont su mobiliser leur personnel pour répondre avec pertinence aux demandes de résultats, encourageant l'évaluation scientifique des activités électorales.

Enfin, nous exprimons toute notre gratitude aux membres de l'association Ordinateurs-de-vote.org et à son président, Pierre Muller, pour leur support constant fourni durant toute cette étude.

1 www.ethique-citoyenne.org