

Un vote peut-il être sincère ?

Rémi Carles

CNRS & Univ. Rennes



Personne ne prétend que la démocratie est parfaite ou omnisciente. En effet, on a pu dire qu'elle était la pire forme de gouvernement à l'exception de toutes celles qui ont été essayées au fil du temps (...).

Winston Churchill

Personne ne prétend que la démocratie est parfaite ou omnisciente. En effet, on a pu dire qu'elle était la pire forme de gouvernement à l'exception de toutes celles qui ont été essayées au fil du temps (...).

Winston Churchill

José Saramago

La lucidité

Panique électorale: à l'heure du dépouillement, 83 % des électeurs ont voté blanc. Le chaos s'installe, le gouvernement crie à la conspiration et déclare l'état de siège, le pouvoir se lance dans une chasse aux sorcières et la presse se déchaîne contre les coupables désignés. Seul dans la panique, un commissaire affronte la troublante vérité...



« La perplexité, la stupéfaction, mais aussi la raillerie et le sarcasme, balayèrent le pays de bout en bout. »



L'élection présidentielle française

- 2002 : 41 197 964 inscrits, 29 497 888 votants au 1er tour (71,60%), 5 666 021 voix pour J. Chirac (13,75% des inscrits).
- 2007 : 44 472 834 inscrits, 36 719 396 votants au 1er tour (83,77%), 11 448 663 voix pour N. Sarkozy (25,74% des inscrits).
- 2012 : 46 066 307 inscrits, 36 584 399 votants au 1er tour (79,48%), 10 272 705 voix pour F. Hollande (22,3% des inscrits).
- 2017 : 47 582 183 inscrits, 37 003 728 votants au 1er tour (77,77%), 8 656 346 voix pour E. Macron (18,2% des inscrits).

Le **mode de scrutin** permet-il de rendre compte de la volonté des électeurs ?

L'élection présidentielle française

- 2002 : 41 197 964 inscrits, 29 497 888 votants au 1er tour (71,60%), 5 666 021 voix pour J. Chirac (13,75% des inscrits).
- 2007 : 44 472 834 inscrits, 36 719 396 votants au 1er tour (83,77%), 11 448 663 voix pour N. Sarkozy (25,74% des inscrits).
- 2012 : 46 066 307 inscrits, 36 584 399 votants au 1er tour (79,48%), 10 272 705 voix pour F. Hollande (22,3% des inscrits).
- 2017 : 47 582 183 inscrits, 37 003 728 votants au 1er tour (77,77%), 8 656 346 voix pour E. Macron (18,2% des inscrits).

Le **mode de scrutin** permet-il de rendre compte de la volonté des électeurs ?

Un exemple historique : 2002

	% Exprimés ▾	Voix
JACQUES CHIRAC	19,88	5 666 021
JEAN-MARIE LE PEN	16,86	4 804 772
LIONEL JOSPIN	16,18	4 610 267
FRANCOIS BAYROU	6,84	1 949 219
ARLETTE LAGUILLER	5,72	1 630 118
JEAN-PIERRE CHEVENEMENT	5,33	1 518 568
NOEL MAMERE	5,25	1 495 774
OLIVIER BESANCENOT	4,25	1 210 562
JEAN SAINT-JOSSE	4,23	1 204 801
ALAIN MADELIN	3,91	1 113 551
ROBERT HUE	3,37	960 548
BRUNO MEGRET	2,34	667 043
CHRISTIANE TAUBIRA	2,32	660 515
CORINNE LEPAGE	1,88	535 875
CHRISTINE BOUTIN	1,19	339 157
DANIEL GLUCKSTEIN	0,47	132 696

Un exemple historique : 2002

	% Exprimés ▾	Voix
JACQUES CHIRAC	19,88	5 666 021
JEAN-MARIE LE PEN	16,86	4 804 772
LIONEL JOSPIN	16,18	4 610 267
FRANCOIS BAYROU	6,84	1 949 219
ARLETTE LAGUILLER	5,72	1 630 118
JEAN-PIERRE CHEVENEMENT	5,33	1 518 568
NOEL MAMERE	5,25	1 495 774
OLIVIER BESANCENOT	4,25	1 210 562
JEAN SAINT-JOSSE	4,23	1 204 801
ALAIN MADELIN	3,91	1 113 551
ROBERT HUE	3,37	960 548
BRUNO MEGRET	2,34	667 043
CHRISTIANE TAUBIRA	2,32	660 515
CORINNE LEPAGE	1,88	535 875
CHRISTINE BOUTIN	1,19	339 157
DANIEL GLUCKSTEIN	0,47	132 696

Un exemple historique : 2002

	% Exprimés ▾	Voix
JACQUES CHIRAC	19,88	5 666 021
JEAN-MARIE LE PEN	16,86	4 804 772
LIONEL JOSPIN	16,18	4 610 267
FRANCOIS BAYROU	6,84	1 949 219
ARLETTE LAGUILLER	5,72	1 630 118
JEAN-PIERRE CHEVENEMENT	5,33	1 518 568
NOEL MAMERE	5,25	1 495 774
OLIVIER BESANCENOT	4,25	1 210 562
JEAN SAINT-JOSSE	4,23	1 204 801
ALAIN MADELIN	3,91	1 113 551
ROBERT HUE	3,37	960 548
BRUNO MEGRET	2,34	667 043
CHRISTIANE TAUBIRA	2,32	660 515
CORINNE LEPAGE	1,88	535 875
CHRISTINE BOUTIN	1,19	339 157
DANIEL GLUCKSTEIN	0,47	132 696

↪ Peut-on voter sincèrement ?

Un exemple historique : 2002

	% Exprimés ▾	Voix
JACQUES CHIRAC	19,88	5 666 021
JEAN-MARIE LE PEN	16,86	4 804 772
LIONEL JOSPIN	16,18	4 610 267
FRANCOIS BAYROU	6,84	1 949 219
ARLETTE LAGUILLER	5,72	1 630 118
JEAN-PIERRE CHEVENEMENT	5,33	1 518 568
NOEL MAMERE	5,25	1 495 774
OLIVIER BESANCENOT	4,25	1 210 562
JEAN SAINT-JOSSE	4,23	1 204 801
ALAIN MADELIN	3,91	1 113 551
ROBERT HUE	3,37	960 548
BRUNO MEGRET	2,34	667 043
CHRISTIANE TAUBIRA	2,32	660 515
CORINNE LEPAGE	1,88	535 875
CHRISTINE BOUTIN	1,19	339 157
DANIEL GLUCKSTEIN	0,47	132 696

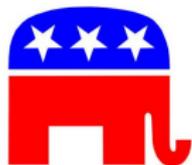
↪ Peut-on voter sincèrement ? Vote utile/sincère/protestataire.

Des politologues, des économistes et des mathématiciens ont étudié la question :

- on sait dire pourquoi des modes de scrutin sont défaillants ;
- on sait dire qu'un mode de scrutin ne peut pas réunir **toutes** les attentes légitimes (**théorème d'impossibilité d'Arrow**) ;
- il existe des propositions rendant les résultats plus sincères et plus stables (**jugement majoritaire**, notamment).

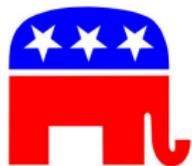
Influence des « petits » candidats : le cas américain

- Élection présidentielle à un tour ;
- deux partis principaux, mais pas seulement.



Influence des « petits » candidats : le cas américain

- Élection présidentielle à un tour ;
- deux partis principaux, mais pas seulement.



1992



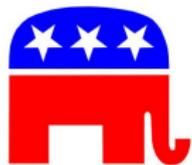
G. Bush



B. Clinton

Influence des « petits » candidats : le cas américain

- Élection présidentielle à un tour ;
- deux partis principaux, mais pas seulement.



1992



G. Bush



R. Perot



B. Clinton

Influence des « petits » candidats : le cas américain

- Élection présidentielle à un tour ;
- deux partis principaux, mais pas seulement.



1992



G. Bush

37%



R. Perot

19%



B. Clinton

43%

- Enlever seulement un(e) candidat(e) à chaque tour ?
(ayant le moins de voix)
- Peut mettre du temps pour arriver à un seul nom : 10 candidats en 2012 \implies 9 tours de vote.

\rightsquigarrow Processus interminable !

- Enlever seulement un(e) candidat(e) à chaque tour ?
(ayant le moins de voix)
- Peut mettre du temps pour arriver à un seul nom : 10 candidats en 2012 \implies 9 tours de vote.

\rightsquigarrow Processus interminable !

Chacun classe tous les candidats : *vote alternatif*

1.	_____
2.	_____
3.	_____
4.	_____
5.	_____

Chacun classe tous les candidats : *vote alternatif*

1. Ariane
2. Henri
3. Gwenaelle
4. Archibald
5. Titouan

1. Henri
2. Titouan
3. Gwenaelle
4. Ariane
5. Archibald

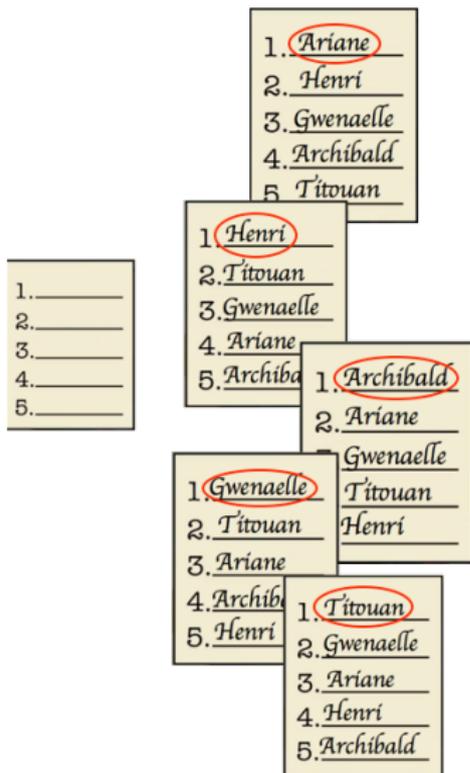
1. Archibald
2. Ariane
3. Gwenaelle
4. Titouan
5. Henri

1. Gwenaelle
2. Titouan
3. Ariane
4. Archibald
5. Henri

1. Titouan
2. Gwenaelle
3. Ariane
4. Henri
5. Archibald

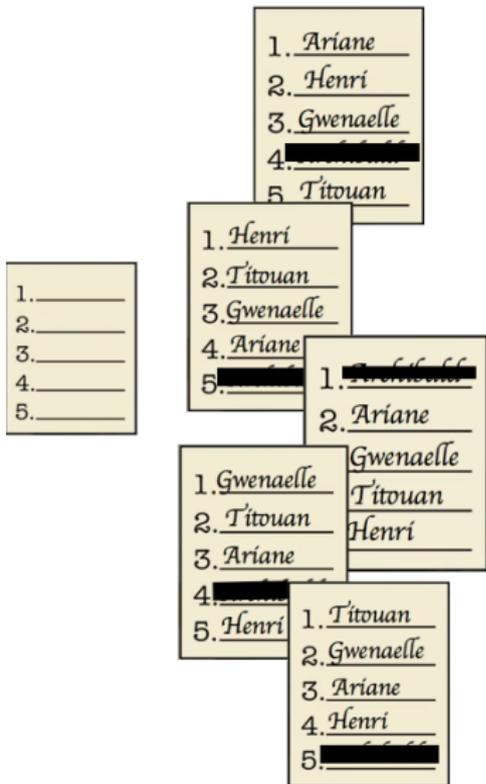
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Chacun classe tous les candidats : *vote alternatif*



- Ariane : 24%
- Henri : 21%
- Gwenaëlle : 20%
- Titouan : 19%
- Archibald : 16%

Chacun classe tous les candidats : *vote alternatif*



Chacun classe tous les candidats : *vote alternatif*

1. Ariane
2. Henri
3. Gwenaëlle
4. [redacted]
5. Titouan

1. Henri
2. Titouan
3. Gwenaëlle
4. Ariane
5. [redacted]

1. [redacted]
2. Ariane
3. Gwenaëlle
4. Titouan
5. Henri

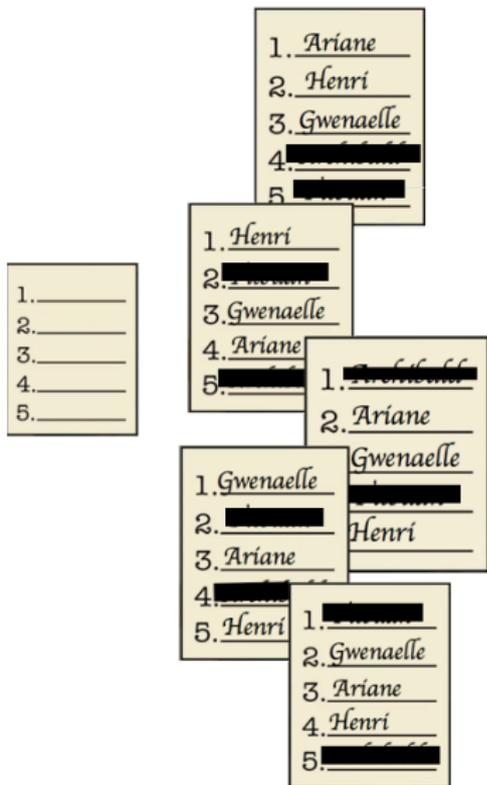
1. Gwenaëlle
2. Titouan
3. Ariane
4. [redacted]
5. Henri

1. Titouan
2. Gwenaëlle
3. Ariane
4. Henri
5. [redacted]

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

- Ariane : 27%
- Gwenaëlle : 26%
- Henri : 24%
- **Titouan : 23%**

Chacun classe tous les candidats : *vote alternatif*



On recommence jusqu'à ce qu'il ne reste qu'un nom.
(On ne vote qu'une fois : le processus de *départage* est itératif.)

Ce mode de scrutin, dit **vote alternatif**, est utilisé :

- En Australie : chambre des représentants.
- En Irlande : président.
- États-Unis : certaines municipalités.

Ce mode de scrutin, dit **vote alternatif**, est utilisé :

- En Australie : chambre des représentants.
- En Irlande : président.
- États-Unis : certaines municipalités.

↪ Ce mode de scrutin permet un vote sincère

Ce mode de scrutin, dit **vote alternatif**, est utilisé :

- En Australie : chambre des représentants.
- En Irlande : président.
- États-Unis : certaines municipalités.

↪ Ce mode de scrutin permet un vote sincère

↪ Permet-il pour autant un résultat raisonnable (stable) ?

Ce mode de scrutin, dit **vote alternatif**, est utilisé :

- En Australie : chambre des représentants.
- En Irlande : président.
- États-Unis : certaines municipalités.

↪ Ce mode de scrutin permet un vote sincère

↪ Permet-il pour autant un résultat raisonnable (stable)? **Non...**

Exemple de résultat absurde avec trois candidats

Décider quel est le meilleur dessert breton :



Exemple de résultat absurde avec trois candidats

Décider quel est le meilleur dessert breton :



Question qui peut paraître saugrenue : on décide par un vote.

34%



32%



34%



34%



32%



34%



34%



32%



34%



34%



32%



34%



Kouign-amann : 66%, gâteau breton : 34%

37%



32%



31%



37%



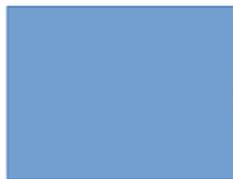
32%



31%



37%



32%



31%



37%



32%



31%



Far breton : 63%, kouign-amann : 37%

37%



32%



31%



Far breton : 63%, kouign-amann : 37% : **paradoxe d'Arrow** (vote stratégique)

Vers le vote de Condorcet

40%



40%



10%



10%



Vers le vote de Condorcet

40%



40%



10%



10%



Vers le vote de Condorcet

40%



40%



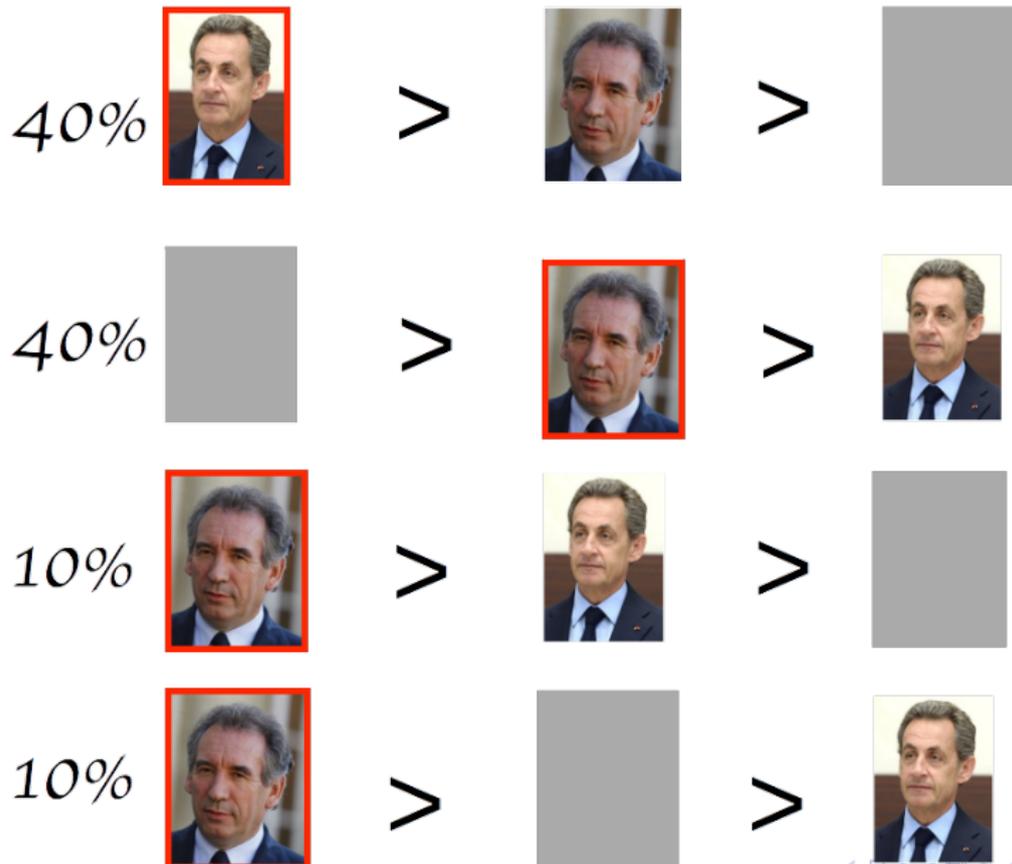
10%



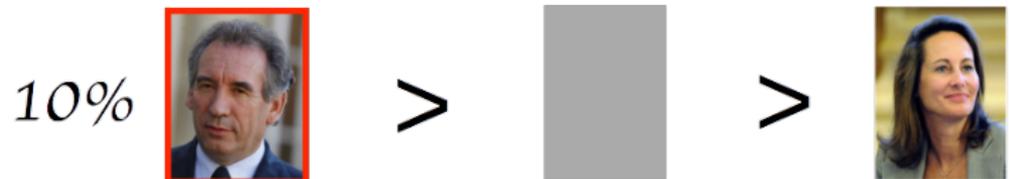
10%



Vers le vote de Condorcet



Vers le vote de Condorcet



- En 2007, les sondages prédisaient que F. Bayrou aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral.
- En 2017, les sondages prédisaient qu'E. Macron aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral : première fois depuis longtemps que le candidat élu était bien le vainqueur de Condorcet.

Mais le vote de Condorcet n'est pas, lui non plus, convainquant :

- En 2007, les sondages prédisaient que F. Bayrou aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral.
- En 2017, les sondages prédisaient qu'E. Macron aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral : première fois depuis longtemps que le candidat élu était bien le vainqueur de Condorcet.

Mais le vote de Condorcet n'est pas, lui non plus, convainquant :

Vote de Condorcet

- En 2007, les sondages prédisaient que F. Bayrou aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral.
- En 2017, les sondages prédisaient qu'E. Macron aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral : première fois depuis longtemps que le candidat élu était bien le vainqueur de Condorcet.

Mais le vote de Condorcet n'est pas, lui non plus, convainquant :

1/3	A	>	B	>	C
1/3	B	>	C	>	A
1/3	C	>	A	>	B

Vote de Condorcet

- En 2007, les sondages prédisaient que F. Bayrou aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral.
- En 2017, les sondages prédisaient qu'E. Macron aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral : première fois depuis longtemps que le candidat élu était bien le vainqueur de Condorcet.

Mais le vote de Condorcet n'est pas, lui non plus, convainquant :

1/3	A	>	B	>	C
1/3	B	>	C	>	A
1/3	C	>	A	>	B

- A bat B.

Vote de Condorcet

- En 2007, les sondages prédisaient que F. Bayrou aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral.
- En 2017, les sondages prédisaient qu'E. Macron aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral : première fois depuis longtemps que le candidat élu était bien le vainqueur de Condorcet.

Mais le vote de Condorcet n'est pas, lui non plus, convainquant :

1/3	A	>	B	>	C
1/3	B	>	C	>	A
1/3	C	>	A	>	B

- A bat B.
- B bat C.

Vote de Condorcet

- En 2007, les sondages prédisaient que F. Bayrou aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral.
- En 2017, les sondages prédisaient qu'E. Macron aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral : première fois depuis longtemps que le candidat élu était bien le vainqueur de Condorcet.

Mais le vote de Condorcet n'est pas, lui non plus, convainquant :

1/3	A	>	B	>	C
1/3	B	>	C	>	A
1/3	C	>	A	>	B

- A bat B.
- B bat C.
- C bat A.

- En 2007, les sondages prédisaient que F. Bayrou aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral.
- En 2017, les sondages prédisaient qu'E. Macron aurait battu n'importe lequel des autres candidats en duel électoral : première fois depuis longtemps que le candidat élu était bien le vainqueur de Condorcet.

Mais le vote de Condorcet n'est pas, lui non plus, convainquant :

1/3	A	>	B	>	C
1/3	B	>	C	>	A
1/3	C	>	A	>	B

- A bat B.
- B bat C.
- C bat A.

Paradoxe de Condorcet
(pierre, papier, ciseaux...)

Proposition du chevalier de Borda

Attribuons des points aux candidats : 1 à notre dernier choix, 2 à l'avant-dernier, etc.

Proposition du chevalier de Borda

Attribuons des points aux candidats : 1 à notre dernier choix, 2 à l'avant-dernier, etc.



Bayrou : 220, Royal : 190, Sarkozy : 190.

- Utilisé dans certains prix sportifs, des élections à l'Académie des Sciences.
- Pourquoi pas 1 point au dernier choix, 2 à l'avant-dernier, 4 (au lieu de 3) au précédent, puis 8, puis 16... ? (progression géométrique plutôt qu'arithmétique) Ça peut changer le résultat.
- On retrouve l'influence des « petits candidats ».

↪ pas encore parfait.

- Utilisé dans certains prix sportifs, des élections à l'Académie des Sciences.
- Pourquoi pas 1 point au dernier choix, 2 à l'avant-dernier, 4 (au lieu de 3) au précédent, puis 8, puis 16... ? (progression géométrique plutôt qu'arithmétique) **Ça peut changer le résultat.**
- On retrouve l'influence des « petits candidats ».

↪ pas encore parfait.

- Utilisé dans certains prix sportifs, des élections à l'Académie des Sciences.
- Pourquoi pas 1 point au dernier choix, 2 à l'avant-dernier, 4 (au lieu de 3) au précédent, puis 8, puis 16... ? (progression géométrique plutôt qu'arithmétique) **Ça peut changer le résultat.**
- On retrouve l'influence des « petits candidats ».

↪ pas encore parfait.

On est perdu...

100	20	12	19	14	21	14
	A	A	B	B	C	C
	B	C	A	C	A	B
	C	B	C	A	B	A

- 53% : $A > B$.
- 53% : $B > C$.
- 51% : $A > C$.

↪ A vainqueur de Condorcet,

↪ B vainqueur d'un scrutin majoritaire à 2 tours.

↪ C vainqueur d'un scrutin majoritaire à 1 tour.

On est perdu...

100	20	12	19	14	21	14
	A	A	B	B	C	C
	B	C	A	C	A	B
	C	B	C	A	B	A

- 53% : $A > B$.
- 53% : $B > C$.
- 51% : $A > C$.

- ↪ A vainqueur de Condorcet,
- ↪ B vainqueur d'un scrutin majoritaire à 2 tours.
- ↪ C vainqueur d'un scrutin majoritaire à 1 tour.

C'est pas possible. . .

Des attentes raisonnables :

- **Complétude** : tous les votants classent tous les candidats.
- **Transitivité** : si $A \geq B$ et $B \geq C$, alors $A \geq C$.
- **Universalité** : tous les classements sont possibles.
- **Unanimité** : si tout le monde préfère A , alors A gagne.
- **Pas de dictature** : un vote ne peut pas décider du résultat indépendamment des autres.
- **Indépendance aux options non pertinentes** : si $A \geq B$, alors cet ordre ne change pas si on ajoute ou retire un candidat C .

C'est pas possible. . .

Des attentes raisonnables :

- **Complétude** : tous les votants classent tous les candidats.
- **Transitivité** : si $A \geq B$ et $B \geq C$, alors $A \geq C$.
- **Universalité** : tous les classements sont possibles.
- **Unanimité** : si tout le monde préfère A , alors A gagne.
- **Pas de dictature** : un vote ne peut pas décider du résultat indépendamment des autres.
- **Indépendance aux options non pertinentes** : si $A \geq B$, alors cet ordre ne change pas si on ajoute ou retire un candidat C .

Théorème (Kenneth Arrow, 1951, 1963 – « Nobel » d'économie 1972)

Il n'existe pas de fonction de vote vérifiant ces conditions dès qu'il y a au moins 3 candidats et 2 votants.

C'est pas possible. . .

Des attentes raisonnables :

- **Complétude** : tous les votants classent tous les candidats.
- **Transitivité** : si $A \geq B$ et $B \geq C$, alors $A \geq C$.
- **Universalité** : tous les classements sont possibles.
- **Unanimité** : si tout le monde préfère A , alors A gagne.
- **Pas de dictature** : un vote ne peut pas décider du résultat indépendamment des autres.
- **Indépendance aux options non pertinentes** : si $A \geq B$, alors cet ordre ne change pas si on ajoute ou retire un candidat C .

Théorème (Kenneth Arrow, 1951, 1963 – « Nobel » d'économie 1972)

Il n'existe pas de fonction de vote vérifiant ces conditions dès qu'il y a au moins 3 candidats et 2 votants.

D'autres théorèmes d'impossibilité ont été montrés depuis (on affaiblit ses exigences).

Ne classons pas, évaluons

On approuve ou récuse un candidat : **oui/non**. Le plus grand nombre de « oui » l'emporte.

Ne classons pas, évaluons

On approuve ou récuse un candidat : **oui/non**. Le plus grand nombre de « oui » l'emporte. Inconvénient : binaire, pas réaliste.

Ne classons pas, évaluons

On approuve ou récuse un candidat : **oui/non**. Le plus grand nombre de « oui » l'emporte. Inconvénient : binaire, pas réaliste.
« Noter » chaque candidat ?

On approuve ou récuse un candidat : **oui/non**. Le plus grand nombre de « oui » l'emporte. Inconvénient : binaire, pas réaliste.

« Noter » chaque candidat ? **Attention :**

- Nous ne notons pas tous de la même façon.
- Notes exagérées (cf. patinage artistique).

Ne classons pas, évaluons

On approuve ou récuse un candidat : **oui/non**. Le plus grand nombre de « oui » l'emporte. Inconvénient : binaire, pas réaliste.

« Noter » chaque candidat ? **Attention :**

- Nous ne notons pas tous de la même façon.
- Notes exagérées (cf. patinage artistique).

Des solutions :

- Utiliser des mentions plutôt que des chiffres.
- Utiliser la notion de **médiane** plutôt que la moyenne.

Ne classons pas, évaluons

On approuve ou récuse un candidat : **oui/non**. Le plus grand nombre de « oui » l'emporte. Inconvénient : binaire, pas réaliste.

« Noter » chaque candidat ? **Attention :**

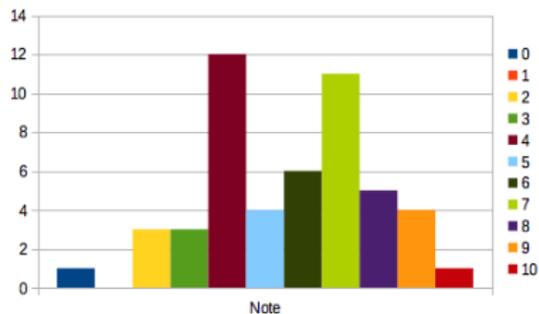
- Nous ne notons pas tous de la même façon.
- Notes exagérées (cf. patinage artistique).

Des solutions :

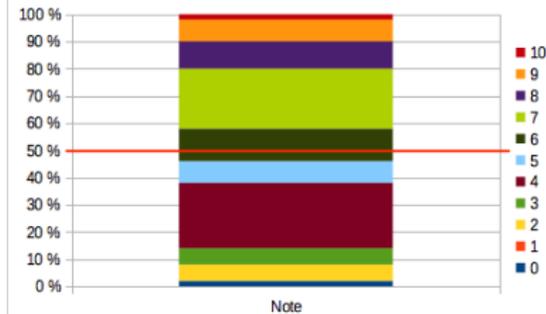
- Utiliser des mentions plutôt que des chiffres.
- Utiliser la notion de **médiane** plutôt que la moyenne.

↔ *Jugement majoritaire*, proposé en 2007 par **Michel Balinski** et **Rida Laraki**, chercheurs au CNRS.

Médiane vs. moyenne : deux outils statistiques différents

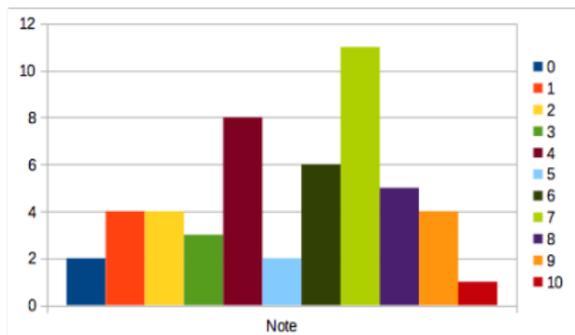


Moyenne = 5,64

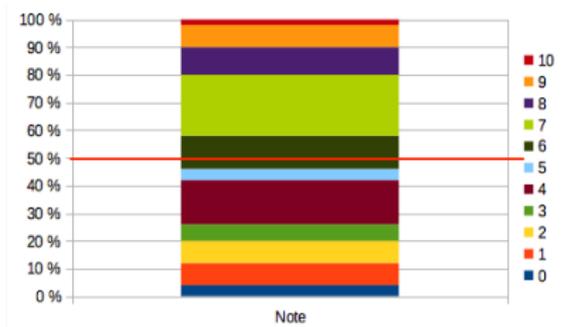


Médiane = 6

Médiane vs. moyenne : deux outils statistiques différents

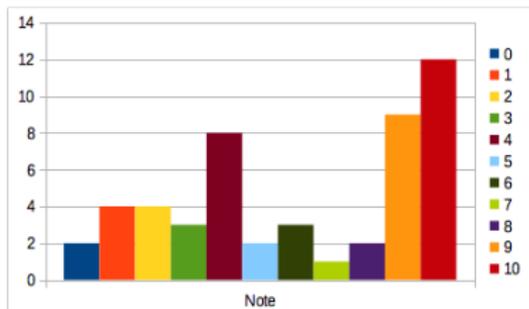


Moyenne = 5,24

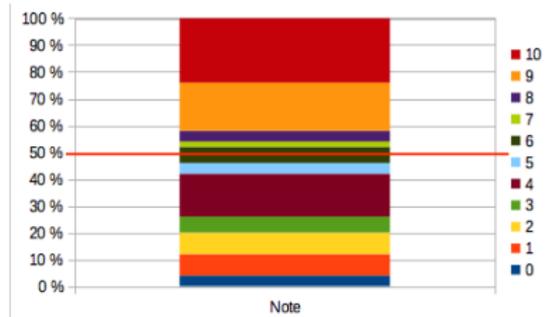


Médiane = 6

Médiane vs. moyenne : deux outils statistiques différents

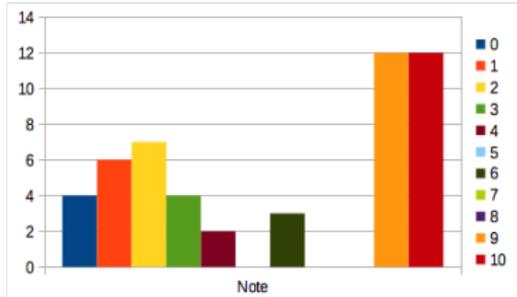


Moyenne = 5,84

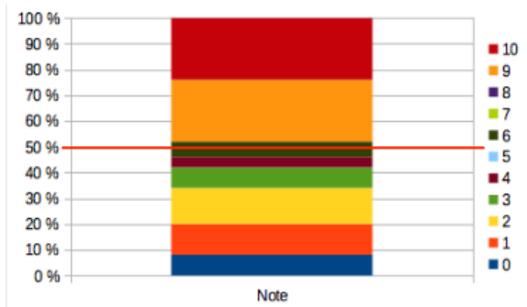


Médiane = 6

Médiane vs. moyenne : deux outils statistiques différents

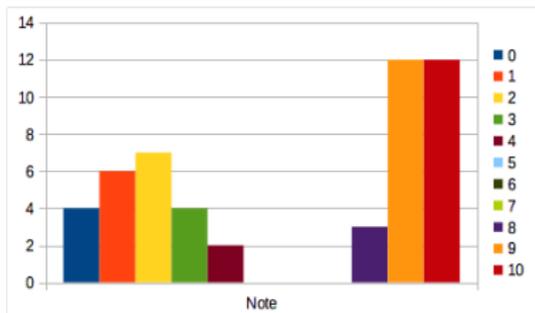


Moyenne = 5,72

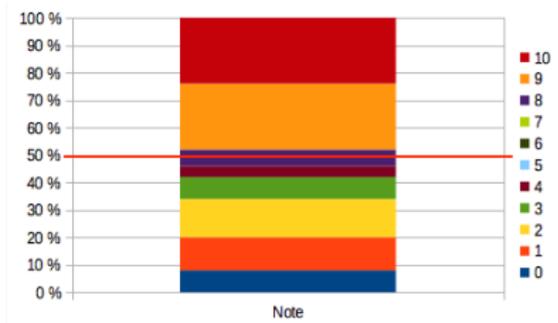


Médiane = 6

Médiane vs. moyenne : deux outils statistiques différents



Moyenne = 5,8



Médiane = 8

Le bulletin de vote

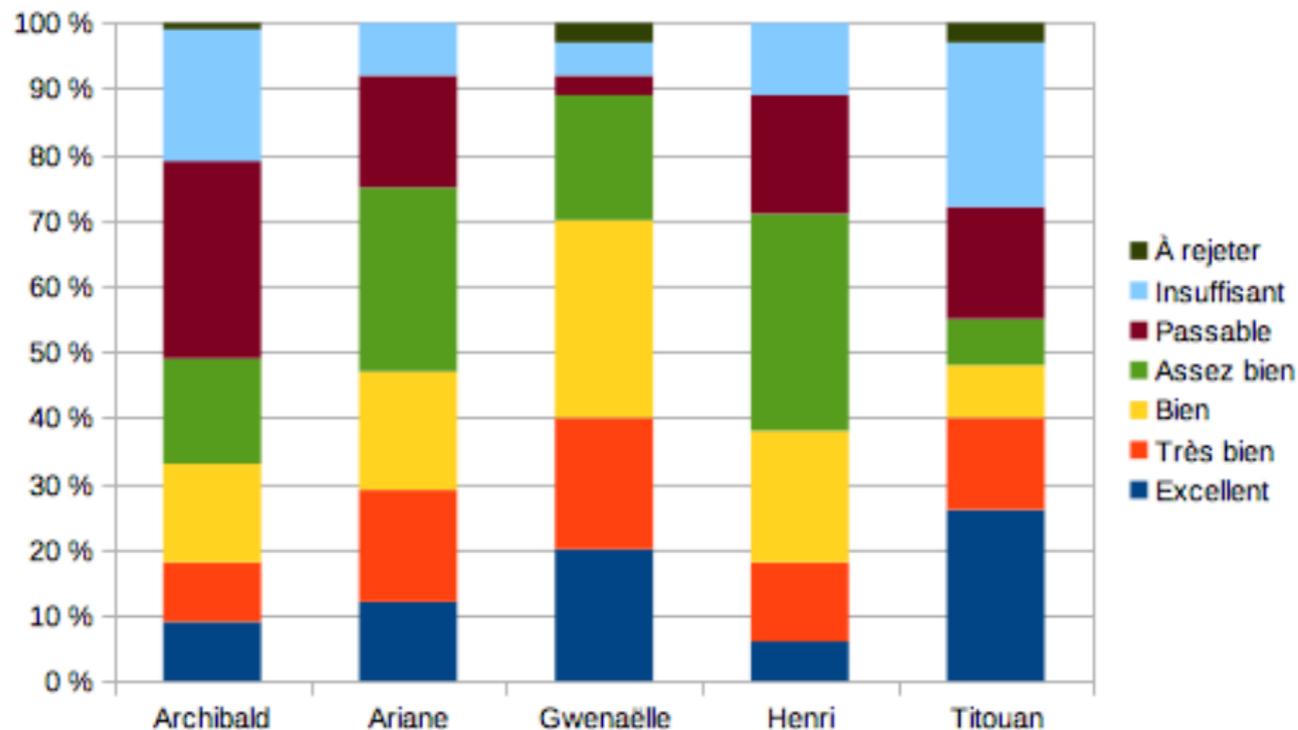
	Excellent	Très bien	Bien	Assez bien	Passable	Insuffisant	À rejeter
Archibald	<input type="checkbox"/>						
Ariane	<input type="checkbox"/>						
Gwenaëlle	<input type="checkbox"/>						
Henri	<input type="checkbox"/>						
Titouan	<input type="checkbox"/>						

Le bulletin de vote

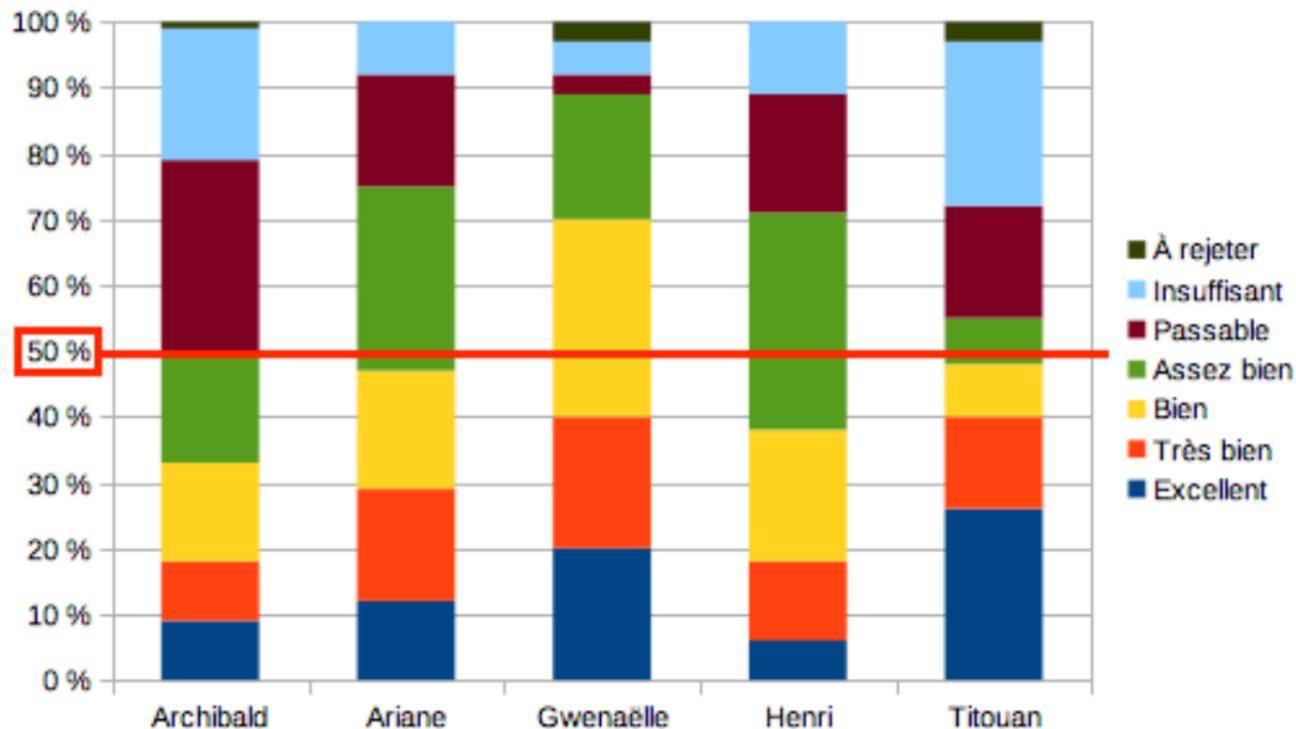
	Excellent	Très bien	Bien	Assez bien	Passable	Insuffisant	À rejeter
Archibald	<input type="checkbox"/>						
Ariane	<input type="checkbox"/>						
Gwenaëlle	<input type="checkbox"/>						
Henri	<input type="checkbox"/>						
Titouan	<input type="checkbox"/>						

On mesure ensuite la **mention majoritaire**.

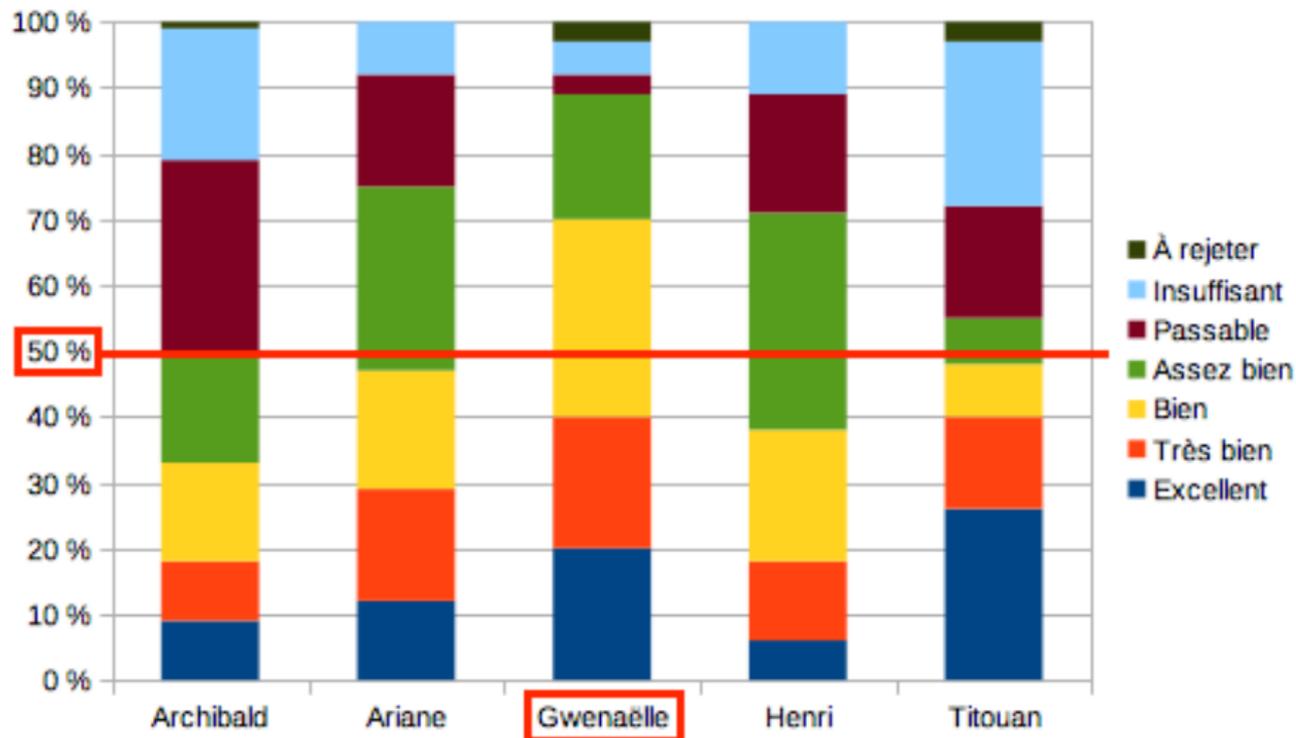
Exemple de résultat



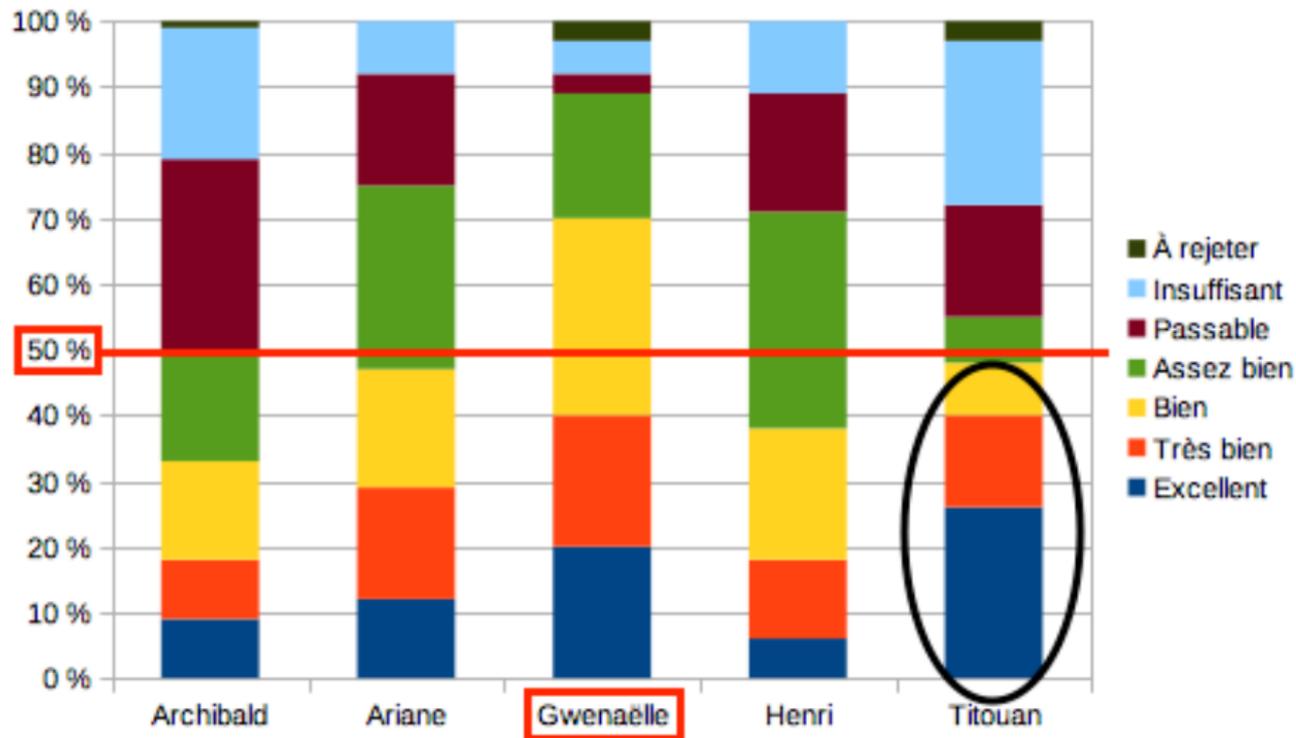
Exemple de résultat



Exemple de résultat



Exemple de résultat



Le jugement majoritaire permet un vote sincère :

- Le nombre de candidats importe peu (il faut réfléchir plus longtemps. . .)
- Pas de vote « utile » ou « stratégique ».
- Exprimer une opinion outrancière (dans un sens ou dans l'autre) influence la moyenne, pas la médiane, donc pas le résultat final.
- Message explicite de rejet, le cas échéant : pas besoin de vote blanc.

Conclusion

Le jugement majoritaire permet un vote sincère :

- Le nombre de candidats importe peu (il faut réfléchir plus longtemps. . .)
- Pas de vote « utile » ou « stratégique ».
- Exprimer une opinion outrancière (dans un sens ou dans l'autre) influence la moyenne, pas la médiane, donc pas le résultat final.
- Message explicite de rejet, le cas échéant : pas besoin de vote blanc.

Remarque

- Un seul tour, dépouillement automatique possible.
- Possibilité de s'adapter si aucun candidat n'a une mention « acceptable » (on recommence ; on change les candidats ; . . .).
- On peut envisager plusieurs méthodes de départage en cas d'égalité (même mention majoritaire).

- 5 minutes Lebesgue par Barbara Schapira :
<https://images.math.cnrs.fr/Mathematiques-electorales.html>
<https://www.youtube.com/watch?v=5bFINZFeXFQ>
- Chaîne *Science étonnante* par David Louapre :
<https://scienceetonnante.com>
- Expérience en 2017 (biais sur l'ensemble des participants...) :
<http://jugementmajoritaire2017.com/>