

Un vote démocratique est-il possible ?

Sylvain Bouveret, Nadia Brauner



© S. Bouveret, N. Brauner, 2025

Votons

4 personnes préfèrent Alice à Benjamin et Benjamin à Camille

3 personnes préfèrent Benjamin à Camille et Camille à Alice

2 personnes préfèrent Benjamin à Alice et Alice à Camille

2 personnes préfèrent Camille à Alice et Alice à Benjamin

Votons

4 personnes préfèrent Alice à Benjamin et Benjamin à Camille

3 personnes préfèrent Benjamin à Camille et Camille à Alice

2 personnes préfèrent Benjamin à Alice et Alice à Camille

2 personnes préfèrent Camille à Alice et Alice à Benjamin

4	3	2	2
Alice	Benjamin	Benjamin	Camille
Benjamin	Camille	Alice	Alice
Camille	Alice	Camille	Benjamin

Exemple de Condorcet simplifié

Votons

4	3	2	2
A	B	B	C
B	C	A	A
C	A	C	B

Qui doit gagner ?

Votons

4	3	2	2
A	B	B	C
B	C	A	A
C	A	C	B

Qui doit gagner ?

- ▶ 6 votants préfèrent A à B (contre 5)
- ▶ 6 votants préfèrent A à C (contre 5)
- ▶ 9 votants préfèrent B à C (contre 2)
- ▶ A est un vainqueur de Condorcet
- ▶ B gagne à la majorité (premier choix uniquement)
- ▶ B gagne aux scores de Borda

Choix Social Computationnel : Histoire

Arrivent deux nouveaux votants

4	3	2	2	2
A	B	B	C	C
B	C	A	A	A
C	A	C	B	B

Qui doit gagner ?

Choix Social Computationnel : Histoire

Arrivent deux nouveaux votants

4	3	2	2	2
A	B	B	C	C
B	C	A	A	A
C	A	C	B	B

Qui doit gagner ?

- ▶ Une majorité préfère A à B
- ▶ Une majorité préfère B à C
- ▶ Une majorité préfère C à A

Paradoxe de Condorcet

Le sondage d'Albert...

100 personnes votent pour le chat le plus cool du monde...



(la statistique expliquée à mon chat)

Le sondage d'Albert...

100 personnes votent pour le chat le plus cool du monde...

Le sondage d'Albert...

100 personnes votent pour le chat le plus cool du monde...

	Albert	Émilie	Oscar	Marine	Max
33 votes	✓				
22 votes		✓			
18 votes			✓		
16 votes				✓	
7 votes					✓
4 votes					✓

Le sondage d'Albert...

100 personnes votent pour le chat le plus cool du monde...

	Albert	Émilie	Oscar	Marine	Max
33 votes	✓				
22 votes		✓			
18 votes			✓		
16 votes				✓	
7 votes					✓
4 votes					✓

Quiz : Qui gagne ? Comment justifiez-vous votre choix ?

Le sondage d'Albert...

100 personnes votent pour le chat le plus cool du monde...

	Albert	Émilie	Oscar	Marine	Max
33 votes	✓				
22 votes	✗	✓			
18 votes	✗		✓		
16 votes	✗			✓	
7 votes	✗				✓
4 votes	✗				✓

Le sondage d'Albert...

100 personnes votent pour le chat le plus cool du monde...

	Albert	Émilie	Oscar	Marine	Max
33 votes	1	5	4	2	3
22 votes	5	1	4	3	2
18 votes	5	2	1	4	3
16 votes	5	4	2	1	3
7 votes	5	2	4	3	1
4 votes	5	4	2	3	1

Quiz : Qui gagne ? Comment justifiez-vous votre choix ?

Le sondage d'Albert : le vainqueur

Allons voir sur Whale 5 :

<https://whale5.noiraudes.net/polls/cbc4935f-4437-41d0-bf56-427d7e9e8682>

- ▶ Scrutin majoritaire à 1 tour
- ▶ Scrutin majoritaire à 2 tours
- ▶ Vote alternatif
- ▶ Méthode de Borda
- ▶ Méthode de Condorcet

Le sondage d'Albert : le vainqueur

Allons voir sur Whale 5 :

<https://whale5.noiraudes.net/polls/cbc4935f-4437-41d0-bf56-427d7e9e8682>

- ▶ Scrutin majoritaire à 1 tour : **Albert**
- ▶ Scrutin majoritaire à 2 tours
- ▶ Vote alternatif
- ▶ Méthode de Borda
- ▶ Méthode de Condorcet

Le sondage d'Albert : le vainqueur

Allons voir sur Whale 5 :

<https://whale5.noiraudes.net/polls/cbc4935f-4437-41d0-bf56-427d7e9e8682>

- ▶ Scrutin majoritaire à 1 tour : **Albert**
- ▶ Scrutin majoritaire à 2 tours : **Émilie**
- ▶ Vote alternatif
- ▶ Méthode de Borda
- ▶ Méthode de Condorcet

Le sondage d'Albert : le vainqueur

Allons voir sur Whale 5 :

<https://whale5.noiraudes.net/polls/cbc4935f-4437-41d0-bf56-427d7e9e8682>

- ▶ Scrutin majoritaire à 1 tour : **Albert**
- ▶ Scrutin majoritaire à 2 tours : **Émilie**
- ▶ Vote alternatif : **Oscar**
- ▶ Méthode de Borda
- ▶ Méthode de Condorcet

Le sondage d'Albert : le vainqueur

Allons voir sur Whale 5 :

<https://whale5.noiraudes.net/polls/cbc4935f-4437-41d0-bf56-427d7e9e8682>

- ▶ Scrutin majoritaire à 1 tour : **Albert**
- ▶ Scrutin majoritaire à 2 tours : **Émilie**
- ▶ Vote alternatif : **Oscar**
- ▶ Méthode de Borda : **Marine**
- ▶ Méthode de Condorcet

Le sondage d'Albert : le vainqueur

Allons voir sur Whale 5 :

<https://whale5.noiraudes.net/polls/cbc4935f-4437-41d0-bf56-427d7e9e8682>

- ▶ Scrutin majoritaire à 1 tour : **Albert**
- ▶ Scrutin majoritaire à 2 tours : **Émilie**
- ▶ Vote alternatif : **Oscar**
- ▶ Méthode de Borda : **Marine**
- ▶ Méthode de Condorcet : **Max**

Le sondage d'Albert : le vainqueur

Allons voir sur Whale 5 :

<https://whale5.noiraudes.net/polls/cbc4935f-4437-41d0-bf56-427d7e9e8682>

- ▶ Scrutin majoritaire à 1 tour : **Albert**
- ▶ Scrutin majoritaire à 2 tours : **Émilie**
- ▶ Vote alternatif : **Oscar**
- ▶ Méthode de Borda : **Marine**
- ▶ Méthode de Condorcet : **Max**

5 méthodes de vote, 5 vainqueurs...

Le blocage est donc total... (sic)

Systèmes de vote

Vote : agréger les préférences individuelles d'un ensemble de votants sur un ensemble d'alternatives pour choisir la “meilleure” alternative pour le groupe

Systèmes de vote

Vote : agréger les préférences individuelles d'un ensemble de votants sur un ensemble d'alternatives pour choisir la “meilleure” alternative pour le groupe

Systèmes de vote

Système de vote

- ▶ des votants
- ▶ des alternatives ou candidats
- ▶ chaque votant donne un ordre complet sur les alternatives

Une méthode de vote est un algorithme qui doit choisir un ordre (éventuellement avec égalité) sur les candidats.

Systèmes de vote



Systèmes de vote

Propriétés désirables d'un système de vote

Axiome : énoncé admis comme vrai qui sert de point de départ aux démonstrations d'une théorie

- ▶ anonyme : tous les électeurs ont le même rôle dans la règle de vote (eg pas de veto)
- ▶ neutre : toutes les alternatives sont traitées de façon équivalente par la règle
- ▶ Monotone : si x est un vainqueur et un votant change son bulletin en "montant" x , alors x reste un vainqueur

Systèmes de vote

Si on doit choisir parmi **deux alternatives** :

Alors, la seule méthode de vote raisonnable est la

Systèmes de vote

Si on doit choisir parmi **deux alternatives** :

Alors, la seule méthode de vote raisonnable est la **règle de la majorité**

Théorème de May, 1952

Théorème d'Arrow

Kenneth Arrow (1921-2017)
économiste américain
Théorème d'impossibilité en 1951
prix Nobel d'économie en 1972



Par Linda A. Cicero / Stanford News Service —
Stanford News Service, CC BY 3.0

Théorème d'Arrow : Axiomes

Faiblement Pareto : si tous les votants préfèrent A à B , alors, A doit être classé avant B par l'algorithme

Indépendance aux alternatives non pertinentes IIA :
pour deux alternatives A et B , l'ordre relatif de A et de B dans la décision finale ne dépend que de l'ordre relatif de A et de B fourni par les votants mais pas de comment les votants classent une troisième alternative C

Théorème d'Arrow : Quelques règles

Quels axiomes sont vérifiés ?

- ▶ Range les alternatives par ordre de fréquence en première position

Théorème d'Arrow : Quelques règles

Quels axiomes sont vérifiés ?

- ▶ Range les alternatives par ordre de fréquence en première position : pas IIA
- ▶ Toutes les alternatives sont équivalentes

Théorème d'Arrow : Quelques règles

Quels axiomes sont vérifiés ?

- ▶ Range les alternatives par ordre de fréquence en première position : pas IIA
- ▶ Toutes les alternatives sont équivalentes : pas Pareto

Théorème d'Arrow : dictature



© United Artists - Charles Chaplin Productions

Dictature Il existe un votant qui décide du résultat du vote

$$\exists i^* \quad \forall a, b \quad a \succeq_{i^*} b \Rightarrow a \succeq b$$

Théorème d'Arrow : dictature



© United Artists - Charles Chaplin Productions

Dictature Il existe un votant qui décide du résultat du vote

$$\exists i^* \quad \forall a, b \quad a \succeq_{i^*} b \Rightarrow a \succeq b$$

Faiblement Pareto et IIA

Théorème d'Arrow

Théorème d'Arrow (1951) Pour trois alternatives ou plus, toute méthode de vote qui respecte Pareto faible et IIA est une dictature

Théorème d'Arrow

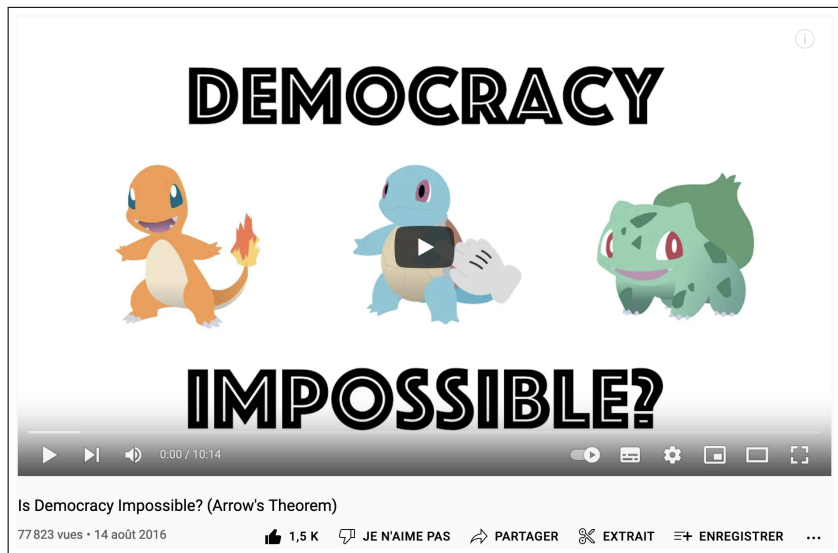
Théorème d'Arrow (1951) Pour trois alternatives ou plus, toute méthode de vote qui respecte Pareto faible et IIA est une dictature

Résultat d'impossibilité...

Dès qu'on a trois alternatives, il est impossible de construire une règle non-dictatoriale qui respecte l'axiome de Pareto faible et qui soit indépendante aux alternatives non pertinentes

Systèmes de vote

Undefined Behavior : Is Democracy Impossible? (Arrow's Theorem)



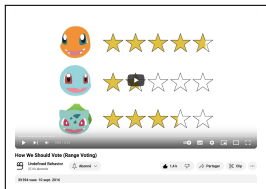
Alors, quel système de vote choisir ?



Jugement majoritaire
Science Etonnante



Vote par approbation
Monsieur Phi



Undefined Behavior
Range Voting



Science4all
Scrutin de Condorcet randomisé

Wikipedia: Comparaison de systèmes électoraux

- ▶ **Majorité** : si un candidat est classé premier par une majorité de votants, alors il doit gagner
- ▶ **Vainqueur de Condorcet** : s'il existe un vainqueur de Condorcet, il doit être choisi
- ▶ **Indépendance aux clones** : le résultat de l'élection ne doit pas changer si on rajoute un clone d'un candidat non gagnant (spoiler, équipe)
- ▶ **Monotonicité** : on ne peut pas faire perdre un candidat en le classant plus haut dans certains bulletins
- ▶ **Participation** : s'abstenir ne peut pas aider son candidat préféré

Alors, quel système de vote choisir ?

Wikipedia : Comparaison de systèmes électoraux

Sort:																													
Method	Criterion	Majority	Major loser	Mutual maj.	Condorcet	Cond. loser	Smith/ISDA	LIA	IIA	Clone-proof	Monotone	Consistency	Participation	Reversal symmetry	Polytime/resolvable	Summable	Later-no		No favorite betrayal		Ballot type	Ranks							
		Harm	Help	=	>																								
Approval		Rated [a]	No	No	No ^[b]	No	No ^[a]	Yes [c]	Yes [a]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	O(N)	Yes	O(N)	No	Yes ^[f]	Yes	Approvals	Yes	No						
Borda count		No	Yes	No	No ^[b]	Yes	No	No	No	Teams	Yes	Yes	Yes	Yes	O(N)	Yes	O(N)	No	Yes	No	Ranking	Yes	Yes						
Bucklin		Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No	Yes	No	No	No	No	O(N)	Yes	O(N)	No	Yes	If equal preferences	Ranking	Yes	Yes						
Copeland		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No ^[b]	Teams, crowds	Yes	No ^[b]	No ^[b]	Yes	O(N ²)	No	O(N ²)	No ^[b]	No	No ^[b]	Ranking	Yes	Yes						
IRV (AV)		Yes	Yes	Yes	No ^[b]	Yes	No ^[a]	No	No	Yes	No	No	No	No	O(N ²)	Yes ^[a]	O(N) ^[b]	Yes	Yes	No	Ranking	No	Yes						
Kemeny–Young		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No ^[b]	Spoilers	Yes	No ^[a]	No ^[b]	Yes	O(N)	Yes	O(N ²) ^[j]	No ^[b]	No	No ^[b]	Ranking	Yes	Yes						
Highest median/Majority judgment ^[k]		Rated ^[d]	Yes [m]	No ^[c]	No ^[b]	No	No	No ^[b]	Yes [c]	Yes	Yes	No ^[a]	No ^[b]	Depends ^[i]	O(N)	Yes	O(N) ^[j]	No ^[b]	Yes	Yes	Scores ^[e]	Yes	Yes						
Minimax		Yes	No	No	Yes ^[d]	No	No	No	No ^[b]	Spoilers	Yes	No ^[b]	No ^[b]	No	O(N ²)	Yes	O(N ²)	No ^[b]	No	No ^[b]	Ranking	Yes	Yes						
Plurality/FTPT		Yes	No	No	No ^[b]	No	No ^[a]	No	No	Spoilers	Yes	Yes	Yes	No	O(N)	Yes	O(N)	N/A ^[v]	N/A ^[u]	No	Single mark	N/A	No						
Score voting		No	No	No	No ^[b]	No	No ^[b]	Yes [c]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	O(N)	Yes	O(N)	No	Yes	Yes	Scores	Yes	Yes						
Ranked pairs		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No ^[b]	Yes	Yes	No ^[b]	No ^[b]	Yes	O(N ²)	Yes	O(N ²)	No ^[b]	No	No ^[b]	Ranking	Yes	Yes						
Runoff voting		Yes	Yes	No	No ^[b]	Yes	No ^[b]	No	No	Spoilers	No	No	No	No	O(N) ^[w]	Yes	O(N) ^[w]	Yes	Yes ^[x]	No	Single mark	N/A	No [h]						
Schulze		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No ^[b]	Yes	Yes	No ^[b]	No ^[b]	Yes	O(N ²)	Yes	O(N ²)	No ^[b]	No	No ^[b]	Ranking	Yes	Yes						
STAR voting		No ^[z]	Yes	No ^[aa]	No ^[b]	Yes	No ^[a]	No	No	No	Yes	No	No	Depends [ab]	O(N)	Yes	O(N ²)	No	No	No ^[ac]	Scores	Yes	Yes						
Sortition, arbitrary winner ^[ad]		No	No	No	No ^[b]	No	No ^[b]	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	O(1)	No	O(1)	Yes	Yes	Yes	None	N/A	N/A						
Random ballot ^[ae]		No	No	No	No ^[b]	No	No ^[a]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	O(N)	No	O(N)	Yes	Yes	Yes	Single mark	N/A	No						

Quelle procédure ?

Alors, comment choisir une procédure de vote qui tient la route ?

Quelle procédure ?

Alors, comment choisir une procédure de vote qui tient la route ?

Tentons avec le scrutin majoritaire à deux tours (après tout, c'est utilisé presque dans toutes les élections politiques en France)

SM2T et monotonie

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	2	1	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

SM2T et monotonie

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	2	1	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

SM2T et monotonie

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	2	1	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Alice

SM2T et monotonie

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	2	1	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Alice

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Carol

Vainqueur : Carol

SM2T et monotonie

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	2	1	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Alice

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
6 votes	1	2	3
2 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Carol

Vainqueur : Carol

Le scrutin majoritaire à 2 tours n'est pas monotone

SM2T et participation

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

SM2T et participation

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 + 2 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

SM2T et participation

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 + 2 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Carol

Vainqueur : Carol

SM2T et participation

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Carol
Vainqueur : Carol

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 + 2 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob
Vainqueur : Alice

SM2T et participation

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Carol
Vainqueur : Carol

Situation finale :

	Alice	Bob	Carol
8 votes	1	2	3
4 + 2 votes	3	1	2
5 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob
Vainqueur : Alice

Le scrutin majoritaire à 2 tours ne vérifie pas la participation (les 2 électeurs additionnels auraient mieux fait de rester chez eux...)

SM2T et Condorcet

	Alice	Bob	Carol
$1/3 + \varepsilon$ votes	1	3	2
$1/3 + \varepsilon$ votes	3	1	2
$1/3 - 2\varepsilon$ votes	2	3	1

SM2T et Condorcet

	Alice	Bob	Carol
$1/3 + \varepsilon$ votes	1	3	2
$1/3 + \varepsilon$ votes	3	1	2
$1/3 - 2\varepsilon$ votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Alice

SM2T et Condorcet

	Alice	Bob	Carol
$1/3 + \varepsilon$ votes	1	3	2
$1/3 + \varepsilon$ votes	3	1	2
$1/3 - 2\varepsilon$ votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Alice

Pourtant, une majorité de $2/3 - \varepsilon$ d'électeurs préfère Carol à Alice et à Bob...

SM2T et Condorcet

	Alice	Bob	Carol
$1/3 + \varepsilon$ votes	1	3	2
$1/3 + \varepsilon$ votes	3	1	2
$1/3 - 2\varepsilon$ votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Alice

Pourtant, une majorité de $2/3 - \varepsilon$ d'électeurs préfère Carol à Alice et à Bob...

Le scrutin majoritaire à 2 tours n'est (sévèrement) pas cohérent avec Condorcet.

SM2T et clones (1)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
48 votes	1	2	3
27 votes	2	1	3
25 votes	2	3	1

SM2T et clones (1)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
48 votes	1	2	3
27 votes	2	1	3
25 votes	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol
24 votes	1	2	3	4
24 votes	2	1	3	4
27 votes	2	3	1	4
25 votes	2	3	4	1

SM2T et clones (1)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
48 votes	1	2	3
27 votes	2	1	3
25 votes	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol
24 votes	1	2	3	4
24 votes	2	1	3	4
27 votes	2	3	1	4
25 votes	2	3	4	1

Finalistes : Alice + Carol

Vainqueur : Alice

SM2T et clones (1)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
48 votes	1	2	3
27 votes	2	1	3
25 votes	2	3	1

Finalistes : Alice + Carol
Vainqueur : Alice

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol
24 votes	1	2	3	4
24 votes	2	1	3	4
27 votes	2	3	1	4
25 votes	2	3	4	1

Finalistes : Bob + Carol
Vainqueur : Bob

SM2T et clones (1)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol
48 votes	1	2	3
27 votes	2	1	3
25 votes	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol
24 votes	1	2	3	4
24 votes	2	1	3	4
27 votes	2	3	1	4
25 votes	2	3	4	1

Finalistes : Alice + Carol

Vainqueur : Alice

Finalistes : Bob + Carol

Vainqueur : Bob

Le scrutin majoritaire à 2 tours est (très) sensible aux clones : les clones peuvent nuire.

SM2T et clones (2)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol	Dave
42	1	2	3	4
20	4	1	2	3
19	4	2	1	3
19	4	2	3	1

SM2T et clones (2)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol	Dave
42	1	2	3	4
20	4	1	2	3
19	4	2	1	3
19	4	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol	Dave
21	1	2	3	4	5
21	2	1	3	4	5
20	4	5	1	2	3
19	4	5	2	1	3
19	4	5	2	3	1

SM2T et clones (2)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol	Dave
42	1	2	3	4
20	4	1	2	3
19	4	2	1	3
19	4	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol	Dave
21	1	2	3	4	5
21	2	1	3	4	5
20	4	5	1	2	3
19	4	5	2	1	3
19	4	5	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Bob

SM2T et clones (2)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol	Dave
42	1	2	3	4
20	4	1	2	3
19	4	2	1	3
19	4	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob
Vainqueur : Bob

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol	Dave
21	1	2	3	4	5
21	2	1	3	4	5
20	4	5	1	2	3
19	4	5	2	1	3
19	4	5	2	3	1

Finalistes : Alice + Anna
Vainqueur : Alice

SM2T et clones (2)

Situation initiale :

	Alice	Bob	Carol	Dave
42	1	2	3	4
20	4	1	2	3
19	4	2	1	3
19	4	2	3	1

Situation finale :

	Alice	Anna	Bob	Carol	Dave
21	1	2	3	4	5
21	2	1	3	4	5
20	4	5	1	2	3
19	4	5	2	1	3
19	4	5	2	3	1

Finalistes : Alice + Bob

Vainqueur : Bob

Finalistes : Alice + Anna

Vainqueur : Alice

Le scrutin majoritaire à 2 tours est (très) sensible aux clones : les clones peuvent aider.

SM2T et manipulation

	Alice	Bob	Carol	Dave
30 votes	1	3	2	4
33 votes	2	1	3	4
32 votes	3	2	1	4
5 votes	2	3	4	1

SM2T et manipulation

	Alice	Bob	Carol	Dave
30 votes	1	3	2	4
33 votes	2	1	3	4
32 votes	3	2	1	4
5 votes	2	3	4	1

Pour qui ont intérêt à voter les 5 derniers électeurs ?

SM2T et manipulation

	Alice	Bob	Carol	Dave
30 votes	1	3	2	4
33 votes	2	1	3	4
32 votes	3	2	1	4
5 votes	2	3	4	1

Pour qui ont intérêt à voter les 5 derniers électeurs ?

Le scrutin majoritaire à 2 tours est très facilement manipulable
(cf vote utile)

SM2T : résumons...

Bon, donc, le scrutin majoritaire à 2 tours :

- ▶ n'est pas monotone
- ▶ ne satisfait pas la participation
- ▶ n'est sévèrement pas Condorcet-cohérent
- ▶ est très sensible aux clones
- ▶ est très facilement manipulable

SM2T : résumons...

Bon, donc, le scrutin majoritaire à 2 tours :

- ▶ n'est pas monotone
- ▶ ne satisfait pas la participation
- ▶ n'est sévèrement pas Condorcet-cohérent
- ▶ est très sensible aux clones
- ▶ est très facilement manipulable

D'autres problèmes potentiels :

- ▶ d'autres propriétés non vérifiées (e.g. renforcement)
- ▶ expressivité très limitée des électeurs (1 nom sur un bulletin)

SM2T : résumons...

Bon, donc, le scrutin majoritaire à 2 tours :

- ▶ n'est pas monotone
- ▶ ne satisfait pas la participation
- ▶ n'est sévèrement pas Condorcet-cohérent
- ▶ est très sensible aux clones
- ▶ est très facilement manipulable

D'autres problèmes potentiels :

- ▶ d'autres propriétés non vérifiées (e.g. renforcement)
- ▶ expressivité très limitée des électeurs (1 nom sur un bulletin)

Mais il a aussi quelques bonnes propriétés : facile à comprendre, facile à calculer et vérifier, faible complexité de communication, anonyme, neutre, satisfait l'unanimité...

Quelle procédure ?

Bon alors, quelle procédure choisir ?

- ▶ On ne peut pas tout avoir → il faut se focaliser sur les propriétés désirables que l'on souhaite : monotonie, unanimité, renforcement, résistance à la manipulation, indépendance aux clones...
- ▶ Expression des bulletins : uninominal ? approbation ? ordre ? note ?
- ▶ Compréhensibilité de la procédure (bulletins + calcul du vainqueur)

Peut-on évaluer en vrai les systèmes de vote ?

- ▶ <https://theo.delemazure.fr/datasets/>
- ▶ <https://vote.imag.fr/>

La suite...

Algorithmes et société

- ▶ Comment découper un gâteau ? (avant Noël)
- ▶ L'algorithme d'appariement de Mon Master : des mariages stables aux choix politiques (en mars)
- ▶ Éthique et algorithmes d'aide à la décision
- ▶ ...