

Plan du Chapitre

1. Modèles unicritères et multicritères.
2. Concepts de base de la modélisation multicritère.
3. Utilité multi-attribut (agrégation).
4. Méthodes de surclassement.
5. PROMETHEE & GAIA.
6. Logiciel Visual PROMETHEE.
7. Méthodes interactives.

Quelques Problèmes de Décision et d'Evaluation

- Choisir le site d'implantation d'une nouvelle usine, d'un magasin, ...
- Engager du personnel, GRH.
- Acheter du matériel.
- Evaluer la qualité des fournisseurs.
- Evaluer des projets.
- Choisir une stratégie d'investissement.

Modèle

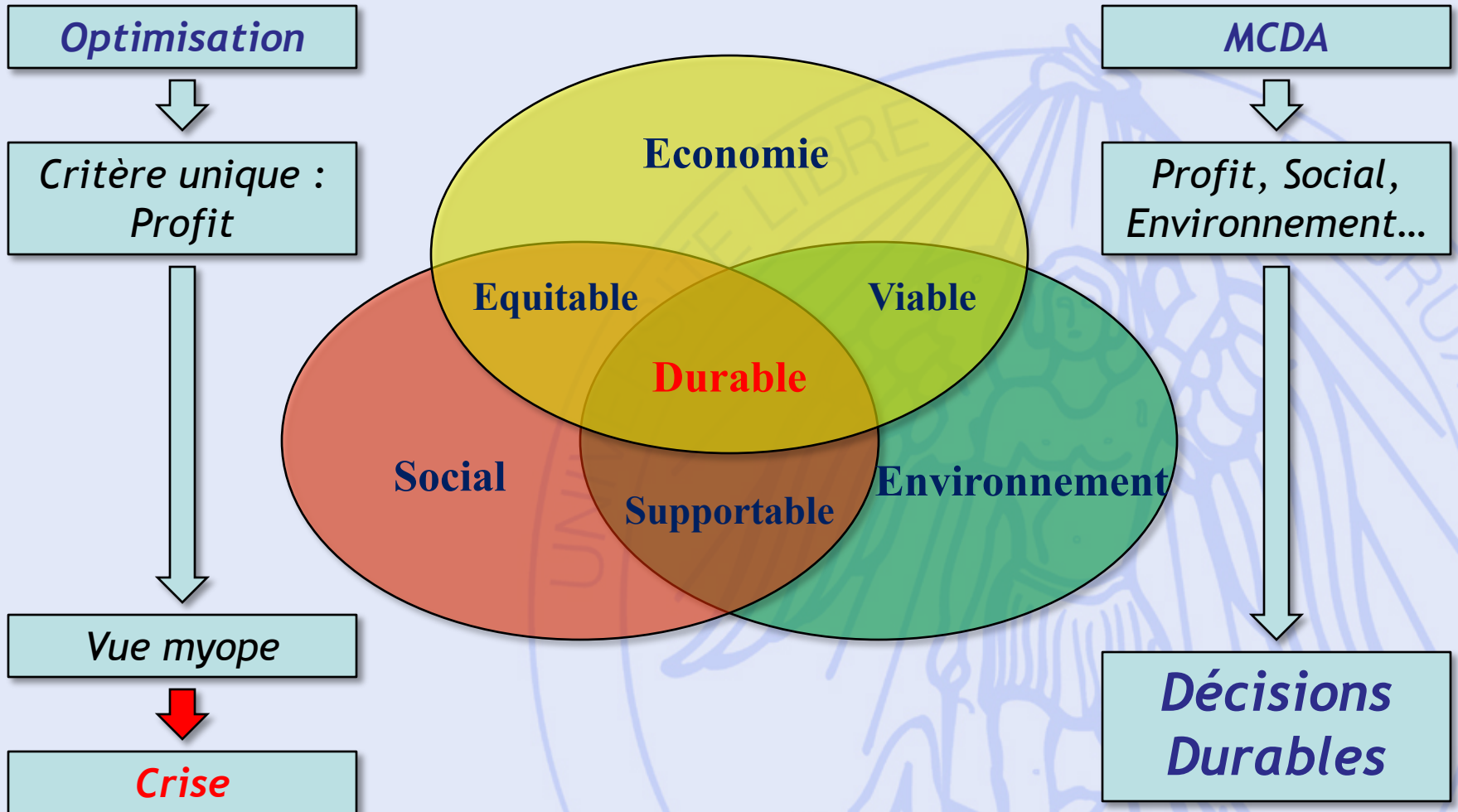
Multicritère vs Unicritère

- Modèle unicritère :

$$\text{Optimiser } \{g(a) \mid a \in A\}$$

- Mathématiquement bien posé :
 - Notion de solution optimale,
 - Classement complet des actions.
- Économiquement mal posé :
 - Un seul critère ? Peu réaliste.
 - Notion de critère : seuils de perception, ...

MCDA vs Optimisation



Modèle

Multicritère vs Unicritère

- Modèle multicritère :

Optimiser $\{g_1(a), g_2(a), \dots, g_k(a) \mid a \in A\}$

- Mathématiquement mal posé :
 - Pas de solution optimale,
 - Pas de sens mathématique.
- Économiquement bien posé :
 - Plus proche du problème de décision réel,
 - Recherche d'une solution de compromis.

Développement de l'aide à la décision multicritère

- 1968 : méthode ELECTRE I (B. ROY)
- 1972 : conférence internationale aux U.S.A.
- 1973 : premier mémoire multicritère à l'U.L.B.
- 1975 : groupe de travail européen
- 1977 : Charnes & Cooper :

The main impetus for the burst of new applications seems to be associated with the evolution of public management science and its very natural orientation towards multiobjective formulation.

- 1980-85 : $\pm 12\%$ des communications dans les congrès européens.
- 1992 : journal international JMCDA

Tableau Multicritère

- Actions :
 - décisions possibles,
 - items à évaluer.
- Critères :
 - quantitatifs,
 - qualitatifs.

Tableau Multicritère

| Action 1 | |
|----------|--|
| Action 2 | |
| Action 3 | |
| Action 4 | |
| Action 5 | |
| ... | |

Tableau Multicritère

| | Crit. 1 (unité) | Crit. 2 (unité) | Crit. 3 (unité) | Crit. 4 (unité) | ... |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| Action 1 | | | | | |
| Action 2 | | | | | |
| Action 3 | | | | | |
| Action 4 | | | | | |
| Action 5 | | | | | |
| ... | | | | | |

Tableau Multicritère

| | Crit. 1 (/20) | Crit. 2 (cote) | Crit. 3 (appréc.) | Crit. 4 (O/N) | ... |
|----------|------------------|-------------------|----------------------|------------------|-----|
| Action 1 | 18 | 135 | B | Oui | ... |
| Action 2 | 9 | 147 | M | Oui | ... |
| Action 3 | 15 | 129 | TB | Non | ... |
| Action 4 | 12 | 146 | TM | ? | ... |
| Action 5 | 7 | 121 | B | Oui | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Localisation d'une Usine

| | Investissement (BEF) | Coûts (BEF) | Environn. (estimation) | ... |
|--------|-------------------------|----------------|---------------------------|-----|
| Site 1 | 18 | 135 | B | ... |
| Site 2 | 9 | 147 | M | ... |
| Site 3 | 15 | 129 | TB | ... |
| Site 4 | 12 | 146 | TM | ... |
| Site 5 | 7 | 121 | B | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... |

Possibilité d'Achats

| | Prix (BEF) | Fiabilité (jours) | Maintenance (estimation) | ... |
|-----------|---------------|----------------------|-----------------------------|-----|
| Produit A | 18 | 135 | B | ... |
| Produit B | 9 | 147 | M | ... |
| Produit C | 15 | 129 | TB | ... |
| Produit D | 12 | 146 | TM | ... |
| Produit E | 7 | 121 | B | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... |

Un Exemple

Achat d'une automobile

Objectifs :

- Economie à l'achat (prix),
- Economie à l'usage (consommation),
- Performances (puissance),
- Confort,
- Habitabilité.

Tableau Multicritère

| Marque | Prix | Puissance | Consomm. | Habitabilité | Confort |
|-----------|--------|-----------|----------|--------------|---------|
| Moyenne A | 360000 | 75 | 8,0 | 3 | 3 |
| Sport | 390000 | 110 | 9,0 | 1 | 2 |
| Moyenne B | 355000 | 85 | 7,0 | 4 | 3 |
| Luxe 1 | 480000 | 90 | 8,5 | 4 | 5 |
| Economic | 250000 | 50 | 7,5 | 2 | 1 |
| Luxe 2 | 450000 | 85 | 9,0 | 5 | 4 |

- Quel est le meilleur achat ?

Tableau Multicritère

| Marque | Prix | Puissance | Consomm. | Habitabilité | Confort |
|-----------|---------------|------------|------------|--------------|----------|
| Moyenne A | 360000 | 75 | 8,0 | 3 | 3 |
| Sport | 390000 | 110 | 9,0 | 1 | 2 |
| Moyenne B | 355000 | 85 | 7,0 | 4 | 3 |
| Luxe 1 | 480000 | 90 | 8,5 | 4 | 5 |
| Economic | 250000 | 50 | 7,5 | 2 | 1 |
| Luxe 2 | 450000 | 85 | 9,0 | 5 | 4 |

- Quel est le meilleur achat ?

Tableau Multicritère

| Marque | Prix | Puissance | Consomm. | Habitabilité | Confort |
|-----------|---------------|------------|------------|--------------|----------|
| Moyenne A | 360000 | 75 | 8,0 | 3 | 3 |
| Sport | 390000 | 110 | 9,0 | 1 | 2 |
| Moyenne B | 355000 | 85 | 7,0 | 4 | 3 |
| Luxe 1 | 480000 | 90 | 8,5 | 4 | 5 |
| Economic | 250000 | 50 | 7,5 | 2 | 1 |
| Luxe 2 | 450000 | 85 | 9,0 | 5 | 4 |

- Quel est le meilleur achat ?
- Quel est le meilleur compromis ?

Tableau Multicritère

| Marque | Prix | Puissance | Consomm. | Habitabilité | Confort |
|-----------|---------------|------------|------------|--------------|----------|
| Moyenne A | 360000 | 75 | 8,0 | 3 | 3 |
| Sport | 390000 | 110 | 9,0 | 1 | 2 |
| Moyenne B | 355000 | 85 | 7,0 | 4 | 3 |
| Luxe 1 | 480000 | 90 | 8,5 | 4 | 5 |
| Economic | 250000 | 50 | 7,5 | 2 | 1 |
| Luxe 2 | 450000 | 85 | 9,0 | 5 | 4 |

- Quel est le meilleur achat ?
- Quel est le meilleur compromis ?
- Quelles sont les priorités de l'acheteur ?



Définition des actions

- Définition : Soit A l'ensemble des actions, qui peut être :
 - défini en extension :
par énumération de ses éléments.
→ petit nombre d'actions.
 - défini en compréhension :
par des contraintes.
(Cf. programmation linéaire)
→ grand nombre ou infinité d'actions.

Propriétés de l'ensemble des actions

A peut être :

- **stable** : défini a priori, n'évolue pas.
- **évolutif** : peut être modifié au cours de la procédure.
- **globalisé** : éléments exclusifs l'un par rapport à l'autre.
- **fragmenté** : on considère des combinaisons d'actions.

Modélisation des préférences

- Problème :
Comment comparer deux actions a et b entre elles ?
- Premier modèle : 3 résultats possibles :
 1. Préférence : aPb ou bPa
 2. Indifférence : aIb
 3. Incomparabilité : aRb

Structure de préférences

- Propriétés (logiques):

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| $aPb \Rightarrow \text{non } bPa$ | P est asymétrique |
| aIa | I est réflexive |
| $aIb \Rightarrow bIa$ | I est symétrique |
| Non aRa | R est irréflexive |
| $aRb \Rightarrow bRa$ | R est symétrique |

- Ces trois relations de préférence forment une structure de préférence (s.p.), si pour tous a, b de A on a toujours l'une des quatre situations suivantes :

$$aPb \text{ ou } bPa \text{ ou } aIb \text{ ou } aRb$$

Structure de préférence traditionnelle (unicritère)

- Optimisation d'une fonction g définie sur A

$$\forall a, b \in A: \begin{cases} aPb & \Leftrightarrow g(a) > g(b) \\ aIb & \Leftrightarrow g(a) = g(b) \end{cases}$$

- Conséquences :

| |
|--------------------|
| R est vide |
| P est transitive |
| I est transitive |

- Préordre total.

Notion de seuil d'indifférence

- Problème : Intransitivité de l'indifférence.
Cf. Paradoxe de la tasse de café (Luce, 1956)
- Introduction d'un seuil d'indifférence :

$$\forall a, b \in A: \begin{cases} aPb & \Leftrightarrow g(a) > g(b) + q \\ aIb & \Leftrightarrow |g(a) - g(b)| \leq q \end{cases}$$

- Quasi-ordre : P est transitive, mais pas I .

Autres structures de préférences

- Seuil d'indifférence variable
⇒ Notion d'ordre d'intervalle.
- Seuil de préférence + seuil d'indifférence
⇒ Notion de pseudo-ordre.
- Modèles incluant l'incomparabilité
⇒ Notion d'ordre partiel.
- Structures valuées de préférences

Théorie du choix social

- Problème :
 - Un groupe de personnes doivent choisir un candidat parmi plusieurs (élection).
 - Chaque personne (électeur) classe les candidats par ordre de préférence.
 - Quel candidat doit être élu ?
- Quelle est la « meilleure » procédure de vote ?
- Analogie avec les modèles multicritères :
 - Candidats \leftrightarrow actions,
 - Electeurs \leftrightarrow critères.

5 procédures... ... parmi d'autres...

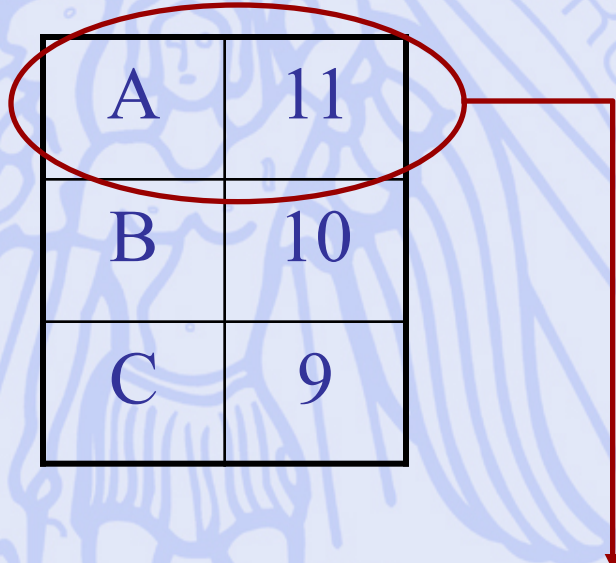
1. Majorité relative.
2. Condorcet.
3. Scrutin à 2 tours (présidentielle).
4. Borda.
5. Éliminations successives.

Procédure 1 : Majorité relative

3 candidats: Albert, Bruno, Claire

30 votants:

| 11 votants | 10 votants | 9 votants |
|---------------|---------------|--------------|
| A | B | C |
| B | C | B |
| C | A | A |



| | |
|---|----|
| A | 11 |
| B | 10 |
| C | 9 |

Albert est élu

Procédure 1 : Majorité relative

3 candidats: Albert, Bruno, Claire

30 votants:

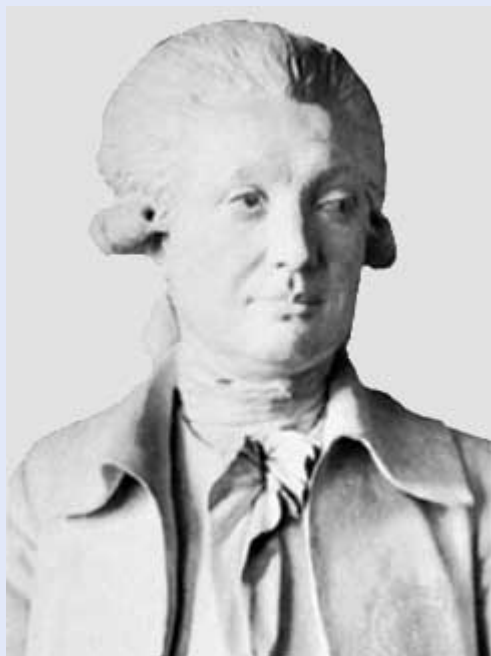
| 11 votants | 10 votants | 9 votants |
|---------------|---------------|--------------|
| A | B | C |
| B | C | B |
| C | A | A |

| | |
|---|----|
| A | 11 |
| B | 10 |
| C | 9 |

Problème : B et C préférés à A par une majorité de votants !

Albert est élu

Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat Marquis de Condorcet 1743 - 1794



Procédure 2 : Condorcet

3 candidats: Albert, Bruno, Claire

30 votants:

| 11 votants | 10 votants | 9 votants |
|---------------|---------------|--------------|
| A | B | C |
| B | C | B |
| C | A | A |

| | |
|------------------|-------------|
| B meilleur que A | 19 votes |
| B meilleur que C | 21 votes |
| C meilleur que A | 19 votes |

Bruno est élu

Procédure 2 : Paradoxe de Condorcet

3 candidats: Albert, Bruno, Claire
9 votants:

| 4 votants | 3 votants | 2 votants |
|--------------|--------------|--------------|
| A | B | C |
| B | C | A |
| C | A | B |

| | |
|------------------|------------|
| A meilleur que B | 6 votes |
| B meilleur que C | 7 votes |
| C meilleur que A | 5 votes |



pas d'élus !

Procédure 3 : Scrutin à 2 tours

(élection présidentielle française)

4 candidats: Albert, Bruno, Claire, Diane

63 votants:

| 22 votants | 21 votants | 20 votants |
|---------------|---------------|---------------|
| B | C | D |
| A | A | A |
| C | D | C |
| D | B | B |

1^{er} tour:

B et C

2^{ème} tour:

C bat B
(41 contre 22)

Claire est élue

Procédure 3 : Scrutin à 2 tours (élection présidentielle française)

4 candidats: Albert, Bruno, Claire, Diane

63 votants:

| 22 votants | 21 votants | 20 votants |
|---------------|---------------|---------------|
| B | C | D |
| A | A | A |
| C | D | C |
| D | B | B |

Claire est élue !!!

...alors que

| | |
|------------------|-------------|
| A meilleur que C | 42 votes |
| A meilleur que B | 41 votes |
| A meilleur que D | 43 votes |

Procédure 3 : scrutin à 2 tours

(élection présidentielle française)

3 candidats: Albert, Bruno, Claire

17 votants:

| 5 votants | 6 votants | 4 votants | 2 votants |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| C | A | B | B |
| A | B | C | A |
| B | C | A | C |

1^{er} tour: A et B

2^{ème} tour: A bat B
(11 contre 6)

Albert est élu

Procédure 3 : scrutin à 2 tours (élection présidentielle française)

3 candidats: Albert, Bruno, Claire

17 votants:

| 5 votants | 6 votants | 4 votants | 2 votants |
|--------------|--------------|--------------|------------------------------|
| C | A | B | A B |
| A | B | C | B A |
| B | C | A | C |

Albert était élu

1^{er} tour: A et C

2^{ème} tour: C bat A
(9 contre 8)

Claire est élue !

Problème : non-monotonicité !

Jean Charles de Borda

1733 - 1799



Procédure 4 : Borda

3 candidats: Albert, Bruno, Claire
81 votants:

| 30 votants | 29 votants | 10 votants | 10 votants | 1 votant | 1 votant |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| A | C | C | B | A | B |
| C | A | B | A | B | C |
| B | B | A | C | C | A |

| Points | | Score |
|--------|---|------------|
| 2 | A | 101 |
| 1 | B | 33 |
| 0 | C | 109 |

$$31 \times 2 + 39 \times 1$$

$$11 \times 2 + 11 \times 1$$

$$39 \times 2 + 31 \times 1$$

Claire est élue !

Procédure 4 : Borda

3 candidats: Albert, Bruno, Claire

81 votants:

| | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 30 votants | 29 votants | 10 votants | 10 votants | 1 votant | 1 votant |
| A | C | C | B | A | B |
| C | A | B | A | B | C |
| B | B | A | C | C | A |

| Points | | Scores | |
|--------|---|------------|--|
| 2 | A | 101 | |
| 1 | B | 33 | |
| 0 | C | 109 | |

A meilleur que C : 41 sur 81

Procédure 4 : Borda

4 candidats: Albert, Bruno, Claire, Diane

7 votants:

| | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|---|
| 3 votants | 2 votants | 2 votants | Points | |
| C | B | A | | 3 |
| B | A | D | | 2 |
| A | D | C | | 1 |
| D | C | B | | 0 |

| Scores | | Classement |
|--------|----|------------|
| A | 13 | A |
| B | 12 | B |
| C | 11 | C |
| D | 6 | D |

Albert est élu

Procédure 4 : Borda

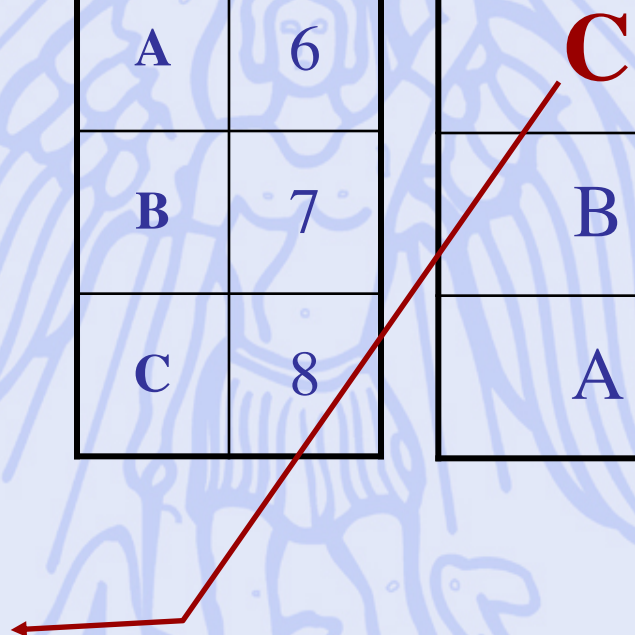
4 candidats: Albert, Bruno, Claire, ~~Diane~~

7 votants:

| | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|---|
| 3 votants | 2 votants | 2 votants | Points | |
| C | B | A | | 2 |
| B | A | C | | 1 |
| A | C | B | | 0 |

| Scores | | Classement |
|--------|---|------------|
| A | 6 | C |
| B | 7 | B |
| C | 8 | A |

Claire est élue



Borda (manipulation)

3 candidats: Albert, Bruno, Claire

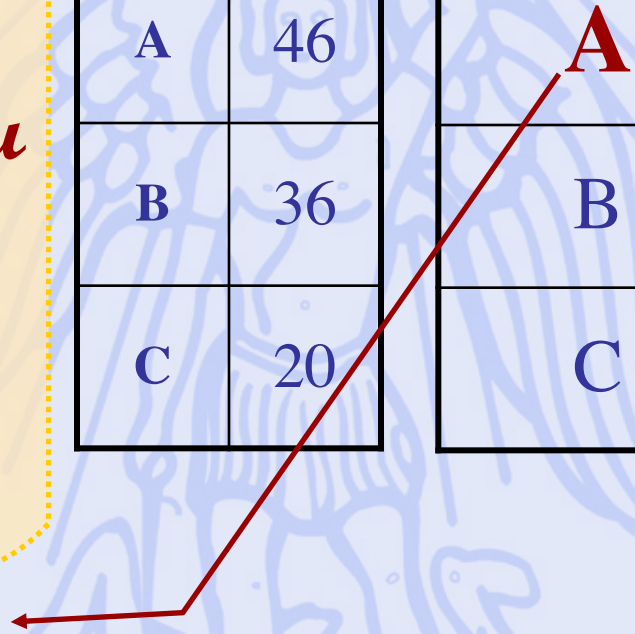
34 votants:

| | | | |
|----|----|----|--------|
| 12 | 12 | 10 | Points |
| A | B | C | |
| B | A | A | 1 |
| C | C | B | 0 |

Les partisans de Bruno suscitent la candidature du candidat x (« candidat bidon »)

| Scores | | Classement |
|--------|----|------------|
| A | 46 | A |
| B | 36 | B |
| C | 20 | C |

Albert est élu



Borda (manipulation)

4 candidats: Albert, Bruno, Claire, x

34 votants:

| 12 votants | 12 votants | 10 votants | Points |
|---------------|---------------|---------------|--------|
| A | B | C | 3 |
| B | x | A | 2 |
| C | A | B | 1 |
| x | C | x | 0 |

| Scores | | Classement |
|--------|----|------------|
| A | 68 | B |
| B | 70 | A |
| C | 42 | C |
| x | 24 | x |

Bruno est élu!

Borda (manipulation)

4 candidats: Albert, Bruno, Claire, x

34 votants:

| 12 votants | 12 votants | 10 votants | Points |
|---------------|---------------|---------------|--------|
| A | B | C | 3 |
| x | x | x | 2 |
| B | A | A | 1 |
| C | C | B | 0 |

| Scores | | Classement |
|--------|----|------------|
| A | 58 | X |
| B | 48 | A |
| C | 30 | B |
| x | 68 | C |

Le candidat « bidon » est élu!

Procédure 5 :

Eliminations successives

- Procédure par tours.
- Principe :
Éliminer à chaque tour le moins bon candidat, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus qu'un.

En conclusion ?

5 candidats: Albert, Bruno, Claire, Diane, Eric

25 votants:

Majorité relative:

↳ **Albert est élu**

Procédure française:

↳ **Bruno est élu**

Procédure de Condorcet:

↳ **Claire est élue**

Procédure de Borda:

↳ **Diane est élue**

Eliminations successives:

↳ **Eric est élu**

| 8 votants | 7 votants | 4 votants | 4 votants | 2 votants |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| A | B | D | C | |
| C | D | E | E | |
| D | C | B | D | |
| B | E | C | B | |
| E | A | A | A | |

Kenneth Arrow

(Nobel d'économie, 1972)

- **Théorème d'impossibilité (1952) :**
Avec au moins 2 votants et 3 candidats, il est impossible de construire une procédure de vote satisfaisant simultanément les 5 propriétés suivantes :
 - Non-dictature.
 - Universalité.
 - Indépendance vis-à-vis des tiers.
 - Monotonicité.
 - Non-imposition.

Définition des critères

- Définition :
fonction g définie sur A , à valeurs dans un ensemble totalement ordonné, représentant un objectif du décideur.
- Famille cohérente de critères :
 - représenter tous les aspects du problème, tous les objectifs du décideur,
 - éviter les redondances.

Problématiques

| | g_1 | g_2 | g_3 | ... |
|-----|----------|----------|----------|-----|
| a | $g_1(a)$ | $g_2(a)$ | $g_3(a)$ | ... |
| b | $g_1(b)$ | $g_2(b)$ | $g_3(b)$ | ... |
| c | ... | | | |
| ... | ... | | | |

Evaluations

- n actions
- k critères

- α - choix : déterminer un sous-ensemble d'actions (les « meilleures »).
- β - tri : trier les actions dans des catégories pré-déterminées.
- γ - classement : de la meilleure à la moins bonne action.
- δ - description : décrire les actions et leurs conséquences.

Relation de Dominance et Efficacité

- « Objectif ».
- Principe d'unanimité :

$$a \text{ domine } b \Leftrightarrow g_h(a) \geq g_h(b) \text{ pour tout } h$$

- Efficacité : a est efficace si elle n'est dominée par aucune autre action.
- Problèmes :
 - Relation très pauvre (peu de dominances),
 - Beaucoup d'actions efficaces.

Objections à la Dominance

| I | g_1 | g_2 |
|-----|-------|-------|
| a | 100 | 100 |
| b | 20 | 30 |

- a efficace
- a préférée à b

| II | g_1 | g_2 |
|-----|-------|-------|
| a | 100 | 30 |
| b | 20 | 100 |

- a et b efficaces
- a et b incompar.

| III | g_1 | g_2 |
|-----|-------|-------|
| a | 100 | 99 |
| b | 20 | 100 |

- a et b efficaces
- a préférée à b

| IV | g_1 | g_2 |
|-----|-------|-------|
| a | 100 | 99 |
| b | 99 | 100 |

- a et b efficaces
- a et b indiffér.

| V | g_1 | g_2 |
|-----|-------|-------|
| a | 100 | 100 |
| b | 99 | 99 |

- a efficace
- a et b indiffér.

Caractéristiques Souhaitées pour une bonne méthode multicritère

- Prendre en compte l'amplitude des écarts entre évaluations.
- Tenir compte des effets d'échelle.
- Construire un classement partiel (P, I, R) ou complet (P, I) des actions.
- Rester suffisamment simple :
 - pas de boîte noire,
 - pas de paramètres techniques.

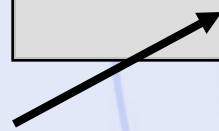
Une Approche Courante : La Somme Pondérée

Critères

| | g_1 | g_2 | g_3 | ... |
|-----|----------|----------|----------|-----|
| a | $g_1(a)$ | $g_2(a)$ | $g_3(a)$ | ... |
| b | $g_1(b)$ | $g_2(b)$ | $g_3(b)$ | ... |
| c | ... | | | |
| ... | ... | | | |
| | W_1 | W_2 | W_3 | ... |

Actions
ou
Décisions

Poids des
critères



Une Approche Courante : La Somme Pondérée

- Valeur globale de a :

$$V(a) = w_1 g_1(a) + w_2 g_2(a) + \dots$$

- a est meilleure que b si :

$$V(a) > V(b)$$

(en supposant que tous les critères soient à maximiser)

Somme Pondérée :

Exemple 1

| | g_1 | g_2 | g_3 | g_4 | g_5 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| a | 100 | 100 | 100 | 100 | 55 |
| b | 85 | 85 | 85 | 85 | 100 |
| | $1/5$ | $1/5$ | $1/5$ | $1/5$ | $1/5$ |

- $V(a) = 91$ $V(b) = 88$
- Compensation totale des points faibles par les points forts.

Somme Pondérée :

Exemple 2

| | g_1 | g_2 |
|-----|-------|-------|
| a | 100 | 0 |
| b | 0 | 100 |
| c | 50 | 50 |
| d | 50 | 50 |
| | $1/2$ | $1/2$ |

- $V(a) = V(b) = V(c) = V(d) = 50$
- Elimination des conflits.

Somme Pondérée :

Exemple 3

*"Le bénéfice est environ 2 fois plus important que le gain de temps;
0.7 pour le bénéfice et 0.3 pour le gain de temps.*

| | g_1 (BF) | g_2 (min) |
|-----|------------|-------------|
| a | 60 | 60 |
| b | 48 | 70 |
| | 0.7 | 0.3 |

$$V(a) = 60$$

$$V(b) = 54.6$$

a est première.

Somme Pondérée :

Exemple 3

*"Le bénéfice est environ 2 fois plus important que le gain de temps;
0.7 pour le bénéfice et 0.3 pour le gain de temps.*

| | g_1 (FF) | g_2 (min) |
|-----|------------|-------------|
| a | 10 | 60 |
| b | 8 | 70 |
| | 0.7 | 0.3 |

$$V(a) = 25$$

$$V(b) = 26.6$$

b est première.

Somme Pondérée :

Exemple 3

| | g_1 (BF) | g_2 (min) |
|----------|------------|-------------|
| <i>a</i> | 60 | 60 |
| <i>b</i> | 48 | 70 |
| | 0.7 | 0.3 |

$$V(a) = 60$$

$$V(b) = 54.6$$

a est première.

| | g_1 (FF) | g_2 (min) |
|----------|------------|-------------|
| <i>a</i> | 10 | 60 |
| <i>b</i> | 8 | 70 |
| | 0.7 | 0.3 |

$$V(a) = 25$$

$$V(b) = 26.6$$

b est première.

Aide à la Décision de Type Multicritère

- Théorie de l'utilité multiattribut.
- Méthodes de surclassement.
- Méthodes interactives.
- Programmation multiobjectif.
- ...

Depuis 1970, nombreux développements:
conférences, articles, livres,
applications, logiciels...

Utilité Multi-attribut (MAUT)

- Critère unique de synthèse.

$$U(a) = U(g_1(a), g_2(a), \dots, g_k(a))$$

- Existence ?
 - Construction ?
 - Forme ?
- additive ?

$$U(a) = \sum_{j=1}^k U_j(g_j(a))$$

Utilité Multi-attribut (MAUT)

- Mode de construction :
 - direct,
 - indirect.
- Exigeant vis-à-vis du décideur (quantité d'information vs fiabilité ?).
- Peu flexible (analyses de sensibilité).
- Très éloigné de la structure du problème de décision :
multicritère → unicritère

Méthodes de Surclassement

- Principe de majorité (vs unanimité pour la dominance)
- Comparaisons par paires des actions.
- Plus proche du problème de décision.
- Méthodes ELECTRE
- Méthodes PROMETHEE & GAIA

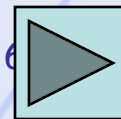
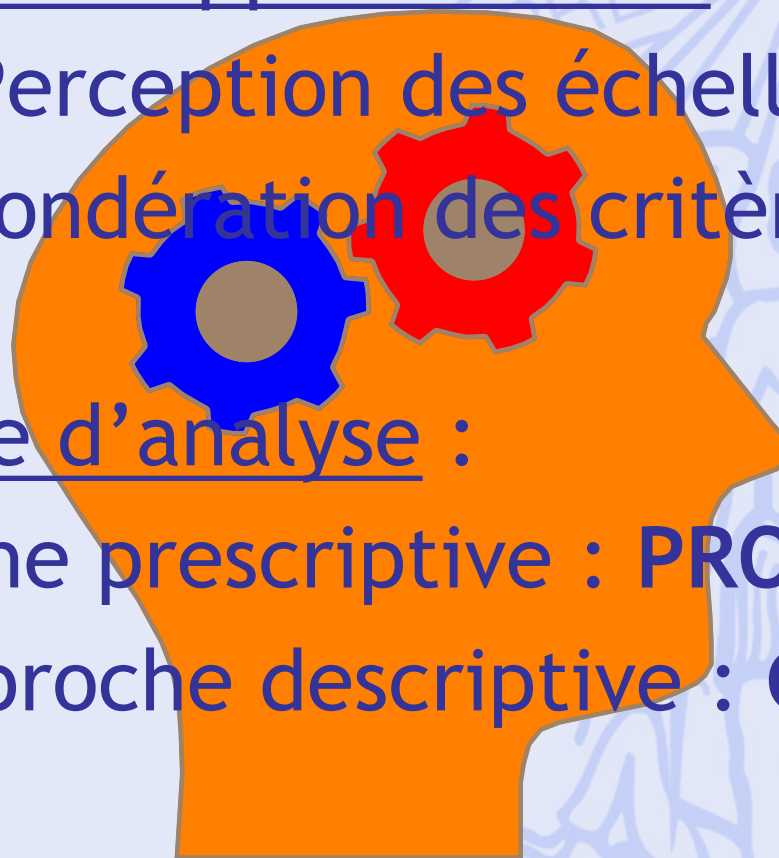
Différentes Approches

Surclassement

| | <u>Approche Unicritère</u> | <u>Somme pondérée</u> | <u>Comparaisons par paires</u> |
|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <u>Bien-fondé</u> | Mathématique | Economique | Economique |
| <u>Compensation entre critères</u> | - | Totale | Partielle |
| <u>Echelles</u> | - | Liées aux poids des critères | Prises en compte |
| <u>Détection des conflits</u> | - | Non | Oui |

Méthodes d'Aide à la Décision

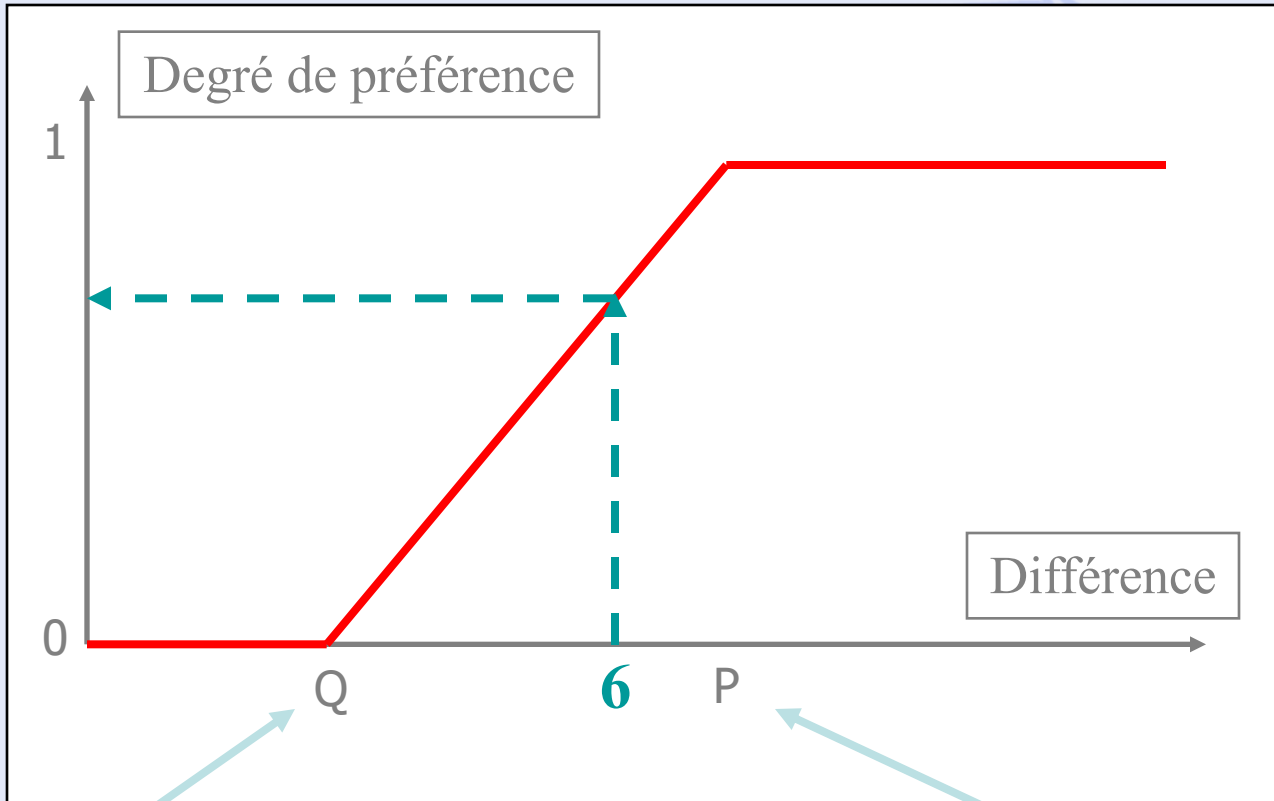
- Information supplémentaire :
 - Perception des échelles
 - Pondération des critères
- Procédure d'analyse :
 - Approche prescriptive : **PROMETHEE**
 - Approche descriptive : **GAIA**



Comparaison de 2 Actions

| | Crit. 1 (/20) | Crit. 2 (cote) | Crit. 3 (appréc.) | Crit. 4 (O/N) | ... |
|----------|------------------|-------------------|----------------------|------------------|-----|
| Action 1 | 18 | 135 | B | Oui | ... |
| Action 2 | 9 | 147 | Différence = 6 | | ... |
| Action 3 | 15 | 129 | TB | Non | ... |
| Action 4 | 12 | 146 | TM | ? | ... |
| Action 5 | 7 | 121 | B | Oui | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Fonctions de Préférence



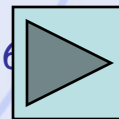
Seuil d'indifférence

Linéaire

Seuil de préférence

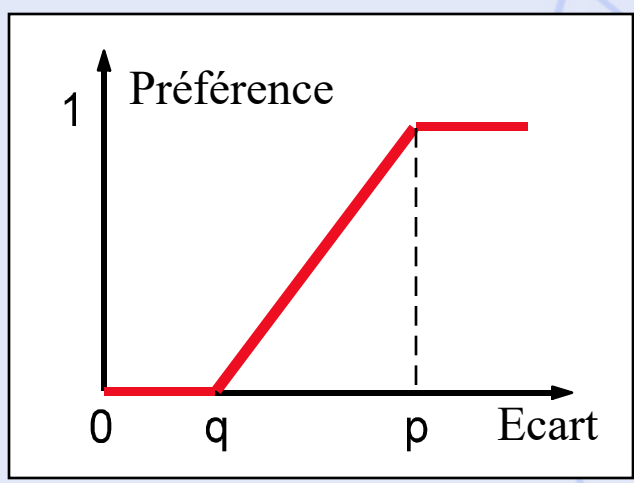
PROMETHEE

| | Economic | | Luxe 1 | |
|----------------|---------------|---------------------|-----------|------------|
| <u>-230000</u> | 250000 | <i>Prix</i> | 480000 | |
| | 50 | <i>Puissance</i> | 90 | <u>+40</u> |
| <u>-1,0</u> | 7,5 | <i>Consomm.</i> | 8,5 | |
| | 2 | <i>Habitabilité</i> | 4 | <u>+2</u> |
| | 1 | <i>Confort</i> | 5 | <u>+4</u> |



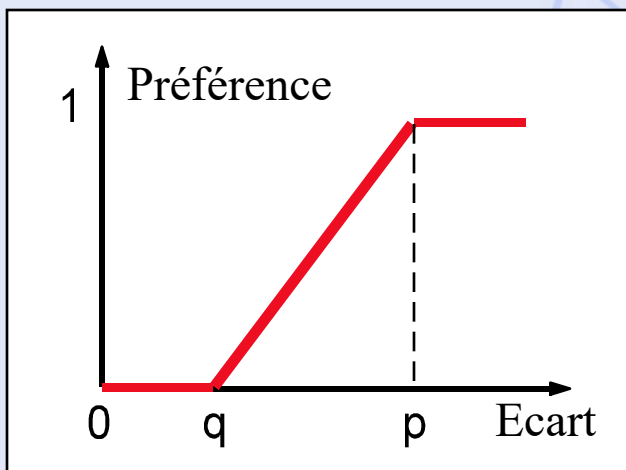
PROMETHEE

| | | Economic | | Luxe 1 | | |
|-----|----------------|----------|--------------|--------|------------|-----|
| 1,0 | <u>-230000</u> | 250000 | Prix | 480000 | | |
| | | 50 | Puissance | 90 | <u>+40</u> | 1,0 |
| 0,5 | <u>-1,0</u> | 7,5 | Consomm. | 8,5 | | |
| | | 2 | Habitabilité | 4 | <u>+2</u> | 0,5 |
| | | 1 | Confort | 5 | <u>+4</u> | 1,0 |



PROMETHEE

| Préf (Eco.,Lux.) | Economic | | Luxe 1 | Préf (Lux.,Eco.) | |
|------------------|----------------|--------|--------------|------------------|------------|
| 1,0 | <u>-230000</u> | 250000 | Prix | 480000 | 0,0 |
| 0,0 | | 50 | Puissance | 90 | <u>+40</u> |
| 0,5 | <u>-1,0</u> | 7,5 | Consomm. | 8,5 | 0,0 |
| 0,0 | | 2 | Habitabilité | 4 | <u>+2</u> |
| 0,0 | | 1 | Confort | 5 | <u>+4</u> |
| 0,0 | | | | | 1,0 |

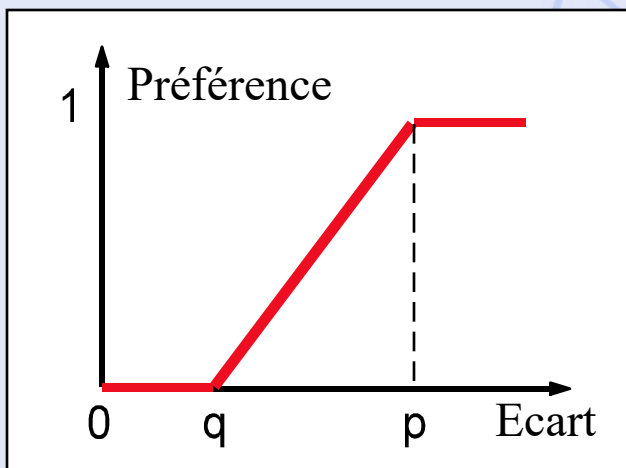


PROMETHEE

Préf (Eco.,Lux.)

Préf (Lux.,Eco.)

| | | Economic | | Luxe 1 | | Poids |
|-----|----------------|----------|--------------|--------|------------|-------|
| 1,0 | <u>-230000</u> | 250000 | Prix | 480000 | 0,0 | 1 |
| 0,0 | | 50 | Puissance | 90 | <u>+40</u> | 1 |
| 0,5 | <u>-1,0</u> | 7,5 | Consomm. | 8,5 | 0,0 | 1 |
| 0,0 | | 2 | Habitabilité | 4 | <u>+2</u> | 1 |
| 0,0 | | 1 | Confort | 5 | <u>+4</u> | 1 |



□ $\text{Préf (Eco.,Lux.)} = 0,3$
 $= (1 + 0 + 0,5 + 0 + 0) / 5$

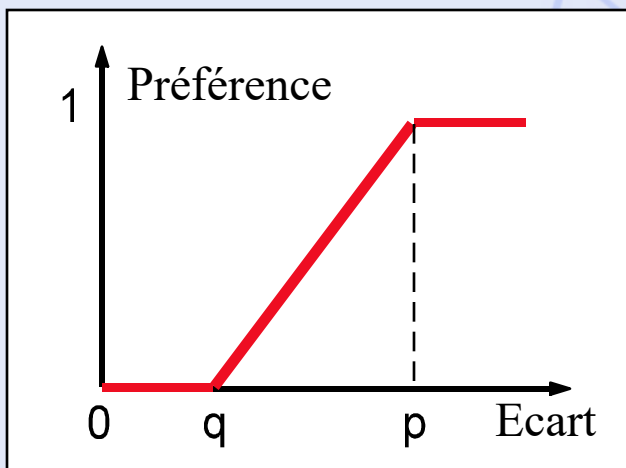
□ $\text{Préf (Lux.,Eco.)} = 0,5$
 $= (0 + 1 + 0 + 0,5 + 1) / 5$

PROMETHEE

Préf (Eco.,Lux.)

Préf (Lux.,Eco.)

| | | Economic | | Luxe 1 | | | Poids |
|-----|----------------|----------|--------------|--------|------------|-----|-------|
| 1,0 | <u>-230000</u> | 250000 | Prix | 480000 | | 0,0 | 2 |
| 0,0 | | 50 | Puissance | 90 | <u>+40</u> | 1,0 | 1 |
| 0,5 | <u>-1,0</u> | 7,5 | Consomm. | 8,5 | | 0,0 | 2 |
| 0,0 | | 2 | Habitabilité | 4 | <u>+2</u> | 0,5 | 1 |
| 0,0 | | 1 | Confort | 5 | <u>+4</u> | 1,0 | 1 |



□ $\text{Préf (Eco.,Lux.)} = 0,43$

$= (2 \times 1 + 0 + 2 \times 0,5 + 0 + 0) / 7$

□ $\text{Préf (Lux.,Eco.)} = 0,36$

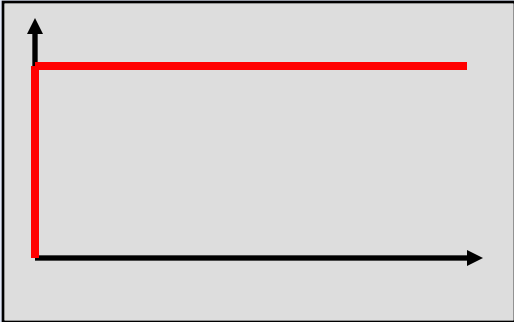
$= (0 + 1 + 0 + 0,5 + 1) / 7$

Comparaisons par Paires

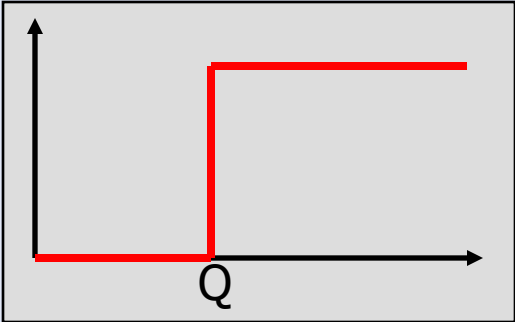
- Pour chaque critère g_j :
 - Fonction de préférence P_j
 - Poids w_j
- Degré de préférence multicritère de a sur b :

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k w_j P_j(a, b)$$

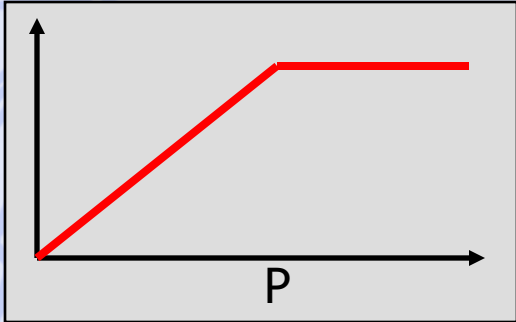
Fonctions de Préférence



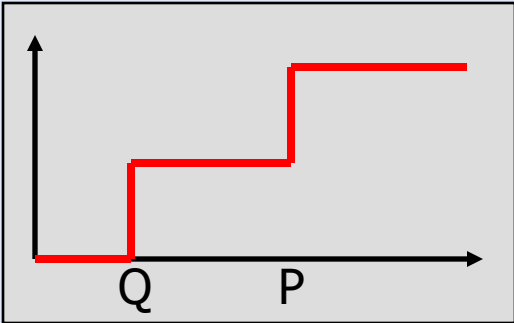
Critère usuel



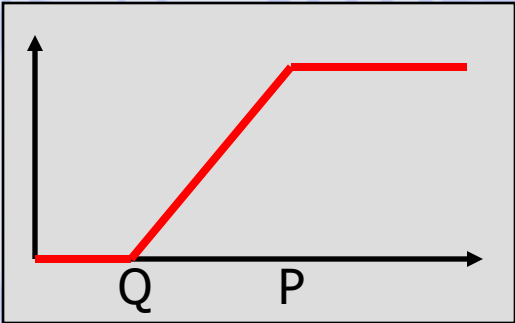
Critère en « U »



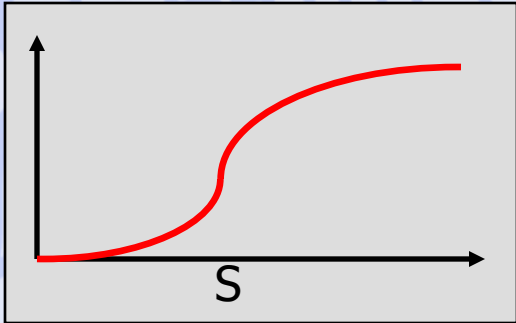
Critère en « V »



Critère à palier



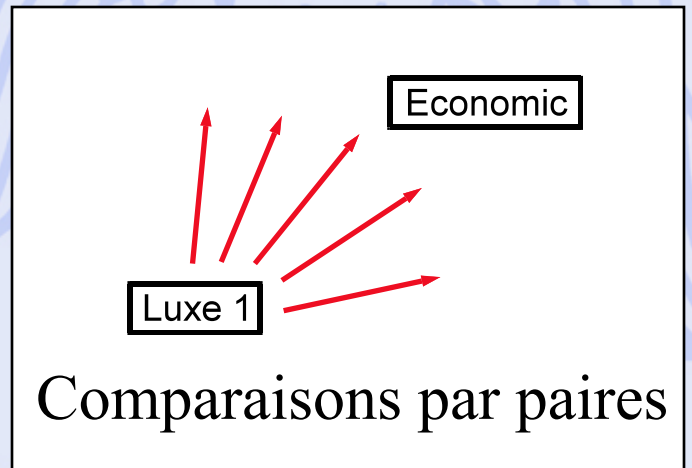
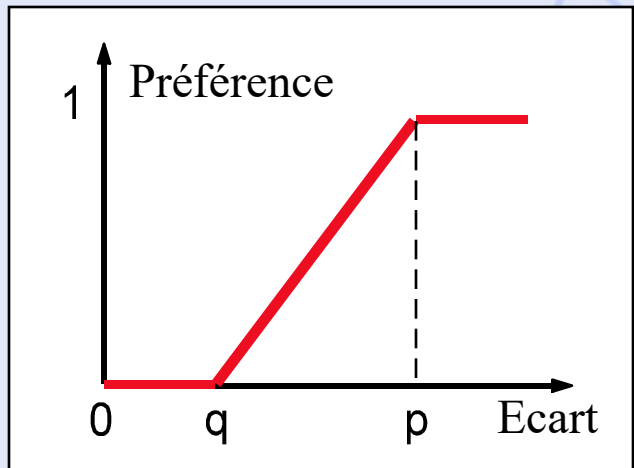
Critère linéaire



Critère Gaussien

PROMETHEE

| Préf (Eco.,Lux.) | Economic | | Luxe 1 | Préf (Lux.,Eco.) | |
|------------------|----------------|--------|--------------|------------------|------------|
| 1,0 | <u>-230000</u> | 250000 | Prix | 480000 | 0,0 |
| 0,0 | | 50 | Puissance | 90 | <u>+40</u> |
| 0,5 | <u>-1,0</u> | 7,5 | Consomm. | 8,5 | 0,0 |
| 0,0 | | 2 | Habitabilité | 4 | <u>+2</u> |
| 0,0 | | 1 | Confort | 5 | <u>+4</u> |
| 0,0 | | | | | 1,0 |



Matrice des $\pi(a,b)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | | | | | | |
| <i>Sport</i> | | 0,00 | | | | | |
| <i>Moy.B</i> | | | 0,00 | | | | |
| <i>Lux.1</i> | | | | 0,00 | 0,50 | | |
| <i>Econ.</i> | | | | 0,30 | 0,00 | | |
| <i>Lux.2</i> | | | | | | 0,00 | |
| $\phi^-(a)$ | | | | | | | |
| $\phi(a)$ | | | | | | | |

Matrice des $\pi(a,b)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | |
| $\phi^-(a)$ | | | | | | | |
| $\phi(a)$ | | | | | | | |

Calcul de $\phi^+(a)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,21 |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,23 |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | 0,36 |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | 0,26 |
| $\phi^-(a)$ | | | | | | | |
| $\phi(a)$ | | | | | | | |

Calcul de $\phi^+(a)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,21 |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,23 |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | 0,36 |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | 0,26 |
| $\phi^-(a)$ | | | | | | | |
| $\phi(a)$ | | | | | | | |

Calcul de $\phi^-(a)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,21 |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,23 |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | 0,36 |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | 0,26 |
| $\phi^-(a)$ | 0,19 | 0,40 | 0,10 | 0,22 | 0,42 | 0,26 | |
| $\phi(a)$ | | | | | | | |

Calcul de $\phi^-(a)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,21 |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,23 |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | 0,36 |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | 0,26 |
| $\phi^-(a)$ | 0,19 | 0,40 | 0,10 | 0,22 | 0,42 | 0,26 | |
| $\phi(a)$ | | | | | | | |

Calcul de $\phi(a)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,21 |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,23 |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | 0,36 |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | 0,26 |
| $\phi^-(a)$ | 0,19 | 0,40 | 0,10 | 0,22 | 0,42 | 0,26 | |
| $\phi(a)$ | 0,02 | -0,17 | 0,26 | 0,06 | -0,15 | 0,00 | |

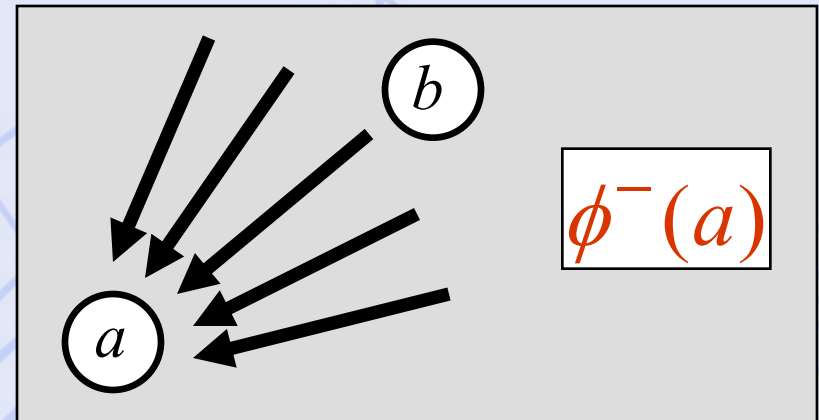
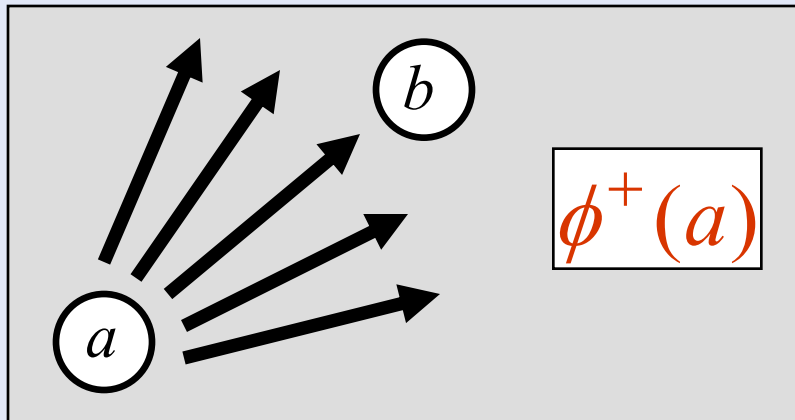
Calcul de $\phi(a)$

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,21 |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,23 |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | 0,36 |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | 0,26 |
| $\phi^-(a)$ | 0,19 | 0,40 | 0,10 | 0,22 | 0,42 | 0,26 | |
| $\phi(a)$ | 0,02 | -0,17 | 0,26 | 0,06 | -0,15 | 0,00 | |

Calcul des flux de préférence

| $\pi(a,b)$ | <i>Moy.A</i> | <i>Sport</i> | <i>Moy.B</i> | <i>Lux.1</i> | <i>Econ.</i> | <i>Lux.2</i> | $\phi^+(a)$ |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| <i>Moy.A</i> | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,21 |
| <i>Sport</i> | 0,20 | 0,00 | 0,16 | 0,24 | 0,30 | 0,24 | 0,23 |
| <i>Moy.B</i> | 0,15 | 0,55 | 0,00 | 0,32 | 0,45 | 0,33 | 0,36 |
| <i>Lux.1</i> | 0,18 | 0,45 | 0,10 | 0,00 | 0,50 | 0,15 | 0,28 |
| <i>Econ.</i> | 0,20 | 0,34 | 0,14 | 0,30 | 0,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Lux.2</i> | 0,24 | 0,30 | 0,10 | 0,04 | 0,60 | 0,00 | 0,26 |
| $\phi^-(a)$ | 0,19 | 0,40 | 0,10 | 0,22 | 0,42 | 0,26 | |
| $\phi(a)$ | 0,02 | -0,17 | 0,26 | 0,06 | -0,15 | 0,00 | |

Flux de Préférence



- Flux sortant :
(puissance)
- Flux entrant :
(faiblesse)
- Flux net :

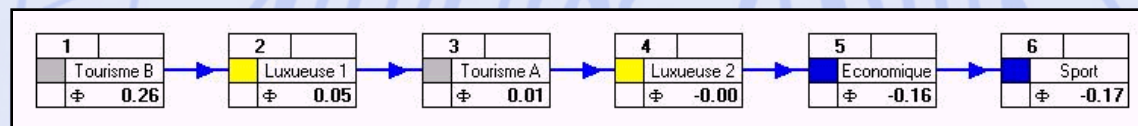
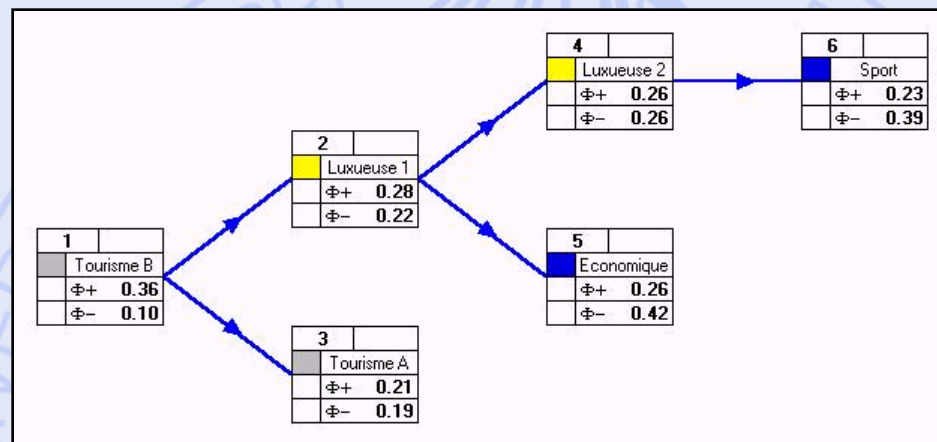
$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a)$$

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

PROMETHEE

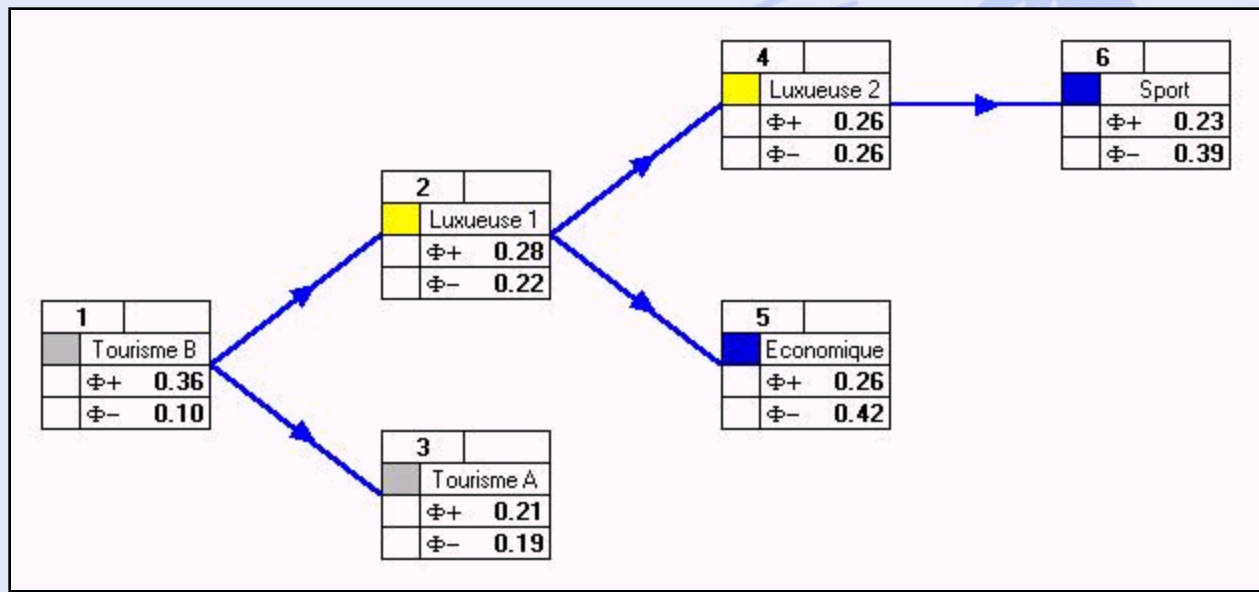
- Classer les décisions de la meilleure à la moins bonne
- Mettre en évidence les meilleurs compromis



PROMETHEE

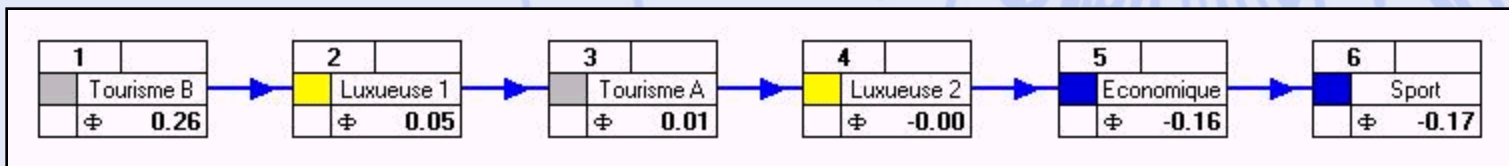
- PROMETHEE I : classement partiel

ϕ^+, ϕ^-



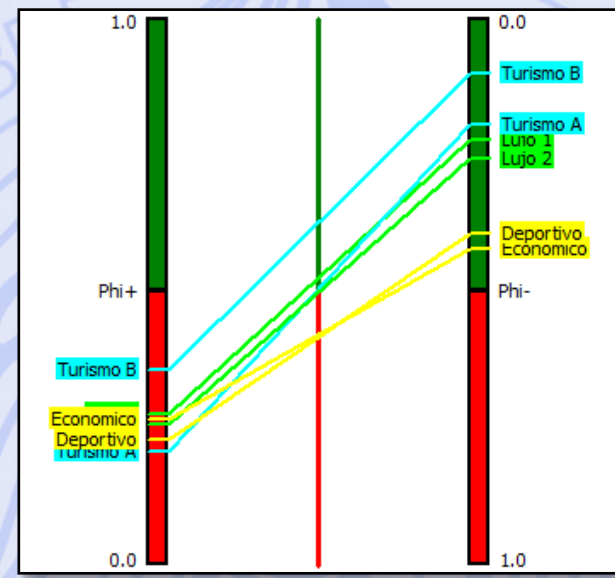
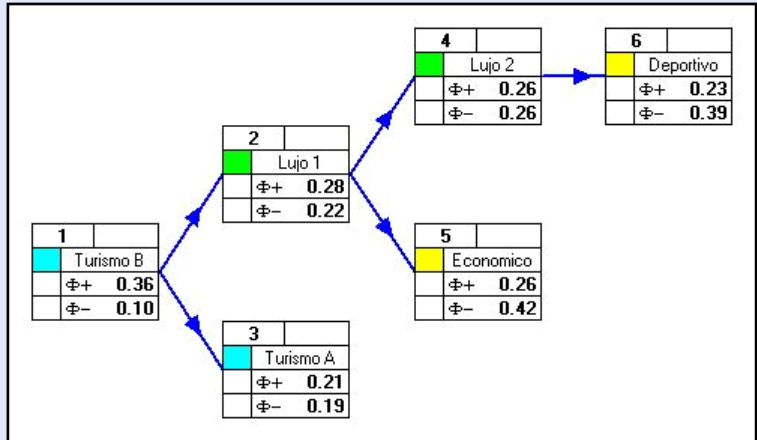
- PROMETHEE II : classement complet

ϕ

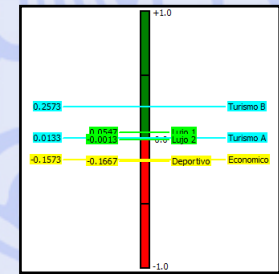
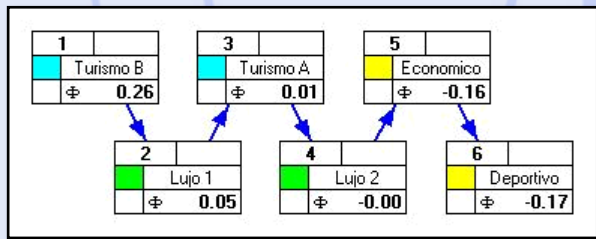


PROMETHEE I & II

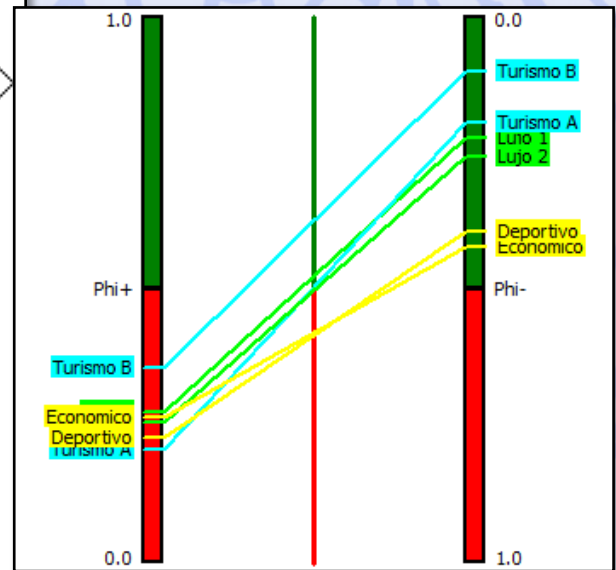
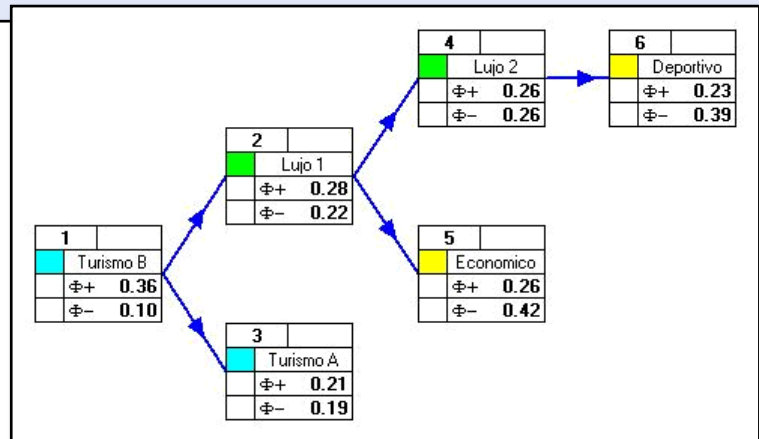
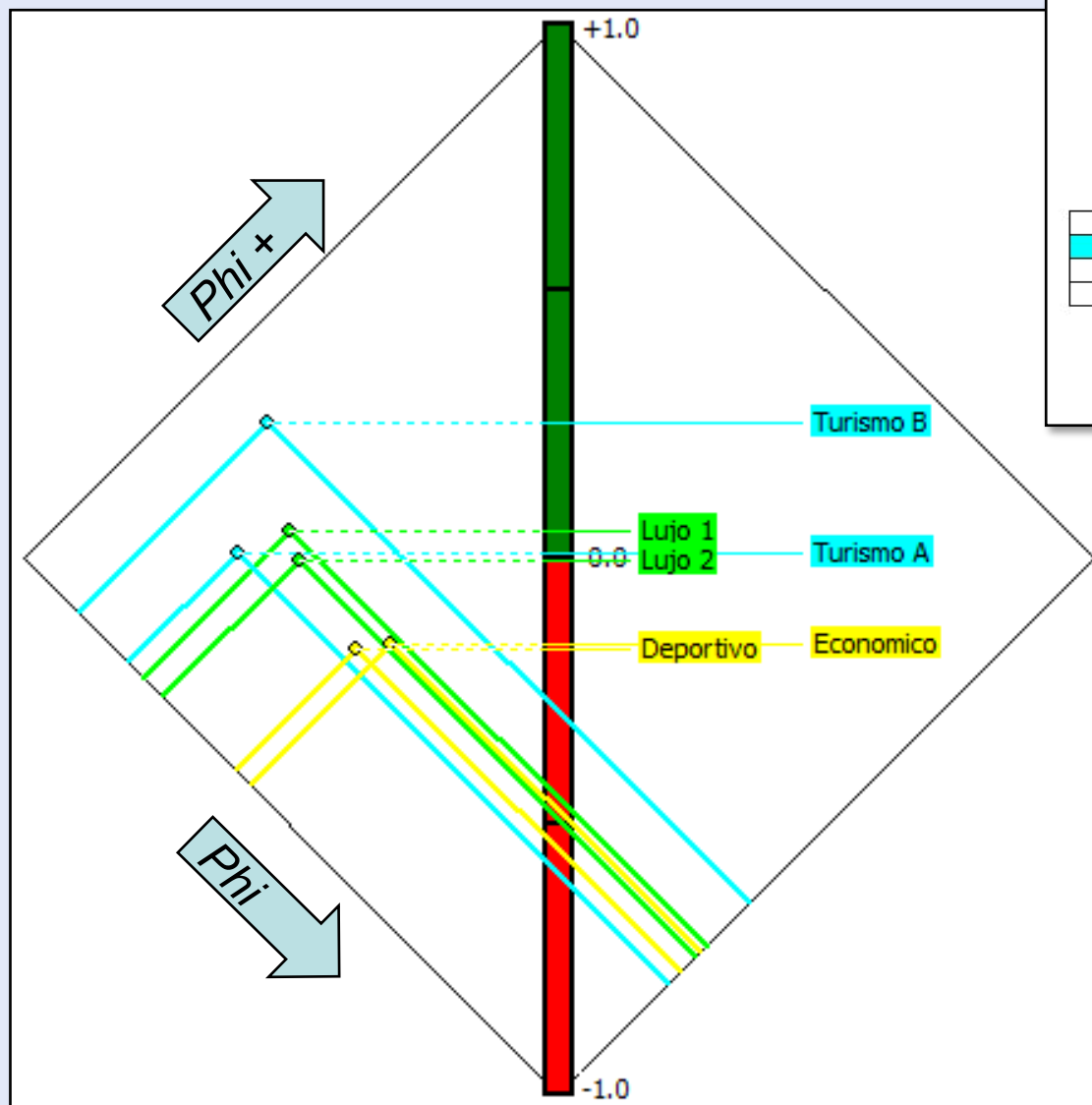
- PROMETHEE I : classement partiel - ϕ^+ , ϕ^-



- PROMETHEE II : classement complet - ϕ



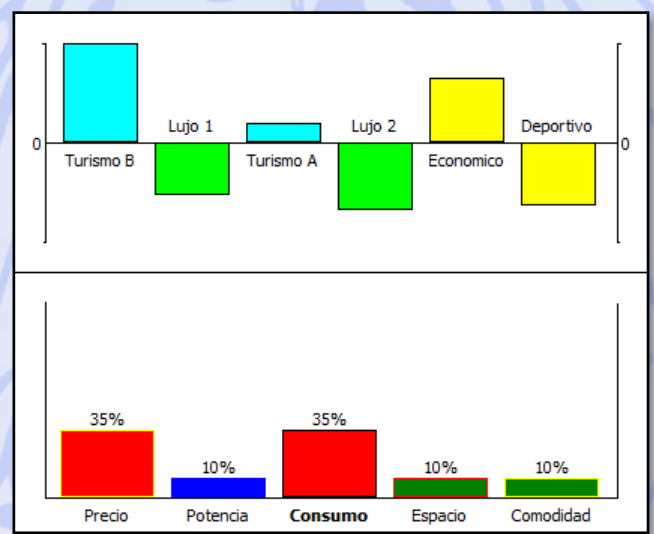
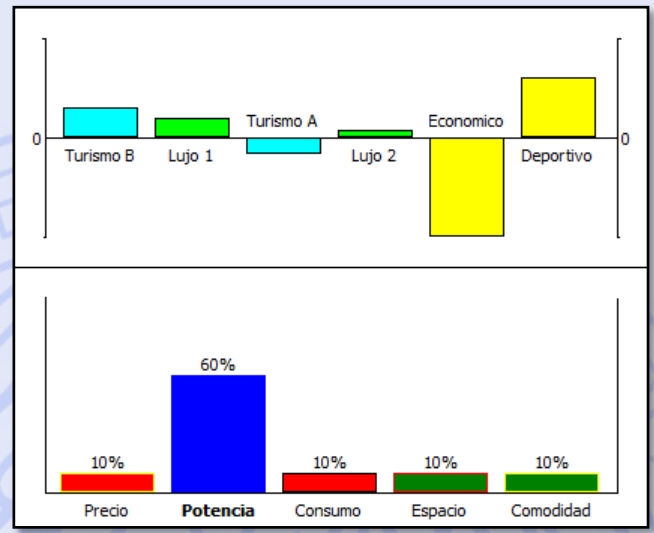
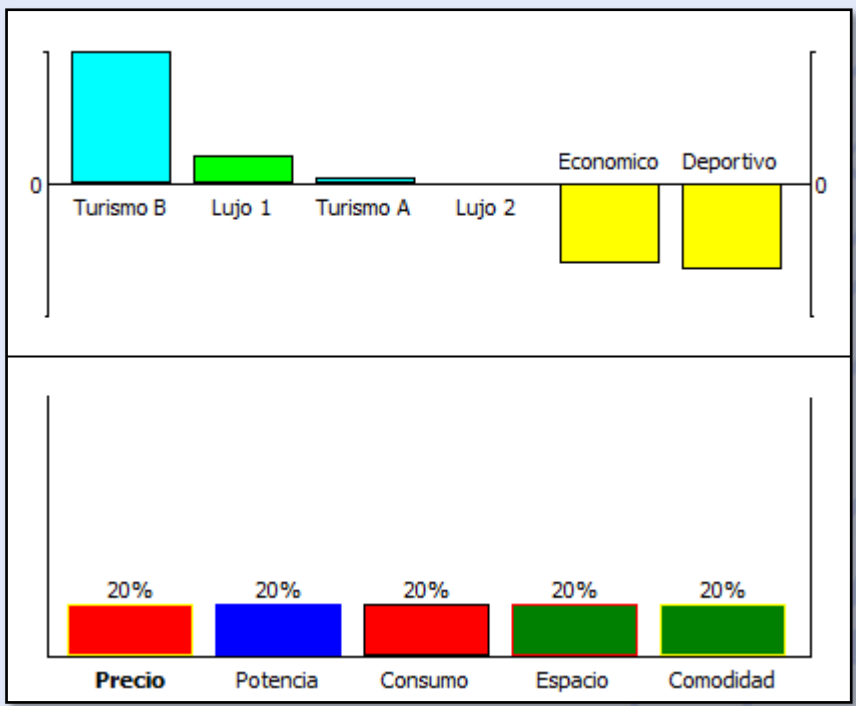
Diamant PROMETHEE



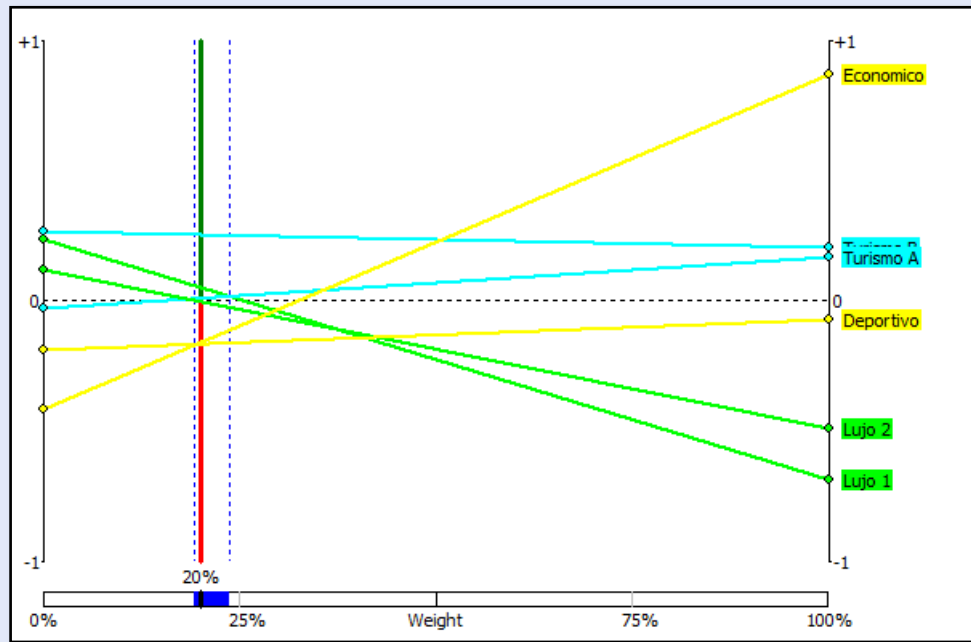
Analyse de Sensibilité avec PROMETHEE

- Poids des critères \leftrightarrow classement PROMETHEE.
- Analyse de sensibilité interactive :
« Walking Weights ».
- Robustesse par rapport aux poids ?
 - Intervalles de stabilité.
 - Intervalles de stabilité visuels.

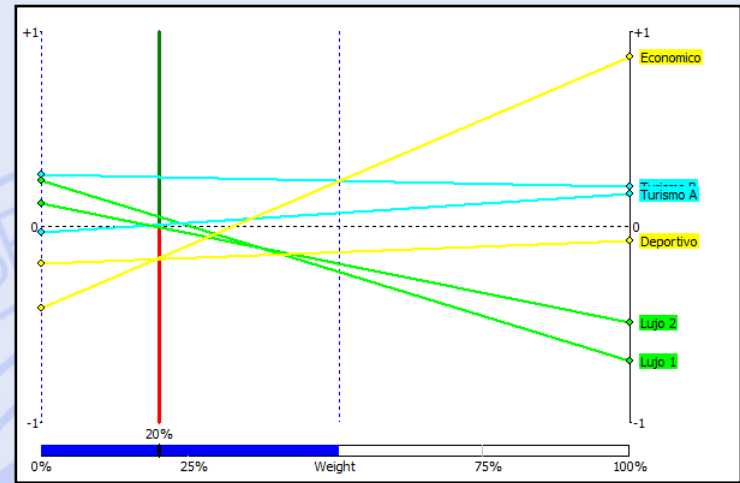
Walking Weights



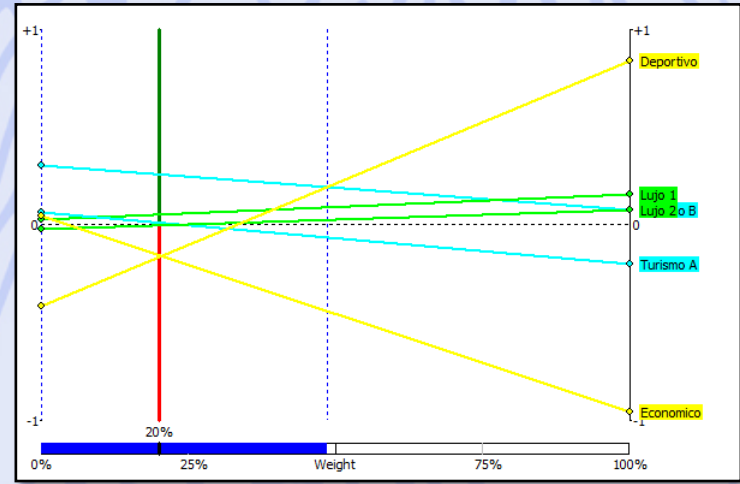
Visual Stability Intervals



VSI pour « Prix » (niveau 6):
[19.20% , 23.70%]

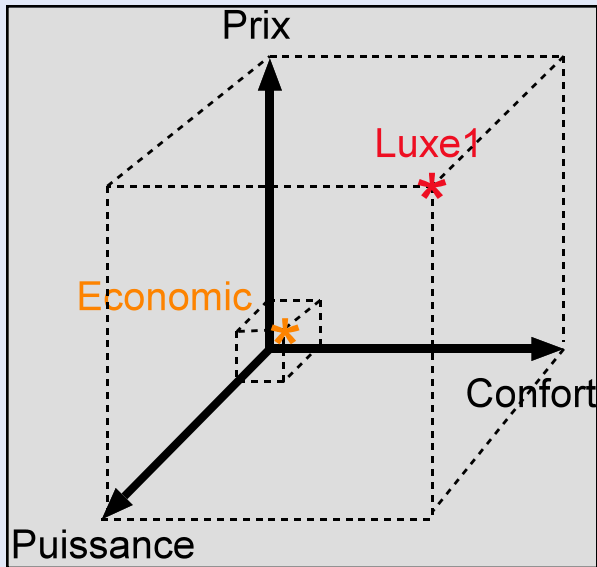


VSI pour « Prix » (niv. 1): [0.00% , 50.68%]



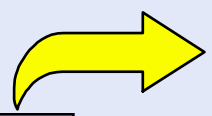
VSI pour « Puissance » (niv. 1): [0.00% , 48.65%]

GAIA

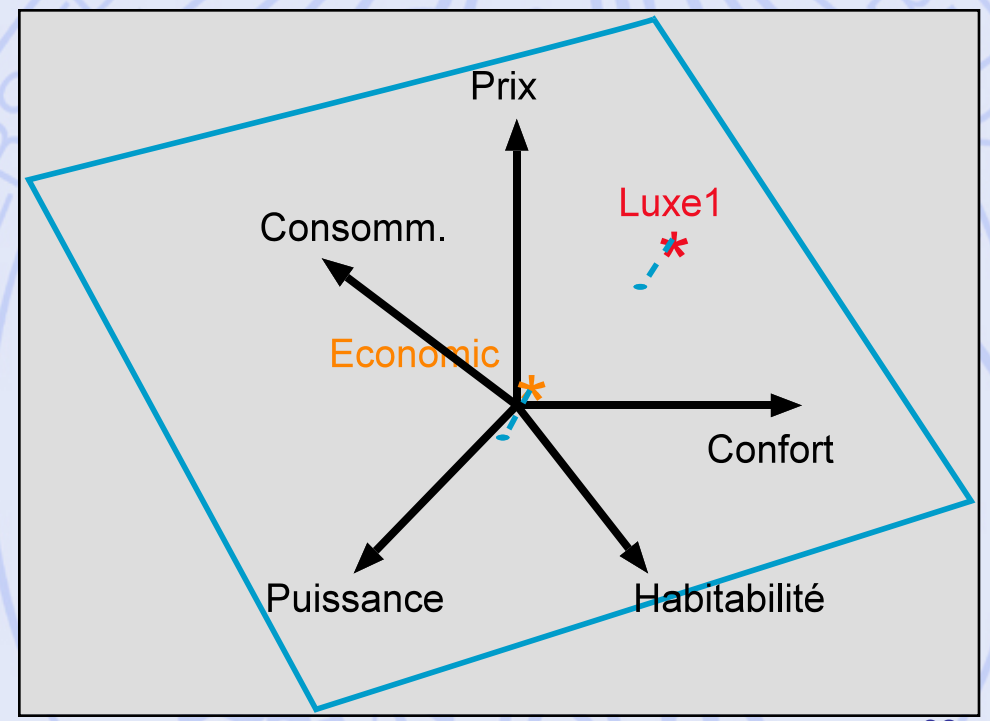
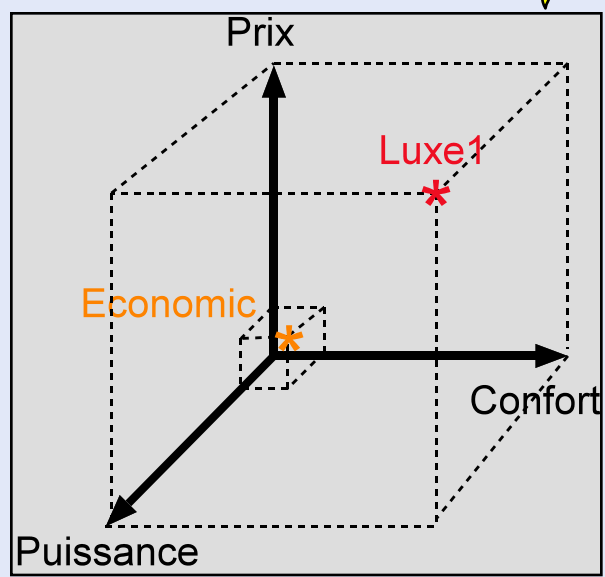


- Représentation graphique.
- 5 dimensions !

GAIA



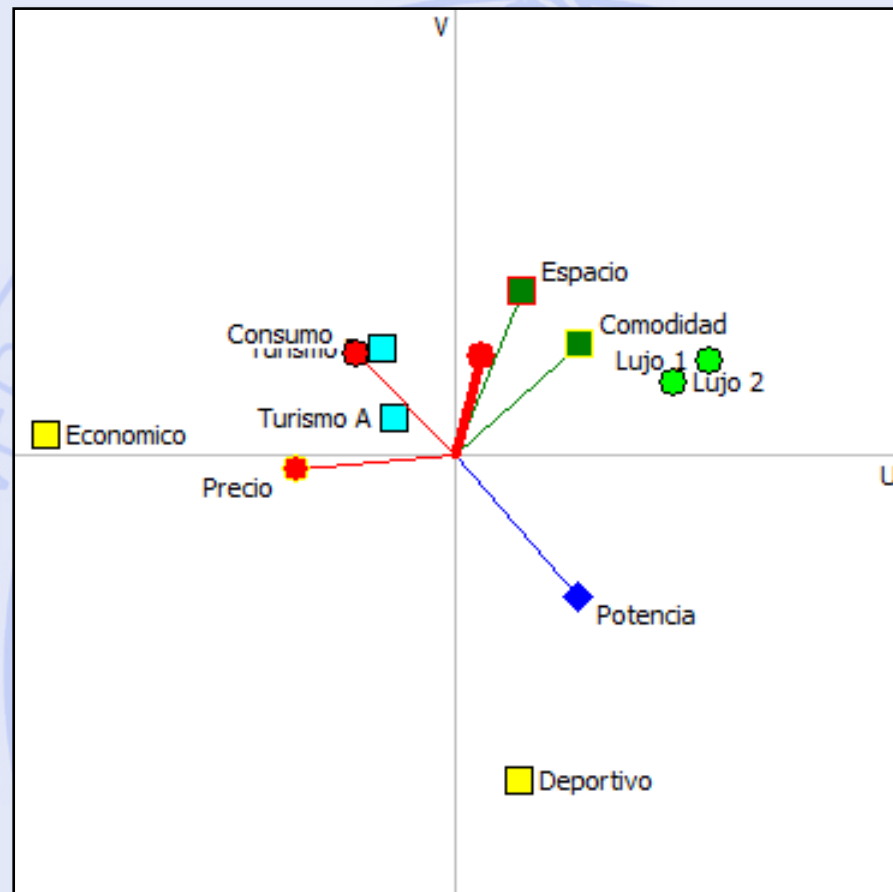
1. *Calcul des flux nets unicritères (normalisation)*
2. *Projection sur un plan :*



- Représentation graphique.
- 5 dimensions !

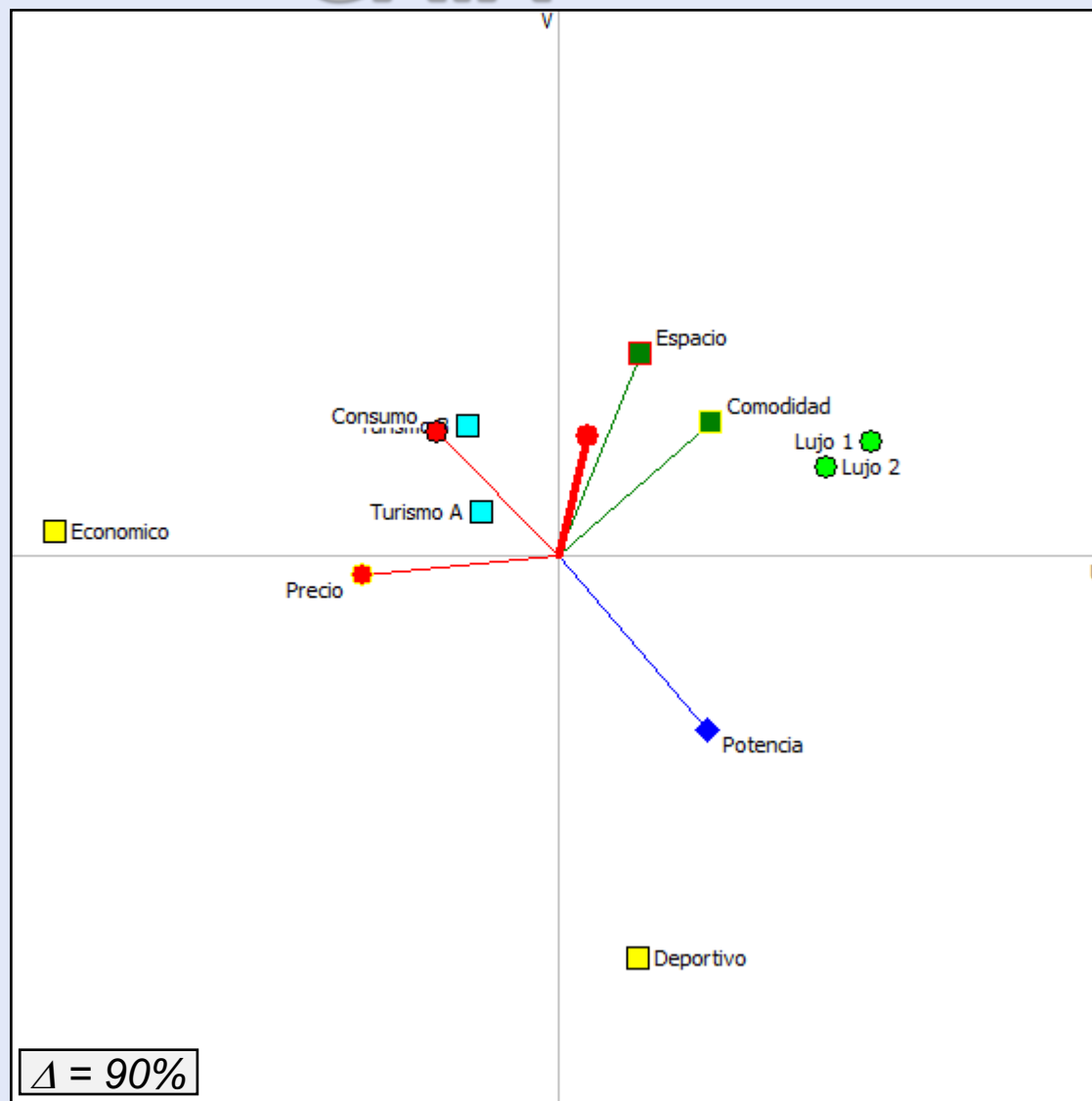
GAIA

- Mettre en évidence les conflits entre critères.
- Identifier les compromis possibles.
- Aider à fixer les priorités.

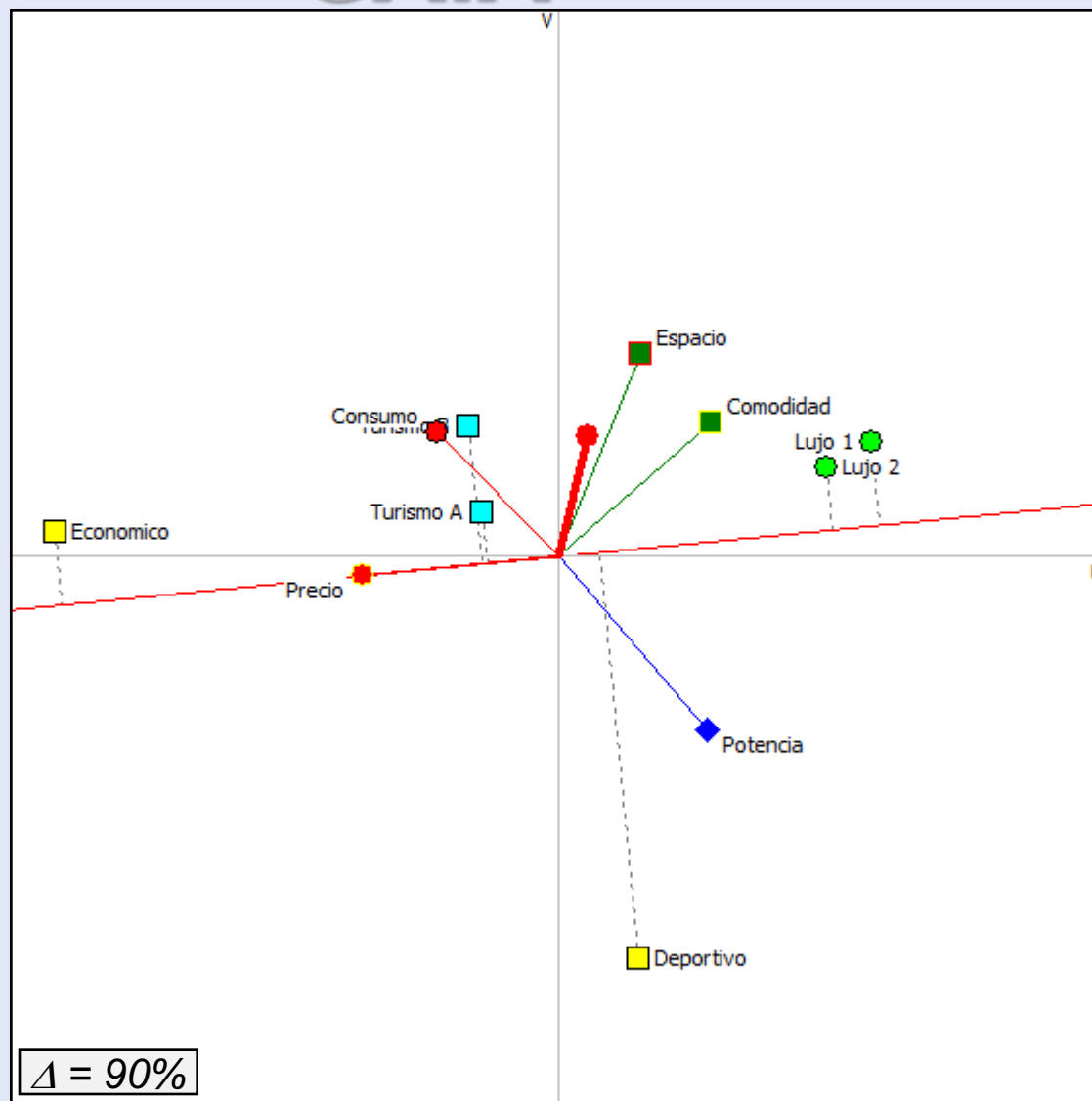


GAIA

- *Actions :*
points
- *Critères :*
axes



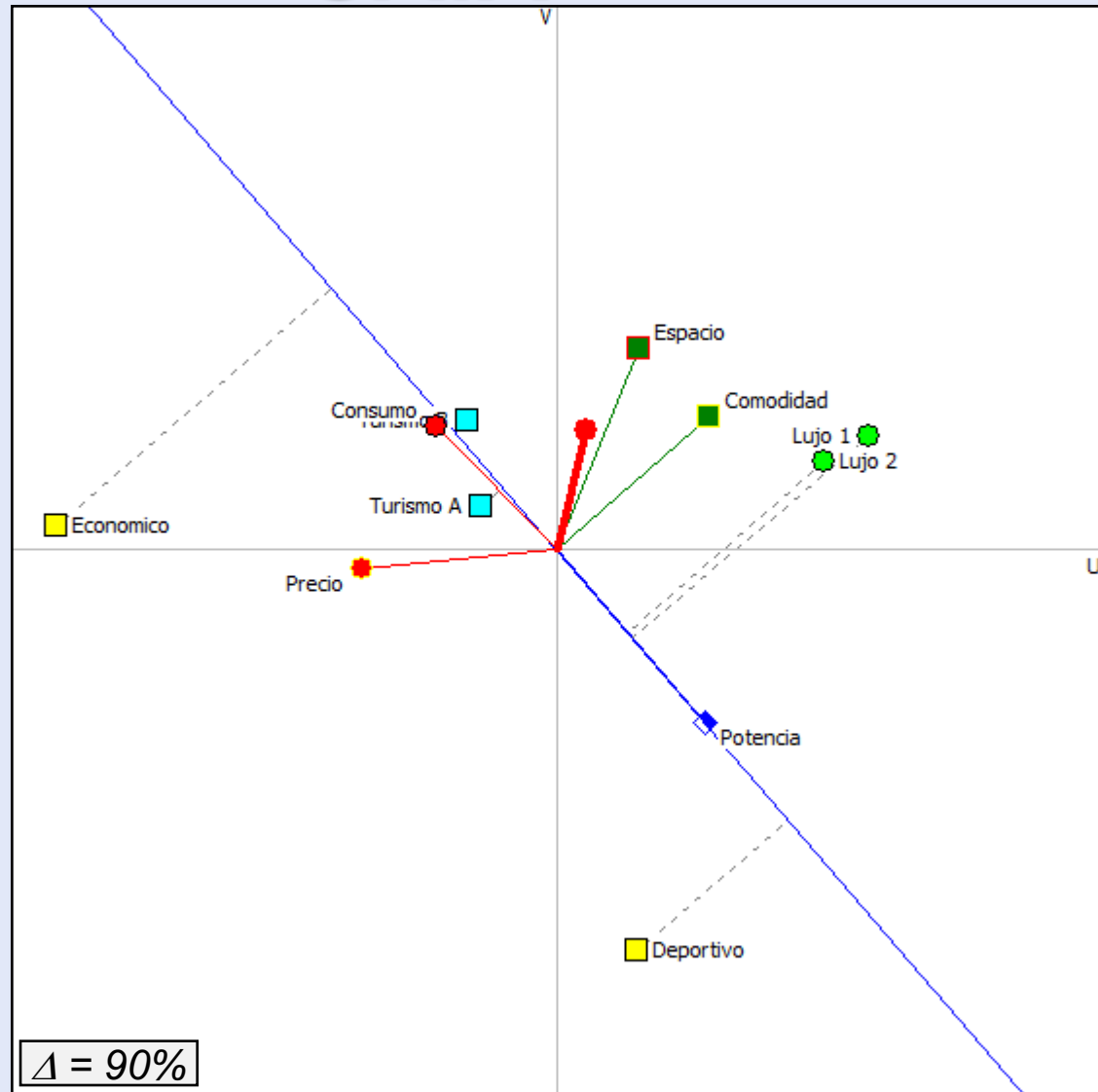
GAIA



Prix

- *Economico: 15 k€*
- *Turismo: 25,5-26 k€*
- *Deportivo: 29 k€*
- *Lujo: 35-38 k€*

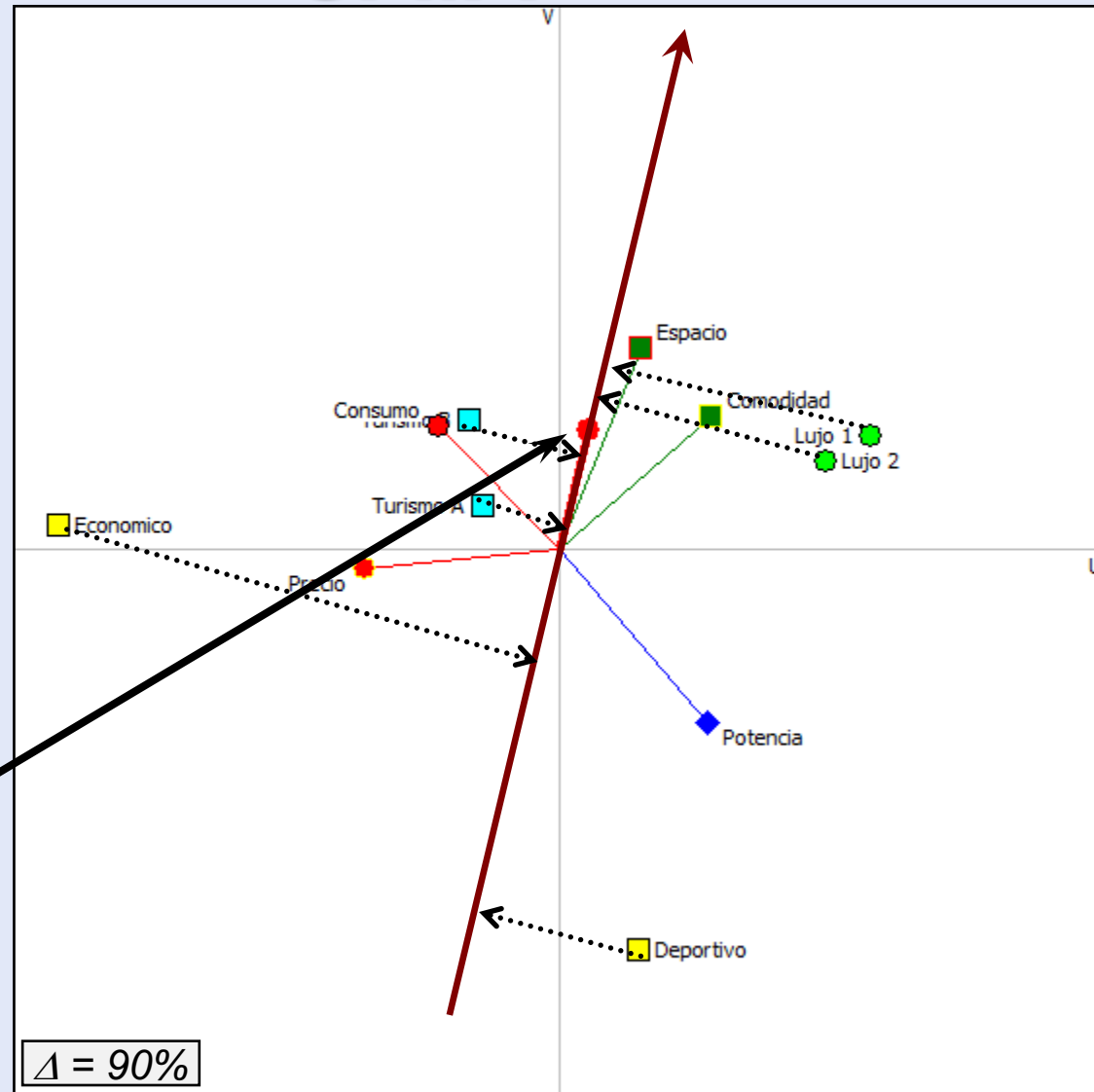
GAIA



Puissance

- Deportivo: 110 kW
- Lujo: 85-90 kW
- Turismo: 75-85 kW
- Economico: 50 kW

GAIA



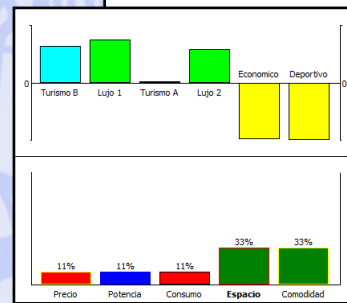
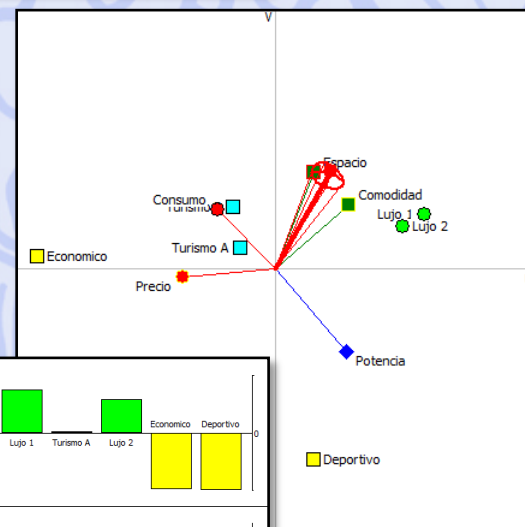
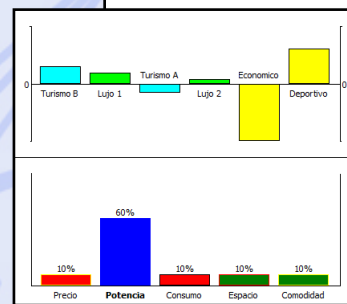
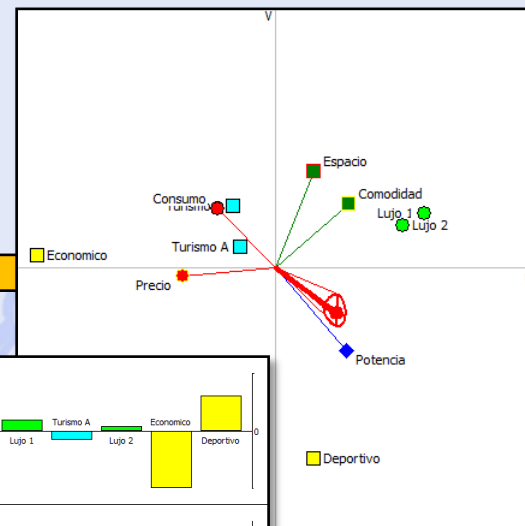
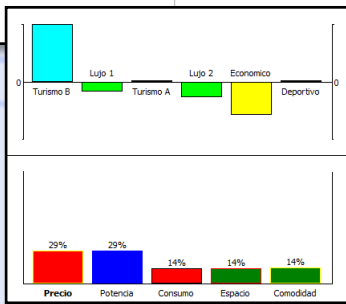
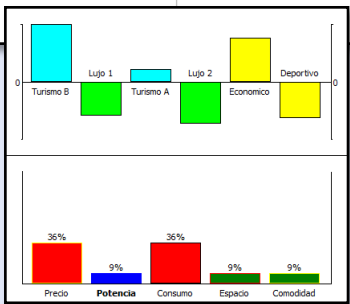
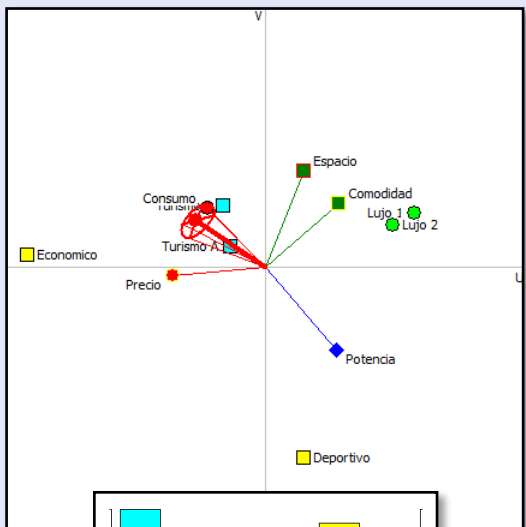
PROMETHEE II !

- Turismo B : 0,26
- Lujo 1 : 0,06
- Turismo A : 0,02
- Lujo 2 : 0,00
- Economico : -0,15
- Deportivo : -0,17

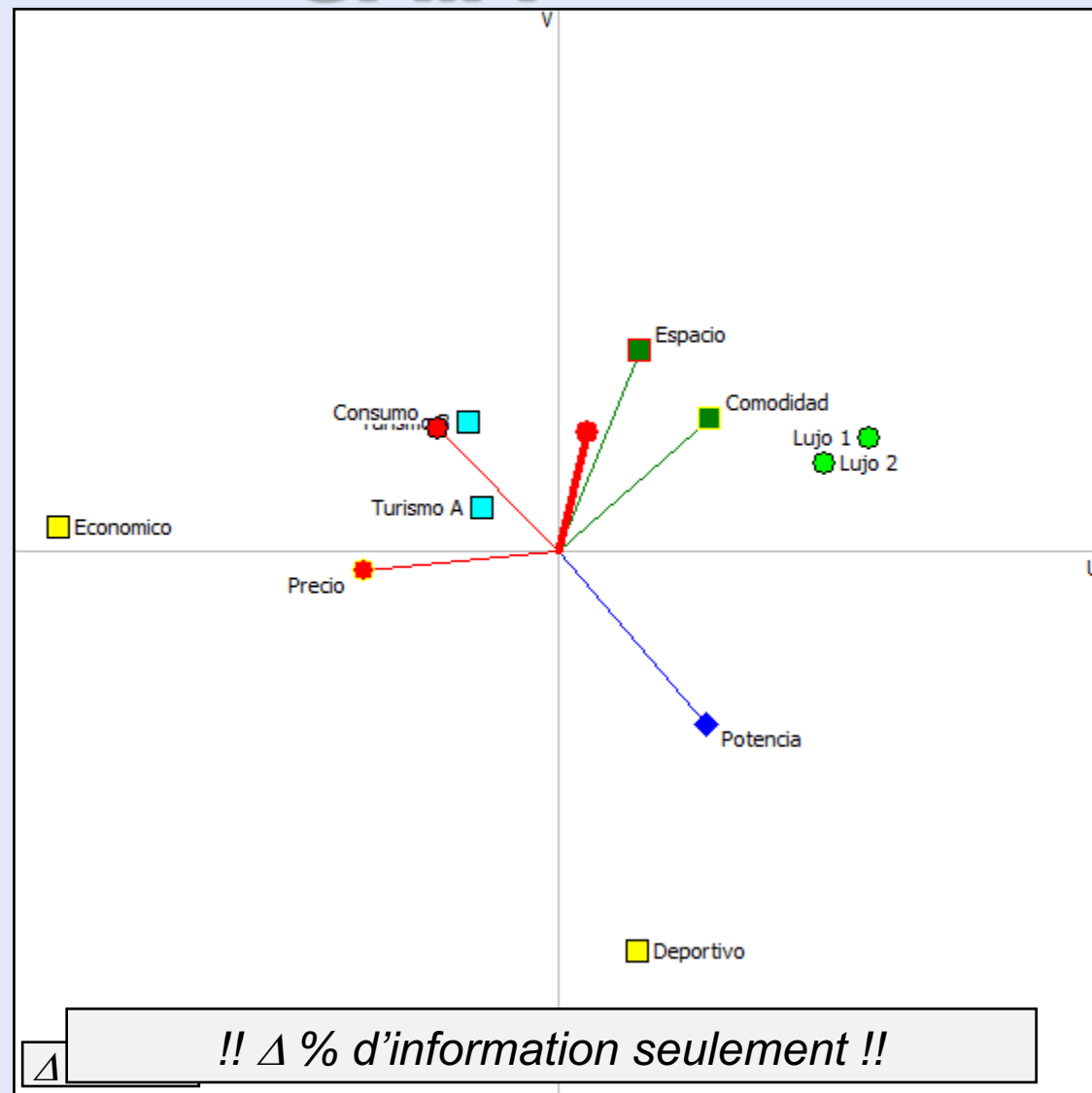
GALA-Brain

20 ans

35 ans

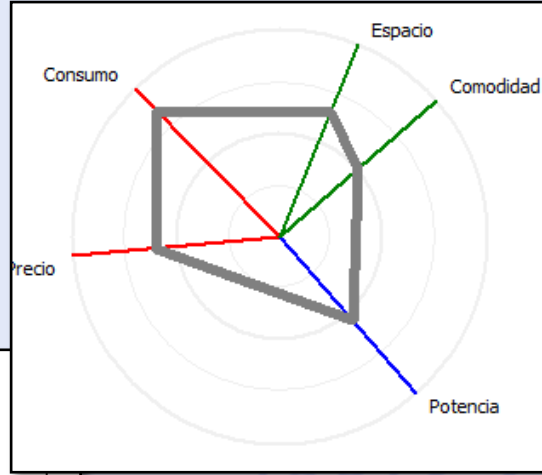
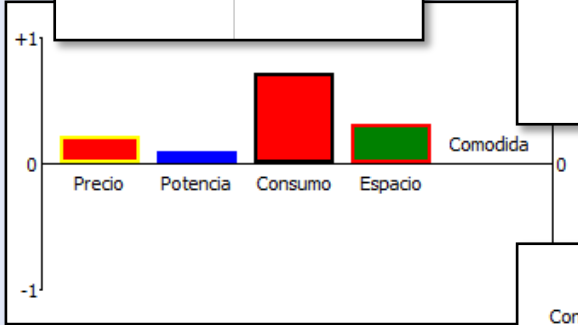
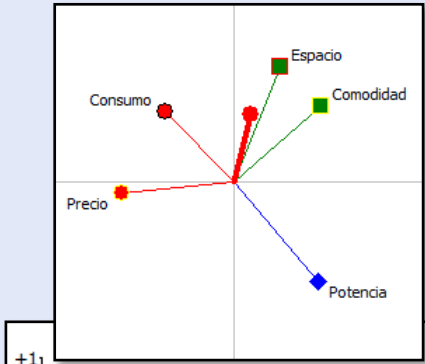


GAIA

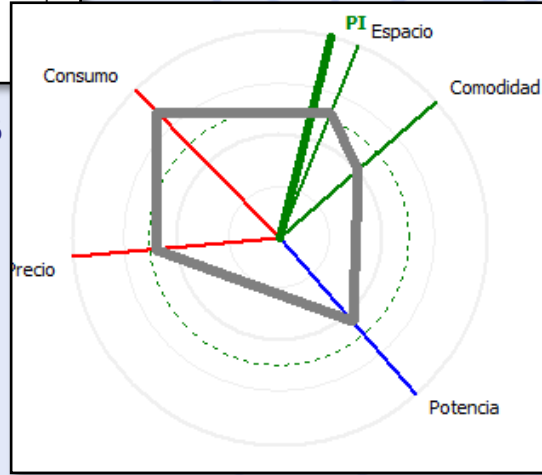


- *Actions :*
points
- *Critères :*
axes
- *Axe de décision*

GAIA Webs

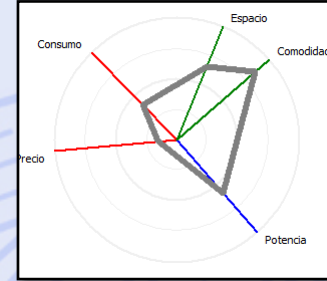


GAIA Web - Turismo B

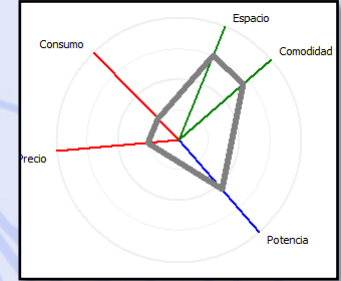


Action profile - Turismo B

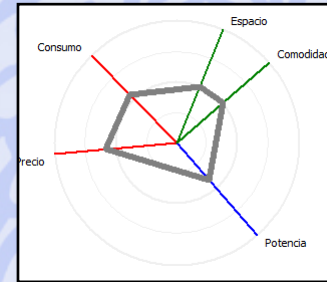
TQG 2018 2



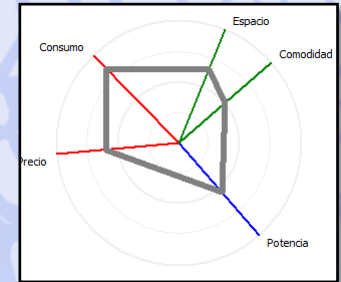
Lujo 1



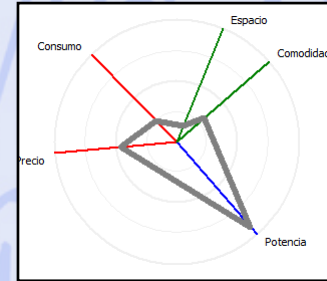
Lujo 2



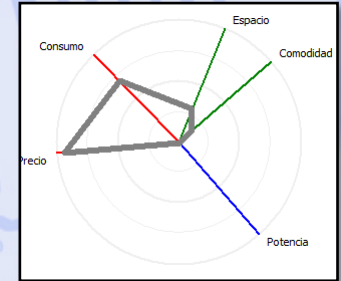
Turismo A



Turismo B



Deportes



Economico

Méthodes PROMETHEE & GAIA

- PROMETHEE : approche prescriptive
 - Classement partiel des actions
 - PROMETHEE I
 - Classement complet des actions
 - PROMETHEE II
- GAIA : approche descriptive
 - Identification des conflits entre critères.
 - Profils caractéristiques des actions.
 - Fixer les priorités, analyse de sensibilité.

Exemple 2 :

Localisation d'une usine

- Actions : 5 sites potentiels
- Critères :
 - f_1 : Coût (investissement)
 - f_2 : Coût (opérations)
 - f_3 : Emploi
 - f_4 : Transport
 - f_5 : Impact sur l'environnement
 - f_6 : Impact social

Tableau d'Evaluation

| | Investment | Operations | Employment | Transportation | Environment | Social |
|--------------------|------------|------------|------------|----------------|-------------|----------|
| Min/Max | Minimize | Minimize | Minimize | Maximize | Minimize | Minimize |
| Weight | 25.0000 | 15.0000 | 20.0000 | 20.0000 | 10.0000 | 10.0000 |
| Preference Functi | Linear | Linear | Linear | Level | Level | Level |
| Indifference Thres | 5.00 % | 5.00 % | 5.00 % | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| Preference Thres | 25.00 % | 25.00 % | 10.00 % | 1.5000 | 1.5000 | 1.5000 |
| Gaussian Thresho | - | - | - | - | - | - |
| Threshold Unit | Percent | Percent | Percent | Absolute | Absolute | Absolute |
| Unit | M\$ | M\$ | workers | 5-point | Impact | Impact |
| Site 1 | 74.0000 | 12.0000 | 175.0000 | Average | High | Low |
| Site 2 | 86.0000 | 9.0000 | 170.0000 | Good | Low | Very Low |
| Site 3 | 89.0000 | 7.0000 | 145.0000 | Very Good | Very Low | Moderate |
| Site 4 | 115.0000 | 8.0000 | 95.0000 | Bad | Low | High |
| Site 5 | 128.0000 | 10.0000 | 110.0000 | Good | Moderate | Very Low |

- Critères à minimiser ou maximiser.
- Echelles différentes.
- Critères quantitatifs ou qualitatifs.

Problèmes de Décision Mono- et Multidécideur

- Monodécideur :
 - Une seule partie prenante dans le processus.
 - Evaluations et structure de préférence uniques.
- Multidécideur :
 - Plusieurs parties prenantes.
 - Evaluations et structures de préférences multiples.
 - Recherche d'un consensus.

Exemple

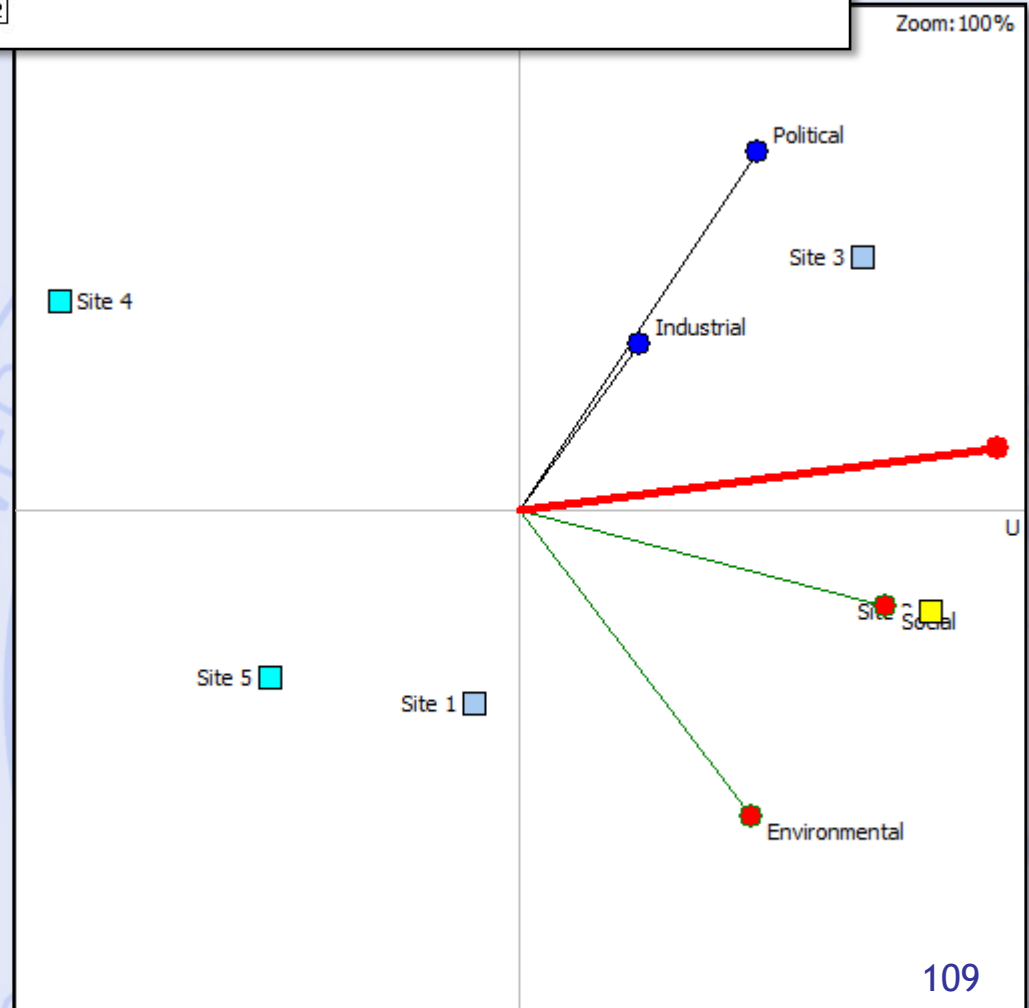
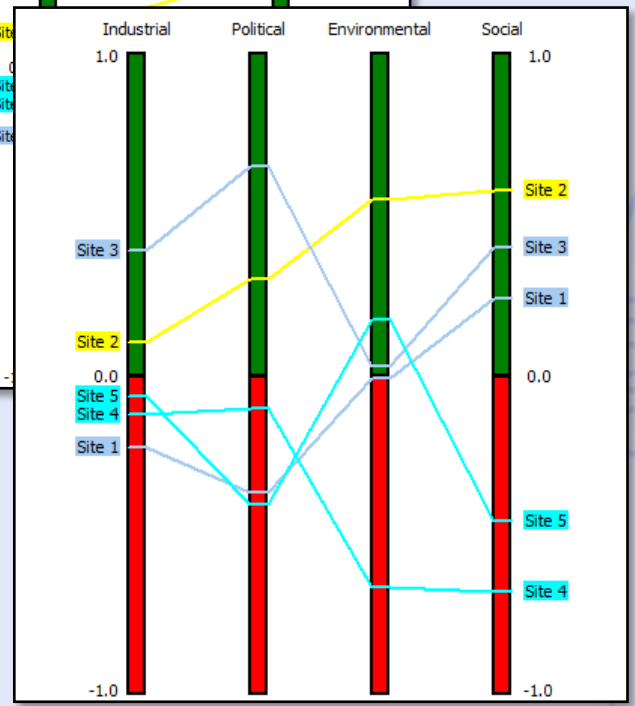
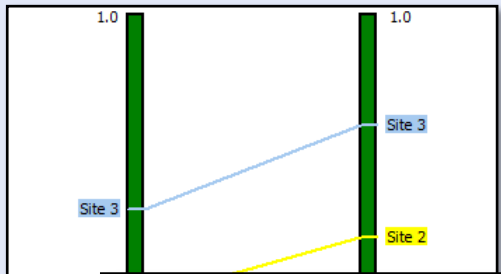
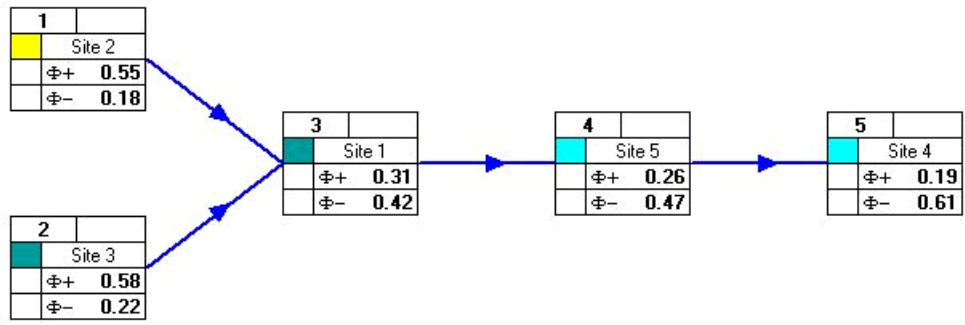
- Quatre parties prenantes (“décideurs”) :
 - Industriel,
 - Pouvoirs publics (région),
 - Associations de protection de l’environnement,
 - Syndicats.
- Quatre tableaux multicritères.

Modèle Multi-scénarios

- Scénarios :
 - Points de vue,
 - Hypothèses de travail, ...
- Evaluations :
 - Critères 'objectifs' : évaluations communes.
 - Critères 'subjectifs' : évaluations particulières à chaque scénario.
- Structures de préférences différentes :
 - Poids, seuils de préférence.

Modèle Multi-scénarios

- Adaptation de PROMETHEE :
 - Classements individuels
 - Classements globaux (groupe) en tenant compte d'une pondération éventuelle des scénarios
- Adaptation de GAIA :
 - GAIA-Critères
 - GAIA-Scénarios
 - GAIA-Unicritère



Zoom: 100%

Visual PROMETHEE



WWW.PROMETHEE-GAIA.NET

- 3-level simple hierarchical criteria structure.
- New visual tools:
 - PROMETHEE rankings and Diamond,
 - Visual Weight Stability Intervals,
 - Decision-maker's Brain (PROMETHEE VI),
 - GAIA-3D,
 - GAIA-Webs and PROMap GIS integration,
 - Performance (input-output) analysis, ...

PROMap

- *Intégration avec Google Maps :*



Applications ULB

- Evaluation financière d'entreprises.
- Evaluation de la qualité des fournisseurs.
- Planification du parc de production d'Electrabel.
- Gestion de bassin versant.
- Evaluation de systèmes de traitement de déchets urbains.
- Applications environnementales.
- Aide au choix d'un antibiotique.
- ...

Travail de groupe

- Groupe de max. 3 étudiants.
- Elaborer un problème de décision : min. 8 actions, 5 critères et 2 scénarios.
- Modéliser le problème avec PROMETHEE.
- Analyser le problème avec Visual PROMETHEE:
 - Classements PROMETHEE.
 - Analyse GAIA.
 - Analyse de sensibilité:
 - Poids des critères.
 - Différents scénarios.
 - Bonus: catégories, groupes, clusters, ...