



P R O M E T H E E

M E T H O D S



Bien utiliser PROMETHEE et GAIA : *Caveat ut prospera*

GERAD

6 juin 2019

Bertrand MARESCHAL

Solvay Brussels School of Economics & Management

bmaresc@ulb.ac.be

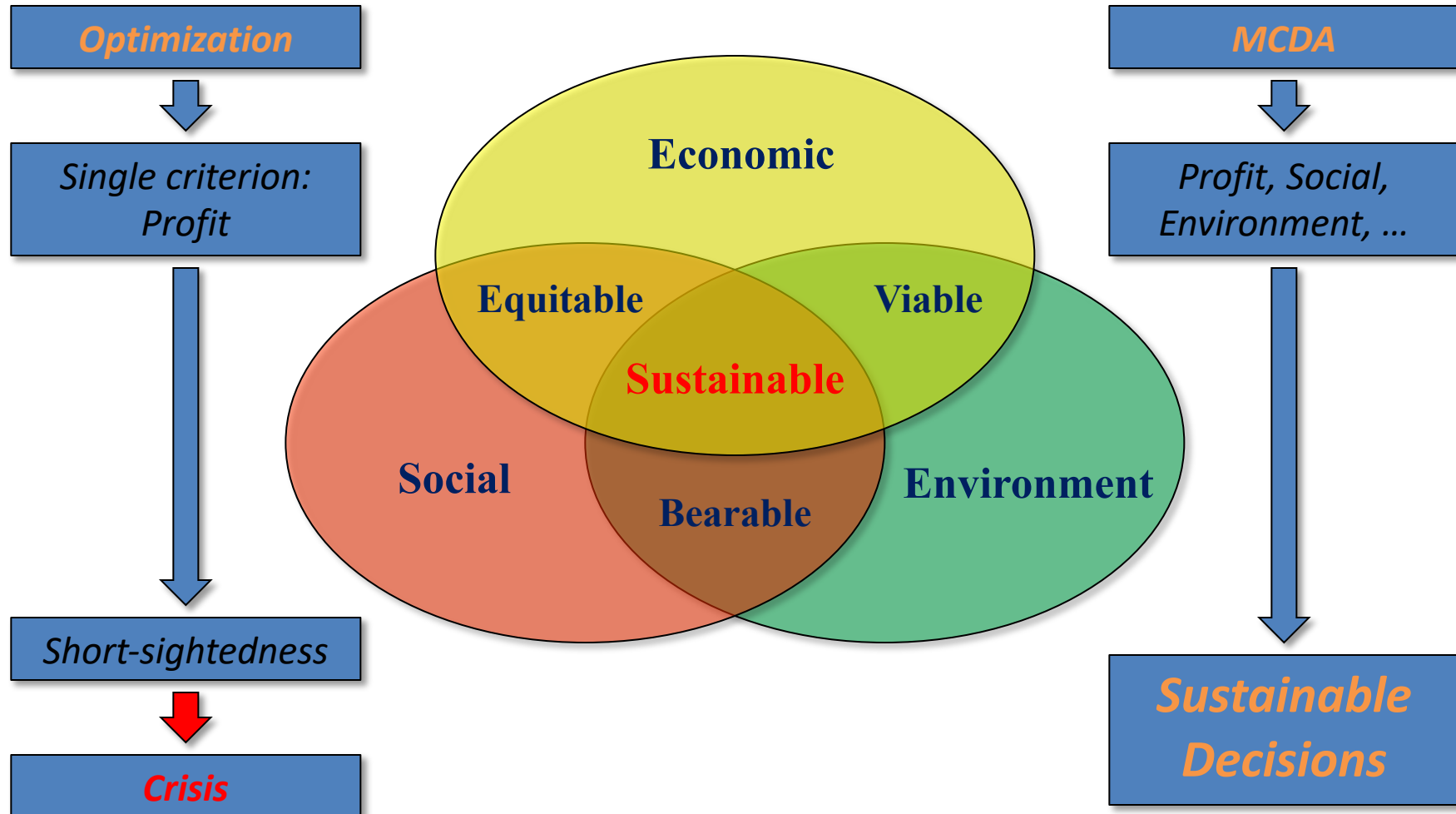
<http://www.promethee-gaia.net>

- Constat :
 - Intérêt croissant pour **PROMETHEE**.
 - Plusieurs questions récurrentes relatives à l'utilisation de **PROMETHEE**.
- Quelques points à clarifier :
 - Théorie :
 - Inversion de rang (« rank reversal »).
 - Pratique :
 - Choix d'une fonction de préférence.
 - Détermination des seuils Q et P.
 - Pondération des critères.
 - Interprétation du plan **GAIA**.
 - Implémentation :
 - Atelier **Visual PROMETHEE**

Our World Today

- **Positive**
 - Many improvements to global well-being:
 - Healthcare, Mobility, Education, IT, ...
- **Negative**
 - Public and private corruption:
 - Lack of morality.
 - Personal vs collective interest.
 - Disconnection between people and politicians:
 - Yellow jackets in France.
 - Rise of populism in Europe and in America.
 - Rise of extremism, nationalism, racism, intolerance, ...
 - Greed, egoism.
 - Increasing gap between the poor and the rich.
- **Increasing lack of ethics**
 - Action is needed to avoid chaos!**
- **Our place as OR people?**

MCDA vs Optimization



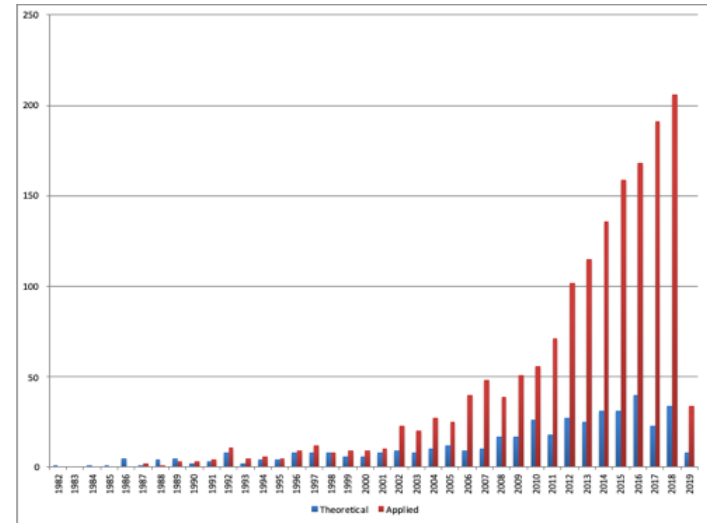
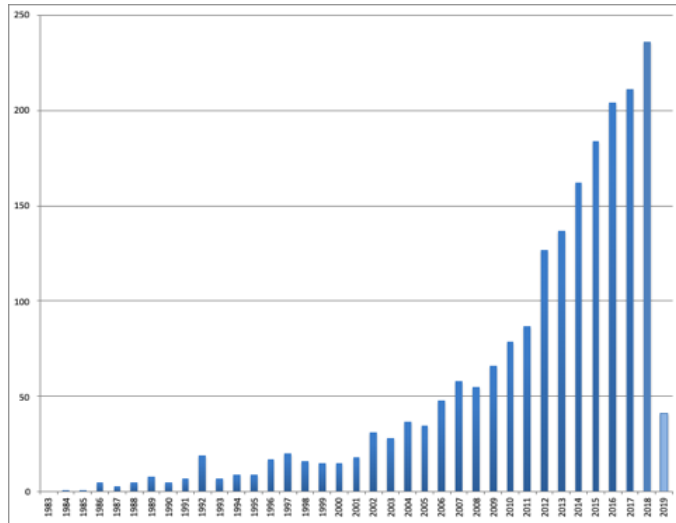
Ethics and OR people

- **Is optimization ethical?**
 - Focusing on a single objective? (profit, costs, ...)
 - Neglecting all other dimensions of our world?
 - Is it moral?
- **Is Ethics an important issue for OR people today?**
 - Yes! Because we have an impact on decision-makers and on decisions.
- **Can we help?**
 - Yes we can!
- **How can we help?**
 - Education
 - Decision aid



- Quelques dates:
 - **1982**: Première présentation de **PROMETHEE** par J-P. Brans à l'Université Laval (Québec, CA).
 - **1986**: publication **EJOR**: J.P Brans, P. Vincke et B. Mareschal
 - How to select and how to rank projects - The PROMETHEE method, EJOR, 24(2), 228-238.
 - **11^{ème}** papier le plus cité publié dans EJOR.
 - **133^{ème}** dans la liste des 200 papiers les plus cités en recherche opérationnelle et management science.
 - **1989**: Introduction de **GAIA**.
 - **1990**: **PROMCALC-GAIA**.
 - **2001**: **Decision Lab**.
 - **2012**: **Visual PROMETHEE**.

Actuellement



- Plus de **2000** publications:
 - 80% pratique – 20% théorie
 - 57% liées à des domaines “sociétaux”.
- Année médiane des publications: **2014**
- Plus de **3600** auteurs venant de **83** pays.

- **MCDA:**
 - Multiple criteria are inherent to sustainable development and ethical decision-making.
 - Weighing the criteria helps to ensure an ethical balance of the objectives.
- **PROMETHEE:**
 - Simplicity and transparency facilitate the appropriation of the method and of its results by the stakeholders.
 - Visual representations, interactive sensitivity analysis and GDSS extensions facilitate discussion and negotiation.

Principes des méthodes

PROMETHEE

- Modélisation des préférences :
 - Fonctions de préférence (échelles),
 - Pondération des critères.
- Comparaison des actions par paires :
 - Surclassement.
 - Prudent (classement partiel).
 - Partiellement compensatoire :
 - Avantage par rapport à la somme pondérée et aux fonctions d'utilité.
 - Evaluation relative.

- **Inversion de rang :**
 - Naturel (penser au soccer).
 - Limité (mesurable) à condition de bien utiliser PROMETHEE.
 - Inévitable (théorème d'Arrow).
 - Préférable aux hypothèse fortes de l'approche MAUT (utilité – agrégation).

- Etapes préalables à l'utilisation de **PROMETHEE** :
 - Choix des fonctions de préférence.
 - Détermination des seuils.
 - Pondération des critères.
- Bien interpréter les résultats :
 - Analyse de sensibilité.
 - Plan **GAIA**.

Un exemple simple

L'achat d'une nouvelle auto par une famille montréalaise

Objectifs :

- Economie (prix d'achat),
- Utilisation (consommation),
- Performance (puissance),
- Habitabilité,
- Confort.

Tableau multicritère

Cars	Price	Power	Fuel	Space	Comfort
Tourism A	26.000 €	75	8,0	average	average
Sport	29.000 €	110	9,0	very bad	bad
Tourism B	25.500 €	85	7,0	good	average
Luxury 1	38.000 €	90	8,5	good	very good
Economic	15.000 €	50	7,5	bad	very bad
Luxury 2	35.000 €	85	9,0	very good	good

- Meilleur achat



Tableau multicritère

Cars	Price	Power	Fuel	Space	Comfort
Tourism A	26.000 €	75	8,0	average	average
Sport	29.000 €	110	9,0	very bad	bad
Tourism B	25.500 €	85	7,0	good	average
Luxury 1	38.000 €	90	8,5	good	very good
Economic	15.000 €	50	7,5	bad	very bad
Luxury 2	35.000 €	85	9,0	very good	good

- Meilleur achat



Tableau multicritère

Cars	Price	Power	Fuel	Space	Comfort
Tourism A	26.000 €	75	8,0	average	average
Sport	29.000 €	110	9,0	very bad	bad
Tourism B	25.500 €	85	7,0	good	average
Luxury 1	38.000 €	90	8,5	good	very good
Economic	15.000 €	50	7,5	bad	very bad
Luxury 2	35.000 €	85	9,0	very good	good

- Meilleur achat ?
- Meilleur compromis ?



Tableau multicritère

Cars	Price	Power	Fuel	Space	Comfort
Tourism A	26.000 €	75	8,0	average	average
Sport	29.000 €	110	9,0	very bad	bad
Tourism B	25.500 €	85	7,0	good	average
Luxury 1	38.000 €	90	8,5	good	very good
Economic	15.000 €	50	7,5	bad	very bad
Luxury 2	35.000 €	85	9,0	very good	good

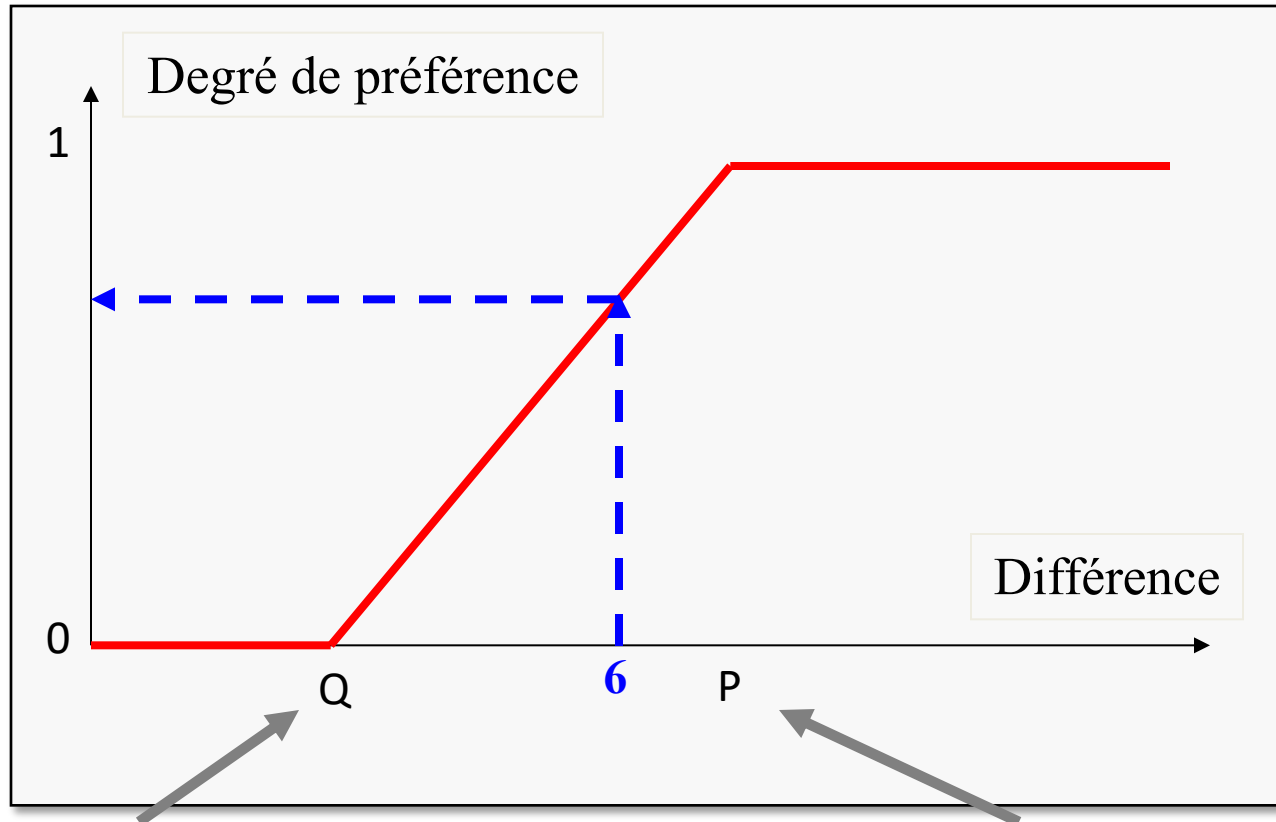
- Meilleur achat ?
- Meilleur compromis ?
- Priorités de l'acheteur ?



Comparaison de 2 actions

	Crit. 1 (/20)	Crit. 2 (rating)	Crit. 3 (qual.)	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	...
...	...	...	...	...	...

Fonction de préférence



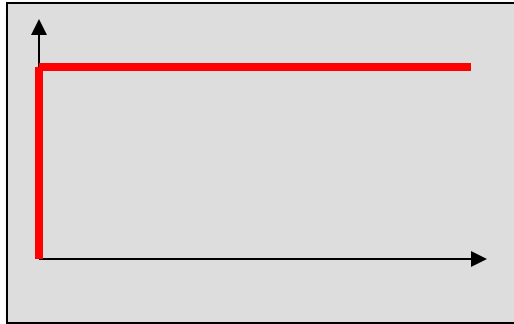
Seuil d'indifférence

Linéaire

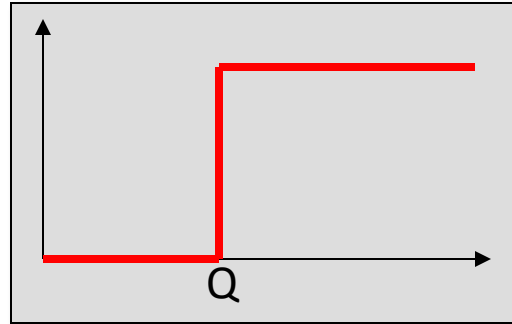
Seuil de préférence

Types de fonctions de préférence

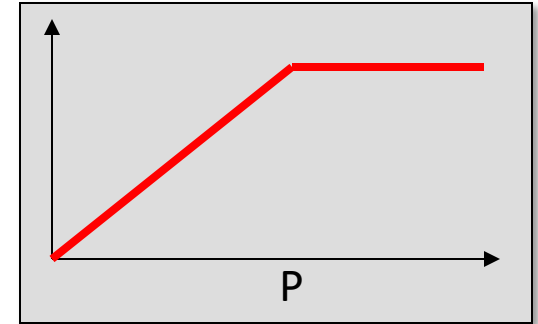
(dans **Visual PROMETHEE**)



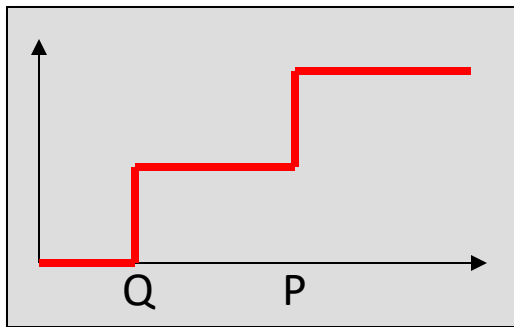
Usuel



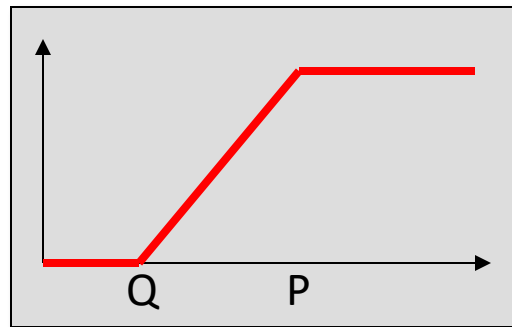
En U



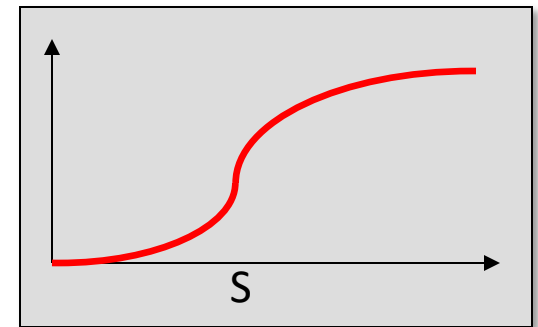
En V



A paliers



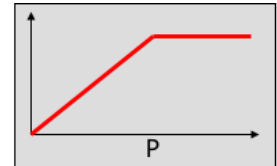
Linéaire



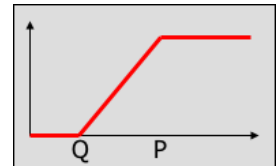
Gaussien

Fonctions de préférence

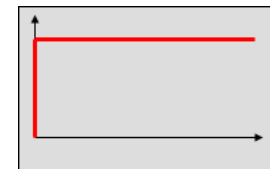
- Critères quantitatifs (continus)
(ex. coût, prix, puissance):
 - En V (pas de seuil d'indifférence)
 - Linéaire
- Critères qualitatifs ou quantitatifs (discrets)
(ex. « très bon à très mauvais », nombre de ports USB):
 - Usuel (pas de seuils)
 - A paliers



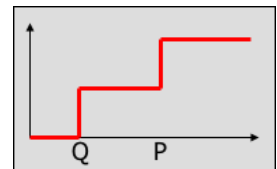
« V » shape



Linear



Usual



Level

- Ecarts, et non valeurs absolues :
 - Pas le prix de la voiture !
 - La **différence** de prix entre deux voitures.
- Seuil d'indifférence Q :
 - Commencer avec une très petite valeur (écart négligeable).
 - Augmenter progressivement la valeur jusqu'à ce qu'elle ne soit plus considérée comme négligeable.
- Seuil de préférence P :
 - Commencer avec une très grande valeur (préférence forte).
 - Diminuer progressivement la valeur jusqu'à ce que le degré de préférence commence à diminuer (hésitation).
- Seuil gaussien S :
 - Valeur « entre » Q et P.
- Ne pas rechercher des valeurs “exactes” :
 - PROMETHEE est robuste par rapport aux valeurs des seuils.
 - En revanche, l'ordre de grandeur est important.

- Valeurs relatives (%).
- Pondération directe ou hiérarchique :
 - Différentes méthodes disponibles.
 - Commencer avec des poids égaux (si réaliste).
- **GAIA** peut aider à ajuster les poids :
 - Axe de décision.
- Attention à l'utilisation d'AHP pour déterminer les poids :
 - Mène souvent à une pondération déséquilibrée.

- Axes critères :
 - Profil d'action : projection vs distance.
 - Angle: corrélation, redondance ?
 - Longueur : pouvoir discriminant.
- Axe de décision :
 - Poids.
- Qualité (Δ %):
 - 65% - 75%
- 2D vs 3D ?

Et maintenant ?

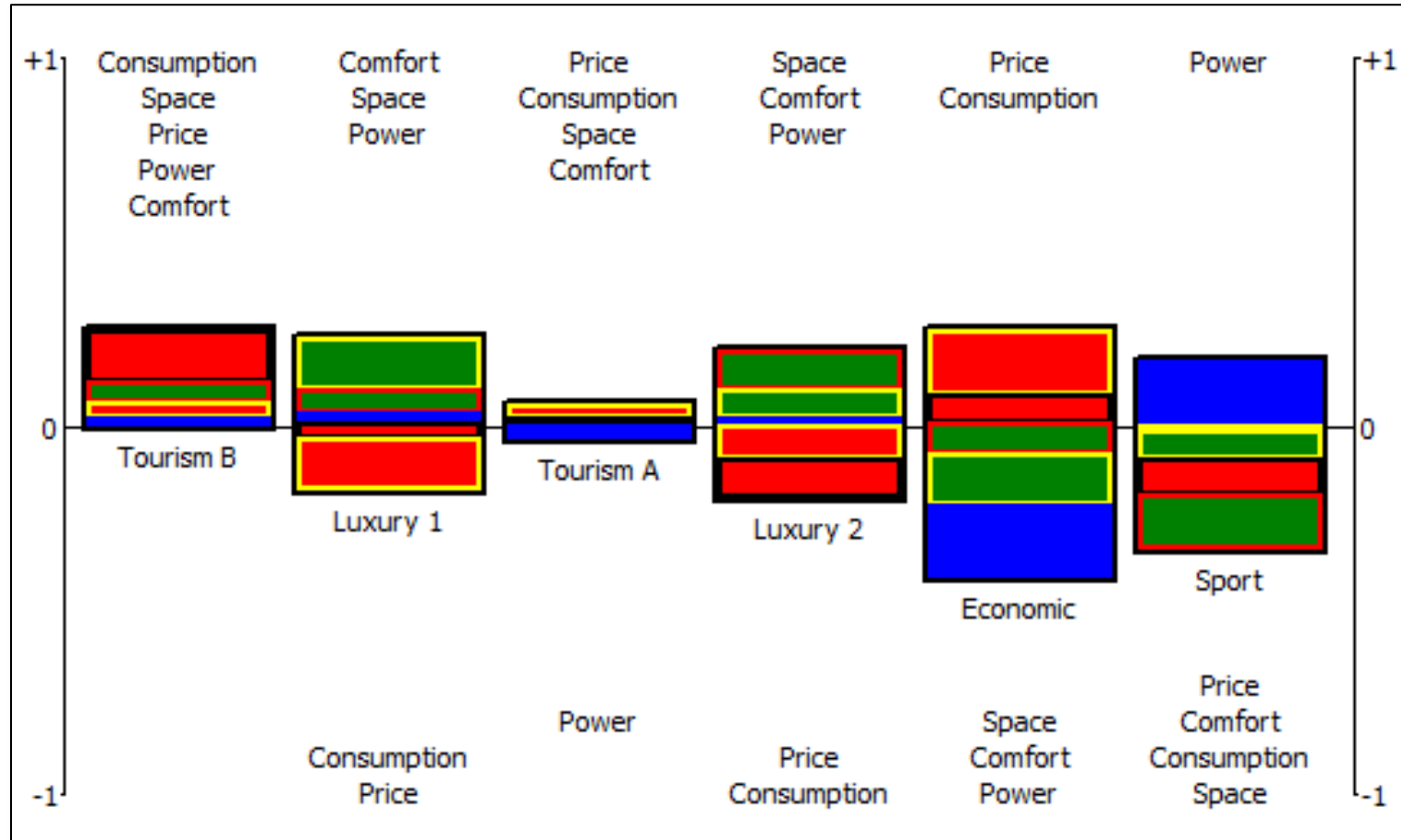
- Tout d'abord :

Merci pour votre attention !

- Continuez : atelier **Visual PROMETHEE** !
- Consultez <http://www.promethee-gaia.net>
- Rejoignez le groupe LinkedIn **PROMETHEE methods**.
- Téléchargez **Visual PROMETHEE**:
 - Academic Edition.
- Participez :
 - **PROMETHEE Days 2020** en juin 2020 à Tanger :
<http://www.prometheedays.com>

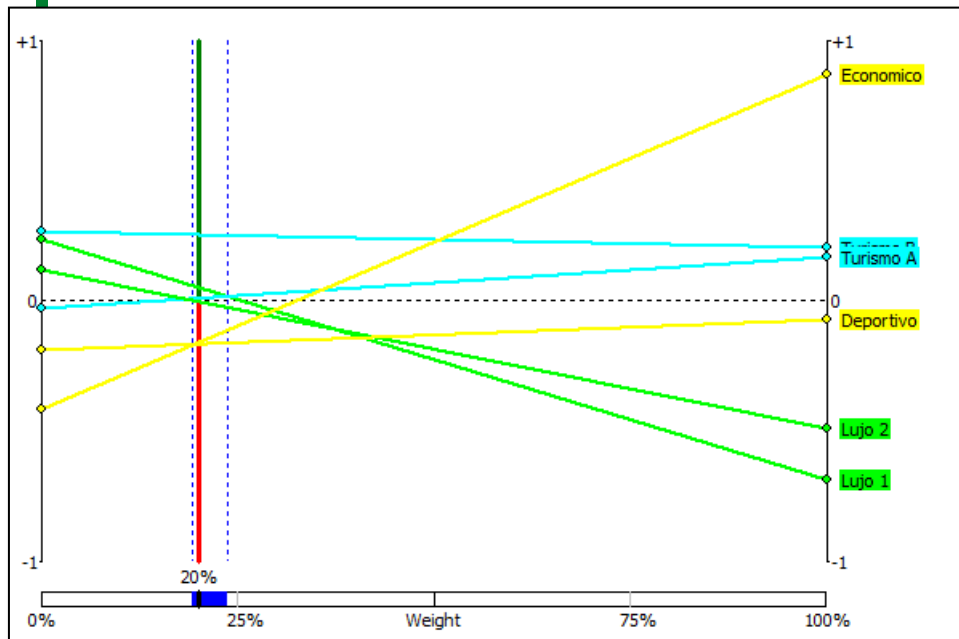
Implémentation

- Logiciel **Visual PROMETHEE**
- Démonstration.
- Fonctionnalités moins connues.
- Prise en main

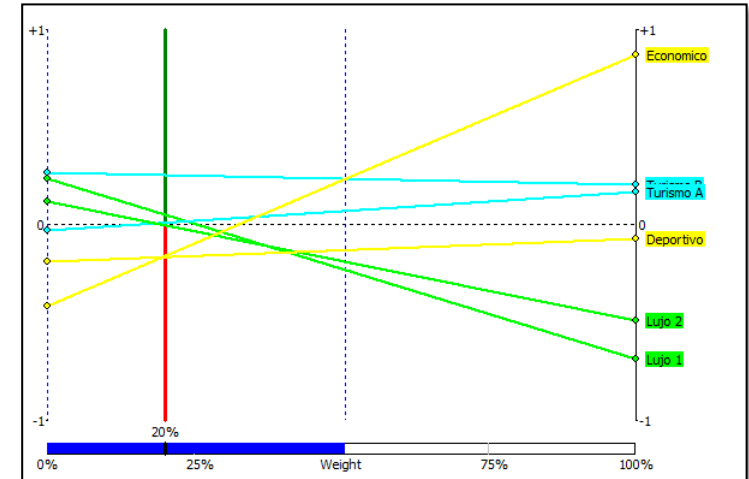


Décomposition pondérée du flux net, critère par critère.

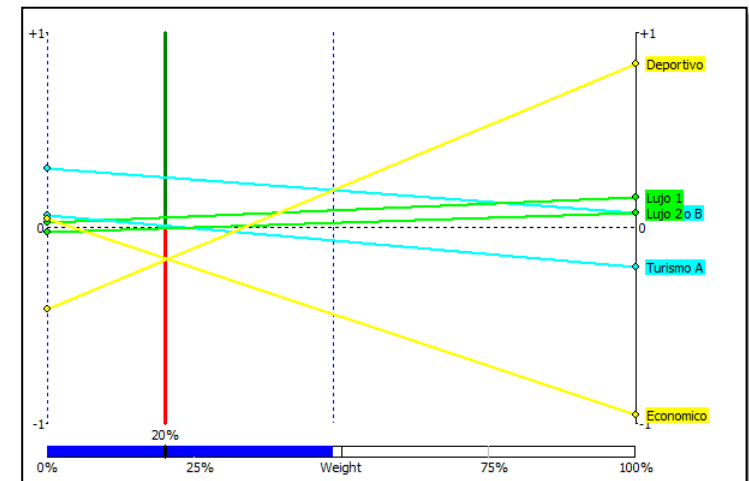
Visual Stability Intervals



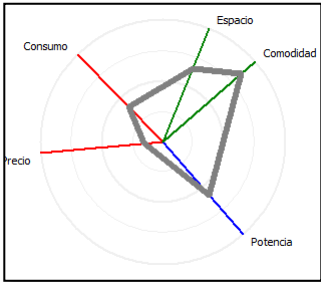
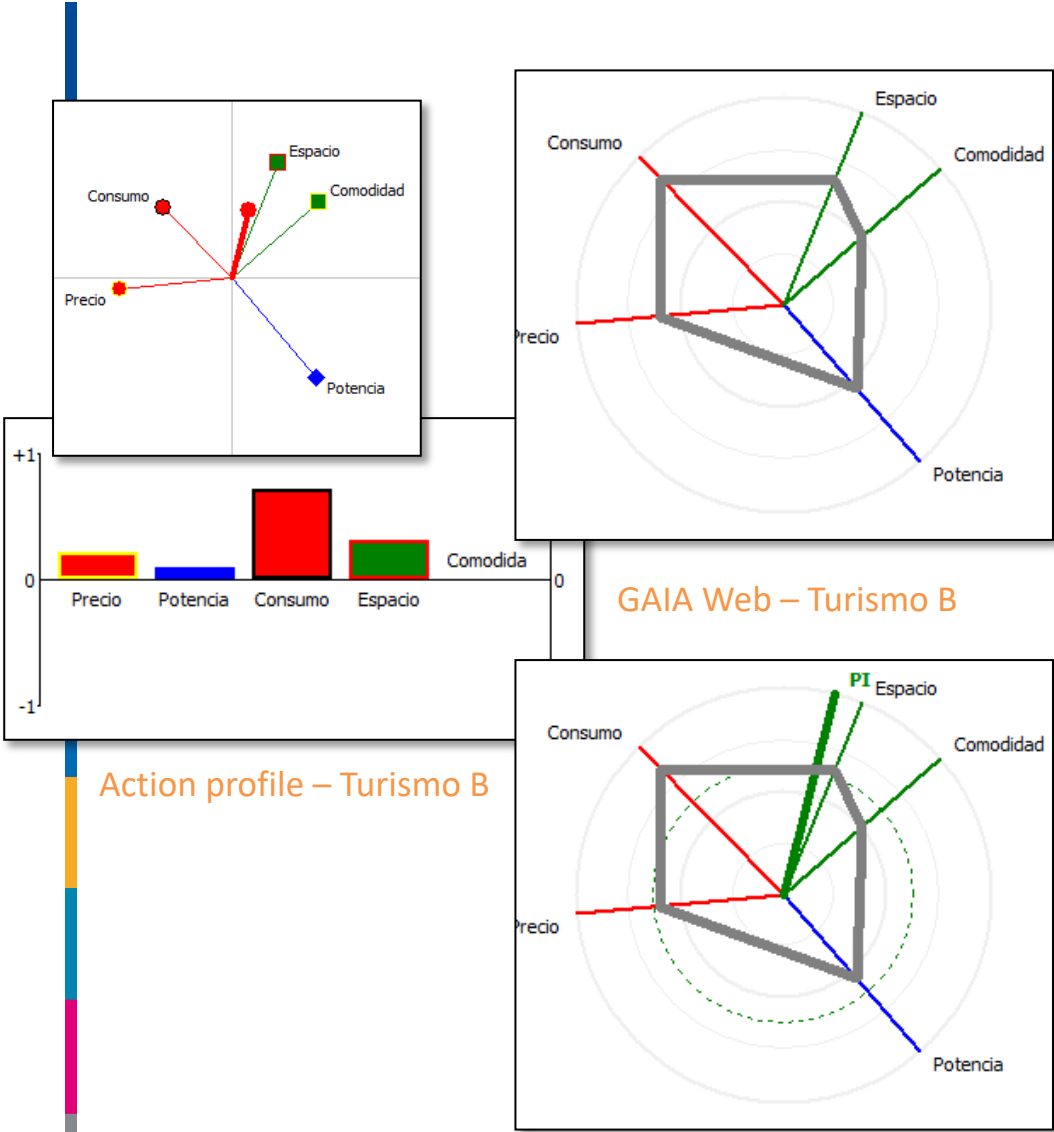
VSI pour « Prix » (niveau 6):
[19.20% , 23.70%]



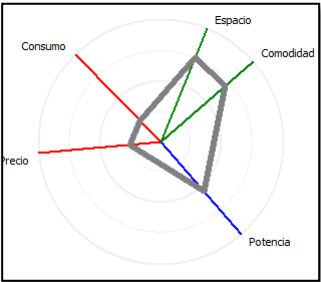
VSI pour « Prix » (niv. 1): [0.00% , 50.68%]



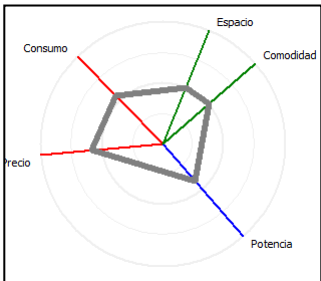
VSI pour « Puissance » (niv. 1): [0.00% , 48.65%]



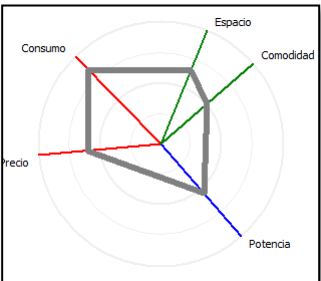
Lujo 1



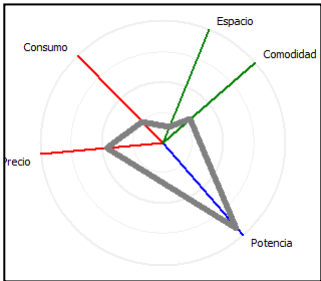
Lujo 2



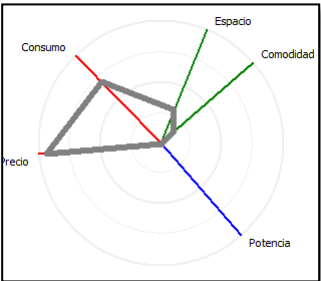
Turismo A



Turismo B



Deportes



Economico

- 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

Pensez aussi...

- A définir des catégories d'actions :
 - Pour identifier (couleurs et symboles) plus facilement (par commune par exemple).
- A définir des clusters et des groupes de critères :
 - Hiérarchie à deux niveaux :
 - Clusters : grands groupes de critères (économie, environnement, social, ...),
 - Groupes : sous-ensembles de critères au sein d'un même cluster (air, eau, paysage, ... pour l'environnement).
 - Couleurs et symboles.
 - Regroupement pour faciliter les analyses de sensibilité.

Développements en cours...

- Visual PROMETHEE 2.0
- Multi-plateforme (Windows, MacOS, ...)
- Intégration de nouvelles fonctions :
 - PROMETHEE R
 - Analyse temporelle (DynaPROM)
- Gestion des données améliorée :
 - Catégorisation des actions
 - Hiérarchie des critères
- Interface avec Excel (import/export)

Visual PROMETHEE 2.0

Visual PROMETHEE 2 Academic - unnamed (saved)

File Edit Model Control PROMETHEE-GAIA G

Unit k€

Cluster/Group

Preferences

Min/Max min max

Weight 1,00 1 1 1 1 1

Preference Fn. V-shape Linear V-shape Level Level

Thresholds absolute absolute absolute absolute absolute absolute

- Q: Indifference n/a 5 n/a 1,0 0,5

- P: Preference € 15,000 30 2,0 2,5 2,5

- S: Gaussian n/a n/a n/a n/a n/a

Statistics

Minimum 15,000 50 7,0 1,0 1,0

Maximum 38,000 110 9,0 5,0 5,0

Average 28,083 83 8,2 3,2 3,0

Standard Dev. 7,407 18 0,7 1,3 1,3

Evaluations

Tourism B 25,500 85 7,0 good average

Luxury 1 38,000 90 8,5 good very good

Tourism A 26,000 75 8,0 average average

Luxury 2 35,000 85 9,0 very good good

Economic 15,000 50 7,5 bad very bad

Sport 29,000 110 9,0 very bad bad

Actions: 6 (6 active) Criteria: 5 (5 active) Scenarios: 1 (1 active) Locale: Belgium [€/€] Saved

Visual PROMETHEE 2 Academic - unnamed (saved)

Assistants Snapshots Options Help

Habitability Comfort

5-point 5-point

max max

1 1

Level Level

absolute absolute

1,0 0,5

2,5 2,5

n/a n/a

1,0 1,0

5,0 5,0

3,2 3,0

1,3 1,3

good average

good very good

average average

very good good

bad very bad

very bad bad

Actions: 6 (6 active) Criteria: 5 (5 active) Scenarios: 1 (1 active) Locale: Belgium [€/€] Saved

Actions properties

Select: **Tourism B**

Name: **Tourism B**

Shortname: **T.B** ☒ Active

Description: **This is action Tourism B, a Mazda built in Japan (Hiroshima).**

Categories: **> Car type <**

Region: **Japan**

paint 2

Location: **Hiroshima**

Latitude: **34,3852** Longitude: **132,45529**

New **Delete** **Close**

Visual PROMETHEE 2 Academic - unnamed (saved)

	Price	Power	Consumption	Habitability	Comfort
Unit	k€	kW	L/100km	5-point	5-point
Cluster/Group					
Preferences					
Min/Max	min	max	min	max	max
Weight	1	1	1	1	1
Preference Fn.	V-shape	Linear	V-shape	Level	Level
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	5	n/a	1.0	0.5
- P: Preference	15,000	30	2.0	2.5	2.5
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics					
Minimum	15,000	50	7.0	1.0	1.0
Maximum	38,000	110	9.0	5.0	5.0
Average	28,083	83	8.2	3.2	3.0
Standard Dev.	7,407	18	0.7	1.3	1.3
Evaluations					
Tourism B	25,500	85	7.0	good	average
Luxury 1	38,000	90	8.5	good	very good
Tourism A	26,000	75	8.0	average	average
Luxury 2	35,000	85	9.0	very good	good
Economic	15,000	50	7.5	bad	very bad
Sport	29,000	110	9.0	very bad	bad

All Bertrand
Actions: 6 (6 active) | Criteria: 5 (5 active) | Scenarios: 1 (1 active) | Locale: Belgium [6/2] | Saved

Visual PROMETHEE 2 Academic - unnamed (not saved)

	Price	Power	Consumption	Habitability	Comfort
Unit	k€	kW	L/100km	5-point	5-point
Cluster/Group					
Preferences					
Min/Max	min	max	min	max	max
Weight	1	1	1	1	1
Preference Fn.	V-shape	Linear	V-shape	Level	Level
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	5	n/a	1.0	0.5
- P: Preference	15,000	30	2.0	2.5	2.5
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics					
Minimum	15,000	50	7.0	1.0	1.0
Maximum	38,000	110	9.0	5.0	5.0
Average	28,083	83	8.2	3.2	3.0
Standard Dev.	7,407	18	0.7	1.3	1.3
Evaluations					
Tourism B	25,500	85	7.0	good	average
Luxury 1	38,000	90	8.5	good	very good
Tourism A	26,000	75	8.0	average	average
Luxury 2	35,000	85	9.0	very good	good
Economic	15,000	50	7.5	bad	very bad
Sport	29,000	110	9.0	very bad	bad

All Bertrand
Actions: 6 (6 active) | Criteria: 5 (5 active) | Scenarios: 1 (1 active) | Locale: Belgium [6/2] | NOT saved

Improved Data Model

Criteria properties

Select: Price

Name: Price

Shortname: € ☒ Active

Description: This is criterion Price

Hierarchy: Economy

Subgroup: ESP

Scale

Unit: k€

Scale: currency

Decimals: y/n

Currency: € 1 € -1

Formula:

Preferences

Min/max

☒ Min ☐ Max

Preference function

Type 3 - V-shape

Thresholds

☒ Absolute ☐ Percentage

Q: n/a

P: 15,000

S: n/a

New Delete Close

Criteria Hierarchy

Clusters and subgroups

- ☒ none
 - ☒ none
- ☒ Economy
 - ☒ ESP
 - ☒ Fuel
- ☒ Luxury
 - ☒ Space
 - ☒ Comfort

Expand Contract

Properties

Name: Fuel

Shortname: Fuel ☒ Active ☒ Show ☐ Grouped

Outline color:

Fill color:

Shape: circle

Criteria

In: Consumption

Out: Price, Power, Habitability, Comfort

<<< Add Remove >>>

New cluster New subgroup Delete Close