



ÉCOLE
POLYTECHNIQUE
DE BRUXELLES

Développement d'un ensemble d'indicateurs pour mesurer la durabilité des villes

Identification et mise à l'épreuve d'une méthodologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme
d'Ingénieur Civil électro-mécanicien à finalité gestion et technologies

Lionel Delchambre

Promoteur

Professeur Alassane N'Diaye

Co-Promoteur

Professeur Walter Hecq

*Il n'existe pas de crise énergétique, de famine ou de crise environnementale. Il existe
seulement une crise de l'ignorance.*

- Richard Buckminster Fuller, architecte, ingénieur et futurologue américain

Pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir mais de le rendre possible.

- Antoine de Saint Exupéry, écrivain, poète et aviateur

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord les Alumnis de l'Ecole polytechnique de Bruxelles, qui à travers leur programme dynamique ont permis la genèse de ce projet. Particulièrement, Stéphane Palmaerts qui m'a permis d'entrer en contact avec l'équipe de Tractebel.

Je tiens aussi à remercier justement cette équipe de Tractebel qui m'a orienté, corrigé et soutenu aux moments opportuns. Merci à Bram pour avoir cru dans ce travail. Merci à Ewald, Karel, Peter et Anneleen pour l'avoir supporté. Merci au TTO d'avoir rendu ce partenariat possible.

Je tiens encore à remercier Tom Bauler qui m'a ouvert la voie des méthodologies participatives. Merci à l'équipe gantoise de Thomas Block pour m'avoir aidé à me diriger sur cette voie. Un tout grand merci aussi à Christine et Michel pour le soutien exceptionnel dont ils ont fait preuve tout au long de mon mémoire.

De manière générale, je tiens à remercier tous mes amis qui m'ont aidé dans ce projet. De manière non exhaustive, merci à Marie, Camille, Lucie, Romain, Gilles, Aurore, Quentin, Arnaud, aux étudiants du Semeur, au SGO, et encore une fois à l'équipe de Tractebel et particulièrement à Christine et Michel.

Je tiens enfin à remercier mon promoteur, Alassane N'Diaye, pour m'avoir permis de réaliser ce mémoire et pour son soutien. Merci aussi à mon co-promoteur, Walter Hecq, dont les précieux conseils m'ont été très utiles, jusqu'à la fin. Merci à Yves Desmet pour son aide avisée.

Les remerciements s'arrêtent là. Cependant, certaines personnes manquent parmi celles à qui je tiens à exprimer ma gratitude. Ce n'est pas un oubli, c'est simplement que les remerciements ne suffisent pas...

Il s'agit de mes parents, et plus globalement de ma famille. Car ils m'ont soutenu, aidé, conseillé. Ils ont passé du temps sans compter pour ce travail, depuis la genèse jusqu'à la relecture la veille du rendu finale. Oui, car ma maman est encore à côté de moi à corriger la dernière faute d'orthographe, au moment où j'écris ces lignes. Ils m'ont aidé pour ce mémoire, mais aussi tout au long des choix que j'ai pu faire et vivre à l'Université, ou dans la vie. D'ailleurs, sans eux, je n'aurais peut-être pas été à l'Université. Sans eux, ce travail aurait été différent. Sans eux, j'aurais été différent.

Résumé

Actuellement, les villes sont confrontées à des défis de plus en plus importants, et de plus en plus complexes. Bruxelles, capitale de l'Europe, témoigne bien cette assertion : en termes de mobilité, Bruxelles, considérée par certains comme la ville la plus embouteillée d'Europe, est contrainte de se réinventer puisqu'elle ne peut plus compter sur ses tunnels. Au niveau énergétique, Bruxelles risquait de subir un black-out à l'hiver 2014, la menace n'étant toujours pas écartée. En termes d'intégration sociale, Bruxelles doit essuyer les critiques internationales sur la gestion des migrations tout en repensant sa politique

D'autres exemples témoignent de ces défis et Bruxelles n'est pas un cas isolé, toutes les métropoles devront tôt ou tard faire face à ces enjeux, qui ne feront que se complexifier avec l'augmentation attendue de la population urbaine. La question essentielle est d'anticiper comment les villes et leurs dirigeants, arriveront à gérer cette situation.

Partant de ces constats, l'objet de ce mémoire est de proposer et de mettre en application un processus qui permette d'aider la gouvernance des villes, de manière durable. Ce mémoire se concentre sur l'analyse et la mise en application d'un indicateur de développement durable afin d'atteindre cet objectif. Les indicateurs de développements durables permettent de connaître de manière objective la situation actuelle d'une zone géographique déterminée, en termes de durabilité, et de mettre en évidence les solutions à appliquer selon les préférences des décideurs. Comme les zones géographiques considérées dans le cadre de ce mémoire sont les villes, l'indicateur de durabilité sera appliqué à l'échelle d'une ville et aura pour but d'aider la gouvernance de ces municipalités.

Afin d'identifier l'indicateur adéquat, un état de l'art a été réalisé au travers de l'ensemble des solutions existantes pour impulser des politiques durables au sein des villes. Cet état de l'art permet de mettre en évidence que la réalisation d'un indicateur nécessite trois étapes : la première sert à identifier l'ensemble des indicateurs, ensuite il faut faire des recherches afin de quantifier ces indicateurs et troisièmement, il faut agréger ces indicateurs. C'est l'ensemble du processus qui est étudié dans le cadre de ce mémoire. La méthode d'obtention des données est relativement triviale et ne nécessite pas de recherches ou de considérations particulières.

La méthode d'identification des indicateurs retenue est la méthode participative Kidisti, combinée avec la méthode d'agrégation multi-critère d'aide à la décision PROMETHEE. Ces deux méthodologies ont été spécifiquement analysées et appliquées à la recherche d'un indicateur de développement durable en vue d'aider à gouverner les villes de manière durable.

En effet, une méthode multi-critère d'aide à la décision permet de simplifier une situation complexe, comme c'est le cas des villes actuellement. Elle propose de bonnes solutions sur base des préférences d'un décideur, autrement dit, sur base de la politique d'un gouvernement.

Cependant, pour réaliser une méthode multi-critère d'aide à la décision, il est nécessaire d'identifier un ensemble d'indicateurs. Et c'est une méthode participative qui a été retenue pour cette tâche, car ce type de méthode participative permet de renforcer la communication entre les différents acteurs d'une société, d'assurer une pérennisation de l'utilisation de l'outil, d'assurer une base plus solide - car concertée - aux solutions mises en oeuvre et d'augmenter la légitimité des gouvernements. De plus, Kidisti permet d'avoir des recommandations très spécifiques qui sont particulièrement utiles pour les décideurs dans le processus de gouvernance.

Ce rapport met en contexte les notions d'indicateurs, de durabilité et de villes afin de clarifier le lexique pour les lecteurs de ce mémoire et les futurs utilisateurs du processus proposé. Ensuite, il reprend l'état de l'art qui permet d'identifier les outils (Kidisti et PROMETHEE) présentés précédemment ainsi que les résultats obtenus après l'application de ces outils. Les résultats obtenus montrent que le processus étudié et appliqué dans le cadre de ce mémoire peut tout

à fait remplir les objectifs définis plus haut : l'outil Kidisti a été appliqué pour l'identification d'indicateurs de développement durable et est prêt à être utilisé à plus large échelle ; le processus de création d'indicateurs est formalisé. Il ne reste plus qu'à l'appliquer à un échantillon plus représentatif.

Pour conclure, la solution proposée d'utiliser la méthode PROMETHEE combinée à celle de Kidisti est prometteuse. Il serait intéressant que nos dirigeants puissent se rendre compte de la puissance de cet outil et essaient de le mettre en action, même dans le cadre de projet pilote, pour en constater les effets. Plutôt que d'utiliser d'autres méthodes moins coûteuses, certes, mais ayant un impact et une légitimité plus faible.

Abstract

Cities have to face many challenges that are increasingly important and complex. Brussels' City illustrates quite well this statement: regarding mobility, Brussels is one of the worst city of Europe and yet, problems pile up with the tunnel or train issues. In the energy field, Brussels was expected to face a black-out in winter 2014 and the threat is not gone away. Moreover, in terms of migration, Brussels was criticized virulently about the management of quarter such as Molenbeek and actually, the integration issues is quite crucial and the city has to rethink its politic

Many other examples could illustrate those facts and Brussels is not an isolated case: every metropolis has to face the same issues that will become more and more complexes with the increasing of population expected in cities for the next years. The crucial question remains to know how cities, and their governance, will manage this situation.

This is the scope of this master thesis: propose and apply a process that allow the help of governance of cities, in a sustainable way. This master thesis adresses the analysis and application of a sustainable index in order to reach this objective. The indices allow the true knowledge of a complex situation, in an objective and sustainable way, for a specific geographic scope. It also allows to enlighten the solutions to be applied according to the governments' preferences. As the geographical scope of this master thesis is the city, the urban sustainable index will be considered in this framework.

In order to identify the suitable index, a state of the art has been done for all existing solutions that impulse sustainable politics for cities. This state of the art shows that for the creation of an indicator three steps are needed : identification of the of indicateurs, finding of data and aggregate the indicators. All the three steps ara studied for this master thesis.

The multi-criteria decision aid method PROMETHEE, combined with the participative method Kidisti were used to identify the sets of indicators, analyzed and applied for this master thesis.

Indeed, a multi-criteria decision aid method helps to simplify a complex vision, as it is for the case of cities, and enlighten best solutions on basis of the decision maker's preferences, or, in other words, on basis of government's policy.

However, in order to apply a multi-criteria decision aid method, it is necessary to identify a set of indicators. The participative method Kidisti has been chosen as this kind of method allows the improvement of communication between all stakeholders of society, ensure the use of the method on long-term, reinforce the solutions applied because of a large consensus and increase legitimacy of governments.

This report shows the current situation that cities are faced and set up the context of urban sustainable index, then a state of the art helps to illustrate the existing tools and finally all the results obtained are exposed and analyzed. The results show that the studied and applied process is able to fulfill the objectives of the master thesis: Kidisti has been used in order to identify sustainable indicators and can be applied for a wider spectrum; the entire process is now formalized. This methodology needs now to be applied to a representative sample.

To conclude, the proposed solution to combine the two methodologies PROMETHEE with Kidisti is promising. It is required from our leaders to understand the power of this tool and to apply it, potentially for a pilot phase, to observe his impact. Instead of using other methods, cheaper, but with a lesser impact and legitimacy.

Table des matières

1	Objectifs du mémoire	5
1.1	Les objectifs du mémoire	5
1.2	Les indicateurs	6
1.2.1	Définition des indicateurs	6
1.2.2	Origine des indicateurs	6
1.3	La durabilité	8
1.3.1	Historique de l'apparition du terme de durabilité	8
1.3.2	Définition de la durabilité	10
1.4	Les villes	11
2	Etat de l'art, choix et justification de l'outil d'implantation de la durabilité dans les villes	12
2.1	Etat de l'art des outils d'aide à l'implantation d'une politique durable au sein des villes	13
2.1.1	Création de structures participatives	13
2.1.2	Outils d'analyse et de gestion de projet pour intégrer la durabilité au sein d'une ville	14
2.2	Choix et justification de l'outil	18
2.2.1	Justification du choix de l'analyse d'aide à la décision multi-critère	19
2.2.2	Présentation des cadres d'indicateurs, choix du cadre retenu et justification	20
2.2.3	Présentation des méthodologies permettant de définir des indicateurs afin de créer un ensemble, choix de la méthodologie retenue et justification .	24
2.2.4	Présentation de la manière de collecter les données	34
2.2.5	Présentation, comparaison, choix et justification de la méthode d'agrégation des indicateurs	35
2.3	Sélection de l'outil	37
3	Développement de l'outil	38
3.1	Création de l'ensemble des indicateurs	38
3.1.1	Recueil des propos des citoyens	38
3.1.2	Application du programme Kidisti sur les expressions récoltées et classées	43
3.2	Collecte des données	50
3.2.1	Interprétation des indicateurs	50
3.2.2	Recherche des valeurs pour quantifier les indicateurs	54
3.2.3	Confrontation entre les données nécessaires et les données disponibles . .	54
3.3	Utilisation de l'aide à la décision multi-critère	56
3.3.1	Choix des alternatives et critères du MCDA	56
3.3.2	Pondération, paramétrisation des critères et quantification des critères pour toutes les alternatives	57
3.3.3	Analyse des résultats	60

3.3.4	Remise en question de l'utilisation de PROMETHEE	65
4	Perspectives	66
5	Conclusion	68
A	Explication et justification du tableau comparatif des trois méthodologies d'identification d'un ensemble d'indicateurs de type bottom-up	77
B	Explication et justification du tableau comparatif des méthodologies d'agrégation	80
C		82
D	Explication et justification du tableau comparatif des méthodologies d'agrégation	88
E	Déroulement des 7 étapes de Kidisti pour la précatégorie H00 de Charleroi	90
F		95
G	Description du modèle PROMETHEE [52] [33], [73], [56]	96
H	Explication et justification des valeurs des critères pour Charleroi et Gand, avec l'exemple de Charleroi	99
I	Spécificités intéressantes de la méthode <i>FlowSort</i>	102

Introduction

Depuis leur création, les villes ont constitué un cadre complexe tant au niveau social, qu'au niveau culturel ou encore économique. La manière dont les villes ont été réfléchies, conçues, construites rend compte d'une certaine volonté politique, d'un certain objectif. En effet, le rôle des villes a beaucoup évolué au cours du temps : initialement, l'objectif des villes était de protéger les réserves de nourriture à l'époque où les humains se sont sédentarisés. Les huttes ont donc été construites autour des réserves de nourriture afin de les préserver. Par après, les villes ont joué, par exemple, un rôle militaire, politique, religieux ou encore économique. Pour chaque changement de rôle, on peut observer une évolution dans la construction de ces villes. Quand la ville avait un objectif politique, on a vu apparaître durant l'antiquité une agora au centre des villes grecques quand elles ont eu un objectif militaire au Moyen-Âge et à la Renaissance, les cités se sont dotées de murailles... Bien que les rôles et la conception de ces villes aient évolué au cours du temps, elles ont toujours servi de catalyseurs et ont concentré les enjeux culturels, sociaux et économiques.[42]

Cependant, les objectifs que doit remplir la ville d'aujourd'hui se multiplient en même temps que les enjeux auxquels elle doit faire face. En effet, actuellement, nous pouvons considérer que 50% de la population mondiale est concentrée dans les villes. Cette concentration déjà importante ne cesse d'augmenter et il faut s'attendre à ce que les villes rassemblent près de 70% de la population d'ici à 2050. Cette explosion démographique va considérablement augmenter la pression que les agglomérations urbaines exercent sur les ressources naturelles périphériques et sur les citoyens et leur mode de vie. [46]

Les villes doivent donc relever des enjeux de plus en plus importants : assurer une qualité de vie suffisante pour leurs habitants, pourvoir à une prospérité globale pour l'ensemble des citoyens, stimuler leur croissance dans le contexte économique tout en respectant l'environnement, continuer à être attractives pour les travailleurs et les entreprises...

Cependant, avec la croissance démographique et l'évolution des technologies, les différents enjeux auxquels les villes doivent faire face ne sont pas seulement plus nombreux, ils sont aussi plus complexes. En effet, on constate que le contexte économique évolue rapidement avec la globalisation : les entreprises s'internationalisent et deviennent des monopoles qui ont le pouvoir d'influencer les politiques. Pendant ce temps, le citoyen perd confiance dans ses institutions politiques, administratives et scientifiques. Dans ce contexte, alors que les enjeux sont pressants et que les besoins sont immenses, il peut paraître difficile de percevoir comment agir efficacement. Par où commencer ? Comment mesurer l'impact des actions qui seront prises ? [10]

C'est la problématique que j'essaie de résoudre dans mon mémoire de fin d'étude : développer un outil qui permette de clarifier les liens qui existent entre des problématiques d'apparences complexes afin de proposer des solutions qui tiennent compte des différents aspects économique, écologique et sociaux à l'échelle d'une ville. Il s'agit de proposer une méthodologie qui permette de construire un indicateur prospectif de durabilité à l'échelle d'une ville.

Plus concrètement, ce mémoire s'intègre dans le cadre de mon cursus d'ingénierie à l'Ecole polytechnique de Bruxelles et est une entreprise personnelle qui a pour objectif de mettre en évidence les connaissances que j'ai développées au cours des 5 dernières années de mon cursus

et de montrer comment je peux appliquer une démarche scientifique à un travail d'envergure. Le présent rapport reprend l'ensemble du travail qui a été réalisé pour atteindre cet objectif et expose le plus clairement possible les différentes étapes de ce travail.

Mon rapport est divisé en plusieurs chapitres qui rendent compte des différentes étapes de mon mémoire :

1. Dans un premier temps, il est nécessaire de s'accorder sur les termes et de remettre en contexte les concepts suivants : Qu'est-ce qu'un indicateur ? Que signifie le terme de durabilité ? Pourquoi ai-je choisi de focaliser mon outil à l'échelle d'une ville ?
2. Le second chapitre de mon mémoire reprend un état de l'art de différents outils qui ont été utilisés afin de développer une politique durable au sein des villes. Ensuite, cette partie explique en quoi les indicateurs sont des outils incontournables. Enfin, il reprend les trois étapes nécessaires à la réalisation d'un indicateur (identification des indicateurs, obtention des données et agrégation des indicateurs) et spécifie les choix qui ont été faits pour la réalisation de l'indicateur déterminé ainsi que la justification pour chacun de ces choix. C'est dans ce chapitre que la méthodologie nécessaire à la création de l'indicateur est choisie et justifiée ;
3. Le troisième chapitre est une étude de cas. En effet, une fois que la méthodologie a été identifiée et justifiée à partir de l'état de l'art, il est nécessaire de la mettre en application. La manière dont la méthode d'identification retenue est adaptée afin de satisfaire aux objectifs de mon mémoire y est reprise. Les résultats obtenus après avoir identifié les ensembles d'indicateurs, compilé les données et agrégé les ensembles obtenus précédemment en un méta indicateur y sont exposés. Ces résultats ont été obtenus pour deux villes, Gand et Charleroi, afin de permettre une comparaison ;
4. Le quatrième chapitre reprend les différentes perspectives à mettre en oeuvre pour la suite du développement de l'outil ;
5. Mon mémoire se termine par une conclusion qui reprend les résultats les plus intéressants obtenus durant cette année.

Chapitre 1

Objectifs du mémoire

Le but de ce chapitre est de présenter les objectifs de ce mémoire. Cependant, certains objectifs utilisent des termes technique qu'il est nécessaire de définir. La seconde section du chapitre porte donc sur une brève explication des concepts principalement utilisées dans le cadre ce mémoire et les place dans leur contexte. En effet, il est nécessaire de s'accorder sur le lexique avant de se lancer dans un travail, de connaître les notions qui sont utilisées et de s'assurer qu'elles sont bien comprises.

1.1 Les objectifs du mémoire

Cette section reprend l'expression des objectifs de ce mémoire comme ils ont été définis à la réunion avec Tractebel du 18 décembre 2015. En effet, bien que le thème global du sujet est déterminé depuis mai 2015, les objectifs spécifiques n'ont pu être définis qu'après avoir parcouru la littérature et avoir réalisé un état de l'art important, présenté dans le chapitre suivant. Voici les objectifs :

1. Fournir à Tractebel une méthodologie qui permette d'obtenir des indicateurs de durabilité des villes ;
2. Utiliser au sein de la méthodologie un outil de type bottom-up afin d'identifier l'ensemble des indicateurs ;
3. Utiliser au sein de la méthodologie un outil de type prospectif afin d'obtenir des résultats qui puissent fournir des recommandation d'aide à la gouvernance pour les décideurs politiques des villes ;
4. Appliquer concrètement la méthodologie sur les villes de Gand et Charleroi.

Ces objectifs soulèvent plusieurs questions :

- Que sont les indicateurs ? Que signifie prospectif ?
- Qu'est-ce que le développement durable ?
- Pourquoi se concentrer dans l'élaboration de l'outil à l'échelle d'une ville ?

Les sections suivantes ont pour objectif de répondre à ces interrogations légitimes. En effet, le lexique utilisé est spécifique et technique, et il faut s'assurer que tout lecteur de ce travail comprenne bien les définitions utilisées dans le cadre de ce mémoire.

1.2 Les indicateurs

Cette section reprend dans un premier temps une brève définition des indicateurs, ce qui permet de comprendre le concept de manière générale. Ensuite, la notion d'indicateurs est placée dans son contexte historique afin de comprendre pleinement les subtilités qui ont amené à la propagation de l'utilisation des indicateurs actuellement.

1.2.1 Définition des indicateurs

La définition des indicateurs n'est pas si aisée vu le nombre d'institutions et de personnalités qui ont tenté de définir le concept d'indicateur.

Prenons par exemple la définition de l'OCDE "(...) a parameter, or a value derived from parameters, which points to, provides information about, describes the state of a phenomenon/environment/area, with a significance extending beyond that directly associated with a parameter value".[49]

Une autre définition est celle que Rotmans propose en 1997, "Indicators describe complex phenomena in a (quasi-) quantitative way by simplifying them in such a way that communication is possible with specific user groups".[69]

Beaucoup d'autres définitions existent. On peut en déduire sans perte de généralité plusieurs concepts importants :

1. un indicateur est une valeur quantitative qui permet de rendre compte, de simplifier un phénomène souvent très complexe ;
2. un indicateur permet d'assurer une meilleure communication auprès d'un certain public clairement identifié ;
3. le sujet et l'objectif de l'indicateur doivent être clairement définis.

La partie suivante décrit un bref historique de l'utilisation des indicateurs, comme le PIB, l'un des premiers indicateurs à avoir été utilisé massivement, et permet de mieux saisir les trois concepts qui viennent d'être énoncés.

1.2.2 Origine des indicateurs

Une grande partie de la population a déjà entendu parler d'indicateurs et du Produit Intérieur Brut (PIB), mais il n'est pas toujours évident de comprendre ce que ces indicateurs signifient réellement et pourquoi on parle autant de PIB. Il est important de connaître la manière dont sont nés ces indicateurs et de savoir pourquoi ils ont été créés afin de comprendre l'utilité et la nécessité de ceux-ci. En effet, la mise en contexte des indicateurs permet de comprendre leur nécessité et leur origine. C'est l'objet de cette partie.

Bien que les indicateurs existent depuis plusieurs siècles, leur utilisation massive remonte au lendemain de la seconde guerre mondiale, plusieurs décennies avant le concept de développement durable.

En effet, à cette époque, il était très important de reconstruire rapidement les économies qui avaient souffert de la guerre. C'est comme cela que le plan Marshall est né, il s'agit d'une stratégie politique qui a été développée par les Américains à la fin de la guerre pour reconstruire au plus vite l'Europe. D'énormes quantités d'argent étaient en jeu, plusieurs milliards de dollars ont été débloqués et il fallait disposer d'un outil qui permette d'objectiver l'utilisation d'une telle quantité d'argent, et surtout d'en mesurer les effets. D'un point de vue purement pragmatique, les Américains devaient pouvoir mesurer et quantifier l'évolution du projet de reconstruction.

C'est ainsi que le PIB a été fortement utilisé pour représenter directement la croissance économique des Etats et ainsi montrer l'impact du plan Marshall sur les économies européennes. D'année en année, ce chiffre croît ou décroît et est censé représenter la croissance économique. A l'époque, si le PIB croît, cela veut dire que les économies européennes sont relancées et que les investissements du Plan Marshall ont été utiles.

Voici une définition du PIB, le Produit Intérieur Brut, telle qu'il est appliqué à partir de ce moment : "*Le produit intérieur brut est un agrégat de la comptabilité nationale mesurant le résultat final de l'activité de production des unités productrices résidentes sur le territoire national*" [39]. Il s'agit d'un indicateur économique de la richesse produite par année pour un pays donné.

Il est important de garder à l'esprit que les indicateurs, comme toute quantification ou modélisation du monde réel, rend compte d'une idéologie propre à un contexte particulier, qu'ils permettent de représenter, d'exprimer une vision du monde et surtout, qu'ils peuvent orienter les modes de pensée ou les stratégies politiques. [23] .

Ainsi, le PIB est un indicateur qui est principalement orienté par rapport à des flux financiers. C'est tout à fait logique car il était nécessaire d'objectiver les investissements du plan Marshall, et qu'il fallait pousser une forme de croissance économique. Cela est encore particulièrement visible aujourd'hui.

Le PIB est un outil qui a donc été fortement utilisé dans les années 50. Mais c'est suite au choc pétrolier de 1973 que cet indicateur a été le plus largement utilisé et qu'il a assuré sa suprématie sur les autres indicateurs. En effet, il y a eu un véritable engouement mondial. Comme les économies nationales avaient été mises à mal par le choc pétrolier, les acteurs publics ont dû prouver leur capacité de pouvoir relancer leur économie. Ils ont alors utilisé le PIB pour justifier leur croissance et doper les investissements dans leur pays.

Par après, avec l'accroissement du niveau d'éducation de la population, la complexification des économies modernes et le développement des technologies d'information, les indicateurs se sont fortement développés lors des dernières décennies. Ces indicateurs sont nécessaires pour concevoir et évaluer nos politiques qui cherchent à faire progresser la société et à contrôler les marchés. Et le PIB s'est imposé peu à peu comme étant le plus légitime, car le plus largement utilisé, implémenté et maîtrisé.

Cependant, sa suprématie et son utilisation est remise en question depuis quelques années.

La première raison qui pousse à la création d'un nouvel indicateur est l'écart qui existe entre les informations que le PIB donne et le ressenti des individus. En effet, le PIB, mais aussi d'autres indicateurs habituels, comme l'inflation, le taux de chômage... ne correspondent pas à la perception ce que les citoyens vivent au quotidien. Ce phénomène d'écart détruit petit à petit la confiance que les citoyens placent dans les statistiques officielles, et indirectement, dans leur vision des hommes et des femmes politiques. Cet écart peut être dû à plusieurs raisons :

- les concepts statistiques peuvent être cohérents, mais la manière de mesurer est imparfaite et les résultats sont donc faussés ;
- le PIB ne tient pas compte des grandes inégalités, comme les autres indicateurs calculés par habitant. On peut avoir par exemple une augmentation du salaire moyen, alors qu'une majorité de la population voit son salaire diminuer ;
- les préoccupations des citoyens ne sont pas toujours reprises dans les indicateurs existants ;
- la fréquence des prises des mesures peut ne pas rendre compte d'un brusque changement d'environnement économique, environnemental ou social.

Une autre raison qui pousse à l'élaboration de nouveaux indicateurs est que le PIB, bien qu'indicateur le plus largement répandu, a pour objectif de mesurer une évolution économique.

Il n'a pas la prétention de mesurer la qualité de vie, l'environnement social, l'évolution écologique... Ce n'est pas un mauvais indicateur en soi, il n'est simplement plus adapté aux besoins actuels. Et ce fait est avéré dès la création du PIB. En effet, Simon Kuznet, un des grands théoriciens du PIB, prévenait en 1934 : "La mesure du revenu national peut difficilement servir à évaluer le bien-être d'une nation".[34]

On peut faire l'analogie entre une nation et un navire. Nos dirigeants, les capitaines du navire, doivent garder le cap en ayant un outil tout à fait inadapté. Et les pressions extérieures sont plus fortes que jamais.

En 2007, une conférence rassemblant les dirigeants européens et les différentes parties prenantes s'est réunie avec pour objectif d'aller "Au-delà du PIB". En 2008, la commission Stiglitz, réunissant des experts internationaux sur la question des indicateurs, a rendu son rapport reprenant des conseils pour pouvoir développer des indicateurs utilisables aujourd'hui et répondant aux besoins actuels. Dans les conclusions, la commission insiste sur la nécessité de développer des indicateurs de développement durable.[3]

De plus, le 27 mai 1994, les participants de la première conférence européenne des villes et cités durables ont approuvé les engagements d'Aalborg. Ces engagements mettent l'accent dans le chapitre I.12 et I.14 sur la nécessité de mettre en place des outils de gouvernance et de contrôle de l'évolution durable des villes. Cet engagement a été renouvelé le mois passé, entre les 27 et 29 avril, lors de la tenue de la huitième conférences des villes et cités durables à travers la déclaration basque. C'est en réponse à ces besoins, que j'ai choisi le sujet de mon mémoire. [5]

Evidemment, beaucoup d'outils voient le jour mais aucun ne semble avoir la légitimité pour s'imposer actuellement. Un aperçu de ces outils est présenté dans l'état de l'art et le type d'indicateur choisi pour ce mémoire y est repris. [13]

Il est nécessaire de définir le lexique relatif aux indicateurs à la fin de cette introduction. En effet, dans ce domaine d'études, on parle d'indicateurs, d'indices, d'agrégation, d'ensemble d'indicateurs et les définitions changent d'un auteur à l'autre. Pour le cadre de ce mémoire, les indicateurs viennent d'être définis. Un ensemble d'indicateurs est simplement un groupe d'indicateurs non-agrégés. Par contre, un indice, ou méta-indicateur, est un groupe d'indicateurs agrégés et pondérés. C'est la manière dont les indicateurs sont regroupés qui définit s'il s'agit d'un ensemble d'indicateurs ou d'un indice.

1.3 La durabilité

Comme cela vient d'être expliqué dans la section précédente, pour réaliser un indicateur, il est indispensable de définir les termes utilisés pour le déterminer afin d'en saisir la portée : il semble donc nécessaire de développer des indicateurs de développement durable. Cette section explique la genèse du concept de durabilité et propose dans un second temps plusieurs définitions les plus utilisées de ce terme, afin d'en comprendre les subtilités.

1.3.1 Historique de l'apparition du terme de durabilité

En 1972, a lieu la conférence de Stockholm, qui rassemble des dirigeants de tous les pays afin de les conscientiser aux problèmes de pollution environnementale, et de prévoir un plan d'action suite à ce constat. Par après, cette conférence sera considérée comme le premier *Earth Summit* et sera à l'origine d'une série d'actions et de programmes qui oeuvrent pour préserver l'environnement. Plusieurs scientifiques s'accordent à dire que la naissance du concept de développement durable se situe à cette date.[1]

Dix ans après cette conférence, lors du second *Earth Summit*, il apparaît clairement que les engagements des nations n'ont pas été tenus et que le challenge n'a pas été relevé. Quelques mois

plus tard, le secrétaire général des Nations Unies décide de créer une commission internationale pour l'environnement et le développement qui portera le nom de commission Brundtland. [18]

Cette commission travaille pendant 4 ans et produit en 1987 un document qui s'appelle *Our common future*. Le développement durable y est défini pour la première fois comme "*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*". On parle enfin des concepts intergénérationnels. Autres précisions à apporter de ce texte, il définit le développement en termes de besoins et de limites et lie les notions d'économie, d'écologie et de social. [18]

Il est important de se rendre compte qu'une adhésion se développe dans les populations quant aux questions environnementales et qu'un appel est lancé en 1989 pour réunir les différents acteurs sur ces problématiques. Ainsi, en 1992, lors du troisième *Earth Summit*, qu'on appelle aussi la conférence de Rio, les dirigeants adoptent l'Agenda 21, en rédaction depuis 1989.

L'objectif de cet agenda est de proposer un changement de politique qui soit réalisable à l'aide de moyens concrets. Pour chaque domaine, sont définis les objectifs à atteindre, les moyens à mettre en oeuvre et la façon dont ils peuvent être implantés. Ce texte est divisé en 40 chapitres, les huit premiers portent sur la dimension idéologique et les objectifs que les états doivent se fixer. Du chapitre 9 jusqu'au chapitre 22, le texte définit la manière dont les ressources devraient être gérées. Les chapitres suivants, jusqu'au 32 ont pour objectif de caractériser les acteurs et leur importance relative dans le processus décisionnaire. Ensuite, les différents moyens pour atteindre les objectifs sont définis. Pour terminer, le dernier chapitre porte sur un aspect plus pragmatique : la nécessité de mettre en place des moyens pour obtenir des données. [50]

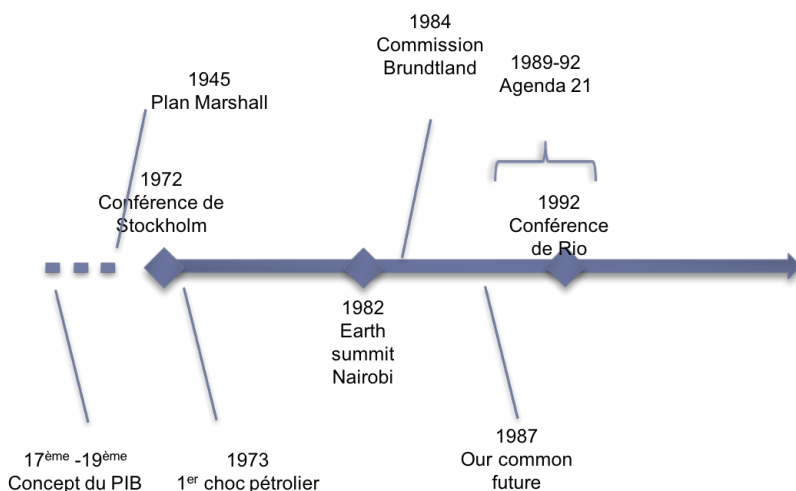


FIGURE 1.1 – Ligne du temps retraçant les moments importants pour les indicateurs de développement durable.

Cet agenda représente un tournant dans l'histoire du développement durable. Il permet de rassembler les nations autour d'un texte fédérateur, d'objectiver les besoins et surtout, de proposer des solutions concrètes. En 1996, quatre ans plus tard, un premier recueil voit le jour, il s'intitule *Agenda 21 planning guide*. Ce texte reprend des initiatives qui ont vu le jour autour du globe et propose un cadre de mise en action de projets durables en se basant sur des expériences réelles. [28]

Les événements depuis la conceptualisation du PIB jusqu'à la parution de l'agenda 21 sont repris à la figure 1.1. A partir de ce moment, beaucoup d'actions ont vu le jour. Il y a eu une évolution particulièrement rapide dans le développement des outils lorsque le privé a commencé à s'intéresser aux concepts de développement durable dans les années 2000. L'analyse des outils fait l'objet du chapitre suivant.

Il est aussi intéressant de constater que les enjeux semblaient extrêmement pressants en 1992, voire plus tôt, et qu'il fallait mettre impérativement et rapidement des actions en place. Aujourd'hui, plus de 20 ans plus tard, les conditions initiales ont évolué, le contexte semble encore plus critique. Le monde traverse des crises successives : crise économique, crise(s) sociale(s), crise(s) environnementale(s), crise identitaire, crise de population, crise technologique... On peut dès lors en déduire deux hypothèses. Soit le monde est en perpétuelle crise et c'est son état normal. Soit il y a une réelle problématique sur laquelle nous pouvons, et nous devons, avoir un impact.

1.3.2 Définition de la durabilité

Pour en revenir à la notion de durabilité, la définition la plus répandue est celle utilisée dans le texte *Our common future* [18], et formalisée à la conférence de Rio en 1992, qui lie les concepts d'économie, d'environnement et de social. Cette définition est souvent appelée la *Three Bottom Line* (TBL) et est représentée à gauche de la figure 1.2. On peut observer sur cette figure que chaque élément (social, environnemental et économique) est établi sur un pied d'égalité et la durabilité se trouve à l'intersection de ces trois concepts.

Beaucoup de scientifiques ont remis en question cette conception de la durabilité. Par exemple, Getzner propose en 1999 une représentation plus écocentrique en incluant l'économie dans la société, et la société dans l'environnement. En effet, il considère que l'environnement est partout et que la société évolue au sein de son environnement sur lequel elle peut avoir un impact. De plus, il est possible d'avoir des sociétés qui évoluent en dehors de l'économie, bien que cela soit de plus en plus rare. Il estime que la TBL est trop anthropocentrique. Cette vision écocentrique est reprise à droite de la figure 1.2. Ces conceptions de la durabilité sont dites fortes car pour qu'une ville soit durable, elle doit nécessairement être développée dans les trois domaines. D'autres scientifiques complètent l'une ou l'autre représentation par des concepts comme la gouvernance, le choix politique, l'éthique... [19]

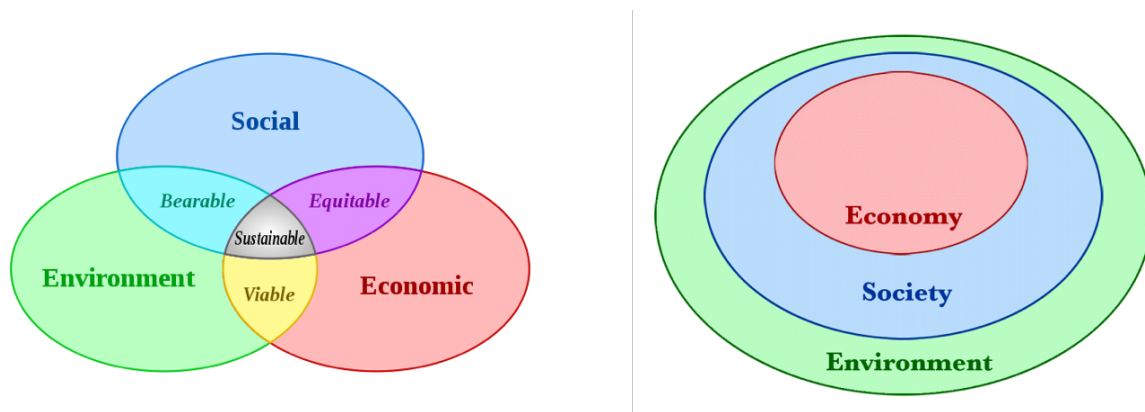


FIGURE 1.2 – Représentation les plus répandues de la durabilité : à gauche, la TBL ; à droite une vision plus écocentrique.

Une troisième vision de la durabilité est la durabilité dite faible, en opposition au concept de durabilité forte définie ci-dessus. Cette conception de la durabilité est dite faible, car le déficit d'une des trois composantes peut être pallié par une combinaison des deux autres. Par exemple, si une ville comporte une déficience environnementale, elle peut toujours être durable si les composantes sociales et économiques pallient ce manque.

Il existe cependant une multitude de définitions de la durabilité, et l'objectif de ce mémoire n'est pas d'en faire une liste exhaustive. Les trois définitions précédentes sont les plus répandues et suffisent à donner une idée du concept de durabilité au lecteur.

1.4 Les villes

Comme expliqué dans la section sur les indicateurs de ce chapitre, il est nécessaire de définir l'objectif d'un indicateur, ce qui vient d'être fait précédemment en définissant la durabilité, mais il faut aussi définir la portée d'un indicateur. Dans le cadre de mon mémoire, j'ai décidé de porter l'objet de mon analyse sur les villes. Cette section reprend une explication de mon choix de se focaliser sur les villes et une brève définition des villes en résultant.

Un premier argument qui m'a poussé à choisir les villes comme objet d'étude, est que ces zones urbaines vont concentrer le plus de défis dans les années à venir, comme cela a été exposé dans l'introduction. En effet, la croissance démographique au sein de zones fortement urbanisées, principalement due aux naissances dans les pays en voie de développement, ou aux mouvements de population pour l'ensemble des pays, va considérablement augmenter. Pour quantifier ces faits, si les villes concentrent actuellement près de 50% de la population mondiale, on s'attend à ce qu'elles rassemblent près de 75% de la population d'ici 2050. [46]

Cette croissance démographique aura des conséquences sur les ressources nécessaires pour nourrir ces mégalofoles, que ce soit proprement en termes de nourriture, mais aussi en termes de ressources en énergie ou en eau. La pression sur la mobilité augmentera, ce qui est déjà observable à Bruxelles. La qualité de vie représentera aussi un enjeu majeur.

Un autre argument qui m'a poussé à choisir les villes est qu'il ne suffit pas qu'il y ait des enjeux à relever, il faut aussi pouvoir se doter des moyens pour y parvenir. Et le Conseil de l'Europe a identifié cette problématique en proposant d'augmenter l'émancipation et l'autonomisation des villes. En effet, le Conseil de l'Europe compte investir 10 milliards d'euros dans le développement durable des villes d'ici à 2020 et pousse différentes stratégies de développement des villes. [4]

Troisièmement, les recommandations des commissions et du Conseil de l'Europe poussent à se focaliser sur les besoins de communautés et d'entités de plus en plus locales. Il semble donc logique de se focaliser sur une entité géographique qui soit assez limitée pour connaître les besoins spécifiques des communautés composant sa population, mais assez large pour pouvoir implémenter une politique cohérente. Au niveau national, il est plus facile d'implémenter une politique globale, mais il est très difficile, et surtout très coûteux, de connaître les besoins de chaque communauté constituant le pays. Par contre, si on prend comme échelle le niveau familial, les besoins de chaque citoyen seront clairement identifiés, mais il sera difficile d'implémenter une politique globale, et ce sera aussi très coûteux. Le choix des villes constitue donc un bon compromis entre une zone assez restreinte qui permette de connaître les besoins de sa population, et une zone assez large qui permette d'implémenter une politique durable significative. [34], [4], [5]

Pour récapituler la motivation à choisir les villes comme objet d'analyse, ce sont des entités qui concentrent les enjeux à relever pour les années à venir en terme de durabilité, mais qui apparaissent aussi comme les meilleurs catalyseurs de solutions. C'est pour cela que j'ai décidé de me focaliser sur ces zones géographiques. De manière plus précise, les villes étudiées doivent donc avoir une population suffisante pour pouvoir faire face aux enjeux sociétaux actuels et être assez dynamiques pour pouvoir y répondre. Par dynamique, j'entends qu'il y ait une structure gouvernementale qui puisse implémenter des projets.

Chapitre 2

Etat de l'art, choix et justification de l'outil d'implantation de la durabilité dans les villes

Maintenant que les concepts globaux d'indicateurs, de durabilité et de ville ont été mis en contexte et définis, il est possible de réaliser un état de l'art. Celui-ci porte sur les différents outils qui ont été mis en oeuvre pour introduire le développement durable dans les processus décisionnels des villes, afin de choisir l'outil qui sera analysé et ultérieurement mis en application dans le cadre de ce mémoire.

Globalement, les outils qui ont été identifiés spécifiquement dans les lignes suivantes permettent de :

- considérer les facteurs économiques, environnementaux et sociaux à prendre en compte dans la conception d'un projet ou d'un service qui doit être mis en place ;
- renforcer l'engagement des acteurs du projet, comme les citoyens, les groupes privés, les élus, et de ceux à qui bénéficient le projet afin de s'assurer que les objectifs concordent avec les besoins ;
- créer des stratégies de développement qui soient durables parce qu'elles prennent en compte les causes des problématiques environnementales, sociales et économiques pour être développées sur le long-terme.

Ce chapitre reprend un état de l'art avec, dans un premier temps, les outils qui ont été développés dans les années 1990 suite à la conscientisation globale de la population sur la nécessité de développer des politiques durables.

Particulièrement, dans cet état de l'art, deux grandes familles de procédés qui permettent d'implémenter des politiques durables au sein d'une ville ont été identifiés sur base de leur mise en oeuvre : il y a les outils qui se caractérisent par la création de structures participatives et les autres qui sont de nouveaux outils d'analyse et de gestion afin de transformer ou de concrétiser des projets durablement.

Dans l'état de l'art, la première partie reprend la famille d'outils qui a permis le développement de structures participatives. Bien que ce type d'outils s'éloigne fortement de l'indicateur qui est analysé dans le cadre de ce mémoire, il est utile de montrer comment ces structures participatives ont été mises en place et quels en sont les avantages. En effet, cette première famille d'outils permet d'identifier des problématiques environnementales, sociales ou économiques et de les résoudre de manière participative. Ce principe de participation présente un avantage important qui est repris plus loin dans le mémoire, c'est pour cela qu'il est intéressant de passer

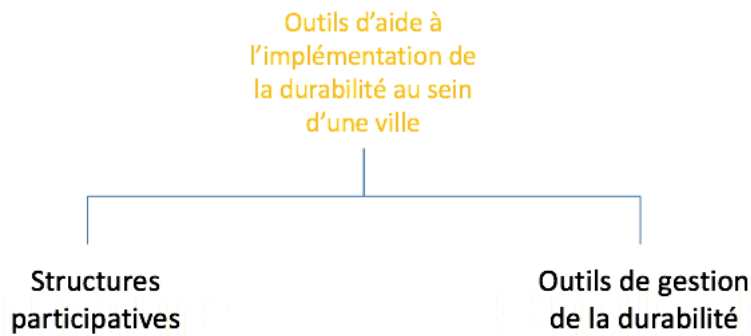


FIGURE 2.1 – Il existe deux familles d’outils d’aide à l’implantation d’une politique durable au sein des villes : la mise en place de structures participatives et l’implantation d’outils de gestion et d’évaluation de la durabilité.

rapidement en revue les structures participatives. L’autre famille d’outils est développée dans la seconde section. De nombreux outils sont cités dans les paragraphes suivants et certaines figures comme la figure 2.1 permettent de visualiser à quelle catégorie appartient l’outil. La dernière section reprend plus précisément une conclusion sur l’outil retenu pour objet de ce mémoire.

2.1 Etat de l’art des outils d’aide à l’implantation d’une politique durable au sein des villes

2.1.1 Création de structures participatives

Après la conférence de Rio, plusieurs municipalités ont réagi à la nécessité de proposer de nouvelles solutions durables en créant ou modifiant leur structure politique traditionnel. Elles ont soit incorporé de nouveaux organes dans leurs structures existantes, soit créé de toutes nouvelles structures consultatives ou décisionnelles. Tout d’abord, cette section illustre ces initiatives à l’aide de deux exemples et termine avec la généralisation des spécificités de cette démarche.

Prenons l’exemple de Santos au Brésil. Il s’agit d’une ville portuaire qui couvre 450 km^2 et qui comptait environ 400.000 personnes dans les années 1990. A cette époque, le Brésil sort d’une longue période dictatoriale et la ville tente de mettre en place un système qui permette d’impliquer la communauté des citoyens dans la politique. La municipalité organise la création de nouveaux conseils suite à la tenue d’une grande conférence municipale. Chaque conseil correspond à une thématique spécifique et est mandaté pour définir les priorités par thématique et définir les budgets.

Cette initiative a permis d’impliquer fortement la population dans le processus démocratique, de légitimer l’autorité locale et de développer de nouvelles idées. [28]

On peut aussi prendre l’exemple du conseil de Johnstone Shire en Australie. Cette ville couvre 1260 km^2 et compte une population d’environ 19.000 personnes. Il s’agit donc d’une ville fortement rurale. Ici, ce sont les citoyens qui ont fait la demande de changer les organes décisionnels afin que les politiques à appliquer intègrent l’aspect de durabilité. De 1990 à 1994, la ville a créé une série de nouveaux organes : un conseil constitué de personnalités élues, une équipe de coordination constituée de managers, des organismes spécialisés techniquement et des groupes d’intérêts comprenant les gens concernés par différentes thématiques. Des comités consultatifs ont aussi été mis sur place pour se prononcer plus spécifiquement sur des thématiques précises.

Pendant quatre ans, ces organes ont été créés, ont pu travailler sur les thématiques et ont abouti à une vision partagée par l'ensemble de la communauté de Johnstone Shire. Cette vision prend en compte les aspects environnementaux, sociaux et économiques. De plus, pour chaque aspect, un plan d'action a été déterminé spécifiquement qui reprend le sujet d'application, les moyens latifundiaires mis à disposition et les besoins d'implication de la population.

Cette initiative a permis aussi de renforcer l'engagement des citoyens dans les projets municipaux, mais ici, ce sont surtout les dimensions environnementales qui ont pu être particulièrement développées[28].

Il existe bien évidemment beaucoup d'autres exemples où les organes décisionnaires ont été remodelés afin de proposer des réponses aux besoins de "durabiliser" les politiques dans ces années-là. On peut noter de manière générale, et cela ressort particulièrement dans les deux cas précédents, que :

- L'initiative peut venir aussi bien du côté de la municipalité que des citoyens ;
- Le temps d'implantation de ce type de projets est particulièrement long, plusieurs années, car il est important de consulter la population à chaque étape de l'évolution du projet et un consensus doit se dégager sur les nouveaux organes proposés ;
- La nouvelle structure permet de renforcer l'engagement des acteurs, citoyens comme privés, de légitimer les municipalités et de proposer de nouvelles idées ou d'améliorer les propositions qui sont faites ;
- Il est nécessaire de décomplexifier les liens entre social, économique et environnemental, informer les acteurs et proposer des solutions praticables.

2.1.2 Outils d'analyse et de gestion de projet pour intégrer la durabilité au sein d'une ville

D'autres types d'outils ont été développés à la même période pour analyser une situation afin de proposer des solutions ou pour permettre à un projet de se développer durablement. Beaucoup d'outils ont été créés et développés, cette section illustre deux de ces outils à travers deux exemples et termine par les spécificités générales propres à tous les outils.

Prenons tout d'abord l'exemple de Gothenburg en Suède. Il s'agit d'une ville dont l'activité principale se concentre sur le port. Cette ville est fortement urbanisée et rassemblait environ 454.000 personnes sur une circonscription de 454 km^2 . Dans les années 1990, cette ville présentait de graves problèmes de pollution de l'air et de l'eau dus à son activité économique. La municipalité a décidé de baser sa politique sur l'utilisation de plans structurels orientés sur les systèmes urbains, comme c'était le cas avant, mais aussi sur les systèmes naturels. Ils ont utilisé une méthodologie "eco-balance" qui a pour objectif de considérer les flux de matériaux industriels comme des cycles et de minimiser les pertes. Cela a permis d'augmenter le recyclage des matériaux et de l'énergie nécessaires aux processus industriels et urbains et d'avoir un grand impact sur les éco-systèmes naturels.[28]

Un autre cas intéressant est la gestion de la prévention des eaux usées à Los Angeles. En effet, dans les années 1990, Los Angeles était une ville déjà fortement urbanisée qui couvrait près de 1700 km^2 et qui comptait 3,8 millions d'habitants. Il existait déjà un réseau de gestion des eaux usées très complexe. Cependant, des spécialistes estimaient que la population doublerait dans les prochaines décennies. Il fallait donc prévoir une planification précise afin d'anticiper l'agrandissement du réseau. La ville a alors mis en place un outil de planification à long terme avec un "trigger". L'idée était de mesurer le flux des eaux usées au cours du temps et à chaque fois que le flux aurait atteint un certain niveau, de nouvelles mesures auraient été mises en place avec un budget qui est bloqué à l'avance. Cette planification s'étale sur 100 ans.[28]

Il existe bien entendu beaucoup d'autres outils : des études de cas de la communauté, des analyses de risque, des évaluations d'empreinte écologique, des évaluations d'impact sur l'environnement, des mesures à l'aide d'indicateurs... Ces outils présentent plusieurs particularités générales :

- Chaque outil, qu'il soit d'analyse ou d'aide à la gestion, est spécifique à un champ d'action propre, il est important d'utiliser l'outil pour son domaine ;
- Comme ces outils ont été testés depuis plusieurs décennies, il y a beaucoup d'exemples d'application et leur mise en place est relativement aisée ;
- Ces outils ont pour objectif de simplifier et de clarifier une situation à l'aide de représentations graphiques concises et imagées, facilement compréhensibles.

La suite de cette partie reprend une typologie concise de ces différents outils existants qui permet de situer les indicateurs étudiés dans le cadre de ce mémoire. En effet, comme il existe beaucoup d'outils différents, il est nécessaire de représenter le paysage des possibilités et de justifier le choix de l'outil retenu.

Il est possible de classer les indicateurs sur base de plusieurs critères, comme les caractéristiques temporelles, la zone géographique couverte et le niveau d'intégration des trois piliers considérés (environnement, économique, social). [6]

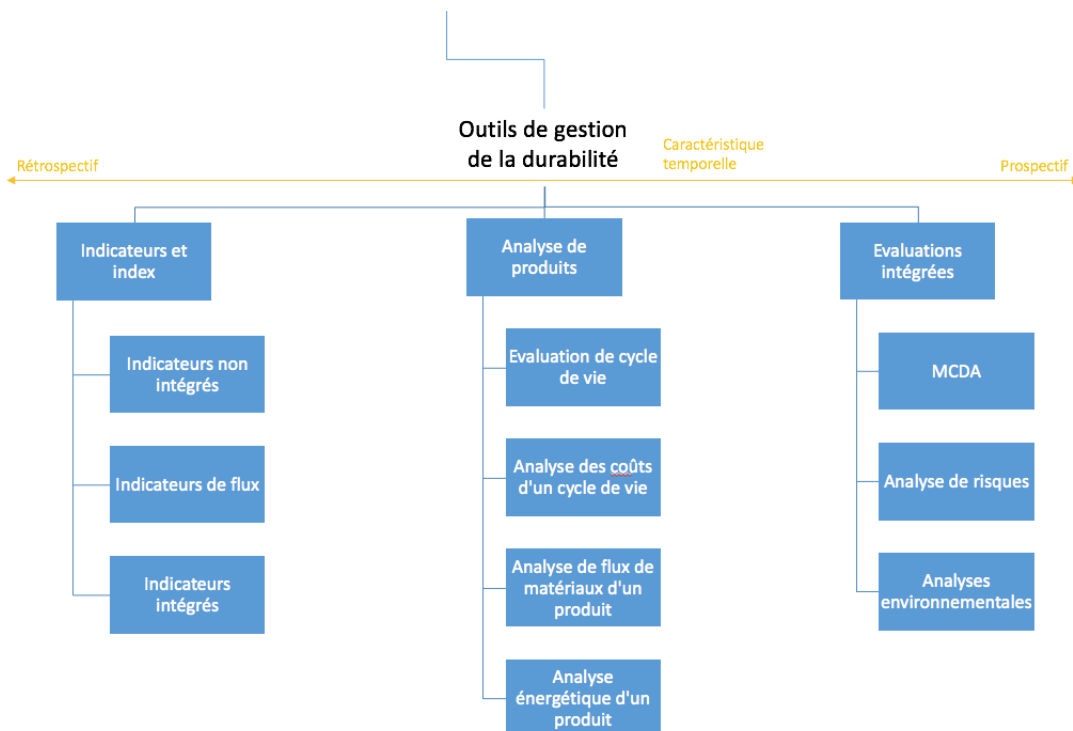


FIGURE 2.2 – Les outils de gestion et d'évaluation de la durabilité peuvent être classés en plusieurs catégories selon plusieurs caractéristiques

On peut diviser ces outils en trois catégories, comme cela est représenté à la figure 2.2. Il y a les indicateurs et les indices, qui sont eux-mêmes différenciés en trois parties selon leur objectif. Il y a les analyses de produits et enfin, les évaluations intégrées.

Indicateurs et indices

Tout d'abord, il y a les indicateurs et indices. Il s'agit des indicateurs qui ont été définis précédemment au sein du chapitre qui pose le contexte de ce mémoire. Pour rappel, ces indicateurs

sont des mesures simples, quantitatives qui ont un large champ d'application. Ils représentent une certaine réalité, un certain état d'une zone géographique spécifiée. Ils peuvent être utilisés pour déterminer des tendances et doivent être sensibles au changement. Un indice, ou méta-indicateur, est simplement une agrégation d'indicateurs. Comme ces indicateurs ont pour objectif de mesurer une situation à un moment donné, ils ont une orientation temporelle rétrospective. L'action temporelle rétrospective signifie que les outils utilisés permettent de rendre compte de l'état d'une situation passée. Contrairement aux outils de type prospectif qui permettent de donner des informations, des recommandations afin d'anticiper une situation future. Ces indicateurs peuvent être divisés en trois catégories :

- les indicateurs non intégrés
- les indicateurs de flux
- les indicateurs intégrés

Les indicateurs non intégrés sont des indicateurs qui n'intègrent pas les trois dimensions de la durabilité définies précédemment. [9]

L'indicateur de performance environnemental (EPI) est un de ces indicateurs. Il s'agit d'un indicateur développé par Eurostat afin de fournir des données comparables et compréhensibles auprès des pays et de régions de l'Europe. Il est composé de 48 indicateurs, comme par exemple les dommages causés à la forêt ou l'intensité touristique, qui peuvent être agrégés en un seul indice appelé EPI.

Un autre ensemble d'indicateurs non intégré est l'ensemble des 58 indicateurs UNCSD développés par la United Nations Commission on Sustainability Development (UNCSD). Cet indicateur a été créé pour mettre en place les priorités identifiées lors de la conférence de Rio de 1992. Son objectif est de donner une vision plus large et plus complète du développement social. Ces indicateurs n'ont pas pour objectifs d'être agrégés et représentent, par exemple, le niveau d'éducation national ou le niveau de qualité des eaux.

Les indicateurs de flux ont pour objectif de quantifier des flux et stocks, toujours pour une zone géographique bien définie. Ils permettent d'avoir une représentation de l'évolution des flux de ressources au sein d'un système, de vérifier la sensibilité ou les incertitudes sur un processus et d'en identifier les inefficacités. Ils peuvent être appliqués en écologie industrielle, à la gestion des ressources ou des déchets. Il y a trois grands types d'analyses de flux : les analyses de flux de matériaux, les analyses de flux de substance et les analyses de flux basés sur des concepts thermodynamiques. [6]

Parmi ces ensembles d'indicateurs, il y a donc les outils d'**Analyse de Flux de Matériaux (AFM)**. L'outil le plus standardisé dans cette catégorie est le *Economy-wide material flow analysis* développé par Eurostat. Il est le plus souvent utilisé au niveau national mais peut être situé à d'autres niveaux géographiques. Ces analyses sont le plus souvent représentées sous forme de diagramme et certains indicateurs sont construits sur base de ce support.

Eurostat établit trois indicateurs : un indicateur sur la quantité de matière qui rentre, un indicateur sur la quantité de matière qui sort et un dernier indicateur sur la quantité de matière qui est présent en stock. Ces trois indicateurs permettent donc de mesurer tous les flux d'un certain matériau.

Un autre indice concerne les **Analyses de Flux de Substance**. Cet outil a pour objectif d'identifier les flux d'une certaine substance chimique au sein d'un pays ou au sein du processus d'une entreprise ainsi que son impact sur l'environnement, afin d'en diminuer l'impact sur son environnement. Par exemple, une analyse très précise du cadmium a été réalisée en 2004 en

Suède afin d'identifier la cause de la présence de cadmium dans les cours d'eau, et d'en diminuer la présence.

Enfin, un autre indice porte sur les **Analyses de Flux d'Énergie**, qui se concentrent sur tous les flux d'énergie au sein d'une certaine économie. Ces analyses de flux sont basés sur la première loi de la thermodynamique qui stipule que l'énergie est constante, qu'elle ne peut ni être créée ni détruite, mais qu'elle peut simplement être convertie en différents types d'énergie.

Les indicateurs intégrés sont des indicateurs qui ont pour objectif de combiner différentes dimensions en un indice. C'est à cette catégorie qu'appartient le PIB qui a déjà été présenté précédemment dans ce rapport. Comme il a été aussi dit ci-dessus, il existe une multitude d'autres indices. Il faut rester attentif car les noms des indicateurs cités précédemment peuvent induire en erreur par rapport au lexique utilisé dans le cadre de ce mémoire. En effet, il est défini qu'un ensemble d'indicateurs agrégés constitue un indice. Les ensembles d'indicateurs cités ci-dessous sont donc bien des indices, même si leur nom stipule le terme *indicateur*.

Il y a le **Revenu National Durable** (*Sustainable National Income SNI*) qui a été développé aux Pays-Bas. Cet indice a pour objectif d'aller au-delà de données purement économiques afin de déterminer le bien-être en incorporant des mesures sur l'utilisation de ressources durables. Les paramètres sociaux ne sont pas directement inclus dans les calculs. [9]

Il y a aussi l'**Indice de Bien-être Économique** (*Index of Sustainable Economic Welfare ISEW*) et l'**Indicateur de Progrès Véritable** (*General Progress Indicator GPI*). Ces deux indices adaptent le PIB en intégrant des concepts comme la valeur estimée des activités économiques non monétaires (le travail domestique, les activités bénévoles) ou environnementaux (coûts de dégradation de l'environnement ou coûts de dépréciation de l'environnement naturel). [2]

Un autre indice reconnu est l'**empreinte environnementale**. Il existe plusieurs types d'empreintes : l'empreinte carbone, l'empreinte en eau, l'empreinte écologique. Ces indicateurs ont plusieurs avantages car ils permettent de quantifier l'impact d'une problématique spécifique (production de CO₂, consommation d'eau...), d'identifier les causes de cette problématique et de communiquer clairement auprès des citoyens. Cependant, ces indicateurs sont souvent critiqués car ils apparaissent comme étant trop simples ou subjectifs, et ils ne se spécifient que sur une seule problématique. [6]

Un autre indice qui est aussi assez reconnu est l'**indice de développement humain (IDH)**. Cet indice a été créé pour mettre en évidence le fait que ce sont les citoyens qui devraient constituer les critères d'évaluation d'un système, et non uniquement la croissance économique. Il consiste en trois paramètres principaux : la qualité de vie, la longévité et la connaissance. [64]

La liste des différents indices cités précédemment n'est pas exhaustive. Seuls certains indices particulièrement reconnus, que ce soit par rapport à leur médiatisation ou à leur utilisation, ont été présentés. L'objectif de citer ces indices est d'illustrer le fait qu'ils sont nombreux et qu'ils sont spécifiques à une problématique et à une zone géographique donnée.

Analyses de produits

La deuxième catégorie d'outils d'évaluation et de gestion de la durabilité sont les outils d'analyse de produits, comme cela est visible à la figure 2.2. Ces outils se concentrent sur les flux existants entre la production et la consommation de biens et de services. Ce sont des outils qui sont focalisés sur le procédé d'un produit et qui ont aussi une portée temporelle rétrospective. Cependant, en identifiant les inefficacités d'un processus, ils peuvent aussi orienter un changement prospectif. On distingue quatre types d'analyse de produit : l'évaluation du cycle de vie, l'analyse des coûts du cycle de vie, l'analyse du flux des matériaux du produit et l'analyse

énergétique du produit.

La première analyse d'un produit est l'**Analyse du Cycle de Vie (ACV)** de ce produit. Il s'agit d'une technique qui permet de quantifier les impacts environnementaux du cycle de vie complet d'un produit. Elles sont souvent appliquées sur base d'une recommandation politique afin de planifier une stratégie. Les entreprises l'utilisent à des fins de sensibilisation ou de commercialisation. A titre d'exemple, Coca Cola a utilisé une analyse de cycle de vie pour choisir entre la production de bouteilles en plastique ou en verre. [6]

L'**analyse des coûts du cycle de vie** est une approche économique qui somme les coûts totaux d'un produit, d'un procédé ou d'une activité tout au long de sa durée de vie. Il existe beaucoup d'outils de ce type, mais seulement deux intègrent des concepts de coûts environnementaux : *Life Cycle Cost Assesment* et le *Full Cost Environmental Accounting*. [9]

Les deux autres analyses centrées sur les produits, l'**analyse de flux des matériaux du produit** et l'**analyse énergétique du produit**, sont des analyses de flux et des analyses énergétiques qui sont centrées sur le produit. Ces analyses ont déjà été définies précédemment.

Évaluations intégrées

La troisième catégorie d'outils sont les évaluations intégrées. Ces outils sont basés sur les approches d'analyse de système et intègrent des aspects environnementaux, sociaux et économiques. Ils ont pour objectif de soutenir la prise de décision sur une politique ou un projet pour une zone géographique définie. Ils peuvent souvent générer une série de scénarios et essayent de simplifier les situations souvent complexes de notre société. Cette catégorie d'outils reprend entre autres les analyses multi-critères, les analyses de risque et d'incertitudes et les évaluations environnementales.

Les analyses multi-critères d'aide à la décision (MCDA) sont utilisées pour évaluer des situations où il y a plusieurs critères d'évaluation, plusieurs indicateurs non agrégés. Cependant, le contexte est tel que ces critères ne permettent pas d'identifier une solution optimale, éventuellement parce que les unités sont différentes. Il faut donc utiliser une méthode qui permette de trouver la meilleure solution sur base des préférences du décideur.

Pour les analyses de risque et d'incertitudes, le risque est défini comme "la possibilité que certaines pertes ou dommages adviennent, suite à un événement particulier ou à une série d'événements" (Rotmans, 1998). L'analyse de risques est donc l'évaluation de ces dommages. [9]

Les évaluations environnementales sont des évaluations qui ont pour objectif d'évaluer les impacts environnementaux de décisions stratégiques. Les deux plus connues sont les évaluations d'impacts environnementaux et les évaluations stratégiques de l'environnement. Les premières ont pour objectif de mesurer les impacts d'un projet, comme un projet de construction au sein d'une zone géographique fortement restreinte, et de fournir des conseils au maître d'ouvrage. En Belgique, c'est aussi une évaluation obligatoire afin de recevoir un permis de bâtir. Les évaluations stratégiques de l'environnement ont un champ d'application plus large, comme la politique d'une région ou d'un pays.

2.2 Choix et justification de l'outil

Maintenant que les différents outils permettant d'implémenter et de renforcer des politiques de durabilité au sein des villes ont été passées en revue, il est possible de choisir le processus qui sera analysé dans le cadre de ce mémoire. C'est l'objet de cette section.

La première partie de cette section reprend une brève justification de l'outil qui a été choisi, compte tenu du contexte et de la complexité de la problématique analysée, il s'agit de l'analyse d'aide à la décision multi-critère. Cette analyse se décompose en quatre étapes :

- l'identification du cadre d'indicateurs ;
- l'identification de l'ensemble d'indicateurs selon ce cadre ;
- l'obtention des données afin de quantifier ces indicateurs ;
- l'agrégation de ces données à l'aide d'un algorithme.

Pour l'étude de cas de ce mémoire, le cadre d'indicateurs retenu est un cadre orienté par thématique ; la méthode de création de l'ensemble des indicateurs est la méthode Kidisti et la méthode d'agrégation de ces indicateurs est la méthode d'aide à la décision multi-critère PROMETHEE.

Chacune de ces étapes est expliquée, et justifiée si nécessaire, dans les parties suivantes. Ces étapes sont présentées ci-dessus dans leur ordre de mise en application pour la création d'un indice de développement durable.

Cependant, il faut savoir que le choix de la méthode d'agrégation détermine les ensembles d'indicateurs nécessaires. C'est assez évident : si on considère une **Analyse de Flux de Matériaux**, les indicateurs sont au nombre de trois et évaluent l'entrée, la sortie et la quantité de stocks de matière ; si on considère une **Analyse de Cycle de Vie**, les indicateurs représentent l'impact environnemental qu'a le produit à chacune des étapes de transformation, de stockage ou de déplacement du produit. C'est pour cette raison que la présentation et la justification du choix de la méthode d'aide à la décision multi-critère est présentée, choisie et justifiée en premier.

2.2.1 Justification du choix de l'analyse d'aide à la décision multi-critère

Pour ce mémoire, j'ai fait le choix d'utiliser une méthode d'aide à la décision multi-critère. En effet, l'objectif de ce mémoire est d'analyser et mettre en application un outil qui permette d'aider les politiques à établir des choix en matière de durabilité au niveau des villes. Il faut donc forcément utiliser un outil prospectif.

Parmi les différents outils prospectifs qui ont été passés en revue dans l'état de l'art précédent, on peut relever les analyses de risque, les analyse d'aide à la décision multi-critère et les évaluations environnementales.

Il existe déjà beaucoup de littérature sur les **évaluations environnementales**, elles sont utilisées depuis plusieurs années et sont fortement définies juridiquement. En effet, comme il s'agit de pré-requis afin d'obtenir des permis de construction ou autres, ces évaluations ont été particulièrement formalisées. Ces évaluations sont utilisées pour définir l'impact d'un projet et peuvent difficilement être appliquées à l'échelle d'une ville. Elles ne sont donc pas adaptées pour l'étude de cas considérée dans le cadre de ce mémoire.

Les **analyses de risque et d'incertitudes** sont des outils qui se concentrent sur une problématique spécifique afin d'en identifier les causes et essayer d'y remédier. Cette méthode se spécifie sur l'étude d'une action et a pour objectif d'identifier toutes les conséquences potentiellement négatives, les risques, et une estimation de l'occurrence d'apparition de ces risques, les incertitudes. Il est difficile de considérer les relations entre plusieurs domaines interconnectés avec ce type d'analyse. Cet outil n'est en effet pas adapté pour déterminer une vision holistique d'une situation complexe et apporter des recommandations pour résoudre la solution. Cet outil n'est non plus pas adapté pour le cas d'étude de ce mémoire.

Les méthodes d'**aide à la décision multi-critère** permettent de représenter une vision complexe d'un système, de la simplifier, et de proposer des solutions cohérentes sur base des préférences d'un décideur. Cette méthode apparaît comme la plus à utile pour identifier et

implémenter une politique de durabilité au sein d'une ville. En effet, cette méthode permet de représenter une vision holistique de la situation d'une ville et de simplifier la prise de décision en mettant en évidence le lien entre l'agrégation des indicateurs et l'opinion du décideur. Et comme cela a été écrit de manière transversale dans ce rapport, la situation à laquelle les villes doivent faire face maintenant est particulièrement complexe. En effet, il est particulièrement difficile de dissocier, par exemple, les problématiques liées à la mobilité, des problématiques environnementales et sociales. Et il est encore moins évident dans cette situation si complexe de prendre des décisions en accord avec une ligne politique définie. [25]

Pour utiliser une méthode d'aide à la décision multi-critère, il faut réaliser plusieurs étapes : définir le cadre d'indicateurs, identifier l'ensemble d'indicateurs selon le cadre qui serviront de critères pour objectiver la situation d'une ville, quantifier ces critères et les agréger à l'aide de la méthode multi-critère d'aide à la décision. Ces étapes sont représentées à la figure 2.3. Les parties suivantes ont pour objet d'expliquer et justifier les choix qui ont été faits afin de réaliser ces étapes.

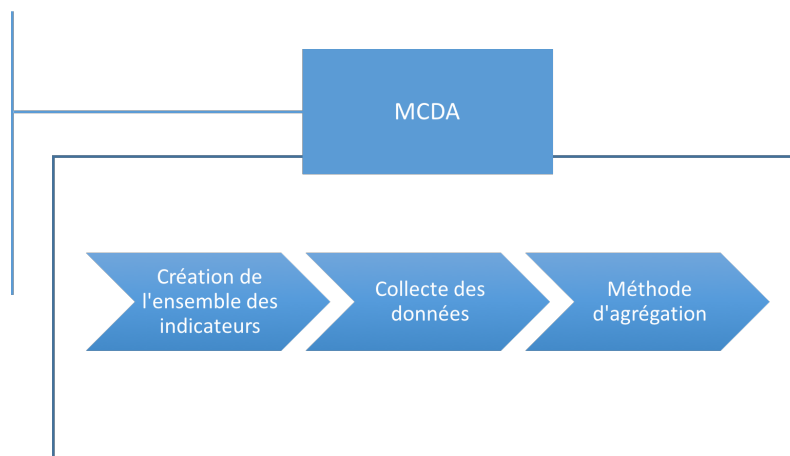


FIGURE 2.3 – Représentation des 3 étapes de la méthodologie multi-critère d'aide à la décision

2.2.2 Présentation des cadres d'indicateurs, choix du cadre retenu et justification

La première étape à réaliser afin d'utiliser une méthode d'aide à la décision multi-critère est d'identifier l'ensemble des indicateurs qui seront considérées. Pour rappel, un ensemble d'indicateurs est différent d'un indice, ou méta indicateur. En effet, là où l'indice est un groupe d'indicateurs agrégés et pondérés, l'ensemble d'indicateurs est simplement un groupe d'indicateurs non-agrégés.

Le choix des indicateurs est fondamental car il va déterminer et influencer la perception du système d'aide à la décision. Il est donc important d'essayer de rendre le choix des indicateurs le plus objectif possible, afin d'avoir un résultat le plus robuste possible. Plusieurs lignes directrices ont été définies au cours des années par des groupes de chercheurs sur le développement durable afin d'identifier des critères pour choisir et évaluer les indicateurs de durabilité. Ces critères spécifiques, discutés dans la littérature et acceptés par la communauté, sont repris dans le tableau 2.1.

Cet ensemble d'indicateurs est souvent ordonné selon un cadre spécifique qui facilite le respect des critères définis dans le tableau. Un cadre d'indicateurs est une structure conceptuelle basée sur des arguments spécifiques à un objectif, dans le cas présent des arguments relatifs à la durabilité. L'objectif de ces cadres est de faciliter le choix des indicateurs, leur développement

Critères	Question correspondante
Implication de la communauté	Les indicateurs ont-ils été développés par l'ensemble des acteurs du système ?
Intégration	Les indicateurs intègrent-ils bien les trois composantes environnementale, sociale et économique ?
Validité	Les indicateurs mesurent-ils quelque chose en rapport avec l'état du système ?
Disponibilité	Les données peuvent-elles être collectées régulièrement et facilement ?
Stabilité et fiabilité	Les indicateurs sont-ils compilés selon une méthode systématique et rigoureuse ?
Compréhensibilité	Les indicateurs sont-ils suffisamment simples pour être compris par une tierce personne ?
Sensibilité	Les indicateurs réagissent-ils suffisamment rapidement et sensiblement aux changements ?
Pertinence	Les indicateurs sont-ils pertinents pour la mise en place d'une politique ?
Représentativité	Les indicateurs couvrent-ils toutes les dimensions de la zone géographique considérée ?
Flexibilité	Les indicateurs sont-ils absolument nécessaires au cas où les données sont inexistantes, considérant le fait que les données pourront être disponibles dans le futur ?
Proactivité	Les indicateurs agissent-ils comme avertissement plus que comme mesure d'un état existant ?
Portée temporelle	Les indicateurs tiennent-ils compte du long terme ?
Agit localement, pense globalement	Les indicateurs favorisent-ils la durabilité au détriment d'autres communautés, régions ou pays ?

TABLE 2.1 – Caractéristiques désirables pour les indicateurs de durabilité [72]

et leur interprétation. La définition de ce cadre constitue la première étape de la constitution de l'ensemble d'indicateurs, la deuxième est la définition de ces indicateurs comme cela est illustré à la figure 2.4. Il existe plusieurs types de cadres, mais les deux plus utilisés sont le cadre PSR (pressure-state-response) et le cadre orienté par thématique, qui seront expliqués brièvement dans les deux parties suivantes. [40]

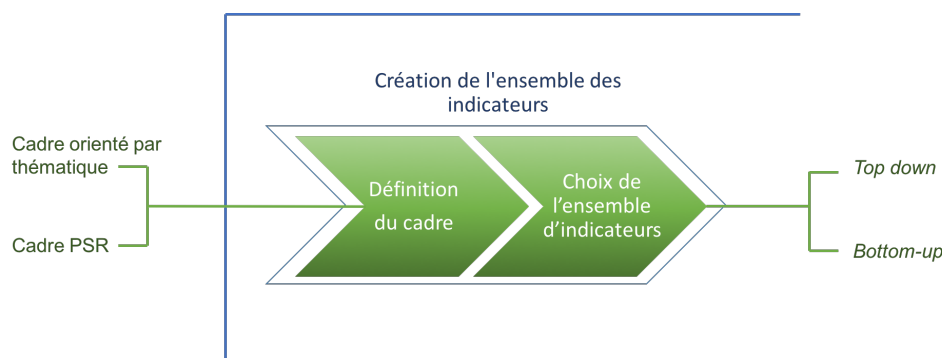


FIGURE 2.4 – Illustration des étapes de création d'un ensemble d'indicateurs avec les différents procédés de réalisation. Pour l'identification du cadre, deux types de cadres ont été identifiés : le cadre orienté par thématique et le PSR. Pour la définition des indicateurs, deux méthodes existent : *top-down* et *bottom-up*

Cadre PSR (pressure-state-response)

Le cadre PSR est l'un des premiers cadres à avoir été développés et l'un des plus utilisés. Plusieurs évolutions de ce cadre sont apparues, le DSR (*driving force-state-response*) et le DPSIR (*driving force-pressure-state-impact-response*). Les indicateurs de pression (*pressure*) ou d'action (*driving force*) représentent des procédés anthropogéniques qui ont un impact positif ou négatif sur le développement durable. Ces impacts modifient l'état du système, ce sont les indicateurs d'état (*state*). Les indicateurs de conséquence (*response*) illustrent les conséquences des impacts sur les développement durable pour une zone géographique donnée. Ces cadres sont illustrés à la figure 2.5. Dans cette figure, pour le cas du cadre PSR, on peut clairement identifier quels sont les acteurs qui exercent une pression : les activités humaines comme l'énergie ou le transport. Ces activités exercent une pression sur l'environnement, l'air ou l'eau, et vont perturber leur état. Pour apporter des solutions à ces perturbations, il faut identifier des acteurs qui sont repris dans le tableau : les ONG, les entreprises ou les citoyens. [40]

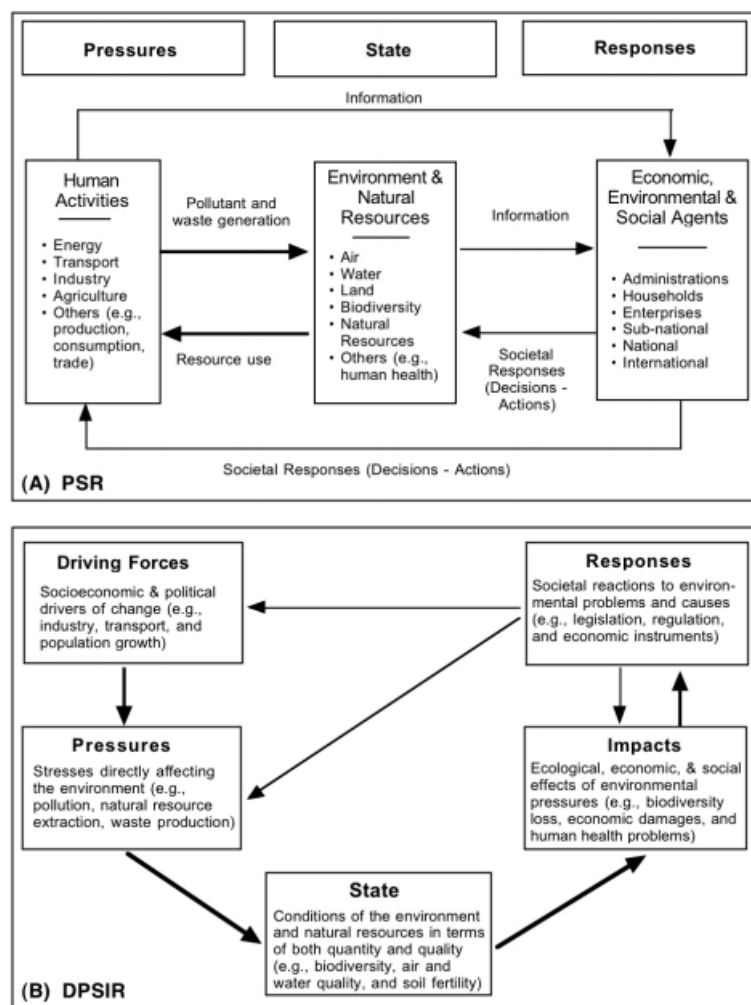


FIGURE 2.5 – Illustration des types de cadres d'indicateurs PSR : A) PSR, B) DPSIR

Cadre orienté par thématique

Ce type de cadre permet d'ordonner les indicateurs par rapport à de grandes thématiques ou de grandes problématiques. L'idée est de réaliser une typologie qui permette de classer les indicateurs en thématique, ensuite d'identifier des sous-thèmes pour chaque thématique, et de déterminer des groupes pour chaque sous-thème. Il peut y avoir plusieurs niveaux hiérarchiques

dans ce type de cadre. Ce cadre est illustré à la figure 2.6. On observe clairement le classement des indicateurs par thème. Quatre thèmes principaux ont d'abord été identifiés : social, environnemental, économique et institutionnel. Ensuite, pour chaque thème, plusieurs sous-thèmes ont été déterminés. Par exemple, pour le thème portant sur l'économie, deux sous-thèmes ont été définis : structure économique et schémas de consommation et de production. Il y a ensuite des sous-sous-thèmes pour chaque sous-thèmes. Dans ce cas, il y a trois niveaux hiérarchiques. [40]

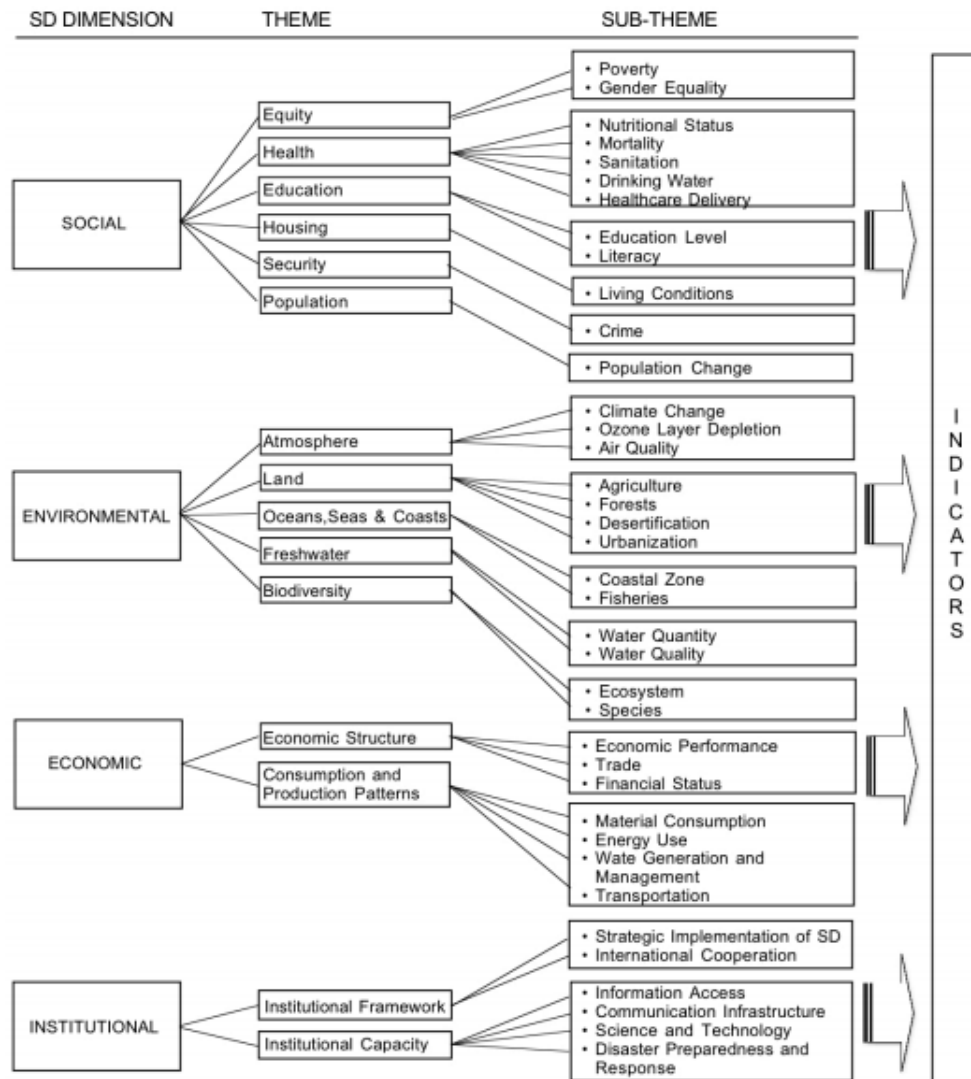


FIGURE 2.6 – Illustration du type de cadre orienté par thématique adopté par l'UNCSD en 2001

Il existe d'autres types de cadres comme le cadre orienté capital (le principe de ce cadre est d'utiliser le concept de capital en économie et de l'appliquer à d'autres domaines en définissant, par exemple, un capital naturel ou un capital humain) ou le cadre intégré de comptabilité (le principe de ce cadre est de synthétiser des systèmes de comptabilité économiques et environnementaux basés sur des méthodes comptables nationales). Cependant, ces cadres sont plus complexes à implémenter, plus difficiles à comprendre, plus controversés et bien moins utilisés que les PSR ou orientés par thématique. [72]

Choix du cadre orienté par thématique et justification

Dans le cadre de ce mémoire, c'est le cadre orienté par thématique qui a été choisi. En effet, le cadre PSR est critiqué pour trois raisons :

1. la classification des différents indicateurs est difficile étant donné que ces indicateurs peuvent appartenir à plusieurs catégories à la fois. Il n'est pas toujours évident de séparer les indicateurs selon les acteurs, état et réponses. Par exemple, les entreprises peuvent être des agents de la solution mais peuvent aussi être une partie de la pression exercée sur l'environnement. Il est difficile d'apporter des nuances de ce type dans ce cadre ;
2. la séparation en différents types d'indicateurs (état, acteurs, réponses...) rend difficile la vision synthétique d'une situation complexe. Les liens entre ces indicateurs n'apparaissent alors plus toujours clairement. En effet, prenons l'exemple d'une entreprise qui rejette des produits toxiques dans une rivière. L'entreprise exerce une pression sur la rivière et change son état en dégradant la qualité de l'eau. Les réponses peuvent être institutionnelles (des lois interdisant ce type de procédé), ou défendues par des ONGs (faisant pression à l'aide de manifestations, plaidoyers ou autre). Ce cas est facile : on voit directement le lien entre la pression, le changement d'état et les réponses possibles. Cependant, si on multiplie les causes de pressions, les états impactés vont augmenter et le nombre d'agents de réponses aussi. Il devient alors plus difficile de bien comprendre les liens entre ces différents éléments ;
3. cette méthode ne permet pas toujours d'établir un lien clair entre les indicateurs et la problématique politique initiale. Comme cela a été expliqué à l'aide de l'exemple précédent, si peu de causes de pression sont identifiées, il est possible d'appréhender plus facilement une situation. Mais avec la multiplication des causes de pression, la situation devient plus complexe et le cadre ne permet plus d'appréhender la situation correctement.

C'est pour cela que la Conférence des Nations Unies sur le Développement Durable (United Nations Conference on Sustainable Development UNCSD) n'utilise plus ce type de cadre pour créer leur ensemble d'indicateurs de durabilité. Cependant, le cadre PSR est toujours utilisé pour établir des indicateurs orientés uniquement sur l'environnement. [72]

Le cadre orienté par thématique est plus utilisé et correspond pour l'utilisation de la création d'indicateurs de développement durable. De plus, il est plus flexible que le cadre PSR étant donné que les thèmes peuvent être adaptés aux indicateurs identifiés dans la partie suivante, si nécessaire. Pour toutes ces raisons, c'est le cadre orienté par thématique qui a été sélectionné.

2.2.3 Présentation des méthodologies permettant de définir des indicateurs afin de créer un ensemble, choix de la méthodologie retenue et justification

Maintenant que le cadre a été défini, il est possible d'identifier l'ensemble des indicateurs qui sera utilisé. Cette partie explique les deux méthodes *top-down* et *bottom-up*, illustrées précédemment dans la figure 2.4, utilisées pour la création d'un ensemble d'indicateurs, toujours dans un cadre orienté par thématique. Dans le cadre de ce mémoire, la méthode *bottom-up* a été retenue et je le justifie ci-dessous. Ensuite, trois méthodes *bottom-up* (la *vision matrix*, la méthode Mesydel et la méthode Kidisti) sont passées en revue, et une comparaison entre ces méthodes est présentée. Le choix s'est porté sur la méthode Kidisti et la justification se trouve à la fin de cette partie.

Présentation des méthodologies permettant de définir des indicateurs afin de créer un ensemble, *top-down* et *bottom-up*, choix et justification

De manière générale, il est clairement observable que la méthode la plus utilisée pour créer un ensemble d'indicateurs est une méthode dite *top-down*. Cela veut dire que les indicateurs sont déterminés par des experts à travers des think tanks, par le gouvernement à travers des débats politiques ou par d'autres groupes déterminés et bien cloisonnés.

En effet, dans plusieurs articles récents ayant pour objectif de passer en revue les différentes manières de créer des ensembles d'indicateurs, il n'est pas question d'autres méthodes que cette méthode *top down*. [40] Seul un article, analysant plus de 20 indicateurs de développement durable, reprend deux méthodologies référencées comme ayant impliqué le public dans le processus de création de l'indicateur. Il s'agit d'un indicateur qui a été créé en 1997 sur la zone de Taipei à Taiwan, et d'un autre qui a été créé à Minneapolis en 2006. [25] Comme le premier indicateur n'a pas été référencé dans l'article et qu'il est plus ancien, il n'a pas été possible de retrouver la trace de cet indicateur. Pour le second, il a pu être étudié dans le cadre de ce mémoire et les avantages de la participation sont repris ci-dessous, complétés par d'autres recherches.

La participation des citoyens dans l'élaboration de l'ensemble des indicateurs est importante et nécessaire. Il s'agit d'une méthodologie *bottom-up* qui va à contre-courant de ce qui se fait généralement. Il existe beaucoup de manières de faire participer les citoyens à l'élaboration d'un ensemble d'indicateurs. En guise d'étude de cas, trois exemples sont illustrés dans des parties suivantes. Les principaux avantages et désavantages de ces méthodes sont repris dans le tableau 2.2.

Avantages	Désavantages	Critères	Explication
Avantages		L'opportunité est unique	Pour la première fois, tous les acteurs de la ville ont le même objectif. Les citoyens (Tout Autre Chose, Nuit Debout...), les entreprises (Siemens [12], Arcadis [7], Tractebel...) et les politiciens veulent participer à l'élaboration d'outils décisionnels et participatifs en tant qu'acteurs de la société. [41]
		La considération actuelle du citoyen est inadaptée	Il y a actuellement un problème avec la manière dont le citoyen est considéré vu que pour l'élaboration d'outils de gouvernance, des informations de profilage sont utilisées à son insu (Big data). Le citoyen n'est pas alors considéré comme un utilisateur de la ville mais comme une donnée qui peut simplement être utilisée parce qu'elle se trouve à disposition. Avoir une démarche participative permettrait aux citoyens de savoir à quoi servent ces données qui sont stockées et vendues. Si le but leur semble légitime, ils seront plus enclins à donner des informations qui peuvent se révéler plus utiles que ce qui existe pour le moment. [41]
		L'absence de participation est un frein au développement durable	Des obstacles à l'implantation d'actions pour la durabilité sont observables à cause, entre autres, du faible intérêt de la société civile, des actions qui peuvent sembler inappropriées, du manque de connaissance sur les alternatives possibles, des cycles inadéquates de mandats politiques qui empêchent une vision à long terme. Le fait d'investir et de faire participer les citoyens permettrait de résoudre toutes ces problématiques. Si la société civile est consciente des enjeux et qu'elle peut participer à l'élaboration de solutions, elle sera plus encline à accepter les changements et actions proposés. De plus, les citoyens, en multipliant les expériences et le nombre de points de vue, peuvent apporter plus d'idées et agir comme un filtre sur les idées inadéquates. Enfin, les citoyens n'ont pas de mandat, ils sont là de manière relativement permanente, ils peuvent implémenter et suivre des projets sur le long terme, ce que les politiciens ne sont plus capables de faire. [25], [54]
		La définition de la durabilité est locale	Comme cela a été expliqué dans le chapitre de ce mémoire qui pose le contexte, il existe plusieurs définitions de la durabilité. Un citoyen à Shanghai n'aura pas la même vision et compréhension du développement durable qu'un citoyen de Stockholm ou de New York. Le fait de faire participer les citoyens d'une ville sur l'élaboration de l'ensemble des indicateurs permet de connaître de manière plus fine les préoccupations et priorités des habitants de cette ville. [25]

	La participation renforce la communication des différents acteurs	Ces indicateurs devraient renforcer la communication entre les différents acteurs d'une zone géographique déterminée, et promouvoir la compréhension des résultats donnés par les indicateurs auprès des citoyens. Si les habitants d'une ville ne comprennent même pas les objectifs ou la portée des indicateurs, ils ne peuvent comprendre les résultats qui sont donnés. Le fait de faire participer les citoyens dès le début du processus de création des indicateurs leur permettra de mieux comprendre et de s'approprier les enjeux relatifs aux résultats donnés par ces indicateurs. [43]
	Les gains potentiels sont importants	Il est possible de se projeter et de déterminer les gains potentiels à plus long terme de l'utilisation d'une méthodologie participative qui permettrait d'obtenir un indicateur de développement durable cohérent. Les citoyens vont bénéficier de villes plus durables, et ils auront été acteurs de ce changement. De nouvelles perspectives d'emploi vont apparaître car il faut des gens qui encadrent et animent ces méthodes participatives. Les municipalités seront plus performantes et plus légitimes. [41]
	Le témoignage de l'expérience à Minneapolis est concluant	Voici une traduction de ce que rapporte la directrice de la durabilité à Minneapolis Gayle Prest qui a développé l'indicateur de développement durable dans cette ville de manière participative : "J'aime le fait que, quand nous parlons des indicateurs de vie saine et de communauté, nous avons le département de la santé et des écoles, le département des parcs, les départements de la police qui sont tous assis autour de la table, parlant des différentes manières de collaborer ensemble pour résoudre les problèmes." Ce sont les personnes qui sont sur le terrain qui partagent leur expertise afin de trouver des solutions. Et cette méthode participative est gratifiante pour tous. [54]
Désavantages	Les ressources à déployer sont plus importantes	Il y a évidemment quelques désavantages à l'utilisation de cette méthode, elle est plus coûteuse en temps, en ressources humaine et financière. En effet, le fait de rassembler des citoyens selon des critères précis, de créer des espaces de discussion, de traiter les informations et de donner un retour constructif prend beaucoup de temps et demande plus d'énergie que de simplement réfléchir seul.[53]
	La résistance au changement	Il y a une certaine résistance au changement et une inertie importante dans les organes décisionnels. Les gouvernements ne sont pas prêts à pousser des processus participatifs à large échelle.[53]

TABLE 2.2 – Avantages et désavantages de la participation citoyenne

Il est intéressant de constater que bien qu'il s'agisse d'un outil de gestion, cette méthodologie permet d'obtenir les avantages qui étaient propres aux structures participatives développés à la partie 2.1.1 tout en minimisant les désavantages. Pour rappel, les structures participatives permettent de renforcer l'engagement des acteurs de la société, citoyens comme privés, de légitimer les municipalités et de décomplexifier les liens existants entre social, économique et environnemental. Le désavanatage de ces structures est le temps d'implantation qui peut durer plusieurs années, alors qu'ici le temps d'implantation serait de quelques mois, si on se base le cas de Minneapolis. Comme l'énonce le Conseil de l'Europe, il apparaît de plus en plus évident que c'est au citoyen de définir son bien-être dans la société. [4]

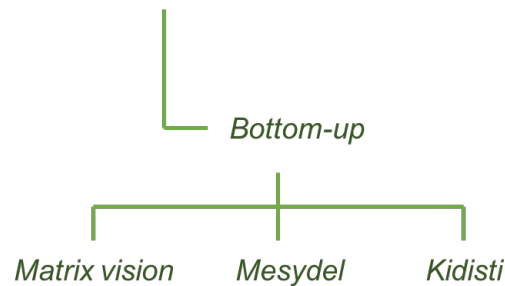


FIGURE 2.7 – Illustration des trois méthodologies de type *bottom-up* étudiées dans le cadre de ce mémoire

C'est donc pour ces raisons que la méthode *bottom-up* a été choisie pour être analysée et mise en application dans le cadre de ce mémoire. Cependant, il n'est pas facile d'accéder à des références sur le cas de Minneapolis afin d'identifier une méthodologie claire. Par conséquent, des recherches ont été faites pour trouver d'autres méthodologies participatives afin d'obtenir un ensemble d'indicateurs cohérents avec les arguments cités ci-dessus. Trois cas ont été étudiés et sont présentés dans les trois parties suivantes : la *vision matrix*, la méthode Mesydel et la méthode Kidisti, illustrées à la figure 2.7. Ce sont des méthodes participatives d'identification d'ensembles d'indicateurs qui ont pour avantage d'avoir été créées en Belgique. Les personnes qui ont conçu ces méthodes sont donc plus facilement accessibles et il est possible d'interagir avec elles pour obtenir des informations, des renseignements ou des conseils. Après la présentation de ces trois méthodologies, une comparaison permet de justifier le choix d'utiliser Kidisti dans le cadre de ce mémoire.

Vision matrix

La *vision matrix* est un outil qui a été utilisé afin de déterminer l'ensemble des indicateurs du *Flemish City Monitor*, par l'équipe de recherche de Thomas Block de l'Université de Gand, travaillant depuis plusieurs années sur la question des indicateurs de développement durable. Cet ensemble d'indicateurs a été utilisé pour mesurer l'état de durabilité de treize villes flamandes en 2004, 2006 et 2008.

Le principe de cette *vision matrix* est d'identifier les liens entre les principales activités existantes au sein d'une ville avec ce que l'équipe gantoise considère comme étant les 4 grands piliers de la durabilité : l'économie, le social, l'environnement et les institutions politiques. Ils ont défini huit grands domaines d'activités avec, par exemple : vie, apprentissage et éducation ; travail et entreprise ; sécurité et protection ; transport et mobilité. Dans la *vision matrix*, les grandes activités sont catégorisées en lignes et les quatre piliers sont ordonnés en colonnes, comme présenté à la figure 2.8.

L'objectif de l'indicateur est d'être un outil d'aide aux politiques afin qu'ils soient au courant des actions potentielles à réaliser pour améliorer leur ville pour une activité ou un pilier donné

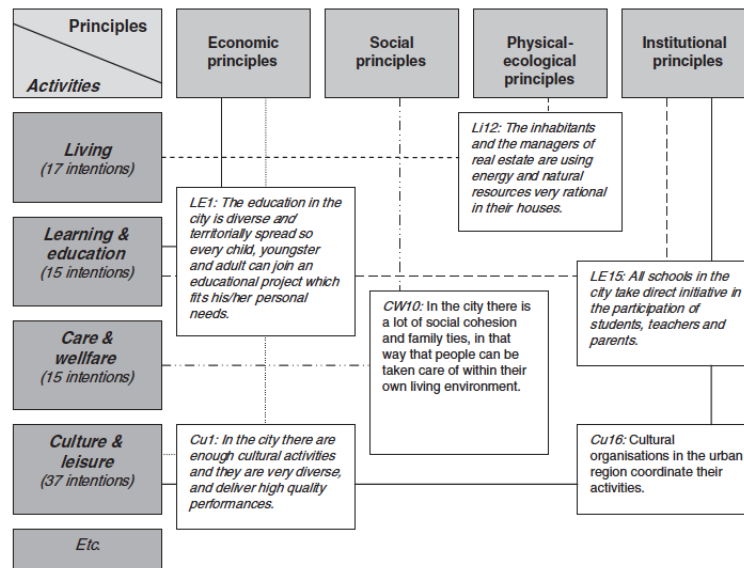


FIGURE 2.8 – Illustration de la *vision matrix* complétée avec 6 intentions

sur base de leur choix politique. Ces actions, appelées intentions sont classées à l'intersection des piliers et des activités. Dans un premier temps, les intentions sont définies à l'aide de la littérature, ce qui a permis de définir les grands domaines d'activités. Dans un second temps, ce sont les experts et les citoyens qui vont définir ces intentions. C'est à ce moment que pour la première fois dans la définition de l'ensemble d'indicateurs, le processus participatif entre en scène. Des centaines de personnes ont été impliquées afin d'identifier les intentions pour améliorer leur ville.

Ensuite, l'équipe de chercheurs a eu recours une seconde fois à un processus participatif afin de décliner cette *vision matrix* en indicateurs. Les personnes impliquées ont regroupé les intentions en clusters par thématique. Il y a des clusters de lignes (intentions rassemblées par rapport à un certain domaine d'activités) et des clusters de colonne (intentions rassemblées par rapport à un pilier).

Pour chaque cluster, les personnes impliquées déterminent plusieurs indicateurs afin que la thématique puisse être mesurée. L'objectif à ce moment est d'identifier l'indicateur qui pourrait mesurer au mieux la thématique, sans penser à la manière d'obtenir les données. Les indicateurs doivent satisfaire quatre conditions :

1. l'indicateur doit être clairement relié à un thème de la *vision matrix*. C'est ce que l'équipe de recherche appelle le critère de pertinence ;
2. il est nécessaire de montrer de manière univoque une problématique même si l'indicateur évolue vers une meilleure durabilité. Ce critère d'interprétation est important pour l'utilisateur final des indicateurs ;
3. les indicateurs liés à plusieurs domaines d'activité sont prioritaires. Plus l'indicateur est relié à différents domaines, plus il est important dans l'agrégation finale du *City Monitor* ;
4. les indicateurs qui affectent de nombreux acteurs dans la ville sont aussi prioritaires.

Ces critères sont relativement différents des critères SMART, qui demandent aux indicateurs d'être Simples, Mesurables, Acceptables, Réalistes et Temporellement réalisables.

La figure 2.9 permet d'illustrer un exemple de clusters. Les différentes intentions rassemblées sont reprises et les indicateurs en découlant sont situés juste en dessous. A la fin du procédé, l'équipe de chercheurs a obtenu 60 clusters qui rassemblent 640 propositions d'indicateurs.

Cluster: strengthening green spaces and nature
<i>A. Intentions from vision matrix (concerning green spaces and nature)</i> General intentions and concerns: Quantity and quality of green spaces and nature are developed to meet the needs of all living creatures. Therefore there is a network structure in the city, stressing the combination between green spaces and water, and the relationship of green spaces in the city to the areas in the countryside. Among other things, this means: • City green spaces have various functions: an ecological and landscape function, a recreational and educational function, an urban planning and cultural-historical function, an aesthetic and psychological function and purifying and climate regulating function. • Green spaces in the city meet the needs of specific categories (such as residents from densely populated districts, young people, and the elderly). • Green spaces in the city are accessible and open (admittedly depending to the capacity of the area). • The room for and quality of particular urban green spaces and nature are increased and strengthened. In this respect, the network structure is also very important for the wealth of species of plants and animals (biodiversity). • In areas with nature as the main function, soft recreation forms (walking, nature observation) are stimulated. In areas where the nature function is coordinate or subordinate, nature development and conservation are stimulated as much as possible. • In order to save open and green spaces in the city, careful use of space and the maximum combination of infrastructures are promoted. <i>B. Selected indicators for the City Monitor</i> • The foothold of green spaces in the neighbourhood • Surface area of green spaces • Surface area of valuable nature • Accessible public green spaces – Section: accessible public green spaces in the neighbourhood – Section: accessible green spaces in the city

FIGURE 2.9 – Illustration d’un cluster avec les différentes intentions et les indicateurs identifiés pour la thématique

Après avoir sélectionné les indicateurs les plus pertinents, le *Flemish City Monitor* est composé de 200 indicateurs pour chaque ville. Certains indicateurs ont dû être modifiés car les données n’existaient pas. [66], [65]

Mesydel

Mesydel est un logiciel qui permet d’appliquer la méthode Delphi en ligne. La méthode Delphi a été développée dans les années 1940-1950 afin de définir et de déterminer les priorités militaires. Cette méthode avait pour but d’arriver à une solution au sein d’un groupe d’experts sans qu’il n’y ait de confrontations ou de face à face. L’objectif est bien de favoriser le dialogue, d’arriver à un consensus tout en rassemblant des experts qui pourraient avoir des avis particulièrement tranchés sur une question précise.

Le panel d’experts est consulté à deux reprises. Dans un premier temps, chaque expert donne son avis sur la question précise, de manière anonyme. Dans un second temps, les réponses sont compilées, transmises à tous les experts et ce derniers peuvent réviser leur choix en fonction des nouvelles informations qu’ils ont à disposition, toujours de manière anonyme. Le consensus est obtenu après plusieurs itérations de ce processus, sans que les intervenants ne se rencontrent.

Cette méthode Delphi a été adaptée depuis les années 50. En effet, le panel de participants consultés s’est élargi et certains chercheurs proposent d’appliquer la méthodologie à un échantillon vraiment large qui permettrait à chaque citoyen de s’impliquer dans le processus. Une autre adaptation de la méthode au cours du temps est propre à son objectif. En effet, si l’objectif initial était d’arriver à un consensus coûte que coûte au cours de plusieurs itérations, certains chercheurs n’essaient plus d’avoir ce consensus et se contentent d’avoir un large panel d’éléments dont la convergence n’est pas aboutie.

Avec le développement de la technologie, la méthodologie a dû se munir d’un outil qui lui permette d’être appliquée en ligne. C’est l’essence de Mesydel. En effet, Mesydel a été

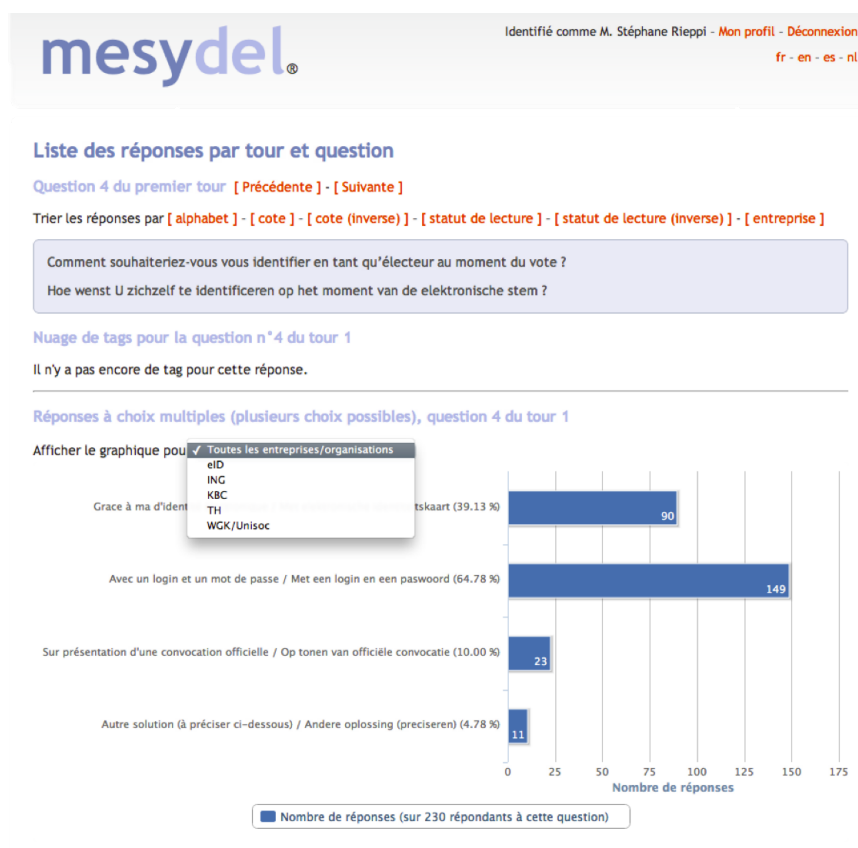


FIGURE 2.10 – Illustration de l'enquête Mesydel à une certaine itération

développé dans les années 2010 afin d'appliquer la méthode Delphi en ligne, pour statuer sur la création d'un service de *Technology Assessment* en Wallonie. Le succès de cette expérience a permis à l'outil de se développer et d'être appliqué à une quinzaine d'autres projets. Une capture d'écran lors de la session d'un individu de l'outil Mesydel est présentée à la figure 2.10 et permet d'illustrer l'outil. Sur cette figure, on observe clairement que la personne répondant au questionnaire est au premier stade de réponse. Il peut déjà observer les réponses des autres intervenants et considérer ces informations pour formuler son choix.

L'outil Mesydel présente plusieurs avantages. Dans un premier temps, il permet d'appliquer Delphi à un champ beaucoup plus large qu'à un panel d'experts, à un coût peu important, puisque que l'outil est en ligne et peut être largement diffusé. Ensuite, il est possible de sonder précisément l'avis d'un individu. Il a d'ailleurs été identifié en faisant l'analyse par individu lors de l'application de Mesydel à une certaine étude¹ que recomposer les réponses des individus en termes de trajectoire individuelle permet d'identifier certaines dynamiques et certains éléments clés de compréhension de l'individu. Enfin, Mesydel permet d'identifier des liens entre les prises de position et les ensembles de population.

Bien que le lien participation et Mesydel est assez évident, il n'est pas facile de voir comment Mesydel peut servir à identifier un ensemble d'indicateurs. Le centre Spiral à Liège a utilisé l'outil Mesydel pour évaluer les initiatives de développement de l'emploi dans le secteur des services de proximité à finalité sociale (IDESS). L'objectif de l'évaluation est d'analyser l'impact social des IDESS, et de définir des indicateurs. L'évaluation s'est décomposée en deux temps. Tout d'abord, 12 IDESS ont été identifiés pour chaque localité. Ensuite, une enquête de type Mesydel a été réalisée afin d'aboutir à un ensemble d'indicateurs utiles pour le gestionnaire des IDESS.[8],[58], [57]

1. Il s'agit de l'étude ANACO (Analyse et opérationnalisation de la problématique de la mise à l'abri et du confinement en Belgique) qui a été réalisée en 2011

Kidisti

La méthode Kidisti est un outil qui a été développé et utilisé par l'Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique (IWEPS) afin de réaliser un indicateur de bien-être. L'objectif est de développer un outil de connaissance et d'aide à la gouvernance. En effet, en termes de connaissance, Kidisti vise à définir et mesurer le bien-être de manière participative avec tous les acteurs de la région wallonne, quel que soit le niveau géographique (local, régional...). Dans un second temps, l'outil permet d'identifier des facteurs qui participent au bien-être en Wallonie, et de mettre en évidence les relations qui existent entre les disparités territoriales et sociales. Cette méthodologie s'appuie sur un travail expérimental mené par le Conseil de l'Europe nommé SPIRAL² (Societal Progress Indicators for the Responsibility of All) qui a pour objectif de pousser les initiatives de corresponsabilités et qui rassemble une communauté de plus de 200 plateformes en Europe.[3]

Le processus se déroule en trois phases. La première phase consiste à définir le bien-être avec les citoyens au sein de chaque commune. Les citoyens sont réunis en groupes homogènes, comme le préconise le Conseil de l'Europe. Cela veut dire que les citoyens sont rassemblés par rapport à un même milieu social, de travail, par rapport à leur âge... selon les desiderata de la commune ciblée. Ensuite, à chaque groupe homogène, sont posées les quatre questions suivantes : 1/ Qu'est-ce que le bien-être pour vous ? 2/ Qu'est-ce que le mal-être pour vous ? 3/ Que faites-vous ou pouvez-vous faire en tant que citoyen pour assurer votre bien-être ou le bien-être de tous ? 4/ Selon vous, que conviendrait-il de faire ou de prendre en compte aujourd'hui pour que les générations futures aient toutes accès à un tel bien-être ? Les citoyens doivent réfléchir d'abord individuellement, puis les réponses sont énoncées collectivement. Toutes les réponses de chaque groupe et de chaque commune sont structurées et mises en commun. Cette première phase génère un nombre très important de réponses ce qui permet d'avoir une représentation assez complète de la notion du bien-être.

Ensuite, les résultats sont présentés à nouveau au groupe homogène afin d'être complétés et validés. La synthèse complète des résultats est présentée lors d'une séance plénière qui rassemble tous les groupes homogènes afin de favoriser les échanges entre tous les citoyens et acteurs locaux, et de susciter une réflexion commune.

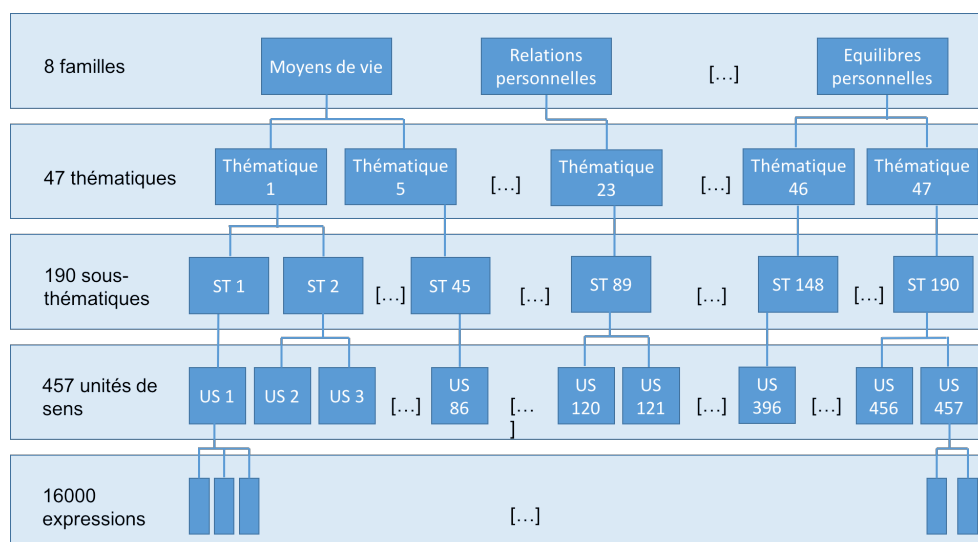


FIGURE 2.11 – Illustration de la typologie obtenue grâce à Kidisti

2. Il faut faire attention à ne pas confondre le laboratoire Spiral développé à Liège qui développe et utilise la méthode Mesydel, et le programme du Conseil de l'Europe SPIRAL qui cherche à implanter les procédures participatives au sein des pays européens.

Lors de l'utilisation de Kidisti, 1.200 citoyens rassemblés en 150 groupes homogènes ont fourni 16.000 expressions de bien-être et de mal-être. Si deux ou plusieurs expressions signifient la même chose, elles sont rassemblées en unité de sens. Ensuite, les 457 unités de sens obtenues ont été classées en 190 sous-thèmes. Chaque sous-thème est alors classé au sein d'une des 47 thématiques. Et chaque thématique se retrouve rangée au sein d'une des 8 familles. Cette typologie est illustrée à la figure 2.11 où il est clairement observable que les 8 familles découlent des 16.000 expressions données par les citoyens.

La seconde phase de la méthodologie consiste à déterminer les indicateurs à partir des informations obtenues. Un des objectifs de Kidisti est de lier des indicateurs à des échelles de signification, ce qui permet de définir un chemin de progrès. Il s'agit d'une recommandation du Conseil de L'europe. L'idée est, pour chaque sous-thème, de déterminer la situation la moins enviable et la situation à atteindre. C'est comme ça que Kidisti peut aider à la gouvernance : les indicateurs donnent des informations sur l'état de la ville, et sont situés sur une échelle entre la pire et la meilleure situation. Cette notion de chemin de progrès est très importante, car elle différencie Kidisti des échelles classiques de gradation des situations de la plus mauvaise à la meilleure. En effet, pour chaque échelon, pour chaque situation, de la plus mauvaise à la meilleure, Kidisti fournit une définition précise sur base des expressions des citoyens. Contrairement aux échelles classiques qui donnent plutôt des recommandations vagues. Cela sera très utile pour donner des conseils de gouvernance afin que les décideurs politiques puissent améliorer la situation, et grimper d'un échelon. [17]

L'IWEPS a ainsi pu déterminer un indice des conditions du bien-être en Wallonie (ICBE) en 2014, et de fournir une évolution de cet indice en 2015.

La dernière phase consiste à fournir une mesure globale sur le bien-être collectif, basé sur les informations données par les citoyens. Afin d'obtenir cette mesure, l'IWEPS utilise des données existantes de différentes institutions et complète les données inexistantes à l'aide d'enquête. [15], [16], [17], [14]

Comparaison, choix et justification de la méthode retenue

Maintenant que les trois méthodes de création d'ensemble d'indicateurs de type *bottom-up* étudiées dans le cadre de ce mémoire ont été présentées, il faut choisir la méthodologie qui sera appliquée. Cette partie reprend un tableau comparatif (table 2.3) qui permet de mettre en évidence les différences entre ces trois méthodologies et de sélectionner la plus adéquate sur une base objective. Les critères et les informations pour chaque méthodologie sont définis dans l'annexe A.

J'ai choisi d'appliquer la méthode Kidisti afin de définir l'ensemble d'indicateurs dans le cadre de ce mémoire. En effet, le tableau montre que les trois méthodologies sont relativement similaires. Cependant, le critère qui me semble le plus important est la définition du concept de durabilité. Le fait d'utiliser une définition donnée par les citoyens est fondamentale en terme de communication et de participation. En effet, les citoyens peuvent directement faire le lien entre l'ensemble d'indicateurs retenus au final et les focus groups auxquels ils ont participé puisque le lexique est identique.

Le seul problème de la méthode Kidisti est l'investissement en ressources qui reste important. En effet, il faut contacter les communes, constituer des groupes homogènes au sein de ces communes, faire une première réunion pour définir le concept de bien-être (ou de durabilité si on transfère la méthode au cadre de ce mémoire), encoder les données, faire une deuxième réunion pour valider la typologie, déterminer les indicateurs sur base de cette typologie, trouver les données pour ces indicateurs et enfin agréger les indicateurs de manière cohérente. Toutes ces étapes prennent du temps, demandent des ressources humaines et financières importantes. Cependant, il est possible de trouver des alternative pour pallier cet important besoin en res-

	<i>vision matrix</i>	Mesydel	Kidisti
Cadre d'indicateurs	Orienté par thématique	Indéfini	Orienté par thématique
Type de méthodologie	<i>Bottom-up</i>	<i>Bottom-up</i>	<i>Bottom-up</i>
Facilité de contact	Facile (Gand)	Facile (Liège)	Facile (Namur)
Prise de contact	Oui	Non	Oui
Portée et objectifs	Indicateurs de durabilité pour les villes flamandes	Indéfini	Indicateurs de bien-être pour les communautés wallonnes
Transférabilité	Pas nécessaire	Possible	Possible
Légitimité	Développée par un service de recherche et reconnu par les municipalités flamandes	Basée sur la méthode Delphi reconnue internationalement	Basée sur la méthode SPIRAL reconnue et recommandée par le Conseil de l'Europe
Expérience	Appliquée à 3 reprises pour le Flemish City Monitor	Appliquée sur une quinzaine de cas	Appliquée à 2 reprises pour l'élaboration de l'ICBE
Investissement en ressources nécessaires	Moyen (rassemblement d'experts à deux moments)	Faible (diffusion d'un outil informatique)	Important (rassemblement de groupes homogènes et autres à trois reprises)
Définition de la durabilité	Three Bottom Line et aspect institutionnel	Indéfini	Défini par les citoyens
Anonymat des individus consultés	Non	Oui	Non
Traçabilité des résultats obtenus	Non	Oui	Oui

TABLE 2.3 – Tableau comparatif des trois méthodologies d'identification d'ensemble d'indicateurs de type *bottom-up*

sources et elles seront présentées dans un chapitre suivant, comme utiliser une enquête plutôt que des focus groups pour récupérer les informations et les expressions des citoyens.

2.2.4 Présentation de la manière de collecter les données

L'étape suivant l'identification de l'ensemble des indicateurs est la quantification de ces indicateurs. Pour chaque indicateur, il faut trouver les données correspondantes. Ces données peuvent être obtenues à l'aide d'instituts statistiques ou par d'autres moyens comme les enquêtes. Bien que cette étape soit fondamentale et qu'elle demande beaucoup de temps, les méthodes utilisées pour évaluer les indicateurs ne disposent pas d'un large panel de choix.

En effet, une fois que les indicateurs ont été identifiés dans l'étape précédente, il faut trouver les valeurs réelles qui permettent d'évaluer ces indicateurs. Si ces valeurs ne sont pas disponibles dans les bases de données des instituts statistiques, il faut extrapoler la valeur sur base de données existantes ou définir un nouvel indicateur pour lequel les valeurs existent.

2.2.5 Présentation, comparaison, choix et justification de la méthode d'agrégation des indicateurs

Une fois l'ensemble des indicateurs défini et quantifié, il reste à les agréger. Bien que le choix de la méthode d'aide à la décision multi-critère a déjà été justifiée par rapport aux autres outils prospectifs, il reste légitime de remettre en question l'utilisation de ce type de méthode par rapport à une simple somme pondérée. En effet, les indicateurs intégrés et agrégés par des sommes pondérées n'ont pas été retenus pour l'étude de cas développée dans le cadre de ce mémoire car ils sont rétroactifs, comme le montre la figure 2.2. Pourtant, cette méthode d'agrégation est majoritairement utilisée, comme c'est le cas pour l'ICBE de l'IWEPS, l'IDH, le GPI ou encore le Happy Planet Index.[40]

Dans un premier temps, les deux méthodologies sont brièvement expliquées. Ensuite, un tableau récapitulatif (tab. 2.4) reprend les avantages de chaque méthodologie. L'explication et la justification de chaque critère de ce tableau sont disponibles à l'annexe B.

Somme pondérée

Réaliser une somme pondérée pour agréger ses indicateurs consiste à donner à chaque indicateur une certaine pondération, à les sommer et à les normaliser. Il est souvent nécessaire de normaliser les indicateurs avant de les sommer. Par exemple, dans le cas de l'ICDE, l'IWEPS a fait le choix de normaliser ses indicateurs à l'aide d'une méthode min-max en raison de la lisibilité de la méthode et de la cohérence des résultats obtenus expérimentalement. [15]

Les sommes pondérées ont plusieurs défauts. Pour illustrer ces défauts, les concepts d'alternatives et de critères doivent être définis. La problématique classique est celle d'un décisionnaire qui doit faire un choix entre plusieurs situations ou projets, sur base de plusieurs indicateurs. Les situations sont appelées des alternatives et les indicateurs, des critères. Voici les différents défauts des sommes pondérés :

- la méthode est totalement compensatoire. Ce concept peut être illustré par un exemple simple : soient deux alternatives A et B avec quatre critères. Pour l'alternative A, tous les critères ont une valeur de 4. Pour l'alternative B, trois des quatre critères ont une valeur de 5, et le dernier a une valeur de 1. Considérons une pondération identique pour chaque critère. La somme pondérée de ces deux alternatives aura donc la même valeur. le fait que l'alternative B soit mieux évalué pour 75% de ses critères que l'alternative A est complètement compensé par le mauvais score du quatrième critère pour l'alternative B ;
- les conflits d'élimination. En effet, considérons un cas avec trois alternatives et deux critères. Ces deux critères ont la même pondération. Soient la première alternative ayant une valeur de 5 pour chaque critère, la seconde alternative ayant une valeur de 10 pour le premier critère et 0 pour le second, la troisième alternative ayant une valeur de 0 pour le premier critère et 10 pour le second. La somme pondérée est identique pour les trois alternatives et ne permet pas au décisionnaire d'éliminer l'une ou l'autre sur base du résultat obtenu ;
- la signification des pondérations n'est pas toujours explicitement objective et les différentes valeurs des critères sont sommées alors qu'elles n'ont pas toujours la même unité ou la même échelle, ce qui n'est ni rigoureux ni sensé.

Méthode d'aide à la décision multi-critère

L'aide à la décision multi-critère est un outil qui permet de traiter plusieurs alternatives en fonction d'une série de critères que le décisionnaire juge importants. Cet outil peut donner

plusieurs résultats : un classement, par exemple de la meilleure alternative à la moins bonne ; un tri des alternatives au sein de différentes catégories ; le choix d'une alternative en fonction d'un critère. L'aide à la décision multi-critère est généralement subdivisée en trois grands familles :

1. la théorie de l'utilité multiattribut
2. les méthodes de surclassement
3. les méthodes interactives

La première famille consiste à agréger les différents points de vue en une fonction unique qu'il faut optimiser. La deuxième famille vise à identifier une relation, appelée relation de surclassement, qui représente les préférences du décideur et à exploiter cette relation pour aider le décideur à résoudre son problème. La troisième famille propose des méthodes qui alternent étapes de calculs et étapes de "dialogue" avec le décideur. Cette dernière méthode est plus complexe et est utilisée pour un ensemble d'alternatives indéfini. [56], [68]

Cependant, la frontière entre ces trois familles est encore floue. Pour choisir le type d'outils d'aide à la décision multi-critère, il faut déterminer les données et l'objectif de la problématique. Pour le cas d'étude de ce mémoire, les données sont clairement identifiées, ce sera donc une méthode de surclassement ou une méthode multi-attribut qui sera utilisée. De plus, il est conseillé d'utiliser une méthode dont les limites sont maîtrisées. En effet, l'expertise de l'outil joue un rôle important. [67], [44]

C'est pour ces raisons que PROMETHEE, une méthode d'aide à la décision multi-critère de la famille des méthodes de surclassement, développée dans les années 80, a été choisie. De plus, pourrait aussi considérer que cet outil fait partie de la famille des multiattributs agrégés puisque PROMETHEE agrège les indicateurs à la fin du processus. En effet, en tant que méthode d'aide à la décision multi-critère, PROMETHEE permet de :

- intégrer facilement les préférences du décideur grâce au logiciel D-sight ;
- simplifier la prise de décision dans un cas complexe considérant plusieurs critères qui peuvent être contradictoires. Notamment à l'aide du logiciel D-sight qui présente une série d'outils graphiques dont certains sont utilisés et présentés dans le chapitre suivante ;
- agréger des valeurs qui ont toute la même échelle et les mêmes unités, grâce à l'identification de fonctions préférences déterminées par le décideur pour chaque critère.

Cette méthode consiste à assigner une fonction préférence pour chaque critère pondérés sur base des préférences et priorités du décideur. Une fois que ces fonctions sont établies, il est possible d'agréger ces préférences selon les pondérations définies et d'obtenir ainsi une nouvelle fonction appelée flux. En comparant ces différentes fonctions flux, il est possible d'obtenir un classement des différentes alternatives existantes. Les spécificités de la méthode PROMETHEE seront présentées de manière plus approfondie dans le chapitre suivant. [33], [73], [52], [56]

Comparaison, choix et justification de la méthode retenue

Cette partie comprend le tableau comparatif 2.4 qui illustre les différences et similitudes entre la méthode de la somme pondérée et la méthode PROMETHEE. Ensuite, le choix de retenir la méthode PROMETHEE dans le cadre de ce mémoire est justifié.

Le critère déterminant de ce tableau comparatif est relatif à l'objectivation des préférences. En effet, comme l'objectif de l'outil est de proposer une aide à la gouvernance auprès de différents organes décisionnels, il est important de justifier la pondération des indicateurs. Cela

	Somme pondérée	PROMETHEE
Légitimité	Elevée	Elevée
Lisibilité	Elevée	Moyenne
Normalisation intégrée	Non	Oui
Objectivation des pondérations	Non	Oui
Intégration des préférences	Non	Oui
Facilité d'application	Elevée	Moyenne
Software existant	Pas nécessaire	Oui
Visibilité	Elevée	Moyenne

TABLE 2.4 – Tableau comparatif des méthodologies d'agrégation des indicateurs

accroît la transparence et la cohérence du processus décisionnel et renforce la légitimité de la méthodologie. Le fait que la méthode PROMETHEE soit moins lisible, moins compréhensible qu'une somme pondérée peut être pallié par une présentation du procédé et la mise en évidence des avantages auprès des citoyens impliqués.

Si la méthode PROMETHEE est plus avantageuse que la somme pondérée, il est légitime de se poser la question sur sa faible utilisation, bien qu'il y ait déjà 200 articles qui aient été publiés sur cette méthode dans plus de 100 journaux pour des champs d'application variés. Cela est dû au fait que les institutions statistiques ne connaissent pas cette méthode et se satisfont des méthodes qu'ils maîtrisent. [56]

Pour terminer, si c'est la méthode PROMETHEE qui a été choisie, c'est parce qu'il existe un logiciel abouti qui permette de la mettre en application, et que j'ai déjà eu l'occasion d'expérimenter ce programme dans le cadre d'autres projets.

2.3 Sélection de l'outil

Cet état de l'art a permis d'objectiver le choix de l'outil qui sera appliqué dans le cadre de ce mémoire. Ce sont des indicateurs définis par la méthode Kidisti, quantifiés à l'aide de données nationales et agrégés à l'aide de la méthode PROMETHEE qui seront étudiés dans le cadre de ce mémoire.

Chapitre 3

Développement de l'outil

Ce chapitre reprend le processus qui a été utilisé pour mettre en application la méthodologie de création d'indicateurs. Dans un premier temps, l'ensemble d'indicateurs doit être créé, et comme cela a été expliqué précédemment, Kidisti a été utilisé pour y arriver. Cependant, Kidisti est un outil qui permet de créer un ensemble d'indicateurs de bien-être, alors que l'objectif de ce mémoire est d'étudier des indicateurs de développement durable. Plusieurs adaptations ont été apportées à l'outil afin qu'il rencontre les objectifs de ce mémoire. Ces adaptations sont reprises dans la première section de ce chapitre. Ensuite, chaque indicateur a été quantifié dans la seconde partie. La troisième partie de ce chapitre décrit l'application de la méthode PROMETHEE à l'ensemble d'indicateurs.

Une hypothèse fortement limitante est introduite dans la première section de ce chapitre : en effet, la méthode Kidisti est normalement utilisée à l'aide de focus group, mais cela n'a pu être réalisé pour des raisons qui seront présentées dans cette première section. Les résultats qui sont présentés pour la suite de ce mémoire doivent être lus en gardant à l'esprit cette spécificité.

3.1 Création de l'ensemble des indicateurs

Les avantages, les objectifs et la portée de l'outil Kidisti ont déjà été présentés dans les parties précédentes. L'objectif de cette section est de montrer concrètement comment fonctionne Kidisti et quels sont les résultats obtenus dans le cadre de ce mémoire.

Cependant, il est nécessaire d'adapter Kidisti à deux étapes clés : lors du recueil d'informations de la part des citoyens consultés et lors du traitement de ces informations. C'est l'objet de la première partie de cette section. Dans la seconde partie, les résultats seront exposés.

3.1.1 Recueil des propos des citoyens

Comme cela a été expliqué dans l'état de l'art, la première partie du processus d'utilisation de Kidisti est de rassembler les citoyens afin de recueillir leurs expressions de la durabilité qui seront nécessaires pour définir l'ensemble d'indicateurs.

Comparaison entre l'enquête et le focus group.

Normalement, c'est la méthode de focus group qui est utilisée pour recueillir les expressions citoyennes. Cependant, cette partie a pour objectif d'expliquer les raisons qui ont poussé à utiliser une enquête et non un focus group, dans le cadre de ce mémoire.

Dans un premier, les concepts de focus groups et d'enquêtes sont définis. Ensuite, un tableau comparatif (table 3.1) entre les deux méthodes permet d'identifier et consolider les avantages de l'enquête par rapport aux focus group.

Un Focus Group est une méthode qualitative qui favorise l'émergence de toutes les opinions au sein d'un groupe spécifiquement défini. L'objectif du focus group n'est donc pas d'arriver à un consensus, mais bien d'obtenir le plus d'informations possible sur une thématique donnée. Concrètement, il faut rassembler un nombre de groupes représentatif et veiller à ce qu'au sein de chaque groupe, une discussion s'établisse à l'aide d'un animateur. Il est important que les groupes soient réunis de manière homogène, comme le préconise le Conseil de l'Europe, afin d'éviter des cas de figure où un supérieur hiérarchique entraverait le processus de libre discussion (si un patron se retrouve avec un ouvrier dans le même groupe, par exemple).

Les Focus Group permettent d'atteindre plusieurs objectifs : recueillir les perceptions des populations visées, identifier l'origine des propos tenus par un certain groupe et avoir une démarche participative. [59]

Une enquête est une méthode quantitative : les résultats d'une telle méthode peuvent déboucher sur des conclusions, contrairement au Focus Group. Concrètement, il faut créer un questionnaire qui doit convenir aux besoins du travail et le diffuser auprès du public cible. [62]

Le tableau 3.1 établit une comparaison de ces deux méthodologies. L'explication des critères et la justification pour chacune des méthodologies sont reprises en annexe D.

	Focus Groups	Enquête
Proximité	Elevée	Faible
Approfondissement des sujets développés	Possible	Inexistant
Dépassement	Possible	Inexistant
Rapidité de diffusion	Faible	Elevée
Reproductibilité	Moyenne	Facile
Jeu de face	Possible	Inexistant
Cout et investissement	Elevé	Faible
Recrutement du public	Difficile	Moyen

TABLE 3.1 – Tableau comparatif entre le focus group et l'enquête

En terme de participation, le focus group est clairement à privilégier car il permet d'une part une plus grande proximité, d'autre part, il laisse à l'animateur la possibilité d'approfondir un sujet pour s'assurer d'avoir bien compris ce que les membres du groupe veulent dire. Enfin, il arrive que les résultats du focus group dépassent les attentes de la structure organisatrice. Cependant, l'organisation de ces focus group demande beaucoup de temps et d'argent pour constituer les groupes, leur permettre de se réunir dans des conditions favorables, former et mettre à disposition un animateur, et enfin, recueillir les propos des citoyens et de traiter ces informations.

Une enquête quant à elle peut être diffusée à un large public par une seule personne sans autres frais supplémentaires. C'est pour cette raison que l'enquête a été utilisée dans le cadre de ce mémoire. Les résultats obtenus dans le cadre de ce mémoire doivent donc être lus en gardant à l'esprit que la méthodologie Kidisti n'a pas été appliquée dans les meilleures conditions. Ces résultats doivent toutefois être pris en compte puisqu'ils permettent de mettre en évidence des éléments intéressants, de corroborer certains avantages de Kidisti et de démontrer la faisabilité et la transférabilité de Kidisti, initialement utilisé pour identifier des ensembles d'indicateurs de bien-être, au cas des indicateurs de développement durable.

Réalisation de l'enquête

La réalisation d'une enquête est importante. En effet, la manière dont les questions sont présentées et posées va avoir un impact sur les résultats. L'objectif initial de l'enquête réalisée dans le cadre de ce mémoire était de diminuer au maximum l'influence du cadre sur les réponses. Les mêmes questions que celles utilisées dans la méthode Kidisti ont été adaptées pour ce questionnaire relatif au développement durable : 1/ Qu'est-ce qui est durable ?, 2/ Qu'est-ce qui n'est pas durable, 3/ Estimez-vous avoir un comportement durable et dans ce cas, quel est-il ?, 4/ Que pensez-vous pouvoir faire pour promouvoir le développement durable dans votre ville ?

Cependant, ayant d'une part travaillé sur une enquête sans possibilité d'interagir avec les parties prenantes, et compte tenu d'autre part du caractère plus technique de la durabilité par rapport au bien-être, le terme de durabilité a été spécifié à l'aide d'une brève présentation et de l'ajout d'une question. Ce choix a été réalisé après plusieurs échanges entre Tractebel, l'IWEPS et moi-même. La première question du questionnaire qui a été rajoutée est la suivante : 1/ Pour vous, que signifie "durable", quand on parle de développement ?

Dans un second temps, des informations personnelles ont été demandées à la personne qui remplit le questionnaire. En effet, comme l'objectif est de déterminer un indicateur de développement durable pour une ville, il est important de savoir de quelle ville proviennent les personnes qui remplissent le questionnaire. D'autres questions d'ordre social viennent compléter le questionnaire. Ces questions permettent d'identifier si des tendances sont observables en considérant un groupe social déterminé.

Le questionnaire final est disponible en annexe C.

Justification du choix des villes et diffusion de l'enquête

Avant de diffuser une enquête, il faut définir le public cible. L'objectif initial de ce mémoire était de réaliser un indicateur de durabilité pour les villes de Gand et Charleroi. Avant d'en expliquer la raison, il est nécessaire de rappeler quelques données géo-politiques sur ces deux villes.

Charleroi rassemble une population d'un peu plus de 200.000 habitants et a été un des grands centres industriels belges dans les domaines de la sidérurgie et de la verrerie. Cependant, dans les années 1960, les activités industrielles se sont éteintes et la ville n'a pas su s'adapter. Depuis 2008, la ville investit beaucoup afin de se redynamiser et de devenir un exemple de ville durable pour 2025. [22],[24]

Gand compte un peu plus d'habitants que Charleroi, soit plus de 255.000. Gand a aussi été un grand centre industriel, particulièrement dans le textile jusque dans les années 1960. De là, Gand a réussi à s'adapter et se préoccupe particulièrement des questions de durabilité. De plus, Gand est déjà fortement sensibilisée aux problématiques de participation et a déjà mis en place une série de programmes qui reposent sur ces principes. [20], [26], [35], [36]

Ces deux villes ont donc actuellement une population comparable. Elles ont toutes les deux été de grands centres industriels dans le passé. Ensuite, elles ont subi un déclin vers les années 60, mais à partir de là, il y a eu une divergence d'évolution. Gand est plus en avance sur les questions environnementales et sociales que Charleroi. Mais les deux villes sont préoccupées par la transition et les questions sociales, environnementales et économiques. De plus, des contacts à Gand via Tractebel et des contacts à Charleroi par les canaux universitaires étaient disponibles. Il est plus facile de transmettre une enquête en ayant des personnes de contact clairement identifiées. L'objectif dans la sélection du public visé était de trouver des villes qui ne soient pas trop grandes ou trop cosmopolites pour avoir une vision relativement homogène de la durabilité, et Charleroi comme Gand correspondent à ce critère.

L'enquête a donc été diffusée à Charleroi et à Gand, après avoir été traduite pour Gand. Cette enquête a été diffusée par mail ou sur les pages facebook. Pour Gand, une dizaine d'organismes ont été contactés (Stad Gent, centrum voor duurzame ontwikkeling, UGent1010, Hart-BovenHard...), des groupes environnementaux de l'université de Gand ont aidé à la diffusion sur facebook et Tractebel a aussi apporté son aide dans la diffusion. Pour l'enquête de Charleroi, une trentaine d'organismes sociaux et environnementaux ont été contactés (Portail de la wallonie, Espace environnement, Conseil de la jeunesse Charleroi, Charleroi durable, Ecolo à Charleroi, Equipe du département de développement durable...), les membres du collèges communal, le forem...

L'objectif de ce mémoire a été revu à cette étape. En effet, comme la méthodologie Kidisti ne pouvait être appliquée correctement car une enquête a été employée plutôt que les focus group, l'objectif du mémoire n'a plus été de créer un indice de développement durable comme prévu initialement, mais bien de proposer une méthodologie, d'adapter les différentes étapes, de les mettre en application pour les éprouver et d'analyser les résultats. Il n'est donc pas nécessaire de disposer d'un échantillon représentatif dans les résultats de l'enquête. L'enquête a été diffusée le plus largement possible, sans se soucier des erreurs de biais. L'intérêt à d'avoir des données pour tester la méthodologie Kidisti.

Résultats de l'enquête et classement des expressions afin d'être utilisable par le programme Kidisti

L'enquête a reçu au total 81 réponses : 22 pour Charleroi et 59 pour Gand, dont 41 en néerlandais et 18 en anglais. Parmi ces réponses, certaines sont inexploitable étant donné qu'elles sont incomplètes ou qu'elles ne sont pas pertinentes sémantiquement¹. Pour Charleroi, 17 réponses sont exploitables. Pour Gand, 6 réponses en anglais et 16 en néerlandais sont exploitables.

Chacun de ces résultats contient des données personnelles sur l'individu ayant répondu à l'enquête et les réponses aux cinq questions. Ces 5 réponses sont référencées et traitées indépendamment afin d'assurer la traçabilité de la personne tout au long du processus de traitement. Si une réponse à une question comprend des expressions qui ont un sens différent, ces expressions sont aussi référencées et traitées indépendamment. Au final, 260 expressions ont été identifiées et traitées indépendamment : 91 pour Charleroi, 169 pour Gand.

133		(1)8201	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)D	(6)marcher à pi	(7)féminin	(8)60-74	(9)Retraité	(10)	(11)A00	(12)	(13)
134		(1)8301	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)ND	(6)tout ce qui n	(7)féminin	(8)60-74	(9)Retraité	(10)	(11)E00	(12)	(13)
135		(1)8401	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)FD	(6)planter des z	(7)féminin	(8)60-74	(9)Retraité	(10)	(11)H00	(12)	(13)
136		(1)8501	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)GF	(6)plus de vert,	(7)féminin	(8)60-74	(9)Retraité	(10)	(11)H00	(12)	(13)
137	GAND	(1)42111	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)SD	(6)Développem	(7)masculin	(8)30-44	(9)Commerçant	(10)	(11)E00	(12)	(13)
138	néerlandais	(1)42112	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)SD	(6)Plus tôt fonc	(7)masculin	(8)30-44	(9)Commerçant	(10)	(11)H00	(12)	(13)
139		(1)42211	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)D	(6)Sans les gén	(7)masculin	(8)30-44	(9)Commerçant	(10)	(11)E00	(12)	(13)
140		(1)42311	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)ND	(6)l'inverse de	(7)masculin	(8)30-44	(9)Commerçant	(10)	(11)E00	(12)	(13)
141		(1)42411	(2)	(3)Gand	(4)Gand	(5)FD	(6)traiter consc	(7)masculin	(8)30-44	(9)Commerçant	(10)	(11)E00	(12)	(13)

FIGURE 3.1 – Capture d'écran des données encodées selon le cadre développé pour ce mémoire

Chaque expression est traitée de la même manière, elle est référencée dans un tableau excel comportant des données qui permettent de tracer l'élément au cours du processus de traitement dans l'outil Kidisti. Une capture d'écran permet d'illustrer la manière dont les informations ont été classées à la figure 3.1. Voici une explication des informations qui sont reprises dans le tableau excel, de manière plus spécifique :

1. numéro de référence de l'expression : chaque expression est référencée par un numéro de classification, comme par exemple 22112. Les deux premiers chiffres en partant de

1. Les réponses qui ne sont pas pertinentes sémantiquement sont les réponses qui n'ont pas de sens. Les résultats sont par exemple "a" ou "rtrty".

la gauche permettent de savoir quelle est la personne qui a répondu à la question. Si ce nombre est 22, l'expression appartient à la 22ème personne qui a répondu au questionnaire. Les trois derniers chiffres donnent des informations sur la question à laquelle appartient l'expression, la langue du questionnaire et le numéro de l'expression au sein de cette question. Comme il y a cinq questions, le troisième chiffre est toujours compris entre 1 et 5. Le quatrième chiffre vaut 0 si le questionnaire est en anglais et 1 s'il est néerlandais pour le questionnaire de Gand, et vaut toujours 0 pour le questionnaire de Charleroi. Le dernier chiffre permet de savoir quelle est l'expression référencée au sein de la question donnée. Dans ce cas-ci 22112, il s'agit de la deuxième expression de la réponse à la première question de la vingt-deuxième personne qui a répondu au questionnaire en néerlandais. C'est une simple typologie de classement.

2. catégorie finale de l'indicateur : une fois que les indicateurs ont été classés, il peut être utile de les référencer par rapport à leur catégorie finale.
3. lieu d'habitation : cette information permet de savoir si le répondant habite Charleroi ou Gand. Comme l'objectif est de se concentrer sur les villes, il vaut mieux avoir l'avis des citoyens de ces villes.
4. lieu de travail : idem que la catégorie précédente mais par rapport à l'endroit de travail de la personne.
5. question : cette information permet de connaître la question à laquelle répond l'expression. Pour rappel, il y en a cinq : 1/ Pour vous, que signifie "durable", quand on parle de développement ?, 2/ Qu'est-ce qui est durable ?, 3/ Qu'est-ce qui n'est pas durable, 4/ Estimez-vous avoir un comportement durable et dans ce cas, quel est-il ?, 5/ Que pensez-vous pouvoir faire pour pousser le développement durable dans votre ville ?
6. expression : l'expression est reprise telle quelle, sans apport ni synthèse du propos. L'objectif est d'avoir accès au propos du participant de l'enquête directement.
7. genre : le genre de la personne est repris ici.
8. âge : l'âge de la personne est repris ici.
9. profession : la profession de la personne est reprise ici.
10. NB expressions : cette information permet de connaître le nombre d'expressions contenu dans la réponse. Par exemple, si l'intervenant considère que ce qui est durable est "Manger des produits locaux et utiliser son vélo", il y a deux expressions : "Manger des produits locaux" et "Utiliser son vélo". Ce n'est pas très important et ce champ n'a pas été systématiquement complété.
11. pré-catégorie : cette information est très importante. En effet, il n'est pas facile d'appréhender 260 expressions de premier abord et l'attention diminue entre la première expression traitée et la centième. Il est donc nécessaire de pré-classer les expressions, afin de traiter au maximum une vingtaine d'expressions à la fois, quitte à changer les expressions de catégorie à la fin du processus de traitement. La nature des pré-catégories sont discutées dans la partie du développement de Kidisti.
12. famille : il s'agit de l'ensemble de catégories final auquel appartient l'expression à la fin du processus de traitement.
13. commentaire : un champ a été pourvu pour les commentaires en prévision, mais n'a pas été utilisé.

Il est important d'expliquer la manière dont les informations sont référencées pour chaque expression. En effet, la première étape de l'utilisation de Kidisti est d'insérer ce tableau afin d'appliquer les différents filtres. Cependant, la manière dont les informations étaient notées dans le cas de l'identification des indicateurs pour l'IBCE ne convenait pas pour l'application de ce mémoire, et a dû être adapté. L'ensemble des 260 expressions classées ne se trouve pas en annexe car elles représentent à elles-seules une trentaine de page et ces informations ne sont pas si nécessaires.

3.1.2 Application du programme Kidisti sur les expressions récoltées et classées

Une fois que les expressions des citoyens ont été récoltées et classées dans un tableau, il est possible d'appliquer le programme de Kidisti pour les traiter. Ce programme est un software réalisé sur LiveCode, langage assez développé basé sur le langage HyperCard et open source. Il est important pour le créateur de cet outil d'utiliser LiveCode, car ses caractéristiques le rendent facile d'utilisation, ce qui favorise l'appropriation de l'outil. [60], [61]

Adaptation du programme Kidisti en vue d'obtenir un ensemble d'indicateurs pour mesurer le développement durable et non le bien-être

La première étape avant de pouvoir traiter les données obtenues à l'aide de l'enquête a donc été d'adapter ce programme. Il a fallu adapter le nombre de listes, comme il y avait cinq questions et non plus quatre, changer le cadre d'identification de chaque question, changer les filtres et s'assurer que le programme continue de fonctionner. Bien que cette étape aie pris un certain temps, sa description n'est pas très intéressante. La partie suivante décrit les résultats obtenus.

Résultats de Kidisti

Cette décrit l'ensemble des étapes d'application de Kidisti pour un échantillon donné. Le processus de Kidisti se déroule en sept étapes qui doivent être renouvelées pour chaque pré-catégorie reprise en annexe F. Dans un premier temps, Kidisti a été appliqué avec les pré-catégories définies comme dimensions du bien-être par le Conseil de l'Europe. Ensuite, comme les résultats n'ont pas été jugés satisfaisants, d'autres pré-catégorisations ont été définies et l'outil a été appliquée avec cette nouvelle pré-catégorisation.

Application de Kidisti avec les pré-catégories définies sur base des dimensions du bien-être du conseil de l'Europe La première étape consiste à donner une pré-catégorie pour chacune des expressions. Les pré-catégories utilisées sont les mêmes que celles utilisées lorsque Kidisti a été appliqué pour identifier un indicateur de bien-être. Il s'agit des dimensions comme "A00 Accès aux moyens de vie", "B00 Cadre de vie", "E00 Equilibres sociétaux", "G00 Sentiments de bien-être/mal-être", "H00 Attitudes et initiatives".

Ensuite, les expressions des intervenants sont traitées et groupées, d'abord en unité de sens, puis en sous-thèmes, afin d'identifier ces chemins du progrès pour chacune des pré-catégories. A chaque sous-thème correspond un chemin de progrès. Un chemin de progrès est une échelle graduée comptant quatre échelons : très mauvaise situation, mauvaise situation, bonne situation et très bonne situation. Pour chacun de ces échelons, le chemin de progrès fourni de recommandations très spécifiques sur la définition de la situation, et donc sur la manière d'atteindre cet échelon. Le déroulement précis de ces sept étapes se trouve en annexe E. Les chemins de progrès sont relatifs à chaque pré-catégorie et ces dernières sont donc importantes vu qu'elles vont définir les thèmes des chemins de progrès.

L'objectif de Kidisti est donc de traiter les expressions citoyennes afin d'en identifier des chemins de progrès. Ces chemins de progrès servent de base à l'identification des indicateurs, mais cette étape est développée dans la partie suivante. A la fin du processus, 17 sous-thèmes ont été mis en évidence pour Charleroi et 15 pour Gand, il y a donc eu 32 chemins de progrès identifiés en utilisant les pré-catégories définies sur base des définitions du bien-être du Conseil de l'Europe.

Application de Kidisti avec les pré-catégories définies sur base des activités urbaines

Comme cela a été expliqué précédemment, la méthode utilisée a permis de classer l'ensemble des expressions des citoyens recueillies en une trentaine de sous-thèmes pour Gand et Charleroi, ce qui correspond au final à une trentaine de chemins du progrès.

Cependant, ces résultats ne sont pas satisfaisants puisque certains sous-thèmes identifiés sont transversaux à plusieurs pré-catégories. Cela veut dire que la même thématique est abordée dans deux catégories différentes, ce qui mène à des redondances inutiles. De plus, sur les neuf domaines de bien-être identifiés par le Conseil de l'Europe, seuls quatre ont été utilisés : A00 accès aux moyens de vie, B00 cadre de vie, E00 équilibres sociétaux et H00 attitudes et initiatives. Ces pré-catégories ne sont donc pas adaptées à l'application faite dans le cadre de ce mémoire.

Il faut cependant faire attention à ne pas généraliser trop hâtivement ce résultat. En effet, si les pré-catégories ne sont pas adaptées, cela peut être dû au fait que dans la méthodologie de Kidisti, ce n'est pas une méthode de focus group qui a été utilisée, mais c'est bien une enquête appliquée dans le cadre de ce mémoire. Il est possible que les discussions d'un focus group permettent de s'exprimer sur des sujets plus personnels et d'avoir des expressions qui appartiennent aux pré-catégories G00 sentiments de bien-être ou mal-être en général, ou F00 équilibres personnels. Il est aussi possible que l'échantillon soit trop peu important pour pouvoir observer ce type de propos.

Les pré-catégories ont donc été changées dans le cadre de ce mémoire. De nouvelles pré-catégories ont été identifiées sur base des résultats obtenus précédemment. Ces catégories sont quasi similaires pour les deux villes, il s'agit de : l'éducation, l'alimentation, la mobilité, l'énergie, l'urbanisation et la gestion des espaces verts, la pollution, la gestion des déchets, la concertation et les équilibres sociaux, l'habitat, l'eau, le comportement et le concept de durée. Deux catégories supplémentaires sont spécifiques à Gand : la culture et la gestion des déchets. Une catégorie supplémentaire est spécifique à Charleroi : le comportement.

Ces catégories sont similaires aux concepts d'activités développées pour la méthode Vision Matrix à Gand. D'autres indicateurs de durabilité utilisent également ce type de catégories. La méthode Kidisti a donc été appliquée à nouveau aux deux cas de Gand et Charleroi avec les nouvelles pré-catégorisation. Les synthèses générales avec les chemins de progrès sont reprises dans les tableaux 3.2 pour Charleroi et 3.3 pour Gand.

Les résultats obtenus en utilisant ces pré-catégories ont fourni des chemins de progrès bien plus cohérents, avec des résultats plus spécifiques, rendant mieux compte des expressions citoyennes. Par exemple, dans l'ancienne catégorisation, le concept mobilité se retrouvait dans la catégorie "A00 accès aux moyens de vie", "B00 Cadre de vie" et "H00 attitudes et initiatives". En effet, certains citoyens ayant répondu au questionnaire ont considéré que la voiture était un moyen de vie nécessaire. D'autres abordaient de mobilité plus en terme de cadre de vie, en parlant de la circulation, du bruit occasionné. D'autres encore évoquaient de la mobilité en disant qu'il faut que les gens arrêtent de prendre leur voiture inutilement et insistaient sur la nécessité de prendre l'habitude de rouler à vélo : il s'agit bien là d'une attitude ou d'un comportement à adopter. La mobilité est donc commune aux trois anciennes catégories alors que les intervenants font référence au même domaine : celui de la mobilité. D'autres exemples sont notables, par rapport à l'alimentation ou à l'énergie.

Cependant, comme les catégories étaient plus spécifiques, il n'y a plus eu de sous-thèmes. En effet, les catégories étaient assez spécifiques et les unités de sens suffisamment peu nombreuses que pour être comprises dans le même thème. Il ne fait aucun doute que la multiplication d'expressions entraîneraient l'apparition de nouveaux sous-thèmes, mais la base n'est pas assez fourni dans le cadre de ce mémoire pour illustrer cela.

Au final, Kidisti a donc permis d'identifier des chemins de progrès pour 13 domaines dans le cas de l'indicateur de Charleroi, et 14 domaines pour le cas de Gand.

	Situation très mauvaise	Situation mauvaise	Situation bonne	Situation très bonne
Education			Être sensibiliser dès la jeunesse sur les questions de développement durable. Promouvoir l'éducation environnementale.	
Alimentation	Surpêche, production alimentaire industrielle.	Surconsommation, consommation de produits non locaux.	Manger des légumes locaux.	
Mobilité		Se déplacer en transport automobile.	Se déplacer en mode doux, comme les transports en commun.	
Comportement			Mettre en pratique les comportements durables et apparaître comme un exemple.	
Energie		Utiliser les énergies fossiles comme le pétrole et l'essence.	Utiliser les énergies vertes comme l'énergie solaire, la géothermie et les autres types d'énergie renouvelable.	Ne pas consommer d'énergie fossile.
Pollution		Pollution de l'air (par gaz de combustion provenant du transport, du chauffage, de la production industrielle de nos produits de consommation), pollution des sols.		
Espaces verts			Modernisation du cadre de vie qui inclut la préservation de l'environnement et qui est adapté aux besoins.	

Concertation et équilibres sociaux		Rien faire.	Pousser les politiques et plans d'actions pour avoir une vision long terme. Comportement durable doit être appliqué au moment d'aller voter. Développer des actions dynamiques et citoyennes au niveau local.	
Urbanisme				
Durée		Situation non viable, qui dure à court terme.	Répondre aux besoins actuels sans compromettre les besoins des générations futures.	
Eau			Rationnalisation, de la consommation de l'eau.	
Habitat			Bien isoler sa maison.	

TABLE 3.2 – Synthèse générale des thématiques avec les chemins de progrès respectifs pour la ville de Charleroi

	Situation très mauvaise	Situation mauvaise	Situation bonne	Situation très bonne
Education		Absence de programme d'éducation durable.	Avoir un apprentissage tout au long de la vie afin de choisir sa carrière et étude.	
Alimentation		Manger de la viande.	Être conscient du lien entre la santé et la nourriture.	
Mobilité		Avoir beaucoup de circulation et peu de stationnement.	Avoir une circulation fluide, afin d'avoir une plus grande qualité de vie. Pousser les modes de déplacement alternatifs.	Avoir l'équilibre parfait entre voiture et autres modes de transport.
Culture		Ne pas avoir de vie culturelle	Avoir une offre culturelle suffisante	
Energie			Être conscient du cout énergétique de tout. Réduire son impact énergétique en utilisant des énergies renouvelables.	
Pollution		Vivre dans un espace pollué.	Minimiser la pollution.	
Espaces verts			Avoir des espaces verts publics, des potagers urbains.	
Eau			Réduire son impact environnemental en diminuant sa consommation d'eau.	
Gestion des déchets		Ne pas trier ses déchets.		

Concertation et équilibres sociaux		Avoir une ville où les différents acteurs ne communiquent pas. Réaliser des actions court terme sans considérer le bien-être.	Pousser la communication des acteurs, et les initiatives citoyennes notamment via des subventions. Réaliser une politique à long terme qui se concentre sur les besoins de l'homme tout en minimisant son impact sur la nature. Faire attention aux détenus, aux handicapés, aux personnes âgées. Pousser les initiatives solidaires.	
Urbanisme		Avoir une ville non aménagée.	Avoir une ville qui maîtrise les différentes entrées et sorties en terme de flux,(énergie, transport, eau, déchet) afin d'améliorer son empreinte écologique.	
Durée		Faire des choix qui mettent en péril l'avenir des générations futures, en épuisant les ressources naturelles.	Etablir un équilibre entre les besoins et les ressources sur le long terme pour l'environnement et les humains, en considérant les biens communs (richesse sociale, diversité et bien-être)	
Habitat			Bâtiment isolé.	

TABLE 3.3 – Synthèse générale des thématiques avec les chemins de progrès respectifs pour la ville de Gand

3.2 Collecte des données

Maintenant que les ensembles d'indicateurs ont été définis, il est possible de collecter les données et de quantifier ces indicateurs afin qu'ils soient utilisables pour la méthode PROMETHEE. Cette section est divisée en deux parties. La première partie présente la manière dont les indicateurs ont été interprétés pour pouvoir les quantifier. La seconde partie présente la table de performance avec les valeurs pour chaque indicateur pour Gand et Charleroi.

3.2.1 Interprétation des indicateurs

Kidisti fournit donc un chemin de progrès par thématique. Pour chacune des expressions explicitées au sein des chemins de progrès, il faut interpréter ces expressions et les décliner sous forme d'un ou de plusieurs indicateurs idéaux. Cette partie explique ces étapes. Ensuite, il faudra obtenir les données adéquates pour quantifier ces indicateurs, mais cela fera l'objet de la partie suivante.

Après avoir traité les expressions et obtenu les chemins de progrès, plusieurs résultats intéressants ont pu être observés. Tout d'abord, les échelons du chemin de progrès sont très spécifiques. Par exemple, sur la thématique de l'alimentation, les recommandations d'une mauvaise situation sont de "manger de la viande", tandis que pour la bonne situation, les recommandations sont "de manger des légumes locaux". Ces résultats manquent de nuances, et cela est dû au nombre trop peu important de réponses. Mais même avec peu de résultats, on peut déjà noter que les recommandations sont très spécifiques et qu'elles font référence à des éléments concrets. Cela corrobore les résultats obtenus par Kidisti lors de l'élaboration de l'ICBE, et permet de simplifier fortement l'interprétation des indicateurs.

Deuxièmement, certains échelons sont manquants, particulièrement pour le cas de la situation très mauvaise. Cela est dû à deux raisons : le nombre peu important de réponses qui sont ressorties de l'enquête et le fait que les personnes ayant répondu à l'enquête n'ont pas particulièrement répondu à la question sur la définition du non durable. Avoir organisé un focus group aurait permis de pallier ces deux manques. En effet, le nombre de réponses serait plus important et il serait possible d'approfondir les points négatifs afin d'avoir un panel satisfaisant de situations mauvaises.

Le troisième résultat intéressant est l'identification de trois types de critères différents. En effet, l'analyse des expressions dans les chemins de progrès permet de différencier trois types d'indicateurs :

1. les expressions qui se rapportent à la durée, comme par exemple "Situation non viable, qui dure à court terme", "Répondre aux besoins actuels sans compromettre les besoins des générations futures", ou encore "Faire des choix qui mettent en péril l'avenir des générations futures, en épuisant les ressources naturelles".
2. des indicateurs socio-éco-environnementaux facilement objectivables, comme par exemple "manger de la viande", "avoir beaucoup de circulation et peu de stationnement", ou "utiliser les énergies fossiles comme du pétrole ou de l'essence".
3. des indicateurs socio-éco-environnementaux dont la quantification est plus subjective comme "Mettre en pratique les comportements durables et apparaître comme un exemple" ou "[le] Comportement durable doit être appliqué au moment d'aller voter".

Séparer les indicateurs de durabilité en indicateurs qui permettent de mesurer un état socio-éco-environnemental à un moment donné d'une part, et en indicateurs qui permettent de mesurer la durée, la possibilité de maintenir cet état sur le long terme d'autre part, n'est pas particulièrement innovant. En effet, il s'agit d'un paradigme qui est repris dans les conclusions de la commissions Stiglitz. [34]

Les rapports de cette commission concluent sur la nécessité de séparer les indicateurs de durabilité en indicateurs de *bien-être présent*, dénommés indicateurs d'état socio-éco-environnemental ici, et indicateurs de *soutenabilité*, dénommés indicateurs de *durée* dans le cadre de ce mémoire. A partir de maintenant, les mêmes termes seront utilisés afin de ne pas complexifier un champ lexical déjà très technique.

Cependant, le résultat original réside dans le fait de séparer les indicateurs de *bien-être présent* en deux catégories, l'une objectivable et l'autre plus subjective. Dans le cadre de ce mémoire, ces deux types d'indicateurs ont été séparés pour plusieurs raisons :

- la manière de collecter les données de ces indicateurs est différente pour chaque indicateur. En effet, dans le cas des indicateurs de *bien-être présent* objectivables, il est possible d'obtenir des données quantitatives facilement dans les bases de données des institutions officielles ou privées et d'objectiver ces indicateurs. Pour les indicateurs de *bien-être présent* plus subjectifs, il faut collecter de nouvelles données plus spécifiques au sein de la population, à l'aide d'une enquête, par exemple.
- les moyens dont le décideur politique peut user pour avoir un impact sur ces deux indicateurs sont différents. En effet, pour les indicateurs de *bien-être présent* objectivables, le décideur politique peut relativement facilement apporter un impact. Si l'indicateur porte sur la superficie des espaces verts dans sa zone géographique, il sait qu'il doit implanter plus d'espaces verts, ou qu'il en a assez, selon la valeur de l'indicateur.² Par contre, le décideur politique ne peut pas agir directement sur le comportement des gens. Il peut mettre en place des actions, des campagnes d'éducation ou de conscientisation, qui peuvent sensibiliser ses citoyens, mais l'impact reste indirecte.

La suite de cette partie récapitule les spécificités de la subdivision opérée parmi les indicateurs dans le cadre de ce mémoire et propose des manières adaptées de collecter les valeurs pour chacune des subdivisions.

Les indicateurs de *bien-être présent* objectivables

Ces indicateurs sont donc des indicateurs qui permettent de rendre compte de l'état d'une ville en terme sociaux, environnementaux et économiques, de manière objective. Les membres des gouvernements locaux peuvent appliquer une politique qui aura un impact aux des conséquences directement observables et mesurables.

Pour obtenir les valeurs de ces indicateurs, il suffit de définir l'indicateur et de chercher les valeurs dans les données existantes des institutions statistiques. Ces valeurs sont souvent des pourcentages³ ou des échelles existantes⁴.

Pour les expressions adéquates, c'est-à-dire pour les expressions qui font état d'un *bien-être présent* objectivable, il est possible de les interpréter en indicateurs. Ces interprétations sont reprises dans les tableaux 3.4 pour Charleroi et 3.5 pour Gand.

Les indicateurs de *bien-être présent* subjectifs

Ces indicateurs sont des indicateurs qui permettent de rendre compte de l'état d'une ville en terme sociaux, environnementaux et économiques, de manière plus subjective. Il s'agit des indi-

2. Évidemment, installer plus d'espaces verts aura un impact sur d'autres indicateurs, comme la circulation qui peut augmenter car il y a moins d'espaces sur les routes, ou la qualité de l'habitat puisque moins d'espaces à bâtir ne sont disponibles. Mais cela est propre aux choix du décideur et sera principalement discuté dans la partie relative à l'utilisation de PROMETHEE.

3. Par exemple le pourcentage d'utilisation d'énergie renouvelable au sein de la ville pour l'indicateur sur l'énergie, le pourcentage d'utilisation des voitures dans la ville pour l'indicateur sur la mobilité

4. Par exemple, la quantité d'ozone dans l'air sur une échelle de 0 à 350g pour l'indicateur de pollution

Critère	Interprétation des expressions sous forme d'indicateurs idéaux	Justification de l'interprétation
Education	Présence ou non d'un programme d'éducation au développement, % de la population touchée par la problématique de développement durable	Les expressions font référence à la nécessité d'avoir un programme de formation au développement durable, et ce, dès le plus jeune âge
Alimentation	% de légumes consommés produits localement	Les expressions expriment le besoin de manger local pour atteindre une bonne situation
Mobilité	% utilisation automobile ou véhicules motorisés individuels, % déplacements alternatifs	Les expressions font référence au fait qu'avoir une trop grande circulation représente une mauvaise situation, et avoir une circulation fluide représente une bonne situation
Energie	% consommation énergie renouvelable	Les expressions font référence au fait de devoir utiliser l'énergie renouvelable pour diminuer son impact environnemental
Pollution	% pollution dans l'air	La mauvaise situation est décrite comme le fait de vivre dans un espace pollué
Espaces verts	% espaces non bâtis	Les expressions expriment que pour avoir une bonne situation, il faut avoir suffisamment d'espaces verts
Eau	Volume d'eau consommé par jour par habitant	Les expressions expriment qu'il faut rationaliser sa consommation d'eau
Habitat	% de maisons isolés	Les expressions expriment la nécessité de bien isoler sa maison pour avoir une bonne situation
Gestion des déchets	% de déchets recyclés	Les expressions expriment le fait de devoir recycler pour atteindre une bonne situation

TABLE 3.4 – Interprétation des expressions sous forme d'indicateurs exploitables avec justification pour la ville de Charleroi

cateurs qui mesurent le comportement, les sentiments, les émotions ou les envies des citoyens. L'action des décisionnaires aura évidemment un impact sur ces valeurs, mais les conséquences ne peuvent être directement établies. Imaginons qu'un indicateur porte sur la nécessité d'être heureux dans la ville. Un politique ne pourra pas dire aux citoyens "soyez heureux" et espérer que l'indicateur augmente directement. Par contre, si ce responsable politique, par exemple, installe des parcs, réduit la pénibilité au travail, développe l'activité culturelle... il est possible que cet indicateur augmente.

La manière d'obtenir des valeurs pour ces indicateurs est aussi plus complexe. En effet, comme les valeurs rendent compte d'un état subjectif, une solution possible serait de lancer une enquête dans la population et d'établir une échelle sur base des résultats obtenus. C'est ce qui est utilisé, par exemple, pour les indicateurs repris dans le buurtmonitor utilisé à Gand où les citoyens ont dû répondre à une enquête et des échelles à cinq échelons sont établies sur base des résultats. [32]

Critère	Interprétation des expressions sous forme d'indicateurs idéaux	Justification de l'interprétation
Education	Présence ou non d'un programme d'éducation au développement, % de la population touchée par la problématique de développement durable, % de la population ayant accès à des programmes de formation continue	Les expressions font référence à la possibilité d'avoir une formation tout au long de sa vie, et à la nécessité d'avoir un programme de formation au développement durable
Alimentation	% de personnes mangeant de la viande	L'expression reprend simplement le fait de manger de la viande. Pour l'expression "être conscient de...", il s'agit d'un indicateur jugé subjectif
Mobilité	% utilisation automobile ou véhicules motorisés individuels, % déplacements alternatifs	Les expressions font référence au fait qu'avoir une trop grande circulation représente une mauvaise situation, et avoir une circulation fluide représente une bonne situation
Energie	% consommation énergie renouvelable	Les expressions font référence au fait de devoir utiliser l'énergie renouvelable pour diminuer son impact environnemental
Pollution	concentration d'ozone dans l'atmosphère (microgramme/ m^3), concentration de matière particulaire dans l'atmosphère (microgramme/ m^3), concentration de dioxyde d'azote dans l'atmosphère (microgramme/ m^3)	La mauvaise situation est décrite comme le fait de vivre dans un espace pollué
Espaces verts	% espaces non bâtis	Les expressions expriment que pour avoir une bonne situation, il faut avoir des potagers urbains et des potagers en suffisance
Eau	Volume d'eau consommé par jour par habitant	Les expressions expriment qu'il faut réduire sa consommation d'eau
Habitat	% de maisons isolés	La seule expression pour ce thème est "bâtiment isolé"
Gestion des déchets	% de déchets recyclés	Les expressions expriment le fait de devoir recycler pour atteindre une bonne situation

TABLE 3.5 – Interprétation des expressions sous forme d'indicateurs exploitables avec justification pour la ville de Gand

Comme il n'a pas été possible de lancer des enquêtes auprès des citoyens des villes de Gand et de Charleroi, ces indicateurs ne seront pas repris lors de la création de l'indicateur final réalisé dans le cadre de ce mémoire. Une question reste alors ouverte : vaut-il mieux compiler tous les indicateurs de *bien-être présent* ensemble, ou avoir deux indices, l'un subjectif et l'autre objectif? Il faudrait pouvoir tester les résultats obtenus avec les deux méthodes et mesurer l'impact respectif de chaque catégorie d'indicateurs.

Il est même possible d'appliquer les deux solutions parallèlement, comme PROMETHEE est pourvu d'un software facile d'utilisation. Il peut être intéressant d'avoir un indicateur "total" qui permette de connaître l'état socio-éco-environnemental dans toutes ses dimensions, comme il peut être intéressant de vérifier si l'évolution des indicateurs de *bien-être présent* objectifs peuvent avoir un impact sur les indicateurs de *bien-être présent* subjectifs.

Les indicateurs de *soutenabilité*

Les indicateurs de *soutenabilité* comme définis par la commission Stiglitz permettent de vérifier que l'état de *bien-être présent* peut être maintenu sur le long terme, tout en ne détériorant pas le capital environnemental, social ou économique pour les générations futures.

Voici la recommandation relative à la quantification des valeurs de l'indicateurs de *soutenabilité* : *Recommandation n°11 : L'évaluation de la soutenabilité nécessite un ensemble d'indicateurs bien défini. Les composantes de ce tableau de bord devront avoir pour trait distinctif de pouvoir être interprétées comme des variations de certains stocks sous-jacents. Un indice monétaire de soutenabilité a sa place dans un tel tableau de bord ; toutefois, en l'état actuel des connaissances, il devrait demeurer principalement axé sur les aspects économiques de la soutenabilité.* [34]

La commission Stiglitz recommande plus spécifiquement que ces indicateurs soient des indicateurs d'évolution de stocks établis par des experts. En effet, il n'est pas nécessaire ici d'avoir une démarche participative puisqu'il s'agit d'une démarche bien plus technique, qui nécessite une compétence certaine. De plus, la nature des stocks a été défini par les citoyens. il semble adapté d'utiliser une méthodologie de type analyse de flux de matériaux, définie et expliquée dans l'état de l'art, pour ces indicateurs. De plus, ces stocks peuvent aussi être présentés sous forme de flux monétaires.

Pour ces indicateurs, le modèle et les valeurs n'ont pas pu être obtenus dans le cadre de ce mémoire. De plus, il s'agit nécessairement d'un outil séparé des indicateurs de *bien-être présent* et il ne doit pas être compilé avec, ou à l'aide de PROMETHEE.

3.2.2 Recherche des valeurs pour quantifier les indicateurs

Une fois que les indicateurs ont été interprétés, il reste à obtenir les valeurs de ces indicateurs. La manière précise et complète dont les valeurs ont été obtenues se trouve en annexe H. Les valeurs sont reprises dans le tableau 3.6.

Pour chaque indicateur, les valeurs ont d'abord été cherchées dans des bases données statistiques appartenant à des institutions reconnues comme Eurostat, la base de donnée de la Banque Mondiale, le buurtmonitor pour Gand ou les données de l'IWEPS pour Charleroi. Si les informations n'étaient pas disponibles dans ces bases de donnée, une recherche a été effectuée sur internet. Si à nouveau, les informations n'étaient pas disponibles, les valeurs ont été obtenues sur base de calculs simples qui sont exprimés en annexe H. Si aucune des solutions précédemment citées n'a pu permettre d'obtenir une valeur qui correspond à l'indicateur idéal, la mention "Données non trouvées" a été apposée.

3.2.3 Confrontation entre les données nécessaires et les données disponibles

Dans le tableau 3.6, il apparait que certaines valeurs n'ont pas été trouvées. Cela veut dire que les données de l'année 2016 pour les indicateurs idéaux n'ont pas été trouvées telles quelles. Dans ce cas, plusieurs solutions sont possibles :

	Charleroi		Gand	
Education	Présence ou non d'un programme d'éducation au développement, % de la population touchée par la problématique de développement durable	Oui, 50% [30], [29]	Présence ou non d'un programme d'éducation au développement, % de la population touchée par la problématique de développement durable	Oui, 100% [32], [37]
Alimentation	% de légumes consommés produits localement	0,03% [47], [71]	% de personnes mangeant de la viande	Données non trouvées
Mobilité	% utilisation automobile ou véhicules motorisés individuels, % déplacements alternatifs	74%, 27% [51]	% utilisation automobile ou véhicules motorisés individuels, % déplacements alternatifs	16%, 84% [32]
Energie	% consommation énergie renouvelable	10% [31], [21]	% consommation énergie renouvelable	5,8% [31], [21], [11]
Pollution	concentration d'ozone dans l'atmosphère (microgramme/ m^3), concentration de matière particulaire dans l'atmosphère (microgramme/ m^3), concentration de dioxyde d'azote dans l'atmosphère (microgramme/ m^3)	matière particulaire entre 21 et 30g/ m^3 ; ozone entre 51 et 70 g/ m^3 ; dioxyde d'azote entre 26 et 45g/ m^3 [45], [55]	l'atmosphère (microgramme/ m^3), concentration de matière particulaire dans l'atmosphère (microgramme/ m^3), concentration de dioxyde d'azote dans l'atmosphère (microgramme/ m^3)	matière particulaire entre 21 et 30g/ m^3 ; ozone entre 51 et 70 g/ m^3 ; dioxyde d'azote entre 26 et 45g/ m^3 [45]
Espaces verts	% espaces non bâtis	28% [71]	% espaces non bâtis	35% [70]
Eau	Volume d'eau consommé par jour par habitant	120L/jour [27]	Volume d'eau consommé par jour par habitant	120L/jour [27]
Habitat	% de maisons isolés	Données non trouvées	% de maisons isolés	Données non trouvées
Gestion des déchets	% de déchets recyclés	56%	% de déchets recyclés	56%

TABLE 3.6 – Valeurs obtenues pour les indicateurs de *bien-être présent* objectivable pour Gand et Charleroi

- si les données antérieures sont disponibles, il est possible d'extrapoler la valeur actuelle sur base d'une prévision des données antérieures ;
- s'il n'existe pas de données pour cet indicateur, il est possible d'adapter l'indicateur afin qu'il soit quantifiable sur base des valeurs existantes. Ce nouvel indicateur ne sera

pas un indicateur idéal, mais sera un indicateur suffisant. Il faut identifier les valeurs manquantes et orienter les recherches des institutions publiques statistiques afin que ces valeurs existent pour les prochains exercices ;

- aucune valeur existante ne peut servir à quantifier un indicateur proche de l'indicateur idéal. On ne considère donc pas cet indicateur dans l'agrégation à l'étape suivante. Ici aussi, il faut noter les valeurs manquantes et orienter les recherches des institutions publiques afin que ces valeurs statistiques existent pour les prochains exercices.

Dans le tableau 3.6, trois données sont manquantes. Le pourcentage de maisons isolées pour les deux villes et le nombre de personnes mangeant de la viande pour Gand. Aucune donnée antérieure n'a été trouvée sur les bases de données des institutions de Gand ou de Charleroi.

Par contre, pour la ville de Gand, une enquête a été diffusée auprès des citoyens dans le cadre de l'élaboration du buurtmonitor et une question porte sur la qualité de vie à la maison. Cet indicateur qualitatif sera employé pour remplacer la valeur idéale. Il s'agit d'une échelle allant de -2 à +2 où la valeur pour 2016 est de 0,96. [32]

Les deux autres valeurs non trouvées ne seront pas considérées dans l'étape suivante, faute de données.

3.3 Utilisation de l'aide à la décision multi-critère

Cette section décrit les différentes étapes concrètes qui ont été réalisées pour appliquer la méthode PROMETHEE à l'ensemble d'indicateurs identifiés et quantifiés précédemment. L'utilisation de PROMETHEE peut être expliquée en trois grandes étapes. La première consiste à identifier les différentes alternatives et les différents critères. La seconde consiste à pondérer chaque critère, à les paramétrer et à leur donner des valeurs pour chacune des alternatives. La dernière étape consiste à analyser les résultats obtenus grâce à la méthode PROMETHEE. L'annexe G reprend ces différentes étapes de manière plus formalisée, avec une explication plus approfondie du modèle mathématique.

A ce stade du mémoire, les deux premières étapes (identification et quantification des critères pour chaque alternative) sont triviales puisque les critères sont les différents indicateurs et qu'ils ont déjà été quantifiés. Il suffit simplement d'introduire les données dans le programme D-Sight et d'analyser les résultats. D-Sight est un software qui permet d'appliquer facilement la méthode PROMETHEE. Seule l'identification des alternatives est étudiée un peu plus précisément dans les lignes suivantes.

3.3.1 Choix des alternatives et critères du MCDA

La première étape consiste à définir les alternatives et les critères. Les alternatives comprennent les états pour chaque situation⁵ ainsi que l'état de la ville de Charleroi ou de la ville de Gand pour l'année à laquelle est réalisée l'étude. Ainsi, il sera possible de situer où en est l'état de la ville par rapport aux quatre situations définies sur base des expressions des citoyens. Il est aussi possible d'ajouter des alternatives, qui sont des scénarios prospectifs de l'état de la ville. En effet, si le décideur a pour projet d'implanter une autoroute qui rentre dans sa ville, il peut estimer de nouvelles valeurs pour un scénario optimiste et un scénario pessimiste. Dans ce cas, il y aurait sept alternatives : les quatre alternatives de situation, l'alternative de l'état de la ville et les deux alternatives de scénarios optimiste et pessimiste. Il apparaît trivial que les différents critères soient les différents indicateurs définis précédemment.

5. la situation très mauvaise, la situation mauvaise, la situation bonne et la situation très bonne

Pour l'instant, seules les valeurs relatives aux villes ont été définies pour chaque critère sur base objective, comme cela a été expliquée dans la section précédente. Pour les alternatives de scénarios, optimistes ou pessimistes, on peut considérer qu'une équipe d'experts est à même d'estimer les valeurs adéquates. Il reste à définir les valeurs pour chaque situation. Une idée serait de quantifier ces valeurs par le groupe d'experts qui mettent en application la méthode Kidisti et de faire valider ensuite ces valeurs auprès de la population en même temps que lors de la validation des chemins du progrès à la fin de la première phase de Kidisti. Ainsi, il n'y aurait pas besoin de déployer des ressources supplémentaires pour recevoir un retour des citoyens sur ce point.

Dans le cadre de ce mémoire, il est proposé de déterminer les valeurs des alternatives des quatre situations à l'aide d'un think tank. Elles ne pourront malheureusement pas être présentées aux citoyens. L'explication et la justification de ces valeurs sont reprises à l'annexe H

3.3.2 Pondération, paramétrisation des critères et quantification des critères pour toutes les alternatives

Une fois que les alternatives et les critères ont été définis, il faut tout d'abord pondérer et paramétrer les critères. Ces deux étapes reposent sur base des préférences du décideur. Comme l'objectif de ce mémoire est d'adapter les outils existants et de montrer la transférabilité du processus au cas des indicateurs de développement durable, il n'est pas nécessaire de s'attarder sur cette étape.

Ainsi, on peut considérer que chaque thématique a une pondération unique, et pour les thématiques comptant plusieurs critères, de même, ces "sous-critères" auront chacun la même pondération au sein de leur catégorie. Pour être plus spécifique, le critère de consommation d'énergie renouvelable aura la même pondération que le pourcentage de déchets recyclés. Les critères de concentration d'ozone, de concentration de matière particulaire et de concentration de dioxyde d'azote dans l'atmosphère ont chacune la même pondération de 33%. Mais ces trois derniers critères ont donc une pondération trois fois moins importantes que le critère de consommation d'énergie ou de pourcentage de déchets recyclés. Cette pondération est facilitée par le programme D-sight puisque ce programme permet de hiérarchiser les critères et d'établir des catégories.

Pour paramétrer les différents critères, il suffit d'assigner une fonction à chaque critère, comme celles présentées à la figure G.1 de l'annexe G et déterminer si cette fonction doit être maximisée ou minimisée. Pour ce mémoire, seules des fonctions de type U-shape ont été utilisées, puisqu'il n'est pas considéré nécessaire de graduer une différence entre deux alternatives par rapport à un même critère. En effet, il est plus facile de considérer que soit deux alternatives sont différents, soit elles sont identiques. Le seuil de chaque fonction a été déterminé relativement à chaque critère. En effet, pour le critère sur le pourcentage de légumes consommés localement, on observe que les valeurs sont en centièmes d'unité, il faut donc avoir un seuil de quelques centièmes d'unité pour pouvoir observer une différence. Par contre, en ce qui concerne le critère sur l'éducation, on voit que les valeurs sont beaucoup plus élevées, on peut donc considérer avoir un seuil de 5 à 10 unités de manière satisfaisante. Les tableaux 3.7 et 3.8 reprennent toutes les informations nécessaires à définir dans cette étape, respectivement pour Charleroi et pour Gand.

Catégorie	Critère	Pondération	Seuil	Maximiser ou minimiser	Charleroi 2016	Situation très mauvaise	Situation mauvaise	Situation bonne	Situation très bonne
Education	% population touchée par la problématique de DD	12.50	5	max	50	30	50	75	100
Alimentation	% légumes consommés produits localement	12.50	0,001	max	0,03	0	0,01	1	5
Mobilité	% utilisation automobile ou véhicule motorisés individuels	12.50	1	min	74	100	60	30	10
Energie	% consommation énergie renouvelable	12.50	0,01	max	10	0	20	50	100
Pollution	Concentration en matière particulaire	4,12%	5	min	25,5	45,5	25,5	15,5	5
	Concentration en ozone	4,12%	10	min	60,5	80,5	60,5	40,5	15
	Concentration en dioxyde d'azote	4,12%	10	min	35,5	70,5	53,5	35,5	12,5
Espaces verts	% superficie dédiée non bâtie	12.50	1	max	28	5	20	35	50
Eau	Volume d'eau consommé par jour par habitant	12.50	1	min	120	170	140	110	80
Gestion des déchets	% de déchets recyclés	12.50	1	max	56	25	50	75	100

TABLE 3.7 – Paramètres des critères pour la ville de Charleroi avec les valeurs estimées pour chaque situation

Catégorie	Critère	Pondération	Seuil	Maximiser ou minimiser	Gand 2016	Situation très mauvaise	Situation mauvaise	Situation bonne	Situation très bonne
Education	% population touchée par la problématique de DD	12.50	5	max	100	30	50	75	100
Habitat Mobilité	Qualité de l'habitat	12.50	0,01	max	0,96	−2	−0,75	0,75	2
	% utilisation automobile ou véhicule motorisés individuels	12.50	1	min	16	100	60	30	10
Energie	% consommation énergie renouvelable	12.50	0,01	max	5,8	0	20	50	100
Pollution	Concentration en matière particulaire	4,12%	5	min	25,5	45,5	25,5	15,5	5
	Concentration en ozone	4,12%	10	min	60,5	80,5	60,5	40,5	15
	Concentration en dioxyde d'azote	4,12%	10	min	35,5	70,5	53,5	35,5	12,5
Espaces verts	% superficie dédiée non bâtie	12.50	1	max	35	5	20	35	50
Eau	Volume d'eau consommé par jour par habitant	12.50	1	min	120	170	140	110	80
Gestion des déchets	% de déchets recyclés	12.50	1	max	56	25	50	75	100

TABLE 3.8 – Paramètres des critères pour la ville de Gand avec les valeurs estimées pour chaque situation

3.3.3 Analyse des résultats

Une fois l'encodage de toutes les valeurs, tous les critères et alternatives, tous les paramètres finalisé, il est possible d'appliquer la méthode PROMETHEE et enfin, de pouvoir utiliser et analyser les résultats. Trois résultats sont détaillés plus spécifiquement dans le cadre de cette partie. Ces résultats sont représentés à l'aide de graphiques de classement, de graphiques radar reprenant tous les critères et des graphiques GAIA.

Il est normalement intéressant de réaliser des analyses de stabilité du classement en faisant varier les pondérations, ou d'examiner la contribution de chaque critère au classement final. Cependant, comme tous les critères ont arbitrairement reçu la même pondération, ces analyses ne présentent que peu d'intérêt. Elles ne seront pas reprises dans ce mémoire.

Graphique de classement

Cette partie a pour objet d'étudier les résultats obtenus pour les villes de Charleroi et de Gand quant à leur classement au sein de leur indicateur respectif. Il est important de rappeler qu'à aucun moment la ville de Charleroi n'est comparée à celle de Gand, mais qu'elles sont bien comparées par rapport à un indicateur propre, selon leurs chemins de progrès propres. Le fait de montrer les deux classements l'un à côté de l'autre permet cependant de mettre en évidence d'autres éléments remarquables dans les graphiques radar. Le classement de Charleroi est repris à la figure 3.2, celui de Gand à la figure 3.3.

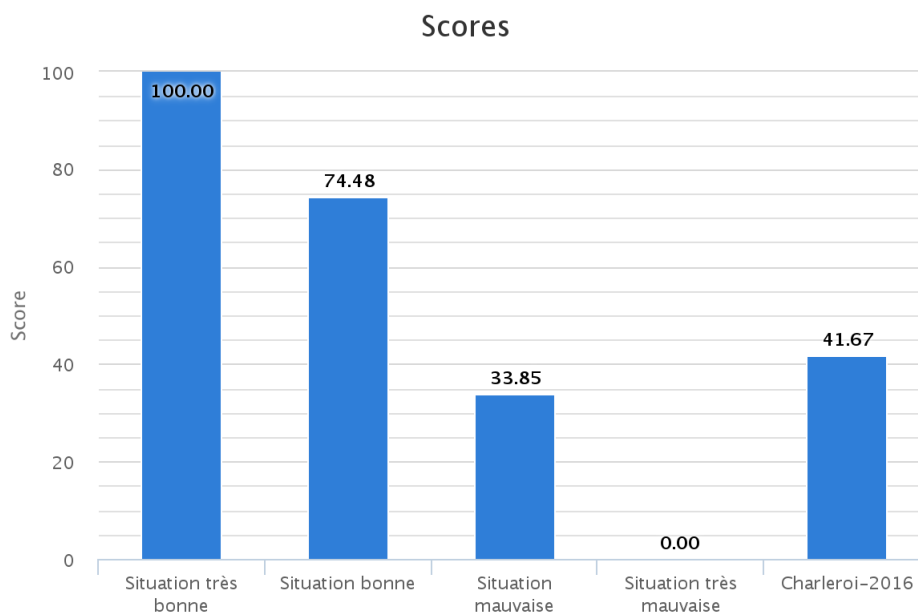


FIGURE 3.2 – Classement de la ville de Charleroi par rapport aux quatre situations définies sur base des expressions des citoyens de Charleroi

Plusieurs informations importantes ressortent directement de ces graphiques. Tout d'abord, la situation à laquelle appartient la ville est clairement observable. En effet, on peut observer que le score de Charleroi ne lui permet pas d'atteindre globalement la bonne situation, et que la ville est donc globalement située dans une mauvaise situation. Pour Gand, le score de la ville est beaucoup plus proche du score de la bonne situation, ce qui veut dire que Gand est globalement plus proche d'atteindre un résultat de bonne situation en terme de durabilité sur base des critères définis par les citoyens.

Si ces résultats ne sont pas très intéressants en soi, étant donné le faible échantillon insuffisant pour avoir un indicateur complet, la visibilité de l'outil l'est plus. En effet, la catégorie

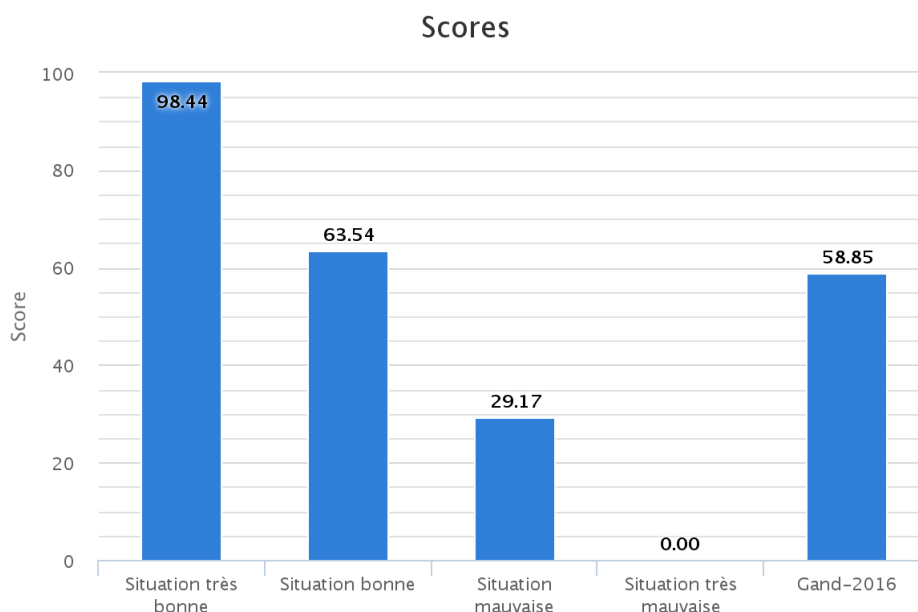


FIGURE 3.3 – Classement de la ville de Gand par rapport aux quatre situations définies sur base des expressions des citoyens de Gand

à laquelle appartient la ville est directement observable en examinant le graphique. L'objectif de simplifier une solution particulièrement complexe est donc bien atteint, car la catégorie à laquelle appartient la ville est présentée de manière évidente, de manière chiffrée ou de manière graphique. Il est aussi possible de voir rapidement s'il est possible d'atteindre avec plus ou moins d'effort une meilleure situation.

Graphique radars

Le second résultat intéressant à analyser est représenté à l'aide des graphiques radars. Ces graphiques permettent de mettre en évidence les critères pour lesquels la ville a une bonne ou une mauvaise situation.

Ces graphiques sont repris à la figure 3.4 pour Charleroi et 3.5 pour Gand. La situation très bonne est représentée en bleu clair, la situation bonne en noir, la situation mauvaise en vert clair et la situation très mauvaise en orange. Les situations de Charleroi et de Gand sont représentées en bleu foncé dans leur graphique respectif.

Encore une fois, il est intéressant de constater la grande visibilité de l'outil graphique. En effet, pour Charleroi, on peut observer très rapidement que pour atteindre une bonne situation, la ville doit améliorer sa politique de mobilité ou sa politique environnementale. Pour Gand, c'est sa politique énergétique qui doit être améliorée. De plus, cet outil permet de mettre en évidence les domaines pour lesquels la ville est particulièrement développée. En effet, la ville de Gand a un très bon score dans les domaines de l'éducation, de la mobilité ou de la qualité de l'habitat.

De plus, un autre point intéressant à remarquer est que les indicateurs sont différents pour le cas de la ville de Charleroi et pour celui de la ville de Gand. Cela signifie bien que les indicateurs sont spécifiques à chaque ville.

Cet outil est intéressant à utiliser parallèlement avec les chemins de progrès. En effet, si un décideur politique veut amener sa ville dans la catégorie "bonne situation" pour l'ensemble des critères, il n'a qu'à regarder les critères qui ne sont pas repris dans cette catégorie sur le graphique du radar et aller voir sur les chemins du progrès afin d'identifier des recommandations spécifiques pour atteindre cet objectif.

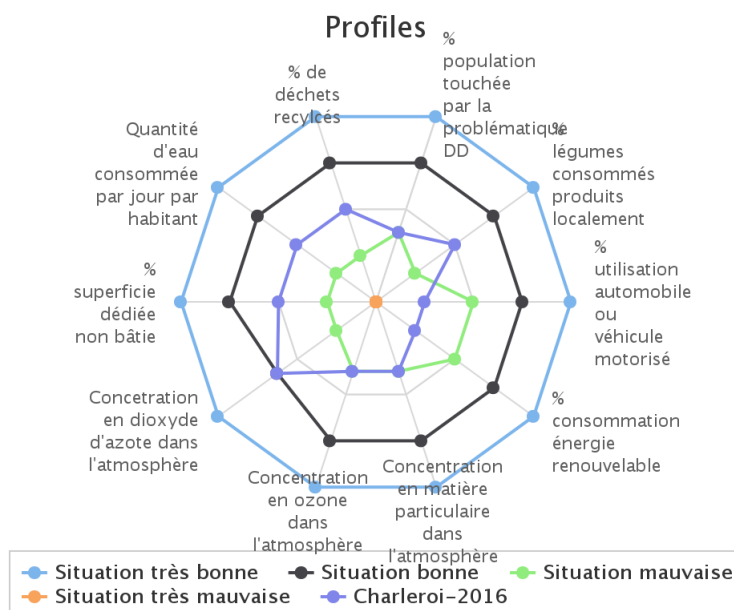


FIGURE 3.4 – Graphique radar de Charleroi par rapport aux indicateurs définis par les citoyens de Charleroi

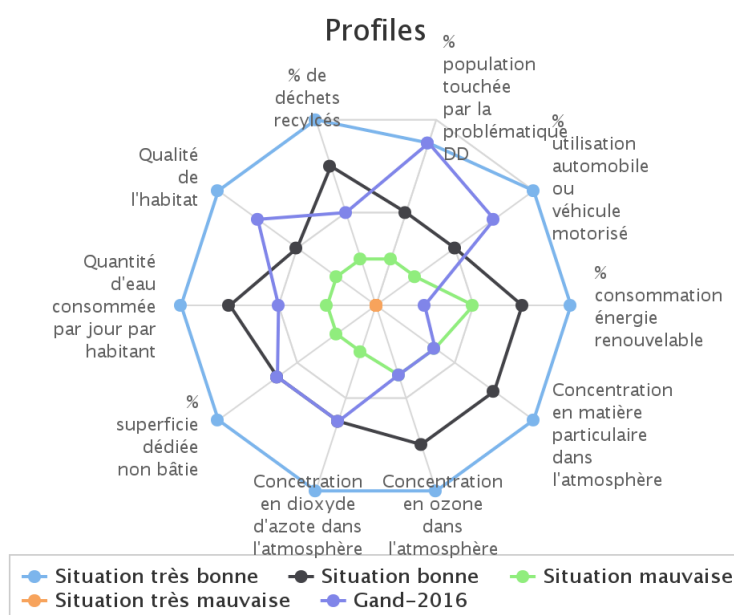


FIGURE 3.5 – Graphique radar de Gand par rapport aux indicateurs définis par les citoyens de Gand

Le software D-Sight était déjà un outil très puissant en terme de simplification graphique et de représentation de situations complexes. Cependant, combiner D-Sight et Kidisti permet d'avoir un outil encore plus puissant, et appliqué, dans l'aide à la décision puisque les mesures politiques à entreprendre pour améliorer la situation sont déjà identifiées.

Une légère modification pourrait être apportée à l'outil afin de pouvoir changer les couleurs et utiliser un code graphique plus clair.

Graphiques GAIA

Comme cela a été expliqué précédemment, le graphique GAIA est une représentation en composantes principales des différents critères dans le plan des flux par critère. Ce graphique permet d'appréhender rapidement la situation complexe de la ville car tous les éléments sont représentés : les alternatives, les critères, les préférences... Quelques pré-requis supplémentaires sont nécessaires pour lire correctement les graphiques.

Les alternatives sont représentées par les points bleus. Les cinq alternatives⁶ sont clairement identifiables sur les graphiques de Charleroi et de Gand. Pour le graphique GAIA de Charleroi, on peut lire les annotations "situation très mauvaise", "situation très bonne" et "Charleroi 2016". Le point bleu en haut à gauche correspond à la situation mauvaise et le point bleu en haut à droite correspond à la situation bonne. C'est le même principe pour le graphique de Gand, sauf que l'annotation du point très bonne situation, tout à droite, ne s'affiche pas. La direction du vecteur constitué par l'origine du graphique et le point a une signification. En effet, si l'angle entre deux vecteurs est faible, ces deux alternatives sont relativement similaires. Si l'angle est important, ces deux alternatives sont assez différentes. Il est donc rassurant de constater que les situations très mauvaises sont à l'opposé des situations très bonnes décrites dans le plan, que ce soit pour Charleroi ou pour Gand.

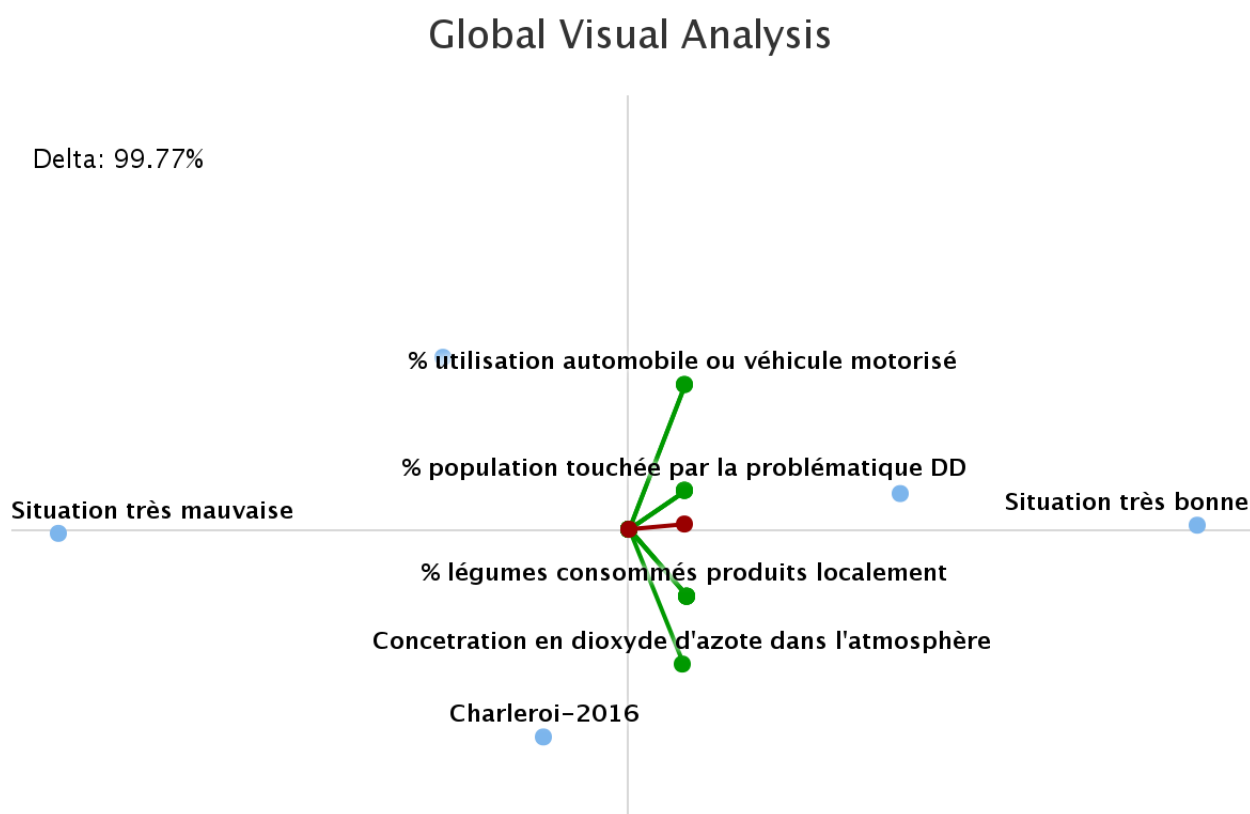


FIGURE 3.6 – Représentation GAIA pour l'indicateur de Charleroi

Les critères sont représentés par les axes verts selon les préférences du décideur. La même logique que pour les vecteurs des alternatives est appliquée : si l'angle entre deux axes verts est faible, ces critères vont influencer la problématique de la même façon. Cela signifie que si les alternatives qui sont bonnes pour un critère A, et que ce critère A a relativement la même direction qu'un autre critère B, alors elles seront aussi performantes dans ce critère B. On peut

6. situation très mauvaise, situation mauvaise, situation bonne, situation très bonne et Charleroi ou Gand en 2016

Global Visual Analysis

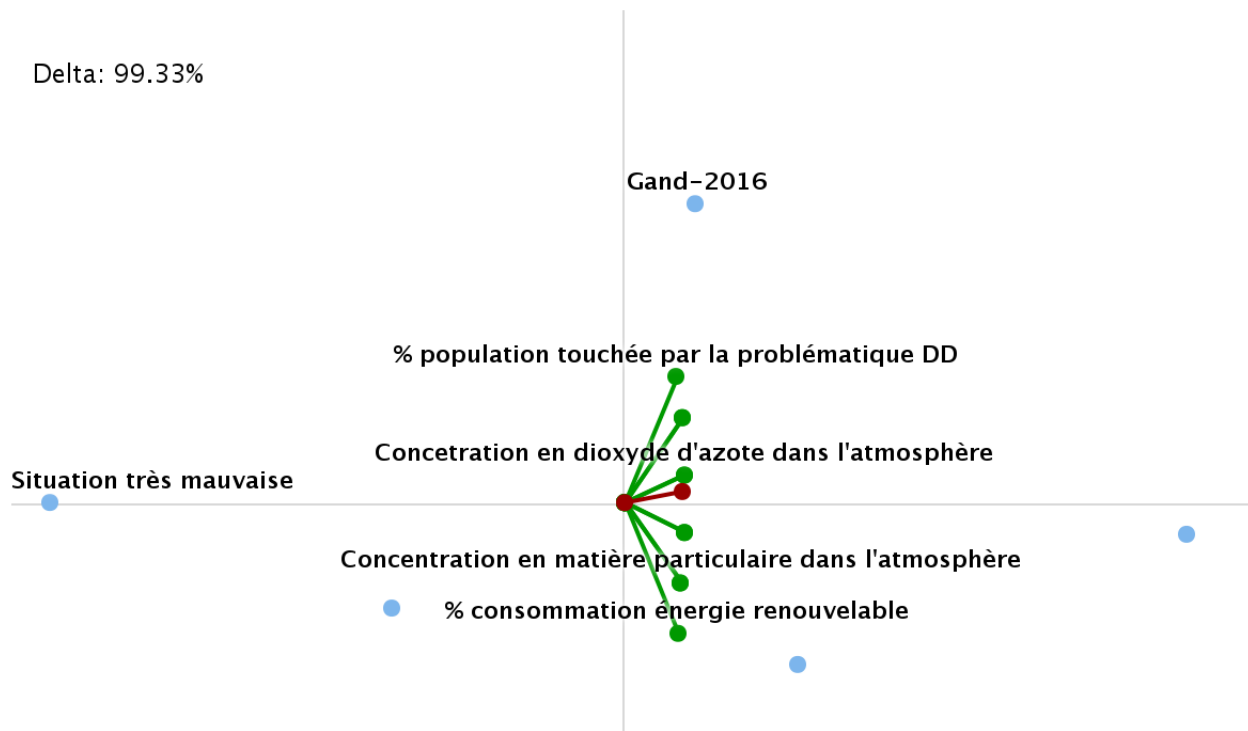


FIGURE 3.7 – Représentation GAIA pour l'indicateur de Gand

observer pour le graphique de Charleroi plusieurs critères représentés pour l'exemple comme le pourcentage d'utilisation automobile ou véhicule motorisé, le pourcentage de la population touchée par la problématique du développement durable ou encore la concentration en dioxyde d'azote dans l'atmosphère. Pour le cas de Gand on peut voir le pourcentage de la consommation énergétique, le pourcentage de la population touchée par la problématique du développement durable ou bien la concentration en dioxyde d'azote dans l'atmosphère

Il est nécessaire de comprendre le lien entre les alternatives et les critères : si un critère pointe vers une alternative, cela signifie que l'alternative est bien évaluée pour ce critère. Si un critère pointe vers la direction opposée à celle d'une alternative, cela signifie que l'alternative n'est pas bien évaluée pour ce critère. Encore une fois, il n'est donc pas étonnant de retrouver la situation très mauvaise à l'opposée de l'ensemble des critères, et de voir que les critères pointent relativement tous vers la meilleure solution, que ce soit pour Gand ou pour Charleroi.

Il reste deux items à définir : l'axe rouge et le delta. GAIA est donc une projection d'un espace à de nombres dimensions (chaque critère correspond à une dimension), cependant, ce type d'espace est impossible à représenter complètement sur une projection 2D. Le delta représente le pourcentage d'information représenté sur le plan. Pour les cas étudiés dans le cadre de ce mémoire, on constate que le delta est supérieur à 99% pour Charleroi et pour Gand. Cela est particulièrement élevé, et peut être expliqué par le fait que les critères repris sont particulièrement simples. Avec plus d'expressions citoyennes, le nombre de critères va augmenter, de même que le nombre de dimensions, et il sera plus difficile de représenter autant d'informations sur le plan 2D.

L'axe rouge est appelé l'axe de décision et représente le compromis à faire entre les différents critères selon les préférences du décideur. Les alternatives qui sont pointées par cet axe de décision sont celles qui sont préférées selon le décideur. Il est donc normal que l'axe rouge pointe vers la situation très bonne pour les deux cas.

Le graphique GAIA peut ne pas sembler très intéressant dans ce cas-ci. Mais il devient particulièrement nécessaire si le décisionnaire cherche à implanter un nouveau projet et qu'il hésite entre deux solutions. L'axe de décision permettra d'objectiver son choix sur base de ses préférences.

3.3.4 Remise en question de l'utilisation de PROMETHEE

Après avoir bien compris la manière dont PROMETHEE a été utilisé et après avoir assimilé les résultats précédents, un détail peut sembler déroutant. En effet, PROMETHEE est une méthode de classement. Or l'objectif de ce travail n'est pas tant de classer les quatre situations et l'état de la ville, mais bien de trier l'état de la ville au sein des quatre situations. Ainsi, PROMETHEE n'est pas l'outil le mieux adapté à cette problématique puisqu'il aurait mieux valu utiliser un outil de tri. Par contre, *FlowSort*, quant à elle, est une méthodologie dont l'objectif est de résoudre la problématique du tri. [38], [48]

En effet, cette méthodologie assigne un ensemble de n alternatives $\mathcal{A} = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, évaluées selon q critères $g_j (j = 1, \dots, q)$ au sein de k classes homogènes et complètement ordonnées $C_1, C_2, \dots, C_k$. Les alternatives sont donc les états des villes de Charleroi ou de Gand pour une année donnée. Les classes homogènes, aussi appelées catégories, sont les quatre situations, de la très mauvaise à la très bonne. Les critères sont toujours les indicateurs qui ont été identifiés par Kidisti. La méthodologie *FlowSort* a pour objectif d'assigner les états des villes au cours des années dans les différentes situations sur base des critères définis. Contrairement à la méthode PROMETHEE [33] qui cherche à établir un rangement absolu des alternatives et des situations. De plus, la méthodologie *FlowSort* présente deux particularités intéressantes reprises à l'annexe I.

Sans doute, le problème le plus important relatif à cette méthodologie reste l'absence de logiciel spécifiquement dédié existant. Cependant, deux étudiants de la KU Leuven ont utilisé Smart Picker Pro et ont réussi à implémenter la méthode *FlowSort* à l'aide de ce logiciel. Ce logiciel a le désavantage d'être payant et la version d'essai gratuite ne permet pas d'avoir les outils suffisants pour arriver à implanter la méthodologie présentée précédemment. [63]

Toutefois, la méthode PROMETHEE et son application sur D-sight ne doivent pas être mises sur le côté. En effet, si le but du décisionnaire est de connaître l'état de sa ville et de voir à quelle situation la ville appartient, *FlowSort* est la méthode la plus adaptée. Par contre, si l'objectif du décisionnaire est d'implanter un nouveau projet et qu'il hésite entre plusieurs scénarios, la méthode de classement de PROMETHEE reste encore la mieux adaptée. Encore une fois, chaque situation nécessite un outil spécifique et ces outils ne sont pas meilleurs l'un que l'autre. Ils sont juste mieux adaptés à une certaine situation.

Chapitre 4

Perspectives

Maintenant que le processus permettant d'identifier et de créer les indicateurs a été appliqué, que les différents outils ont été adaptés, éprouvés et contestés, il est possible d'établir les perspectives pour le futur. En effet, le cadre de ce mémoire a imposé des contraintes temporelles et financières qui n'ont pas permis d'approfondir certains aspects. Il reste encore une série de pistes à creuser et quelques initiatives à expérimenter.

La première perspective à développer dans le futur concerne la portée géographique des indicateurs de développement durable. En effet, les villes étudiées dans le cadre de ce mémoire ont été analysées de manière individuelle, sans considération du monde extérieur. Or les villes sont des systèmes hautement interconnectés. Il faudrait pouvoir appliquer des indicateurs de durabilité au niveau local, comme cela a été fait dans le cadre de ce mémoire, mais il faudrait également pouvoir étudier les externalités des villes et leur impact sur base d'indicateurs avec un champ géographique plus large.

Le deuxième point important à réaliser dans un futur proche porte sur la base utilisée pour appliquer la méthodologie Kidisti. De fait, bien que l'enquête ait fourni des résultats suffisamment nombreux pour pouvoir être interprétés et donner des résultats, ce n'était pas la solution idéale. En effet, les réponses obtenues dans le cadre de ce mémoire ne sont pas assez spécifiques et ne permettent pas d'avoir un échantillon suffisamment complet pour les indicateurs.

Il faudrait réaliser des focus groups et ainsi obtenir une base satisfaisante, éventuellement dans le cadre d'un travail plus orienté sciences humaines. Cette base peut aussi servir à réaliser des analyses statistiques afin d'obtenir d'autres résultats intéressants.

Avec cette nouvelle collecte de données, il serait intéressant de vérifier si les institutions statistiques fournissent bien les données pour les indicateurs idéaux. Si ce n'est pas possible, il faudrait essayer de faire en sorte qu'elles obtiennent ces données dans les exercices futurs. Ce qui permettra à ces institutions de spécifier leurs recherches sur les données qui paraissent plus utiles auprès des citoyens.

De nouveau avec la nouvelle base obtenue par la méthode de focus group, il serait intéressant d'identifier la pré-catégorisation la plus adaptée : en utilisant les dimensions du bien-être du Conseil de l'Europe, ou bien en utilisant les différentes activités telles que le service de recherche de Gand le développe avec sa Vision Matrix.

La troisième perspective à développer concerne les considérations énoncées dans la section "collecte de données" à propos des différentes catégories d'indicateurs : indicateurs de *bien-être présent* objectivable et subjectif et indicateur de *soutenabilité*. En effet, dans le cadre de ce mémoire, seuls des indicateurs de *bien-être présent* objectivable ont pu être développés faute de temps et de ressources. Il serait intéressant dans le cadre d'un autre travail de chercher à compléter les résultats par les indicateurs manquants. De plus, ces indicateurs de *soutenabilité* pourraient constituer une solution pour considérer les villes dans un champ géographique plus

large.

Une quatrième perspective serait de développer un software pour la méthodologie *FlowSort* et essayer d'appliquer une méthodologie avec la combinaison Kidisti et *FlowSort*. Les résultats seront certainement très intéressants et mieux adaptés aux besoins de l'indicateur.

Enfin, il reste à définir la pérennité de l'utilisation de cet outil, et la fréquence d'application. Faut-il redéfinir l'ensemble d'indicateurs tous les ans? Est-ce que cela a un sens? On pourrait par exemple considérer que l'ensemble d'indicateurs doit être définis tous les quatre ans, à chaque élection des conseils communaux qui ont les compétences pour gérer la ville. Cela permettrait d'avoir une vision plus proche de la situation pour chaque nouvelle équipe communale. Et les données pourraient être relevées toutes les années. Ces considérations devraient aussi faire l'objet d'un travail supplémentaire puisqu'il faut considérer : les coûts relatifs à la définition et au relevé d'indicateurs, la pertinence et la sensibilité de l'évolution d'une situation et sans doute d'autres facteurs.

Chapitre 5

Conclusion

Pour conclure, il est intéressant de faire une brève synthèse des différentes étapes de ce travail et de mettre en évidence les résultats intéressants qui ont pu être observés. Pour rappel, les objectifs de ce mémoire étaient de réaliser un ensemble d'indicateurs prospectif du développement durable, pour les villes de Gand et de Charleroi, à l'aide d'une méthode de type bottom-up.

Tout d'abord, le premier chapitre de ce mémoire a permis de mettre en contexte et de justifier le titre de ce mémoire. En effet, les concepts de durabilité et d'indicateurs ont été définis et replacés dans un contexte historique. Le choix de se concentrer sur les villes a été justifié.

Le second chapitre a permis de déterminer les différents outils et méthodologies existants, de situer la méthodologie proposée dans le cadre de ce mémoire et de la justifier. Cet état de l'art a aussi permis de mettre en évidence la nécessité d'utiliser des méthodes participatives dans le contexte géopolitique actuel.

Le troisième chapitre de ce mémoire a repris les étapes d'application de la méthodologie proposée et présente les différents résultats obtenus. Tout d'abord, ces résultats doivent être interprétés en gardant à l'esprit que la méthodologie n'a pas pu être appliquée de manière optimale en raison des contraintes du cadre de ce mémoire. Les résultats obtenus sur base de l'application de l'outil Kidisti permettent de corroborer les recommandations de la commission Stiglitz qui stipule qu'il faut séparer les indicateurs de durabilité en indicateurs de *soutenabilité* et indicateurs de *bien-être présent*. Le même paradigme a été utilisé dans le cadre de ce mémoire, et la suite du travail se concentre sur l'élaboration des indicateurs de *bien-être présent*. L'ensemble d'indicateurs identifiés à l'aide de Kidisti a été utilisé afin d'appliquer la méthode PROMETHEE. L'idée originale de ce mémoire réside dans la combinaison de ces deux outils à travers une méthodologie unique. Cette combinaison est particulièrement prometteuse puisque :

- Kidisti est un outil particulièrement intéressant car il permet d'obtenir des chemins de progrès munis de des recommandations très spécifiques et très concrètes se basant sur les expressions des citoyens. Cependant, l'outil Kidisti était utilisé avec une méthode d'agrégation basique qui ne permet pas d'objectiver correctement les pondérations des indicateurs et qui somme des valeurs d'unités ou d'échelles différentes.
- PROMETHEE est également un outil très intéressant : sa force réside dans l'objectivation de l'agrégation d'indicateurs sur base des préférences d'un décideur. De plus, l'outil est tel qu'il permet d'agréger des indicateurs normalisés en considérant les différences d'unités et d'échelles. Cependant, les recommandations données par PROMETHEE ne sont pas toujours suffisamment explicites.

La rencontre de ces deux méthodes permet donc de pallier les défauts respectifs de chaque méthodologie. Tout en ayant une démarche participative avec tous les avantages y afférant.

Dans ce troisième chapitre, l'ensemble de la méthodologie a été éprouvée avec les limites exprimées précédemment. Cela montre que cette méthodologie est applicable aux indicateurs de développement durable et les outils ont été adaptés et sont prêts à être utilisés à plus grande échelle.

Le quatrième chapitre reprend cinq perspectives qui devraient être développées dans des travaux futurs pour améliorer le travail :

1. proposer un indicateur qui permette de considérer l'impact des villes sur les éléments extérieurs (comme d'autres villes, écosystèmes...);
2. appliquer la méthode des focus groups pour identifier la base utilisée dans Kidisti. Avec les résultats obtenus par Kidisti à l'aide de cette nouvelle base, il faudra vérifier la disponibilité des données statistiques et identifier la meilleure manière de pré-catégoriser les expressions citoyennes;
3. développer l'indicateur complet de *bien-être présent* et proposer des solutions concrètes pour un indicateur de *soutenabilité*, ce dernier indicateur pourrait sans doute répondre à la première perspective;
4. développer un software et éprouver la combinaisons des outils Kidsiti et *FlowSort*, en analyser et identifier les avantages;
5. définir une fréquence d'utilisation acceptable pour la méthodologie retenue.

Les objectifs de ce mémoire sont donc bien remplis puisqu'il met en évidence de manière objective une méthode qui permet de réaliser des indicateurs de durabilité des villes. C'est bien une méthode de type bottom-up qui a été utilisée et la méthodologie permet de dégager des indicateurs de type prospectif. Enfin, la méthodologie a bien été appliquée sur les villes de Gand et de Charleroi.

Afin d'aider les personnes désirant mettre en application la méthodologie développée dans le cadre de ce mémoire, plusieurs livrables ont été réalisés, adaptés ou mis en évidence : ce rapport rassemble les justifications scientifiques, une synthèse de type mode d'emploi sera disponible pour appliquer la méthodologie pas à pas, une présentation permet de synthétiser les éléments de ce rapport, l'outil Kidisti est adapté à la problématique de création d'ensembles d'indicateurs de développement durable et disponible.

Pour conclure, les résultats obtenus à l'aide de ce mémoire sont intéressants et prometteurs. En effet, ce travail montre les avantages de la participation citoyenne : le renforcement de la légitimité des actions de nos politiques, l'implication des citoyens dans le processus décisionnel et la pérennisation des initiatives.

Table des figures

1.1	Ligne du temps retraçant les moments importants pour les indicateurs de développement durable.	9
1.2	Représentation les plus répandues de la durabilité : à gauche, la TBL ; à droite une vision plus écocentrique.	10
2.1	Il existe deux familles d'outils d'aide à l'implantation d'une politique durable au sein des villes : la mise en place de structures participatives et l'implantation d'outils de gestion et d'évaluation de la durabilité.	13
2.2	Les outils de gestion et d'évaluation de la durabilité peuvent être classés en plusieurs catégories selon plusieurs caractéristiques	15
2.3	Représentation des 3 étapes de la méthodologie multi-critère d'aide à la décision	20
2.4	Illustration des étapes de création d'un ensemble d'indicateurs avec les différents procédés de réalisation. Pour l'identification du cadre, deux types de cadres ont été identifiés : le cadre orienté par thématique et le PSR. Pour la définition des indicateurs, deux méthodes existent : <i>top-down</i> et <i>bottom-up</i>	21
2.5	Illustration des types de cadres d'indicateurs PSR : A) PSR, B) DPSIR	22
2.6	Illustration du type de cadre orienté par thématique adopté par l'UNCSD en 2001	23
2.7	Illustration des trois méthodologies de type <i>bottom-up</i> étudiées dans le cadre de ce mémoire	28
2.8	Illustration de la <i>vision matrix</i> complétée avec 6 intentions	29
2.9	Illustration d'un cluster avec les différentes intentions et les indicateurs identifiés pour la thématique	30
2.10	Illustration de l'enquête Mesydel à une certaine itération	31
2.11	Illustration de la typologie obtenue grâce à Kidisti	32
3.1	Capture d'écran des données encodées selon le cadre développé pour ce mémoire	41
3.2	Classement de la ville de Charleroi par rapport aux quatre situations définies sur base des expressions des citoyens de Charleroi	60
3.3	Classement de la ville de Gand par rapport aux quatre situations définies sur base des expressions des citoyens de Gand	61
3.4	Graphique radar de Charleroi par rapport aux indicateurs définis par les citoyens de Charleroi	62
3.5	Graphique radar de Gand par rapport aux indicateurs définis par les citoyens de Gand	62
3.6	Représentation GAIA pour l'indicateur de Charleroi	63
3.7	Représentation GAIA pour l'indicateur de Gand	64
C.1	Première page du questionnaire pour Charleroi	82
C.2	Deuxième page du questionnaire pour Charleroi	83
C.3	Première page du questionnaire pour Gand en néerlandais	84
C.4	Deuxième page du questionnaire pour Gand en néerlandais	85
C.5	Première page du questionnaire pour Gand en anglais	86

C.6	Deuxième page du questionnaire pour Gand en anglais	87
E.1	Capture d'écran de la première étape du processus de traitement des expressions Kidisti : le filtre des expressions sur base d'une pré-catégorie	91
E.2	Capture d'écran de la seconde étape du processus de traitement des expressions Kidisti : classement des expressions en unité de sens	92
E.3	Capture d'écran de la troisième étape du processus de traitement des expressions Kidisti : Répartition des unités de sens en sous-thèmes	92
E.4	Capture d'écran de la quatrième étape du processus de traitement des expressions Kidisti : distribution des expressions entre évocation du durable et du non durable	93
E.5	Capture d'écran de la cinquième étape du processus de traitement des expressions Kidisti : Garnissage des échelons du progrès	94
E.6	Capture d'écran de la dernière étape du processus de traitement des expressions Kidisti : synthèse générale	94
F.1	Dimensions et composantes du bien-être définies sur base des expressions ci- toyennes par le Conseil de l'Europe	95
G.1	Exemples de fonction préférence [52].	97
I.1	A gauche, les profils limitants sont représentés en vert et l'action est en rouge. A droite, les profils centraux sont représentés en bleu et l'action toujours en rouge. Chaque verticale représente un critère.	102

Liste des tableaux

2.1	Caractéristiques désirables pour les indicateurs de durabilité [72]	21
2.2	Avantages et désavantages de la participation citoyenne	27
2.3	Tableau comparatif des trois méthodologies d'identification d'ensemble d'indicateurs de type <i>bottom-up</i>	34
2.4	Tableau comparatif des méthodologies d'agrégation des indicateurs	37
3.1	Tableau comparatif entre le focus group et l'enquête	39
3.2	Synthèse générale des thématiques avec les chemins de progrès respectifs pour la ville de Charleroi	47
3.3	Synthèse générale des thématiques avec les chemins de progrès respectifs pour la ville de Gand	49
3.4	Interprétation des expressions sous forme d'indicateurs exploitables avec justification pour la ville de Charleroi	52
3.5	Interprétation des expressions sous forme d'indicateurs exploitables avec justification pour la ville de Gand	53
3.6	Valeurs obtenues pour les indicateurs de <i>bien-être présent</i> objectivable pour Gand et Charleroi	55
3.7	Paramètres des critères pour la ville de Charleroi avec les valeurs estimées pour chaque situation	58
3.8	Paramètres des critères pour la ville de Gand avec les valeurs estimées pour chaque situation	59
A.1	Tableau comparatif des trois méthodologies d'identification d'ensemble d'indicateurs de type <i>bottom-up</i>	78
B.1	Tableau comparatif des méthodologies d'agrégation des indicateurs	80
D.1	Tableau comparatif entre le focus group et l'enquête	88
H.1	Tableau récapitulatif des valeurs estimée pour Charleroi	100

Bibliographie

- [1] Déclaration finale de la conférence des nations unies sur l'environnement. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=fr>.
- [2] Indice de bien-être durable (ibed). <http://ses.ens-lyon.fr/1-indice-de-bien-et-re-durable-ibed--47867.kjsp>, 2012.
- [3] Présentation : La démarche spiral. https://wikispiral.org/tiki-index.php?page=D%C3%A9couvrir+SPIRAL&structure=Nouvel+accueil&page_ref_id=803, 2015.
- [4] Urban development. http://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/themes/urban-development/, 2016.
- [5] 8th European Conference on Sustainable Cities and Towns. The basque declaration. http://conferences.sustainablecities.eu/fileadmin/user_upload/_imported/uploads/DOCUMENTS/Basque-Declaration-ENGLISH-WWW.pdf, 2016.
- [6] Wouter Achten. Analyse et gestion des impacts environnementaux - vue d'ensemble et classification des outils/méthodes d'évaluation. 2016.
- [7] Arcadis. Sustainable cities index 2015. 2015.
- [8] Aline Thiry Aurore François, Stéphane Rieppi. Démarches participatives et approches quali-quantitatives : le logiciel mesydel. *La participation en action*, pages pp. 114–132, 2013.
- [9] Stefan Anderberg Lennart Olson Barry Ness, Evelin Urbel-Piirsalu. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological economics*, 60 :pp. 498–508, 2006.
- [10] Tom Bauler. *Gouvernance et indicateurs*. 2016.
- [11] Belga. Productie groene energie in vlaanderen voor het eerst gedaald.
- [12] Dr. Roland Busch. The green city index. 2012.
- [13] I. Cassiers and G. Thiry. A high-stakes shift : Turning the tide - from gdp to new prosperity indicators. 2014.
- [14] Daniel Defays Olivier Colicis Christine Ruyters, Michel Laffut. Elaboration concertée d'indicateurs de bien-être dans les communes wallonnes, partie 1 : La genèse du projet et les premiers résultats de l'expérience en cours. 2011.
- [15] Laurence Vanden Dooren Julien Charlier Christine Ruyters, Isabelle Reginster. Indicateurs complémentaires au pib : Indice des conditions de bien-être en wallonie - icbe, 1 er exercice - avril 2014. 2014.

- [16] Laurence Vanden Dooren Julien Charlier Christine Ruyters, Isabelle Reginster. Indicateurs complémentaires au pib : Indice des conditions de bien-être en wallonie - icbe, 2 ème exercice - juin 2015. 2015.
- [17] Michel Laffut Christine Ruyters. Kidisti : un outil d’appréhension de la parole citoyenne. *La participation en action*, pages pp. 93–114, 2013.
- [18] Brundtland commission. *Our common future*. Editions Alternatives, 1987.
- [19] Salomé Correia. A quick look at sustainability. Master’s thesis, The University of Northampton, 2015.
- [20] Sabine Van Damme. Gent heeft 255.000 inwoners. *HLN Info*, 2016.
- [21] APERe Association de Promotion des Energies Renouvelables. Observatoire belge des énergies renouvelables. <http://www.apere.org/observatoire-belge-des-energies-renouvelables>, 2016.
- [22] Union des villes et communes en wallonie. Ville de charleroi. <http://www.uvcw.be/communes/infos-com-847-ville-de-charleroi.htm>, 2016.
- [23] Desrosières. *Gouverner par les nombres*. Editions Mines ParisTech - les presses, 2008.
- [24] Charleroi Découvert. Histoire de charleroi. <http://www.charleroi-decouverte.be/index.php?id=67>, 2016.
- [25] Igor Linkov Elisa K. Tatham, Daniel A. Eisenberg. Sustainable urban systems : a review of how sustainability indicators inform decisions. *Sustainable cities and military installations*, 2015.
- [26] Visit Gent. Geschiedenis van gent. <https://visit.gent.be/nl/geschiedenis-1?context=tourist>, 2016.
- [27] H2oweb. La consommation moyenne d’eau en belgique. <http://h2oweb.be/consommation>, 2016.
- [28] UNEP ICLEI, IDRC. The local agenda 21 planning guide, an introduction to sustainable development planning. 1996.
- [29] Réseau IDée. Assises de l’éducation relative à l’environnement et au développement durable à l’école. <http://www.assises-ere.be/>, 2016.
- [30] Réseau IDée. Présentation du réseau idée. <http://www.reseau-idee.be/presentation/>, 2016.
- [31] Energie info Wallonie 2014. Le partage des compétences en matière d’énergie entre l’état fédéral et les régions. <http://www.energieinfowallonie.be/fr/marche-de-lenergie/la-repartition-des-competences>, 2014.
- [32] Gent : institutions gantoises participant au partage des informations. buurtmonitor. <http://gent.buurtmonitor.be/>, 2016.
- [33] Yves De Smet Jean-Pierre Brans. Promethee methods. *Multicriteria decision analysis*.
- [34] Jean-Paul Fitoussi Joseph E. Stiglitz, Amarty Sen. Rapport de la commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social. 2008.

- [35] Karen. Gent : klimaatverbond van stad, middenveld, bedrijven en burgers gaat voor een klimaatneutraal gent in 2050. <http://blog.thuisindestad.be/gent-klimaatverbond-van-stad-middenveld-bedrijven-en-burgers-gaat-voor-een-klimaatn> 2012.
- [36] Gent : Klimaatstad. Ontdek gent klimaatstad. <https://klimaat.stad.gent/>, 2016.
- [37] Maxime Lambert. La ville belge de gand devient végétarienne. http://www.gentside.com/ville/la-ville-belge-de-gand-devient-vegetarienne_art5849.html, 2009.
- [38] Philippe Nemery Claude Lamboray. *FlowSort* : a flow-based sorting method with limiting or central profiles. *TOP*, 16 :pp. 90–113, 2008.
- [39] Larousse. produit intérieur brut (pib). http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/produit_int%C3%A9rieur_brut_PIB/83371, 2016.
- [40] Jianguo Wu Lijiao Yan Lu Huang. Defining and measuring urban sustainability : a review of indicators. *Landscape Ecology*, 2015.
- [41] Maria-Liuisa Marsal-Llacuna. City indicators on social sustainability as standardization technologies for smarter (citizen-centered) governance of cities. *Social indicators research*, pages pp. 1–24.
- [42] Marielle Mayo. Les cités de l’extrême. *Les cahiers ScienceVie, aux racines du monde*, 148 :pp. 86–92, 2014.
- [43] V.P. Mega. Athens : the birhlight of urban democracy. *Sustainable cities for the third millenium : the odyssey of excellence*, pages pp. 191–206, 2010.
- [44] Sami Ben Mena. Introduction aux méthodes multicritères d’aide à la décision. 2000.
- [45] Vlaamse milieumaatschappij. Luchtkwaliteit. <https://www.vmm.be/lucht/luchtkwaliteit>, 2016.
- [46] Xavier Molénat. Planète : serons-nous trop nombreux ? *Alternatives Economiques*, 342 :pp. 52–60, 2015.
- [47] Banque mondiale. Rendement des céréales (kg/hectare). <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/AG.YLD.CREL.KG>, 2016.
- [48] Philippe Nemery. *FlowSort* : a sorting method for group decision-making. *Proceedings of the ORP3 Conference*, 2007.
- [49] OECD. Oecd enironmentals indicators development, measurement and use. 2003.
- [50] United Nations Conference on Environment Development. Agenda 21. juin 1992.
- [51] Service public de Wallonie ville de Charleroi. Actualisation du plan communal de mobilité de charleroi. *Plan communal de mobilité*, 2012.
- [52] J. Boney Q. Hayez, Y. De Smet. D-sight : a new decision support system to address multi-criteria problems. *Journal of Decision Support Systems Technologies*, 2012.
- [53] David Van Reybrouck. *Contre les élections*. Babel, 2014.
- [54] Julia Parzen Sadhu Aufochs Johnston, Steven S. Nicholas. Driving green progress using indicators. *The guide to greening cities*, pages pp. 189–215, 2013.

- [55] RTBF services. Qualité de l'air. <http://www.rtbef.be/services/meteo/belgique/qualite-air>, 2016.
- [56] Yves De Smet. Math-h-405 multicriteria decision aid. 2016.
- [57] Spiral. Idess. <http://www.spiral.ulg.ac.be/fr/recherche/administration-et-politiques-publiques/projets-pole-app/idess/>, 2016.
- [58] Spiral. Le delphi online : Mesydel. <http://www.spiral.ulg.ac.be/fr/outils/delphi-online-mesydel/>, 2016.
- [59] Spiral. Le focus group. <http://www.spiral.ulg.ac.be/fr/outils/focus-group/>, 2016.
- [60] MacNN Staff. Runrev replaces revolution with "livecode". <http://www.macnn.com/articles/10/09/27/revamp.offers.new.ios.development.environment/>, 2010.
- [61] Macworld Staff. The 19th annual editors' choice awards. <http://www.macworld.com/article/1029040/editorschoiceawards2004.html>, 2004.
- [62] SurveyMonkey. Running a survey vs. a focus group : Whats the best way to collect customer reviews? <https://www.surveymonkey.com/mp/running-survey-vs-focus-group-best-way-collect-customer-reviews/>, 2016.
- [63] Lieven De Moor Tim Verheyden. Sorting mutual funds with respect to process-oriented social responsibility : A $\mathcal{F}$ lowSort application. *Decision Science Letters*.
- [64] UNDP. Indice de développement humain (idh). <http://hdr.undp.org/fr/content/indice-de-d%C3%A9veloppement-humain-idh>, 2016.
- [65] Goeminne G. Van Assche J., Block T. Unravelling urban sustainability. how the flemish city monitor acknowledges complexities. *Ecological informatics*, 17 :pp. 104–110, 2013.
- [66] Reynaert H. Van Assche J., Block T. Can community indicators live up to their expectations? the case of the flemish city monitor for livable and sustainable urban development. *APPLIED RESEARCH IN QUALITY OF LIFE*, 5 :pp. 341–352, 2010.
- [67] Daniel Vanderpooten. Aide multicritère à la décision - concepts, méthodes et perspectives. 2008.
- [68] Philippe Vicne. *L'aide multi-critère d'aide à la décision*. Editions ELLIPSES, Editions de l'Université de Bruxelles, 1989.
- [69] Jan Rotmans Bert De Vries. *Perspectives on global change*. Cambridge University press, 1997.
- [70] Wikipedia. Gand. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Gand>, 2016.
- [71] Wikipédia. Charleroi. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Charleroi>, 2016.
- [72] Jianguo WU Tong Wu. Sustainability indicators and indices : an overview. *Handbook of sustainable management*, 2012.
- [73] Karim Lidouh Yves De Smet. An introduction to multicriteria decision aid : The promethee and gaia methods. *2st European Business Intelligence Summer School*, 2012.

Annexe A

Explication et justification du tableau comparatif des trois méthodologies d'identification d'un ensemble d'indicateurs de type bottom-up

Cette annexe a pour objectif d'expliquer les différents critères repris dans le tableau suivant et de justifier les valeurs qui ont été données pour chacune des méthodes présentées.

Cadre d'indicateurs Les cadres d'indicateurs sont les cadres qui sont définis dans ce mémoire. Il s'agit bien du cadre orienté par thématique ou du cadre PSR. Kidisti et Vision Matrix utilisent bien un cadre orienté par thématique, comme cela est recommandé. Pour le cas de la méthode Mesydel, comme elle n'est pas spécifiquement utilisée pour identifier un ensemble d'indicateurs, on peut imaginer utiliser cette méthode pour déterminer des ensembles d'indicateurs quels que soient les cadres utilisés. C'est pour cela qu'il est écrit indéfini.

Type de méthodologie Il s'agit de déterminer le type de méthodologie utilisé par l'outil : bottom-up ou top-down. Les trois méthodologies sont bien sûr de type bottom-up, c'est pour cela qu'elles ont été sélectionnées et étudiées.

Facilité de contact Il s'agit de la facilité de contacter la ou les personnes qui ont réalisé la méthode, ou qui détiennent les droits. A priori, comme les trois méthodologies ont été créées et appliquées en Belgique, contacter ces personnes ne devraient pas être compliqués. C'est pour cela qu'il est marqué facile pour chacune des méthodologies. La ville de création de l'indicateur est marquée entre parenthèse. Cette ville est aussi l'endroit où les bureaux de recherche continuent à développer les indicateurs.

Prise de contact Il s'agit d'un critère qui informe sur la prise de contact avec l'équipe de recherche qui développe et utilise la méthodologie. Dans le cadre de ce mémoire, seules les équipes de Gand et de Namur ont été contactées. En effet, j'ai eu connaissance trop tard de la méthode Mesydel.

Portée et objectifs Ce critère permet de savoir quelle est la portée géographique et les objectifs initiaux des méthodologies par rapport à la création d'un ensemble d'indicateurs. Ainsi, Kidisti a pour objectif de réaliser des ensembles d'indicateurs de bien-être pour les localités wallonnes. Gand a pour objectif de créer un ensemble d'indicateurs de développement durable pour les villes flamandes. Pour Mesydel, cette portée et ces objectifs sont indéfinis puisque la

	<i>vision matrix</i>	Mesydel	Kidisti
Cadre d'indicateurs	Orienté par thématique	Indéfini	Orienté par thématique
Type de méthodologie	<i>Bottom-up</i>	<i>Bottom-up</i>	<i>Bottom-up</i>
Facilité de contact	Facile (Gand)	Facile (Liège)	Facile (Namur)
Prise de contact	Oui	Non	Oui
Portée et objectifs	Indicateurs de durabilité pour les villes flamandes	Indéfini	Indicateurs de bien-être pour les communautés wallonnes
Transférabilité	Pas nécessaire	Possible	Possible
Légitimité	Développée par un service de recherche et reconnu par les municipalités flamandes	Basée sur la méthode Delphi reconnue internationalement	Basée sur la méthode SPIRAL reconnue et recommandée par le Conseil de l'Europe
Expérience	Appliquée à 3 reprises pour le Flemish City Monitor	Appliquée sur une quinzaine de cas	Appliquée à 2 reprises pour l'élaboration de l'ICBE
Investissement en ressources nécessaires	Moyen (rassemblement d'experts à deux moments)	Faible (diffusion d'un outil informatique)	Important (rassemblement de groupes homogènes et autres à trois reprises)
Définition de la durabilité	Three Bottom Line et aspect institutionnel	Indéfini	Défini par les citoyens
Anonymat des individus consultés	Non	Oui	Non
Traçabilité des résultats obtenus	Non	Oui	Oui

TABLE A.1 – Tableau comparatif des trois méthodologies d'identification d'ensemble d'indicateurs de type *bottom-up*

méthodologie est utilisée pour favoriser la discussion et la prise de décision. Elle peut donc être appliquée à n'importe quel champ géographique ou ensemble d'indicateurs.

Transférabilité Ce critère a pour objectif d'identifier si la méthodologie est transférable pour le cas de ce mémoire ou non. Il n'est pas nécessaire d'adapter la méthode de la vision matrix, puisque la portée et les objectifs sont remplissent déjà les objectifs de ce mémoire. Pour les deux autres outils, il est estimé qu'ils sont transférables.

Légitimité Ce critère a pour objectif d'identifier un argument d'autorité pour l'utilisation des méthodes, vérifier la légitimité de l'équipe de scientifiques ou des bases de la méthodologie. Ainsi, les méthodologies Mesydel et Kidisti se basent sur des références du Conseil Européen, on peut s'attendre à ce que l'outil soit légitime. Pour le cas de la vision matrix, l'équipe de chercheurs est quand même reconnue dans le monde universitaire de la durabilité.

Expérience Il s'agit d'un critère qui reprend le nombre d'applications de chaque méthodologie. En effet, plus la méthodologie a été éprouvée, plus on peut s'attendre à ce qu'elle ait été remise en question, adaptée, améliorée.

Investissement en ressources nécessaires Ce critère sert à évaluer les coûts d'utilisation de la méthode. Mesydel est la méthodologie la moins couteuse, vu que toutes les étapes réunissant les citoyens, les étapes les plus chères, se déroulent via un questionnaire en ligne. Pour les autres méthodologies, Kidisit est estimée plus chère que vision matrix car il faut rassembler les citoyens plus de fois, ce qui demande plus de communication, plus d'animateurs, plus de temps et plus de ressources financières.

Définition de la durabilité Il s'agit d'un critère important : quelle définition de la durabilité la méthode utilise-t-elle. C'est la force de Kidisti que de pouvoir définir l'objet des indicateurs par les citoyens eux-mêmes. Pour la vision matrix, il s'agit de la TBL agrémenté du domaine institutionnel. Pour Mesydel, encore une fois, comme la méthodologie n'a pas été appliquée pour réaliser des indicateurs de développement durable et que cette méthodologie est assez libre, il est possible d'utiliser la définition de la durabilité de son choix.

Anonymat des individus concernés Ce critère repose sur le fait que les intervenants aient pu rester anonymes ou non. Pour Kidisti et vision matrix, il n'y a pas d'anonymat puisqu'il s'agit de focus group. De plus, ce n'est pas un objectif à atteindre pour ces méthodologies, vu que le but est de faire travailler les citoyens ensembles et de créer un premier lien. Pour Mesydel, il s'agit d'un objectif et les intervenants sont donc bien anonymes.

Traçabilité des résultats Ce critère repose sur le fait de pouvoir identifier la personne qui a énoncé des expressions. En effet, que la méthode soit anonyme ou non, il peut être intéressant de considérer toutes les expressions d'une même personne de manière globale et d'éventuellement rattacher ces expressions à son origine sociale. Seules Kidisti et Mesydel permettent de tracer un individu et de pouvoir potentiellement appliquer des analyses dessus.

Annexe B

Explication et justification du tableau comparatif des méthodologies d'agrégation

Cette annexe a pour objectif d'expliquer les différents critères repris dans le tableau suivant et de justifier les valeurs qui ont été données pour chacune des méthodes présentées.

	Somme pondérée	PROMETHEE
Légitimité	Elevée	Elevée
Lisibilité	Elevée	Moyenne
Normalisation intégrée	Non	Oui
Objectivation des pondérations	Non	Oui
Intégration des préférences	Non	Oui
Facilité d'application	Elevée	Moyenne
Software existant	Pas nécessaire	Oui
Visibilité	Elevée	Moyenne

TABLE B.1 – Tableau comparatif des méthodologies d'agrégation des indicateurs

Légitimité Ce critère fait référence à l'utilisation et la reconnaissance des outils dans le monde scientifique. Les deux outils ont une légitimité élevée. En effet, la méthode de la somme pondérée est utilisée pour la grande majorité des indicateurs de développement durable. Et plus de deux articles ont déjà été publiés sur la méthode PROMETHEE.

Lisibilité Ce critère fait référence à la compréhension de l'outil auprès d'un public non averti. En effet, pour un public qui n'aurait pas eu de cours de statistiques ou de mathématiques, le principe de somme pondérée est facile à appréhender. PROMETHEE est une méthodologie un peu plus complexe, mais qui reste relativement facile à vulgariser. La lisibilité de ce dernier est donc plus faible que pour la somme pondérée.

Normalisation intégrée L'objectif ici est de voir comment l'outil normalise les critères. Pour la somme pondérée, les critères ne sont pas nécessairement normalisés, ce qui crée un problème : on somme des quantités qui n'ont pas la même échelle ou la même unité. Ce problème est résolu dans PROMETHEE puisque tous les critères sont normalisés grâce à la fonction de préférence qui permet d'identifier les flux.

Objectivation des pondérations Il est souvent difficile d'objectiver les pondérations dans le cas des agrégations d'indicateurs. PROMETHEE, à travers son software D-Sight, permet de pondérer les critères à l'aide d'une élicitation, ce qui permet d'objectiver le choix des poids relatifs de chaque critère.

Intégration des préférences Ce critère fait référence aux préférences du décideur. En effet, dans la méthode PROMETHEE, les préférences du décideur sont intégrées à deux reprises : lors de la pondération des critères et lors du choix de la fonction de préférence pour chaque critère. Le décideur peut bien ainsi s'approprier l'outil et avoir des résultats en accord avec sa volonté.

Facilité d'application Ce critère fait référence à la facilité d'application de la méthodologie. Là où une somme pondérée ne demande qu'un tableau excel, il faut avoir le software (ou passer un peu plus de temps sur excel) adapté pour PROMETHEE et les informations demandent un peu plus de temps à être encodées pour le cas de PROMETHEE.

Software existant Pour le cas de la somme pondérée, il ne faut effectivement pas nécessairement un software puisqu'un tableau excel est suffisant. Par contre, PROMETHEE dispose du software D-Sight qui permet de fortement faciliter son utilisation.

Visibilité Ce critère fait référence à la visibilité de l'outil, à sa reconnaissance auprès de la communauté spécialisée dans la création d'indicateurs. La somme pondérée a une visibilité plus élevée puisque cette méthode est bien plus utilisée dans le monde que PROMETHEE, ou même les MCDA de manière générale. Ce qui est dommage puisque les méthodes MCDA présentent bien plus d'avantages que la somme pondérée, comme cela a été présenté dans le rapport.

Annexe C

 + Ajouter un logo

Indicateurs de développement durable pour la ville de Charleroi

Définition du développement durable

En tant qu'étudiant en dernière année de l'Université libre de Bruxelles (ULB), je travaille dans le cadre de mon mémoire sur l'identification d'indicateurs de développement durable. Les indicateurs sont des outils qui aident à mesurer une certaine réalité et qui peuvent être utilisés pour communiquer ou influencer une certaine politique. J'ai choisi de me concentrer sur le concept de développement durable au niveau des villes, mes indicateurs vont donc aider à mesurer le degré de développement de différentes villes, comme Charleroi, et procurer des conseils afin d'atteindre des villes plus durables.

Une des grandes difficultés pour créer ce genre d'outil est l'identification des indicateurs qui permettent de mesurer le degré de développement d'une ville. C'est pour cela que j'ai besoin de votre aide : je compte identifier ces indicateurs sur base de votre vision du développement durable !

Merci de prendre quelques minutes pour m'aider à réaliser mon mémoire. Pour chaque question, vous pouvez répondre 3 à 5 lignes.

Modifier

* 1. Pour vous, que signifie "durable" quand on parle de développement?

* 2. Qu'est-ce qui est durable?

* 3. Qu'est-ce qui n'est pas durable?

* 4. Estimez-vous avoir un comportement durable, et dans ce cas, quel est-il?

* 5. Que pensez-vous pouvoir faire pour pousser le développement durable dans votre ville?

FIGURE C.1 – Première page du questionnaire pour Charleroi

Informations personnelles

L'objectif des questions suivantes est de comprendre si les visions du développement durable peuvent être liées avec un contexte géographique, social ou économique. L'enquête est anonyme et aucune information personnelle identifiable ne seront transmises.

* 6. Lieu d'habitation

- ☐ Charleroi
- ☐ Autre (veuillez préciser)

7. Lieu de travail

- ☐ Charleroi
- ☐ Autre (veuillez préciser)

* 8. Genre

* 9. Age

* 10. Profession

FIGURE C.2 – Deuxième page du questionnaire pour Charleroi


+ Ajouter un logo

Urban Sustainable Indicatoren voor Gent

Urban Sustainable Indicatoren - persoonlijke informatie

Als laatstejaarsstudent aan de Université Libre de Bruxelles (ULB), werk ik voor mijn masterproef (thesis) op het identificeren van stedelijke duurzaamheidsindicatoren. Indicatoren kunnen gebruikt worden om een realiteit te meten. Ze worden zowel ingezet om beleid te ontwikkelen als om te communiceren over het gevoerde beleid. Ik heb ervoor gekozen om te focussen op duurzaamheid in de stad, waardoor de indicatoren me zullen helpen om de duurzaamheid te meten in verschillende steden (zoals Gent) en om aanbevelingen te doen om deze steden duurzamer te maken.

De uitdaging is om de indicatoren te identificeren. Hiervoor heb ik uw hulp nodig: ik probeer de relevante indicatoren te identificeren op basis van uw visie op duurzaamheid.

Graag antwoorden op de open vragen in 3 tot 5 zinnen.

Hartelijk bedankt voor uw medewerking en tijd!

Het doel van deze vragenlijst is om na te gaan of visies op duurzaamheid te linken zijn aan geografische, sociale of economische factoren. De enquête is anoniem. Persoonlijke informatie wordt niet doorgegeven.

Modifier

* 1. Woonplaats

☐ Gent
☐ Andere (gelieve te specificeren)

* 2. Werkplaats

☐ Gent
☐ Andere (gelieve te specificeren)

* 3. Geslacht

* 4. Leeftijd

* 5. Beroep

FIGURE C.3 – Première page du questionnaire pour Gand en néerlandais

Urban Sustainable Indicatoren voor Gent

Definitie van de duurzaamheid

Het doel van deze vragenlijst is om me te helpen om uw visie op duurzaamheid te begrijpen . Graag antwoorden op de open vragen in 3 tot 5 zinnen.

* 6. Wat is duurzame stadsontwikkeling voor jou?

* 7. Wat is duurzaam voor jou?

* 8. Wat is niet-duurzaam volgens jou?

* 9. Wat beschouwt u in uw eigen gedrag als duurzaam?

* 10. Wat moet er in uw stad veranderen om de duurzaamheid van de stad te verbeteren?

FIGURE C.4 – Deuxième page du questionnaire pour Gand en néerlandais



+ Ajouter un logo

Urban Sustainable Indicators for the city of Ghent

Urban sustainable indicators - Personal information

As a last year student of Université libre de Bruxelles (ULB), I work for my master thesis on the identification of Urban Sustainable Indicators. Indicators are tools that help to measure a reality and that could be used to communicate or to foster specific policy. I have chosen to focus on sustainability on cities, so my indicators will help me to measure the sustainability of different cities, such as Ghent. The indicators could also provide advices in order to reach more sustainability for those cities.

One of the main difficulties to create such a tool is the identification of the sets of indicators. This is why I need your help: I expect to identify the sets of indicators through your vision of the sustainability.

Thank you to take a few minutes to help me achieve my master thesis! For each question, please answer **3 to 5 lines**.

The purpose of this page is to understand if visions of sustainability can be linked with a geographical, social or economical context. The survey is anonymous and no identifiable personal information will be leaked.

* 1. Dwelling place

- ☐ Ghent
- ☐ Other (please specify)

* 2. Workplace

- ☐ Ghent
- ☐ Other (please specify)

* 3. Gender

* 4. Age

* 5. Profession

FIGURE C.5 – Première page du questionnaire pour Gand en anglais

Urban Sustainable Indicators for the city of Ghent

Definition of the sustainability

The purpose of this page is to help me to understand your vision of sustainability. For each question, please answer 3-5 lines.

* 6. What is "sustainable city development" to you?

* 7. What is sustainability to you?

* 8. What is non-sustainability?

* 9. What part of your own behaviour do you consider 'sustainable'?

* 10. What should change in your city to improve its sustainability?

FIGURE C.6 – Deuxième page du questionnaire pour Gand en anglais

Annexe D

Explication et justification du tableau comparatif des méthodologies d'agrégation

Cette annexe a pour objectif d'expliquer les différents critères repris dans le tableau suivant et de justifier les valeurs qui ont été données pour chacune des méthodes présentées.

	Focus Groups	Enquête
Proximité	Elevée	Faible
Approfondissement des sujets développés	Possible	Inexistant
Dépassement	Possible	Inexistant
Rapidité de diffusion	Faible	Elevée
Reproductibilité	Moyenne	Facile
Jeu de face	Possible	Inexistant
Cout et investissement	Elevé	Faible
Recrutement du public	Difficile	Moyen

TABLE D.1 – Tableau comparatif entre le focus group et l'enquête

Proximité Ce critère fait référence à la proximité qui existe entre l'animateur et l'intervenant. Dans le cas des enquêtes, les animateurs ne sont jamais en contact avec les intervenants, la proximité est donc faible. Dans le cas des focus groups, la proximité est élevée puisque les animateurs sont directement au contact des intervenants.

Approfondissement des sujets développés L'objectif de ce critère est de pouvoir quantifier la possibilité d'approfondir un sujet. En effet, dans le cas d'une enquête, l'animateur ne peut pas rebondir sur les expressions d'un intervenant ou orienter la conversation pour creuser un sujet. Il ne peut même pas poser une question pour s'assurer d'avoir bien compris le propos de l'intervenant. Ce qui est faisable dans le cas du focus group.

Dépassement Ce critère fait référence aux attentes de l'animateur. En effet, lorsqu'un animateur met sur pied un dispositif tel que les enquêtes ou les focus groups, il attend une série de réponses ou d'éléments. Dans le cas du focus group, il est possible que ces attentes soient dépassées puisque le cadre est fixé par les intervenants. Par contre, dans le cas d'une enquête, le cadre est fortement limitant et ne permet pas de dépassement de la part des intervenants.

Rapidité et diffusion Ce critère fait référence au temps nécessaire à l'élaboration de l'outil. Pour le cas de l'enquête, il est possible de réaliser une enquête et de la diffuser parallèlement à plusieurs publics identifiés, son temps de diffusion est très élevé. Pour les focus groups, impossible pour un animateur seul de faire des étapes en parallèle et impossible de diminuer la durée des focus groups pour augmenter la fréquence sans perdre en qualité.

Reproductibilité Ce critère fait référence à la facilité de reproductibilité de la méthodologie. Pour les enquêtes, il est très facile de reproduire une enquête sur base d'une enquête existante. L'idée est de voir à quel point il serait difficile d'identifier à nouveau l'ensemble d'indicateurs chaque année. Pour les focus group, le temps de préparation d'un nouveau focus group est plus important puisqu'il faut à nouveau former un animateur, regrouper les membres des groupes homogènes, reprendre une série de contacts.

Jeu de face Ce critère fait référence à la possibilité de cadrage dont l'origine serait sociale. Par exemple, dans le cas d'un focus group, si un patron se retrouve avec un employeur, ou une femme de ménage avec son employeur, un jeu de face se mettra en place. Il est possible que les personnes, parce qu'elles sont en présence d'une figure hiérarchique établie en dehors du cadre du focus group, prennent un comportement différent et ne répondent pas de la même manière. Ceci est complètement impossible pour le cas des enquêtes.

Coût et investissements Les coûts nécessaires à l'élaboration d'une enquête sont bien moindre que pour l'élaboration d'un focus group. En effet, dans le cas de cette dernière méthodologie, il faut former un animateur, prévenir les autorités locales compétentes afin d'identifier plusieurs groupes homogènes, rassembler ces groupes à plusieurs reprises. Toutes ces étapes prennent du temps et coûtent de l'argent.

Recrutement du public Il est plus facile d'obtenir des citoyens qui veulent bien répondre à une enquête devant leur ordinateur à leur boulot ou chez eux, que de faire venir des citoyens dans des groupes homogènes pour des focus groups.

Annexe E

Déroulement des 7 étapes de Kidisti pour la précatégorie H00 de Charleroi

Etape préparative - insérer la base Comme cela vient d'être dit, il est nécessaire pour utiliser l'outil Kidisti d'insérer la tableau qui reprend toutes les expressions classées et référencées de la bonne manière. Ce tableau constitue la base des expressions, et chaque élément de cette base sera classée dans une catégorie à la fin du processus de Kidisti. Concrètement, il suffit de copier le tableau excell et de le coller dans un tableau prévu à cet effet par l'outil.

Première étape - traiter les 5 questions Cette étape consiste à sélectionner une des pré-catégories, à filtrer toutes les expressions pour chaque question appartenant à cette pré-catégorie, à les trier et à supprimer les éventuels doublons. Ainsi, ne seront retenues que les expressions appartenant à cette pré-catégorie. Il est possible d'ajouter des filtres supplémentaires si le nombre d'expressions est trop important, comme cela est visible à la figure E.1.

On peut observer que c'est la pré-catégorie H00 Attitudes et initiatives qui a été sélectionnée. Tous les autres filtres sont volontairement inactifs. Il est important d'objectiver la définition des pré-catégories. En effet, ces catégories peuvent avoir un impact sur les résultats finaux d'identification des indicateurs. Les ensembles qui ont été utilisés pour définir ces pré-catégories sont, comme cela a été fait dans l'utilisation de Kidisti pour l'ICBE, les dimensions et composantes du bien-être identifiées par le Conseil de l'Europe sur base de propos recueillis par les citoyens. Ces dimensions sont reprises à l'annexe F. Il semble légitime d'utiliser ces dimensions pour "pré-catégoriser" les futurs indicateurs, sachant que ces dimensions ne cloisonnent pas les indicateurs finaux.

Une fois que les expressions d'une certaine catégorie ont été traitées, il suffit de cliquer sur le bouton transfert vers étape 2 et une nouvelle carte apparait. Pour la suite du processus, ce sera chaque fois les expressions de la pré-catégorie qui seront traitées. Une fois que toutes ces expressions auront été classées, il faudra recommencer tout le processus pour les expressions des autres catégories.

Seconde étape - classement des unités de sens Cette étape consiste à rassembler les expressions au sein de différentes unités de sens. Comme cela a déjà été dit, une unité de sens représente une unité sémantique et comprend les expressions qui ont globalement le même sens. Il peut y avoir jusqu'à seize unités de sens pour une même pré-catégorie, ce nombre a été déterminé expérimentalement.

On peut observer sur la figure E.2, dans le tableau à gauche qu'il y a plusieurs boutons. Les cinq premiers boutons correspondent chacun à une question : le D correspond à la question "Qu'est-ce qui est durable?", le ND à "Qu'est-ce qui est non durable", le FD¹ à "Estimez-

1. pour Faire le Durable

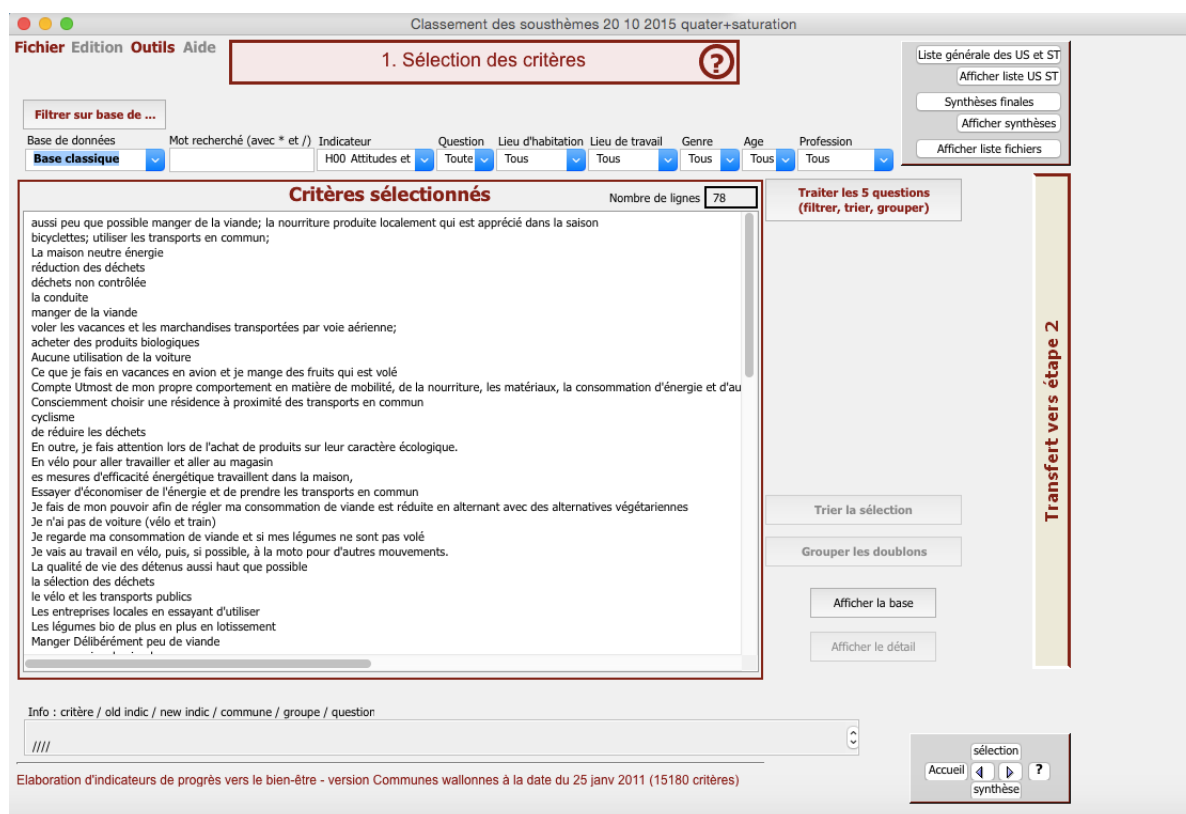


FIGURE E.1 – Capture d'écran de la première étape du processus de traitement des expressions Kidisti : le filtre des expressions sur base d'une pré-catégorie

vous avoir un comportement durable et dans ce cas, quel est-il?", le GF² à "Que pensez-vous pouvoir faire pour pousser le développement durable dans votre ville?" et le SD³ à "Pour vous, que signifie "durable", quand on parle de développement?"

C'est à la personne qui complète les données de définir les unités de sens, et cette étape fait sans doute intervenir la subjectivité de la personne qui complète. Cependant, comme cela est observable sur la figure E.2, les unités de sens sont définies relativement littéralement sur base des expressions données.

Une fois que toutes les expressions de chaque question sont classées dans les unités de sens adéquates, il est possible de passer à l'étape suivante en cliquant sur le bouton.

Cette étape a permis de mettre en évidence 32 unités de sens pour le cas de Charleroi et 30 pour le cas de Gand.

Troisième étape - regroupement des unités de sens en sous-thèmes La troisième étape consiste à regrouper les unités de sens en sous-thèmes. Il est possible de définir jusqu'à cinq sous-thèmes différents, ce chiffre a aussi été déterminé de manière expérimentale lors des tests pour la réalisation de l'indicateur ICBE. Encore une fois, c'est à l'utilisateur de l'outil de définir les sous-thèmes, et il est possible que cette étape soit subjective.

On peut observer sur la figure E.3 que les expressions de chaque unité de sens ont été réparties dans trois sous-thèmes : consommation, accès aux moyen de vie et cadre de vie. Bien qu'il soit possible de répartir les expressions dans des sous-thèmes différents, il apparait plus cohérent de mettre toutes les expressions d'une même unité de sens au sein du même sous-thème.

Cette étape a permis de regrouper les 32 unités de sens de Charleroi en 17 sous-thèmes pour Charleroi, et les 30 unités de sens de Gand en 15 sous-thèmes.

2. pour Générations Futures
3. pour Signification du Durable

Classement des sous-thèmes 20 10 2015 quater+saturation

Fichier Edition Outils Aide

2. Classement des unités de sens

H00 Attitudes et initiatives

Critères par question

D ND FD GF SD TOUS

Plus tôt fonctions dans les différents domaines d'é

Nombre de lignes 1

Info : critère / old indic / new indic / commune / groupe / question

////

sélection

Accueil 4 6 7 ?

Unités de sens

1) Alimentation	10	9) Espaces verts	10
aussi peu que possible manger de la viande manger de la viande H00 ND {1231}		planter des arbres et fleurs pour les abe attention à l'aménagement du territoire	
2) Mobilité	25	10) Eau	1
bicyclettes; utiliser les transports en con la conduite H00 ND {12311} 1		utiliser l'eau de pluie au lieu de l'eau du	
3) Habitat	4	11) Urbanisme	2
La maison neutre énergie H00 D { Logement Obsolète actions pour adapte		Ceci est la condition sine qua non pour l La planification urbaine qui prend en cor	
4) Gestion des déchets	8	12) Climat	1
réduction des déchets H00 D {182C déchets non contrôlée H00 ND {183C		la neutralité climatique H00 GF {3551	
5) Comportement	1	13) Education	1
Compte Utmost de mon propre comport		Les listes d'attente dans les écoles devr	
6) Energie	4	14)	0
es mesures d'efficacité énergétique trav Essayer d'économiser de l'énergie et de			
7) Concertation et équilibre social	7	15)	0
La qualité de vie des détenus aussi haut Accessibilité pour les personnes handica			
8) Pollution	1	16) Code 99	0
Ne pas utiliser des insecticides dans le je			

Transfert vers étape 3

FIGURE E.2 – Capture d'écran de la seconde étape du processus de traitement des expressions Kidisti : classement des expressions en unité de sens

Classement des sous-thèmes 20 10 2015 quater+saturation

Fichier Edition Outils Aide

3. Regroupement en sous thèmes

H00 Attitudes et initiatives

Unités de sens

1) Alimentation	0	9) Espaces verts	10
		planter des arbres et fleurs pour les abe attention à l'aménagement du territoire	
2) Mobilité	25	10) Eau	1
Transport à la demande devrait être moi garder hors de la voiture H00 SD {		utiliser l'eau de pluie au lieu de l'eau du	
3) Habitat	0	11) Urbanisme	2
		Ceci est la condition sine qua non pour l La planification urbaine qui prend en cor	
4) Gestion des déchets	8	12) Climat	1
réduction des déchets H00 D {182C déchets non contrôlée H00 ND {183C		la neutralité climatique H00 GF {3551	
5) Comportement	1	13) Education	0
Compte Utmost de mon propre comport			
6) Energie	4	14)	0
es mesures d'efficacité énergétique trav Essayer d'économiser de l'énergie et de			
7) Concertation et équilibre social	7	15)	0
La qualité de vie des détenus aussi haut Accessibilité pour les personnes handica			
8) Pollution	1		
Ne pas utiliser des insecticides dans le je			

Sous thèmes

1) Consommation	10
manger de la viande H00 ND {1231 acheter des produits biologiques H00 f En outre, je fais attention lors de l'achat Je fais de mon pouvoir afin de régler m	
2) Accès aux moyens de vie	1
Les listes d'attente dans les écoles devr	
3) Cadre de vie	4
La maison neutre énergie H00 D { Logement Obsolète actions pour adapte Prix de l'immobilier ont baissé. H00 C améliorer la performance énergétique de	
4)	0
5)	0

Info : critère / old indic / new indic / commune / groupe / question

////

sélection

OK ST01
OK ST02
OK ST03
OK ST04
OK ST05

Transfert vers étape 4

FIGURE E.3 – Capture d'écran de la troisième étape du processus de traitement des expressions Kidisti : Répartition des unités de sens en sous-thèmes

Quatrième étape - distribution des sous-thèmes Cette quatrième étape consiste, pour chaque sous-thème, à distribuer les expressions entre évocation du durable et évocation du non durable. En effet, s'il apparait assez évident que les expressions qui répondent à la question "Qu'est-ce qu'est le durable?" évoquent le durable, et que les expressions qui répondent à la

question "Qu'est-ce qui n'est pas durable?" évoquent le non durable, ce n'est pas le cas pour les autres questions.

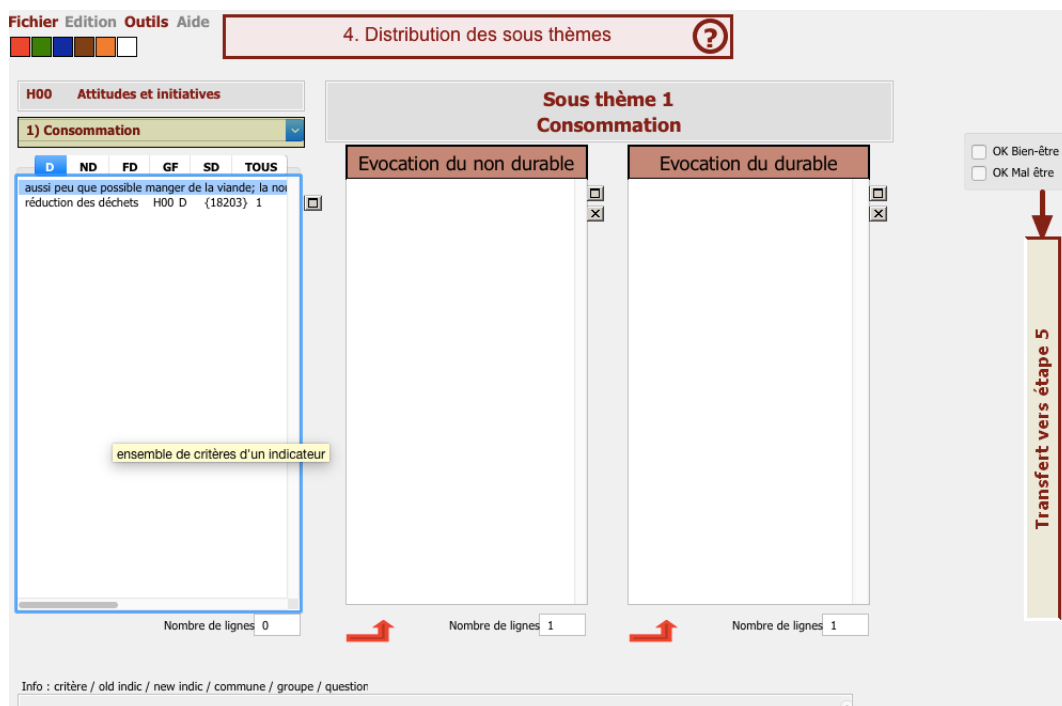


FIGURE E.4 – Capture d'écran de la quatrième étape du processus de traitement des expressions Kidisti : distribution des expressions entre évocation du durable et du non durable

On peut observer sur la figure E.4 le même tableau qu'à la figure E.2 qui classe les expressions selon les questions. Il suffit de cliquer sur le bouton d'une question pour voir apparaître les expressions relatives à cette question. Cela permet d'aller plus vite pour placer les expressions dans les tableaux "évocation du durable" et "évocation du non durable". On peut aussi observer juste au-dessus de ce tableau, une liste déroulante. Il est nécessaire de sélectionner le sous-thème avant de catégoriser les expressions de ce sous-thème entre durable et non durable. Ces sous-thèmes sont les sous-thèmes qui viennent d'être définies précédemment.

Une fois que les expressions de chaque sous-thème ont été catégorisées entre évocation du durable et évocation du non durable, il est possible de passer à l'étape suivante.

Cinquième étape - garnissage des échelons du progrès L'objectif de la cinquième étape est de déterminer les différents échelons du progrès, dont il a été question dans le chapitre précédent. Il est encore nécessaire de rappeler que ces échelons sont extrêmement importants, et spécifiques à Kidisti, car ils permettent de grader une situation et de qualifier très précisément les différentes situations sur base des expressions citoyennes, là où généralement, on a des définitions assez vagues. [17]

Ainsi, chaque expression, par thème, est classée par type de situation, comme cela est visible à la figure E.5.

Sixième étape - écriture des échelons du progrès Bien que les expressions des citoyens ayant répondu à l'enquête sont classées afin d'établir un chemin du progrès, ces données ne sont pas directement utilisables. Il faut réécrire, synthétiser les expressions des citoyens afin d'identifier les chemins de progrès relatifs à chaque sous-thématique. C'est l'objet de la sixième étape.

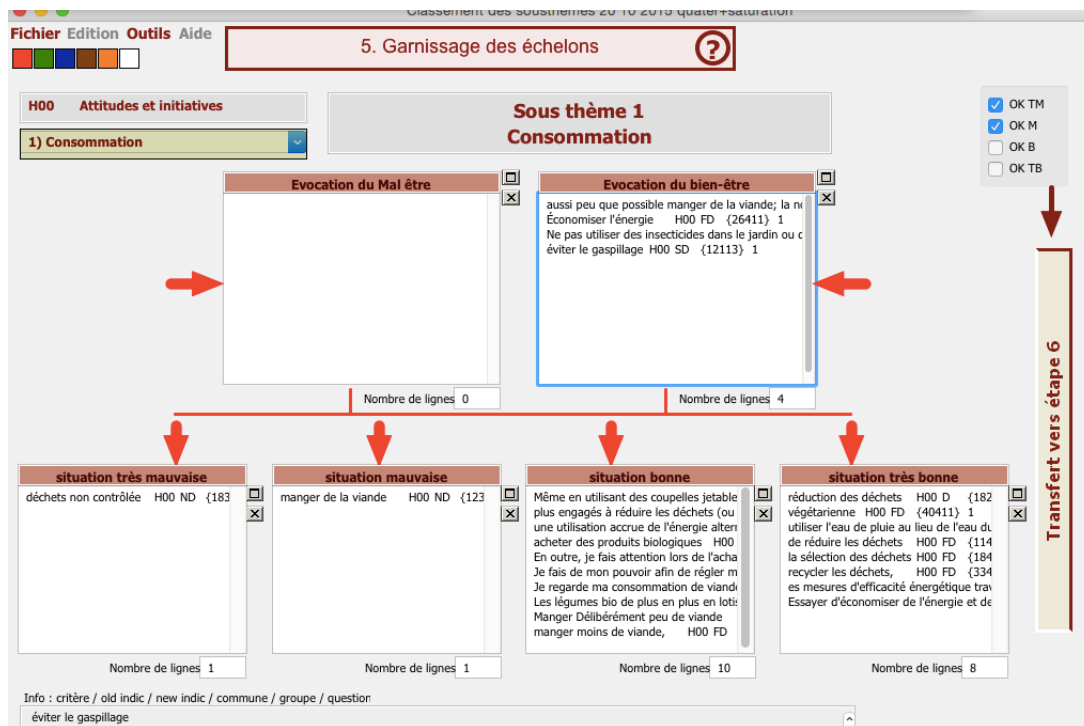


FIGURE E.5 – Capture d’écran de la cinquième étape du processus de traitement des expressions Kidisti : Garnissage des échelons du progrès

Septième étape - présentation de la synthèse pour une thématique Cette dernière étape présente la synthèse des chemins de progrès, avec les échelons qui ont été écrits dans l’étape six qui sont bien présentés à la figure E.6. Cette présentation est très claire et a pour avantage de préciser spécifiquement les différentes étapes qui permettent d’accéder à une meilleure situation, sur base des expressions des citoyens. C’est une des forces de Kidisti.

7. Regroupement des indicateurs (?)				
H00 Attitudes et initiatives	SYNTHESE GENERALE			
	Situation très mauvaise	Situation mauvaise	Situation bonne	Situation très bonne
1) Consommation	Ne pas contrôler ses déchets	Manger de la viande	Rationaliser sa consommation, en terme d'énergie (pousser l'énergie renouvelable), d'alimentation (manger moins de viande et localement), de gestion des déchets.	Minimiser son impact environnemental par la consommation, en terme énergétique (n'utiliser que des énergies renouvelables), d'alimentation (ne plus manger de
2) Accès aux moyens de vie	Ne pas avoir d'espaces verts	Ne pas avoir assez d'espaces verts, un espace urbain saturé en voiture.	Avoir des espaces verts en suffisance et un aménagement urbain adapté aux transports.	Avoir le maximum d'espaces verts et avoir réduit au maximum les problèmes liés aux transports motorisés.
3) Cadre de vie		Sur-utiliser les transports motorisés.	Avoir une maison et un comportement de vie qui minimise son impact sur l'environnement.	
4)				
5)				

FIGURE E.6 – Capture d’écran de la dernière étape du processus de traitement des expressions Kidisti : synthèse générale

Annexe F

Les 9 dimensions et 67 composantes du bien-être de tous exprimées par les citoyens

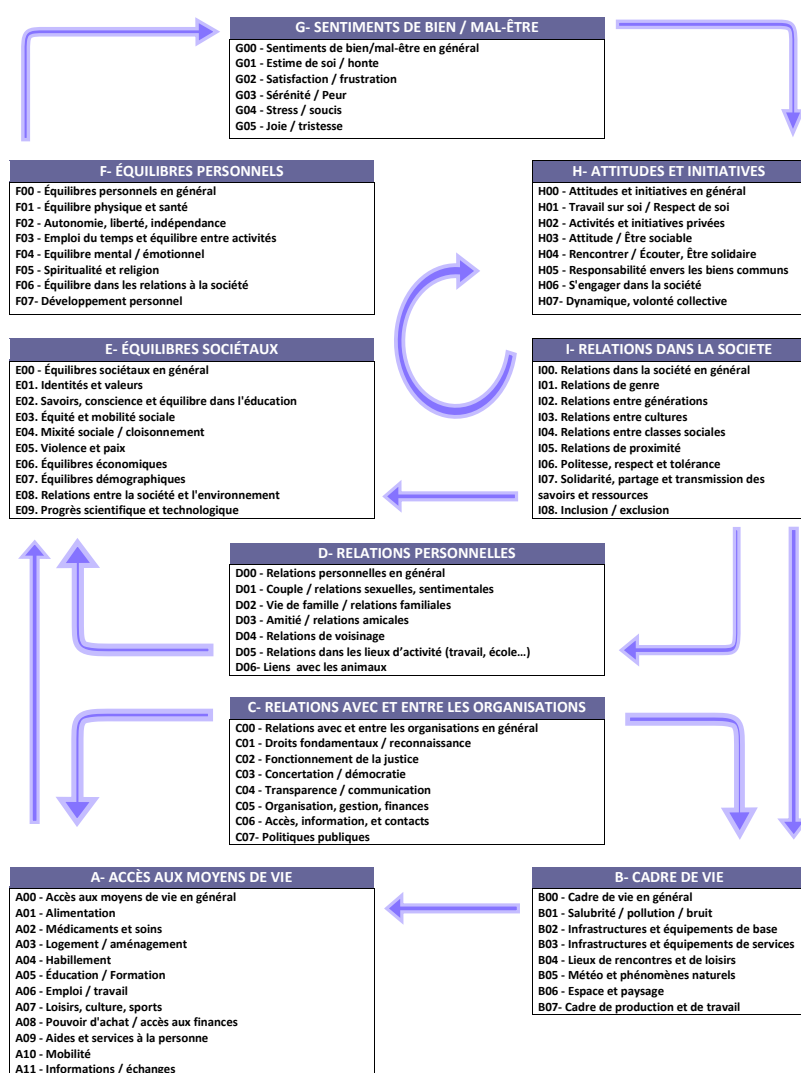


FIGURE F.1 – Dimensions et composantes du bien-être définies sur base des expressions citoyennes par le Conseil de l'Europe

Annexe G

Description du modèle PROMETHEE [52] [33], [73], [56]

Les méthodes multi-critères d'aide à la décision reposent généralement sur le principe de traiter différentes alternatives par rapport à plusieurs critères. Il est habituellement admis qu'il existe plusieurs problématiques différentes lorsqu'on parle de l'aide à la décision multicritère : la problématique du choix, du tri ou du rangement. Par exemple, la méthode PROMETHEE [33] est une méthode qui a pour objectif de ranger une série d'actions.

Il y a donc un ensemble de n actions $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, évaluées selon q critères $F = \{f_1, f_2, \dots, f_q\}$. On peut considérer sans perte de généralité que les critères doivent être maximisés.

Première étape : comparaison par paire des alternatives pour chaque critère

Pour tous couples d'alternatives (a_i, a_j) , il faut calculer la différence pour chaque critère :

$$d_k(a_i, a_j) = f_k(a_i) - f_k(a_j) \quad (\text{G.1})$$

Si $d_k(a_i, a_j)$ est positif, on peut considérer que a_i a une meilleure évaluation que a_j pour le critère k . Cette différence permet de quantifier à quel point a_i est meilleure que a_j .

Deuxième étape : calcul du degré de préférence par critère

Lors de la comparaison de deux actions, il n'est pas toujours très intéressant de connaître l'intensité exacte de différence pour un critère déterminé. En effet, le décisionnaire pourrait se contenter d'une information comme "Ces chaussures A sont moins chères que les chaussures B", plutôt que "Ces chaussures A coûtent 23,45 de moins que B". C'est au décisionnaire de décider comment et à quel degré de précision ces différences doivent être interprétées. Et c'est prévu dans cette étape par la méthode PROMETHEE.

Le principe est de créer un degré de préférence, noté $P_k(a_i, a_j)$, qui est une fonction positive non décroissante de $d_k(a_i, a_j)$, telle que $P_k(x) = 0, \forall x < 0$. Les différentes fonctions de préférence possibles sont représentées à la figure G.1. Ce sont les six représentations de P_k en fonction de $d_k(a_i, a_j)$ utilisées généralement.

$$P_k : \mathcal{R} \rightarrow [0, 1] : d_k(a_i, a_j) \rightarrow P_k[d_k(a_i, a_j)] \triangleq P_k(a_i, a_j) \quad (\text{G.2})$$

Troisième étape : calcul des degrés de préférence globaux

Une fois que les comparaisons pour chaque paire d'actions ont été effectuées pour toutes les alternatives et pour chaque critère, il reste à agréger ces valeurs pour avoir un degré de préférence

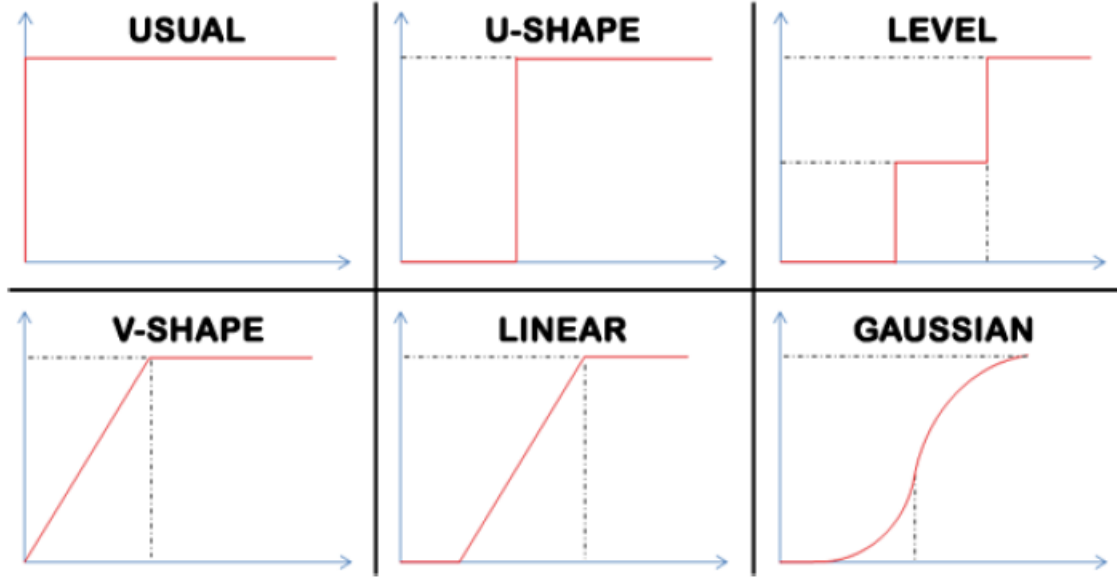


FIGURE G.1 – Exemples de fonction préférence [52].

global de a_i sur a_j . Cette action est réalisée en utilisant une somme pondérée.

$$\Pi(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^q w_k \cdot P_k(a_i, a_j) \quad (\text{G.3})$$

Cette pondération w_k est déterminée par le décideur. Le programme D-sight permet de définir cette importance relative de deux manières : soit en définissant directement une pondération pour chaque critère, et en normalisant par après si besoin, soit en proposant une brève application qui permet d'éliciter les critères et d'en déduire les pondérations correspondantes. Le principe d'élicitation consiste à comparer les critères deux par deux et à déterminer un degré d'importance entre ces critères.

Pour PROMETHEE, il est considéré que les pondérations sont positives ($w_k \geq 0$) et qu'ils sont normalisés ($\sum_{k=1}^q w_k = 1$).

Quatrième étape : calcul des flux positifs, négatifs et nets

La quatrième étape consiste à calculer les différents flux. Il reste à définir ce qu'est un flux. En effet, les degrés de préférences permettent au décideur de comparer toutes les paires d'alternatives en tenant compte de tous les critères. Mais il reste encore à classer ces alternatives, et c'est la notion de flux qui est utilisée pour y arriver. Ces flux sont définis aux équations G.4, G.5 et G.6 respectivement pour le flux positif, le flux négatif et le flux net.

$$\phi^+(x) = \frac{1}{n-1} \sum_{a_j \in A} \Pi(a_i, a_j) \quad (\text{G.4})$$

$$\phi^-(x) = \frac{1}{n-1} \sum_{a_j \in A} \Pi(a_j, a_i) \quad (\text{G.5})$$

$$\phi(x) = \phi^+(x) - \phi^-(x) \quad (\text{G.6})$$

La méthode PROMETHEE I est basée uniquement sur les scores des flux positifs et négatifs. Une alternative a_i est meilleure qu'une alternative a_j uniquement si $\phi^+(a_i) \geq \phi^+(a_j)$ et si $\phi^-(a_i) \leq \phi^-(a_j)$ avec des inégalités strictes. L'alternative a_i aura le même classement que l'alternative a_j si $\phi^+(a_i) = \phi^+(a_j)$ et si $\phi^-(a_i) = \phi^-(a_j)$. Sinon, la méthode PROMETHEE I

va considérer que les deux alternatives ne sont pas comparables. Le classement des alternatives n'est donc pas complet.

La méthode PROMETHEE II permet de classer complètement toutes les alternatives en utilisant les flux nets. Une alternative a_i est meilleure qu'une alternative a_j si $\phi(a_i) \geq \phi(a_j)$ et ces deux alternatives ont le même classement si $\phi(a_i) = \phi(a_j)$.

Cinquième étape : Le flux net par critère

Il est aussi possible de définir un flux net par critère, soit :

$$\phi(a_i) = \sum_{k=1}^q w_k \left[\frac{1}{n-1} \sum_{a_j \in A} P_k(a_i, a_j) - P_k(a_j, a_i) \right] \triangleq \sum_{k=1}^q w_k \cdot \phi_k(a_i) \quad (\text{G.7})$$

Ce flux net par critère a la même signification que le flux net mais il est spécifique à chaque critère. Il est aussi facilement observable que le flux net est la somme pondérée des flux nets par critère, pour tous les critères.

Ce flux net par critère est intéressant pour apporter une représentation descriptive des flux à l'aide de la méthode GAIA. En effet, toutes les alternatives a_i peuvent être représentées dans l'espace d'évaluation à l'aide des coordonnées $[f_1(a_i), f_2(a_i), \dots, f_q(a_i)]$. Cependant, ces coordonnées ne sont pas normalisées et dépendent des unités de chaque critère. C'est pour ça que le flux net par critère est intéressant, puisqu'il permet de représenter les alternatives à l'aide d'une base $[\phi_1(a_i), \phi_2(a_i), \dots, \phi_q(a_i)]$ indépendante des unités de chaque critère. De plus, dans ces flux par critère, les préférences du décideur sont prises en considération. L'outil GAIA est le résultat d'une analyse en composante principales appliquées à cet espace.

Le décideur peut ainsi observer dans un espace à deux dimensions d'une problématique complexe qui a fortement été simplifiée. Les meilleures, ou les pires, alternatives peuvent être identifiées selon ses objectifs, et l'outil GAIA permet de simplifier grandement cette prise de décision.

Annexe H

Explication et justification des valeurs des critères pour Charleroi et Gand, avec l'exemple de Charleroi

Cette annexe a pour objectif d'expliquer les différents critères repris dans le tableau suivant et de justifier les valeurs qui ont été données pour chacun des critères et chacune des situations.

% Population sensibilisée au DD Ce critère a pour objectif de mesurer le pourcentage de population consciente et formée à la problématique de développement durable. A Charleroi comme à Gand, il existe des programmes de formation pour les écoles de primaire sur le développement durable. Il a donc été considéré pour Charleroi que tous les citoyens entre 9 et 30 sont conscients de la problématique du développement durable. Ensuite, il a été considéré que 50% des 30 à 40 ans étaient sensibilisés, puis 40% des 40 à 50 ans et ainsi de suite. Il s'agit d'une considération relativement arbitraire, mais réaliste. Le chiffre obtenu au final pour Charleroi était de 50% des citoyens. Pour Gand, le jeudi est végétarien pour toute la ville et beaucoup d'initiatives existent, il a donc été considéré que 100% des citoyens sont conscients des problématiques de développement durable. Pour les valeurs des situations, elles ont aussi été déterminées arbitrairement par un think tank. En effet, dans le cas de l'application réelle de la méthodologie, ce sera aux experts de déterminer ces valeurs. Il est évident qu'il faut atteindre 100% de sa population concernée, et qu'il s'agit donc de la situation très bonne.

% légumes consommés produits localement Un calcul a été réalisé pour connaître la quantité de légumes consommés par Gand et produits à Gand. Tout d'abord, le rendement de production de céréales a été obtenu grâce aux bases de données de la banque mondiale. Ensuite, la superficie de terres cultivables a été identifiée pour Charleroi. Il est donc possible de connaître la quantité de légumes produite sur Charleroi. Il reste à trouver la quantité de légumes consommés en moyenne par un citoyen belge par an, aussi disponible sur les bases de données de la banque mondiale. Pour les valeurs de chaque situation, elles ont été estimées par le think tank, sur base réaliste de ce qui existe déjà.

% automobiles ou véhicules motorisés individuels Les valeurs réelles pour ces critères sont disponibles directement auprès des instituts spécialisés pour les villes de Gand et Charleroi. Les valeurs des situations ont été déterminées par le think tank. Il a été considéré impossible de ne pas avoir de voitures du tout, car certains prestataires ont besoin de leur voiture pour travailler.

«	% population conscien- tisée sur DD	% légumes consom- més pro- duits localement	%automobile ou véhicule motorisé	%consommation énergie re- nouvelable	Concentration en matière particu- laire dans l'atmo- sphère	Concentration en ozone dans l'at- mosphère	Concentration en dioxyde d'azote dans l'at- mosphère	%superficie dédiée non bâtie	Quantité d'eau consom- mée	% de dé- chets recyl- cés
Situation très bonne	100.0	5.0	10.0	100.0	5.0	15.0	12.5	50.0	80.0	100.0
Situation bonne	75.0	1.0	30.0	50.0	15.5	40.5	35.5	35.0	110.0	75.0
Situation mauvaise	50.0	0.01	60.0	20.0	25.5	60.5	53.5	20.0	140.0	50.0
Situation très mau- vaise	30.0	0.0	100.0	0.0	45.5	80.5	70.5	5.0	170.0	25.0
Charleroi 2016	50.0	0.03	74.0	10.0	25.5	60.5	35.5	28.0	120.0	56.0

TABLE H.1 – Tableau récapitulatif des valeurs estimée pour Charleroi

% consommation énergie renouvelable La consommation d'énergie doit être équilibrée par la production d'énergie renouvelable. Il faut donc chercher pour Gand et Charleroi la quantité d'énergie renouvelable produite. De plus, la production d'énergie est visiblement une compétence régionale, ce sont donc les pourcentages de production d'énergie pour la région flamande et la région wallonne qui ont été extrapolées pour les villes de Gand et de Charleroi. Les valeurs des situations ont été déterminées par le think tank avec pour objectif une production 100% renouvelable, et l'objectif de la bonne situation, l'objectif pour 2050 d'atteindre 50% d'énergie renouvelable.

Concentration Les concentrations sont calculées sur base du site donné en source dans le tableau. Les valeurs sont identiques pour Gand et Charleroi. Les valeurs des situations ont été déterminées sur base de l'échelle utilisée sur le site. [45]

Superficie non construite il s'agit de la superficie des villes qui n'est pas construite, donnée par les sites des villes et wikipedia. Les valeurs des situations ont été estimées par le think tank.

Quantité d'eau consommée il s'agit de la quantité d'eau consommée par habitant belge, elle est donc identique pour Gand et Charleroi. Les valeurs des situations ont aussi été déterminées sur base du think tank.

% de déchets recyclés il s'agit du pourcentage de déchets recyclés en Belgique, le chiffre est donc identique pour Gand et pour Charleroi. Les valeurs des quatre situations ont aussi été déterminées par le think tank.

Annexe I

Spécificités intéressantes de la méthode FlowSort

Particularité 1 : définition des catégories Actuellement, les catégories sont définies de deux manières différentes :

- à l'aide de profils limitants : chaque catégorie C_h est définie par une borne supérieure r_h et par une borne inférieure r_{h+1} . Une action appartient à une catégorie C_h si elle est rangée entre les deux bornes qui définissent cette catégorie. L'ensemble de ces profils limitants est noté $\mathcal{R} = r_1, \dots, r_{K+1}$ et compte $K + 1$ profils pour K catégories. Il apparaît évident que toutes les actions a_i doivent être contenues entre r_1 et r_{K+1} . Sur la figure I.1, on peut voir que l'action, dans le cas des profils limitants, appartient à la catégorie 3.
- à l'aide de profils centraux : chaque catégorie est définie par un profil central. Une action appartient à une catégorie C_h si elle est rangée plus proche du profil central qui définit cette catégorie, que d'une autre profil. L'ensemble de ces profils centraux est noté $\tilde{\mathcal{R}} = \tilde{r}_1, \dots, \tilde{r}_K$ et compte K profils pour K catégories. Sur la figure I.1, on peut voir que l'action, dans le cas des profils centraux, appartient à la catégorie 3.

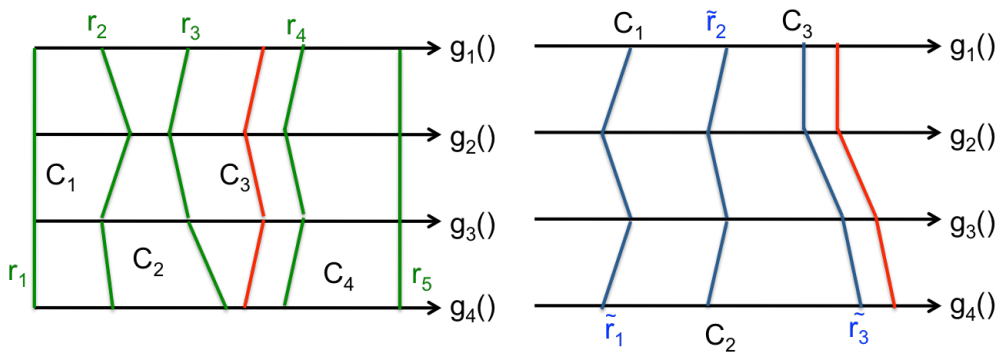


FIGURE I.1 – A gauche, les profils limitants sont représentés en vert et l'action est en rouge. A droite, les profils centraux sont représentés en bleu et l'action toujours en rouge. Chaque verticale représente un critère.

Les méthodologies utilisées actuellement ne prennent en compte qu'une seule définition de catégories pour résoudre une problématique donnée. FlowSort utilise les deux définitions afin d'avoir des résultats plus robustes. Comme dans l'article à analyser, s'il n'est pas nécessaire de distinguer les profils limitants des profils centraux, on utilise la notation suivante $\mathcal{R}^* = r_1^*, \dots, r_l^*, \dots$

Particularité 2 : méthode d'affectation des actions L'affectation d'une action dépend d'une comparaison globale sur tous les profils, simultanément, contrairement à d'autres méthodes, comme Electre-Tri, qui compare les actions par paire. En effet, une méthode de rangement est appliquée sur l'ensemble $\mathcal{R}_i = \mathcal{R} \cup \{a_i\}$. La catégorie à laquelle appartient l'action peut donc être déduite par rapport au résultat obtenu, selon les préférences du décideur. Cette approche est spécifique à *FlowSort*, et peut être plus familière pour les utilisateurs qui sont coutumiers des méthodes de rangement.

De plus, il apparaît évident que les degrés de préférence sont obtenus en comparant les actions à trier par rapport aux profils. Trois règles d'affectation sont définies sur base des flux entrants, sortants et nets utilisés dans la méthode PROMETHEE [33].