

Analyse des systèmes de gestion des déchets par l'étude du mécanisme de répartition des déchets

Bergeron, Francis*

Institut des sciences de l'environnement, Groupe Energie, politique et économie, Université de Genève,
Site de Battelle, Bâtiment D, 7 route de Drize, 1227 Carouge, Genève, Suisse

***Auteur Correspondant : Francis.bergeron@unige.ch, francis.b.c@videotron.ca**

RÉSUMÉ

Le renforcement de l'usage concurrentiel des déchets nous amène à étudier les processus d'approvisionnement des filières de valorisation et d'élimination sous l'angle de la circulation des flux de déchets au sein d'un système de gestion des déchets. L'objectif du présent article de recherche est de concevoir un cadre théorique autour du concept de mécanisme de répartition des déchets qui désigne le processus de distribution des flux de déchets entre les filières d'élimination et de valorisation des déchets qui sont situées à l'intérieur ou l'extérieur d'un système de gestion des déchets. Ce cadre théorique s'articule autour de la conception d'un cadre conceptuel de description du mécanisme de répartition des déchets dans lequel s'insère un modèle théorique d'explication et de prédiction. Tous deux reposent sur le concept multidisciplinaire de « black box ». La définition un cadre théorique mènera, ensuite, à la conception d'un cadre d'analyse dédié à l'étude empirique du mécanisme de répartition des déchets offrant une nouvelle perspective de recherche pour l'analyse des systèmes de gestion des déchets.

MOTS-CLÉS : mécanisme de répartition des déchets, cadre théorique, système de gestion des déchets, « black box », analyse de flux de matière

ABSTRACT

The strengthening of the competitive use of waste leads us to concentrate our attention on the waste supply processes between recovery and disposal sectors from the standpoint of the waste circulation in a waste management system. This article aims to develop a theoretical framework around the concept of apportionment mechanism of waste that designates the waste distribution process between disposal and recovery sectors which are located inside or outside of a waste management system. This framework is based on the design of a conceptual framework for describing the apportionment mechanism of waste in which a theoretical model of explanation and prediction is inserted. The conceptual framework and the theoretical model are both based on the multidisciplinary concept of « black box ». The defining of the theoretical framework will lead then to design an analysis framework devoted to the empirical study of the apportionment mechanism of waste which will provide a new research perspective for the analysis of waste management systems.

KEYWORDS : apportionment mechanism of waste, theoretical framework, waste management system, black box, material flow analysis

Analyse des systèmes de gestion des déchets par l'étude du mécanisme de répartition des déchets

Bergeron, Francis

I. Introduction

Les capacités d'accueil excédentaires des incinérateurs européens favorisent présentement l'utilisation concurrentielle des déchets en Europe. Cette situation mène à la captation des déchets ménagers par les filières d'incinération au détriment des filières de recyclage (Reichel et al., 2014 ; Jofra Sora, Puig Ventosa, 2013) provoquant un conflit d'usage dans le traitement des déchets. Par ailleurs, ce renforcement de l'utilisation concurrentielle s'inscrit dans un contexte plus large d'évolution de la gestion des déchets. Ainsi, Chalmin et Gaillochet (2009) notent, d'abord, le glissement d'une économie du déchet négative vers une économie de la valorisation positive. Les déchets ne forment plus seulement un rejet à éliminer, mais aussi une ressource à exploiter stimulant leur utilisation concurrentielle. Ce glissement est observable par la progression au niveau mondial des quantités et la valeur des échanges de déchets entre 1992 et 2012 (Bernard et al., 2014) et celle de la part des matières secondaires dans le commerce des matières (Glachant et al., 2012). Ensuite, l'implémentation désirée de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle renforce le rôle des systèmes de gestion des déchets, car ces derniers forment le noyau de l'économie circulaire (Pinjing et al., 2013) et de l'écologie industrielle en devenant l'arc-boutant entre la fin des processus de consommation (et de production) et le début des processus de production pour mener à la construction d'un système métabolique en circuit fermé. Cependant, l'implémentation de l'économie circulaire et de l'écologie industrielle reste tributaire de la capacité des systèmes de gestion des déchets à maximiser le bouclage des flux de matières et d'énergie au sein de l'anthroposphère et, simultanément, à minimiser les rejets dans les écosystèmes naturels et nécessite, par conséquent, d'une allocation efficace des déchets vers les filières appropriées de valorisation et d'élimination. Enfin, l'accumulation de matières premières au sein de l'anthroposphère a conduit à la création d'une nouvelle activité de géologie urbaine, l'« *urban mining* ». Celle-ci vise l'exploitation des stocks de matière dans les systèmes urbains pour répondre aux besoins humains (Baccini, Brunner, 2012) et survient seulement lors de la génération des déchets. Cette activité implique un processus d'allocation des déchets entre filières de traitement. Les éléments énumérés précédemment

démontrent la pertinence d'approfondir la compréhension des processus de distribution des déchets entre filières de traitement des déchets.

Le présent article de recherche aborde les processus de distribution des déchets entre filières valorisation et d'élimination des déchets au sein d'un système de gestion des déchets. Comme démarche initiale, cet article propose un cadre théorique autour du concept de mécanisme de répartition des déchets pour en ordonner la vision aux fins de représentation, d'explication et de prédiction. Ce cadre théorique a pour ambition de fournir une nouvelle approche interdisciplinaire pour l'évaluation et l'analyse des systèmes de gestion des déchets. Cet article se compose de 3 sections. La section II définit le mécanisme de répartition des déchets et l'environnement dans lequel il opère. La section III propose le cadre théorique sur le fonctionnement du mécanisme de répartition des déchets. La section IV propose un cadre d'analyse pour en réaliser l'étude empirique.

2. Le mécanisme de répartition des déchets et son environnement

2.1 Définition du mécanisme de répartition des déchets

Aux fins de la présente étude, le mécanisme de répartition des déchets désigne le processus de distribution des flux de déchets entre les filières d'élimination et de valorisation des déchets qui sont situées à l'intérieur ou l'extérieur d'un système de gestion des déchets. Pour en cerner la présence, il est nécessaire d'analyser le déchet et le système de gestion des déchets sous l'angle de la circulation des flux de déchets définie comme l'ensemble des mouvements des flux de déchets au cours de son cycle de vie au sein d'un système de gestion des déchets. Le mécanisme de répartition des déchets survient à un moment précis de cette circulation, soit lors du transfert d'un flux de déchets détenus par les filières de collecte, de transfert, de tri ou de prétraitement vers les filières d'élimination ou de valorisation. Enfin, ce mécanisme, sauf exception, s'effectue dans le cadre d'une activité formelle ou informelle d'échange entre deux agents.

2.3 L'environnement du mécanisme de répartition des déchets

Le système de gestion des déchets est l'environnement où opère le mécanisme de répartition des déchets comme l'illustre la Figure 1. Il forme un système matériel ouvert (Baccini, Brunner, 2012) composé de processus interconnectés par des flux de déchets et a pour fonction la prise en charge des déchets aux fins de la protection de la santé publique,

la sauvegarde de l'environnement et la conservation des ressources. Les différentes composantes du système de gestion des déchets illustré par la Figure 1 sont décrites ci-dessous.

Les *opérations de gestion des déchets* sont la première composante du système de gestion des déchets où sept opérations sont distinguées et définies dans le Tableau 1. Comme activités de *Nettoyage* au sein de l'anthroposphère (Baccini, Brunner, 2012), elles incluent les processus techniques

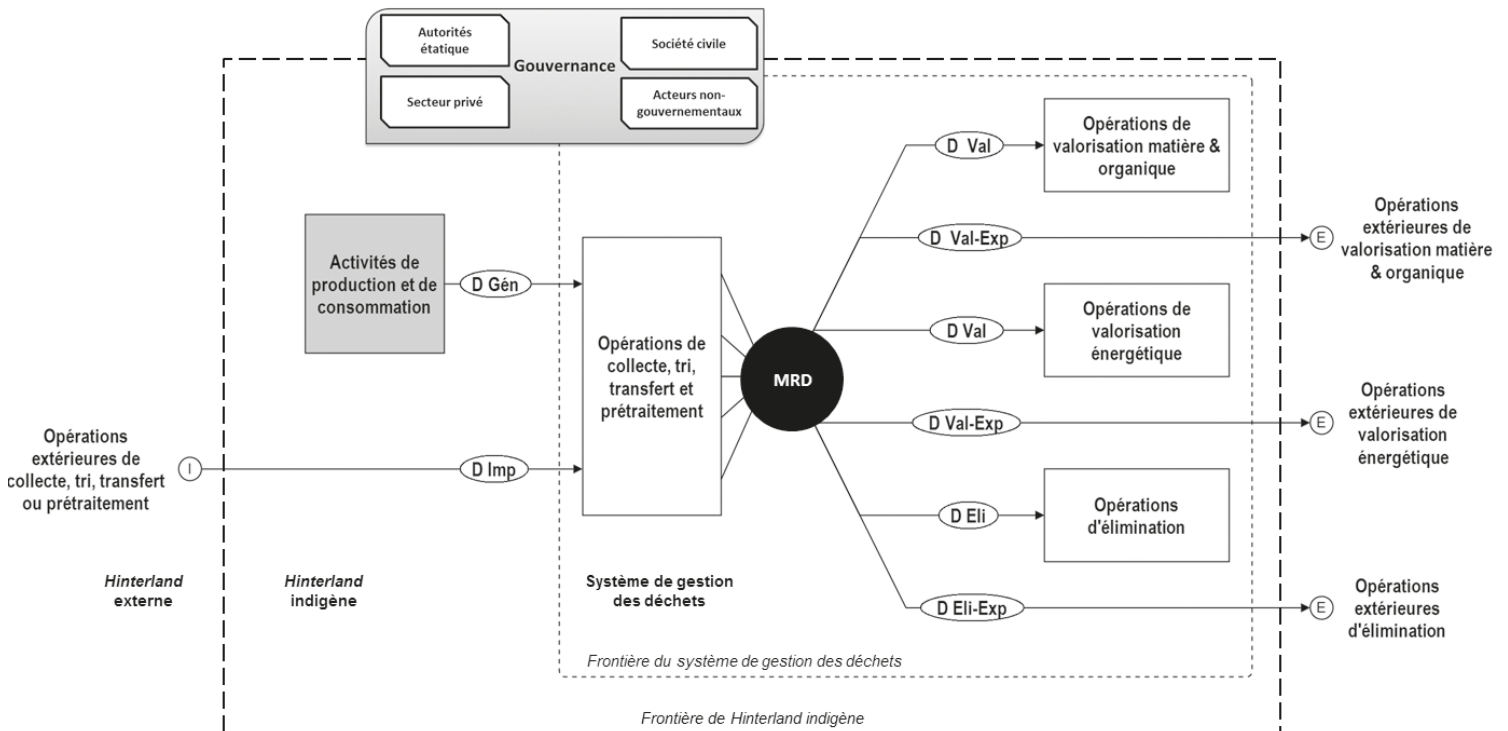


Figure 1. Représentation graphique du mécanisme de répartition des déchets au sein d'un système de gestion des déchets

Tableau 1. Liste et définition des opérations de gestion des déchets

Opération	Définition
Collecte	Ensemble des opérations consistant à enlever les déchets et à les acheminer vers un lieu de transfert, de tri, de traitement ou une installation de stockage des déchets
Transfert	Opération de regroupement des déchets collectés et leur transport subséquent pour leurs traitements subséquents
Tri et prétraitement	Opération intermédiaire de traitement des déchets visant à séparer des déchets mélangés en différentes catégories ou en modifier l'état pour en faciliter la valorisation et l'élimination
Valorisation matière & organique	Opération finale de traitement des déchets visant la réintroduction d'un élément ou d'un matériau récupéré dans le cycle de production dont il est issu, incluant la réintroduction de matière organique
Valorisation énergétique	Opération finale de traitement des déchets visant l'utilisation des déchets comme source d'énergie
Élimination	Toute opération finale de traitement des déchets qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie
Transport	Opération d'acheminement des déchets, excluant les opérations de collecte, entre différentes unités de gestion des déchets

et logistiques de prise en charge des flux de déchets générés. Le regroupement des différentes organisations d'une même opération de gestion des déchets est désigné sous le vocable de filière de gestion des déchets.

Comme l'illustre la Figure 1, les opérations de collecte, de transfert, de tri et de prétraitement se situent en amont du mécanisme de répartition des déchets et les opérations de valorisation et d'élimination se situent en aval de celui-ci. Ainsi, les opérations en amont « alimentent » le mécanisme de répartition des déchets qui a son tour « alimente » (1) les opérations de valorisation matière & organique (2) les opérations de valorisation énergétique ou (3) les opérations d'élimination. A noter que le transport des déchets forme une opération transversale aux autres opérations.

Représenté sous la forme d'un flux dans la Figure 1, le déchet est la seconde composante des systèmes de gestion des déchets. Nous le définissons comme « *a man-made thing, which in a given time and place, in its actual Structure and State, is not useful to its owner, or an output that does not have any owner* » (Pongrácz, Pohjola, 2004). Cette définition permet d'établir un lien entre le déchet et sa propriété. Cette dernière est l'une des caractéristiques essentielles du mécanisme de répartition des déchets, car il implique une activité d'échange formelle ou informelle entre deux agents.

Les limites spatiales et temporelles forment la troisième composante du système de gestion des déchets. D'abord, les limites spatiales sont les frontières qui permettent de distinguer le système de gestion des déchets de son environnement extérieur. Cet environnement extérieur est désigné sous le vocable d'hinterland (Baccini, Brunner, 2012), soit un espace territorial extérieur au système composé d'activités anthropogéniques et d'un écosystème naturel. Nous distinguons l'hinterland indigène de l'hinterland externe. L'hinterland indigène désigne l'environnement direct du système de gestion des déchets avec lequel il partage le même espace territorial et des frontières géopolitiques communes. L'hinterland externe désigne l'espace territorial extérieur de l'hinterland indigène incluant les systèmes de gestion des déchets extérieurs. Ensuite, les limites temporelles du système se réfèrent à la durée de l'observation du mécanisme de répartition des déchets. La définition d'une telle frontière s'avère nécessaire pour aller au-delà d'une étude statique et saisir les aspects dynamiques de la circulation des déchets au sein d'un système de gestion des déchets.

La dernière composante du système de gestion des déchets est son cadre de gouvernance. Intégré implicitement dans le système matériel, le cadre de gouvernance désigne l'ensemble des mécanismes, des organismes et des structures formels et informels qui régissent le fonctionnement de la gestion des déchets sur un territoire donné en vue d'en assurer le bon

fonctionnement et la réalisation de ses objectifs. Il comprend une mosaïque de parties prenantes publiques, privées et civiles. La définition du cadre de gouvernance sert à poser le contexte économique, juridique, politique et social dans lequel opère le mécanisme de répartition des déchets.

3. Cadre théorique du mécanisme de répartition des déchets

3.1 Objectifs et description du cadre théorique

La compréhension du fonctionnement du mécanisme de répartition des déchets nécessite le développement d'un cadre théorique. Celui-ci s'articule autour de la conception d'un cadre conceptuel de description du mécanisme de répartition des déchets dans lequel s'insère un modèle théorique d'explication et de prédiction. Ainsi, le cadre conceptuel a pour fonction de restituer fidèlement la réalité par une analyse idiographique (Bélanger, 1998), en décrivant la façon dont le mécanisme de répartition des déchets opère au sein du système de gestion des déchets à partir d'une approche systémique reposant sur les méthodes d'analyse de flux de matière (Brunner, Rechberger, 2004). Ensuite, et en complémentarité à l'approche systémique, l'approche analytique est sollicitée à l'aide du modèle théorique de la « *black box* » provenant de la psychologie (Friedenberg, 2006) pour conférer au cadre théorique un pouvoir explicatif. Ainsi, le modèle théorique a pour fonction d'expliquer, par une analyse nomothétique (Bélanger, 1998), le fonctionnement du mécanisme de répartition des déchets décrit par le cadre conceptuel et, dans son prolongement, d'en prédire le fonctionnement. Avant de décrire les deux composantes du cadre théorique, il est nécessaire au préalable d'identifier les postulats.

3.2 Postulats du mécanisme de répartition des déchets

Le mécanisme de répartition des déchets repose sur deux postulats. D'abord, nous postulons l'équilibre de la balance massique entre les flux d'entrée et de sortie de déchets du mécanisme de répartition comme l'exprime l'équation (1) :

$$O_{d,t} = D_{d,t} \quad (1)$$

$O_{d,t}$ désigne l'offre de déchets (d) en tonne à traiter par les filières de valorisation et d'élimination à l'année t , soit l'ensemble des flux de déchets circulant en amont du mécanisme de répartition des déchets. $D_{d,t}$ désigne la demande de déchets (d) en tonne traités par les opérations d'élimination et de valorisation à l'année t , soit l'ensemble des flux de déchets circulant en aval du mécanisme de répartition des déchets aux fins de traitement. Ces deux éléments sont exprimés en t/an

tout comme cette égalité exclut toutes formes d'accumulation de déchets.

Ensuite, le *mécanisme de répartition des déchets* est défini comme une « *black-box* », soit un processus dont le fonctionnement interne est insaisissable et inobservable par nature. Comme concept multidisciplinaire, l'usage de la « *black-box* » comme artifice permettra de réaliser les simplifications nécessaires lors de l'élaboration des deux composantes du cadre théorique. D'abord, la « *black-box* » est utilisée pour réaliser la description du fonctionnement du mécanisme par l'étude des flux d'entrée et de sortie (se référer au point 1 de la Figure 2) et elle est utilisée pour expliquer et/ou prédire le fonctionnement du mécanisme par l'identification des facteurs causaux (stimuli) qui en influence le fonctionnement (réponses) (se référer au point 2 de la Figure 2).

3.3 Cadre conceptuel de description

Le cadre conceptuel a pour fonction de faire la description fidèle et exhaustive du mécanisme de répartition des déchets au sein du système de gestion des déchets. Ainsi, deux dimensions sont retenues pour réaliser cette description à partir de l'étude de la circulation des flux de déchets au sein d'un système de gestion de déchets.

Premièrement, la dimension opérationnelle renvoie à l'allocation des flux de déchets entre les modes de traitement des déchets. Elle nous renseigne sur les méthodes de valorisation et d'élimination adoptées pour le traitement d'un déchet où trois composantes décrivent cette allocation : (1) les déchets traités par une opération de valorisation énergétique,

(2) les déchets traités par une opération de valorisation matière & organique et (3) les déchets traités par une opération d'élimination. De cette dimension opérationnelle, une typologie descriptive est créée, le mode d'allocation des déchets entre opérations de traitement, dont les catégories sont définies dans le Tableau 1.

Deuxièmement, la dimension d'ouverture renvoie aux échanges de déchets entre le système de gestion des déchets de l'hinterland indigène et ceux de l'hinterland externe aux fins de leurs traitements. Elle nous renseigne sur le degré d'intégration d'un système de gestion des déchets aux autres systèmes de gestion où deux composantes décrivent cette interdépendance : (1) l'importation des déchets à partir de l'hinterland externe aux fins de leur traitement et en amont du mécanisme de répartition des déchets et (2) l'exportation des déchets vers l'hinterland externe aux fins de leur traitement et en aval du mécanisme de répartition des déchets. De cette dimension d'ouverture, une typologie descriptive est créée, le mode de circulation intersystème des déchets, dont les catégories sont définies dans le Tableau 2.

Au niveau du cadre conceptuel, le mécanisme de répartition des déchets est perçu comme une « *black-box* » dans le sens où ces processus internes ne sont pas pris en compte (Brunner, Rechberger, 2002). Pour ouvrir cette « *black-box* », nous recourons à une table de transfert des déchets (voir Tableau 3) qui permet de désagréger les processus d'échanges de déchets entre flux d'entrée et de sortie en amont et en aval du mécanisme de répartition des déchets. Cette table permet de réaliser la mesure des deux dimensions du cadre conceptuel.

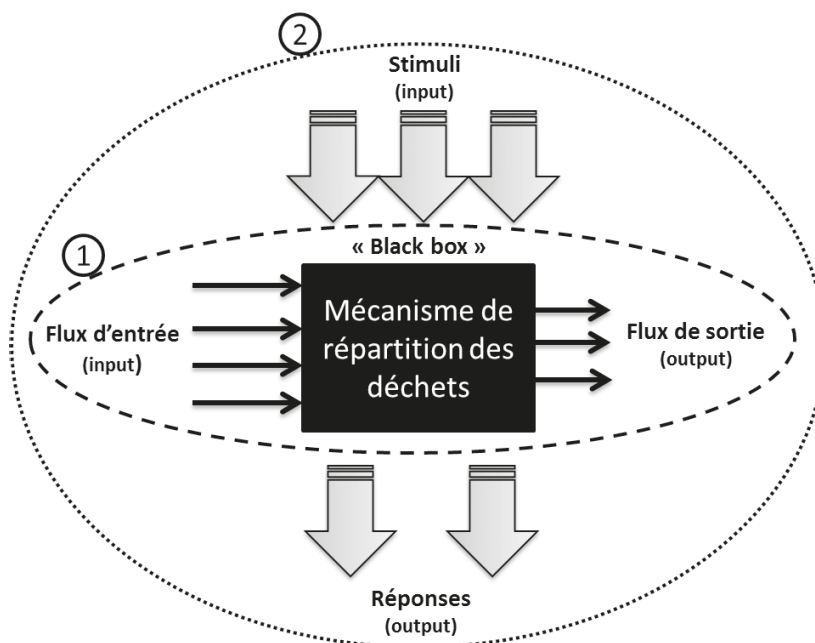


Figure 2. Représentation du double usage de la « black box » pour l'étude du mécanisme de répartition des déchets

Tableau 2. Typologies du Mode d'allocation des déchets entre opérations de traitement (à gauche) et du Mode de circulation intersystème des déchets (à droite)

Mode d'allocation		Mode de circulation	
Catégorie	Description	Catégorie	Description
Allocation axée sur la valorisation énergétique	Traitement des déchets réalisé majoritairement par des opérations de valorisation énergétique	Système autonome	Système opérant en autarcie des systèmes extérieurs de gestion des déchets pour le traitement des déchets
Allocation axée sur la valorisation matière et organique	Traitement des déchets réalisé majoritairement par des opérations de valorisation matière et organique	Système interdépendant	Système opérant en interdépendance avec les systèmes extérieurs de gestion des déchets pour le traitement des déchets
Allocation axée sur l'élimination	Traitement des déchets réalisé majoritairement par des opérations de d'élimination	Système exportateur	Système exportateur net de déchets aux fins de leur traitement
Allocation multi-opérationnelle	Traitement des déchets réalisé par l'ensemble de opérations de valorisation et d'élimination	Système importateur	Système importateur net de déchets aux fins de leur traitement

Tableau 3. Table de transfert simplifiée du mécanisme de répartition des déchets entre les flux d'entrée vers les flux de sortie des déchets pour l'année t

Flux d'entrée	Flux de sortie						
	D_{Vmo}	D_{expVmo}	$D_{Vén}$	$D_{expVén}$	D_{Eli}	D_{expEli}	Total
$D_{gén}$	$Tr_{gén,Vmo}$	$Tr_{gén,expVmo}$	$Tr_{gén,Vén}$	$Tr_{gén,expVén}$	$Tr_{gén,Eli}$	$Tr_{gén,expEli}$	$Tr_{gén,D}$
D_{imp}	$Tr_{imp,Vmo}$	$Tr_{imp,expVmo}$	$Tr_{imp,Vén}$	$Tr_{imp,expVén}$	$Tr_{imp,Eli}$	$Tr_{imp,expEli}$	$Tr_{imp,D}$
Total	$Tr_{O,Vmo}$	$Tr_{O,expVmo}$	$Tr_{O,Vén}$	$Tr_{O,expVén}$	$Tr_{O,Eli}$	$Tr_{O,expEli}$	Tr_{total}

$D_{gén}$: Déchets générés à l'intérieur de l'Hinterland indigène ; D_{imp} : Déchets importés de l'Hinterland externe ; D_{Vmo} : Déchets traités par valorisation matière ou organique dans l'Hinterland indigène ; D_{expVmo} : Déchets exportés et traités par valorisation matière ou organique dans l'Hinterland externe ; $D_{Vén}$: Déchets traités par valorisation énergétique dans l'Hinterland indigène ; $D_{expVén}$: Déchets exportés et traités par valorisation énergétique dans l'Hinterland externe ; D_{Eli} : Déchets éliminés dans l'Hinterland indigène ; D_{expEli} : Déchets exportés et éliminés dans l'Hinterland externe.

Ce tableau se lit comme suit : $Tr_{imp,Vén}$ signifie le flux de déchets importés vers le système de gestion des déchets et traités dans l'Hinterland indigène par une opération de valorisation énergétique à une année t. Pour nous assurer du respect du principe de balance massique et de l'égalité de l'équation (1), nous posons l'équation (2) :

$$Tr_{total,t} = O_{d,t} = D_{d,t} \quad (2)$$

où la quantité totale de déchets transférée au travers du mécanisme de répartition des déchets (Tr_{total}) à l'année t (noté $Tr_{total,t}$) est égale l'offre ($O_{d,t}$) et à la demande ($D_{d,t}$) de déchets à l'année t. À noter la possibilité de décomposer les composantes des flux d'entrée et de sortie en sous-composantes pour tenir compte des différentes

opérations de gestion des déchets et ainsi obtenir une description plus fine du mécanisme de répartition des déchets.

3.4 Modèle théorique d'explication et de prédiction

Du cadre conceptuel, nous y intégrons un modèle théorique explicatif et prédictif du fonctionnement du mécanisme de répartition des déchets décrit préalablement par le cadre conceptuel. Le présent modèle théorique reprend le modèle théorique de la « black box » utilisé en psychologie comportementale pour expliquer le comportement d'un organisme (Friedenberg, 2006) qui met en relation l'émission d'une réponse par organisme suite à l'introduction d'un stimulus. Ainsi, comme le montre la Figure 3, le fonctionnement du Mécanisme de répartition des déchets est influencé par la

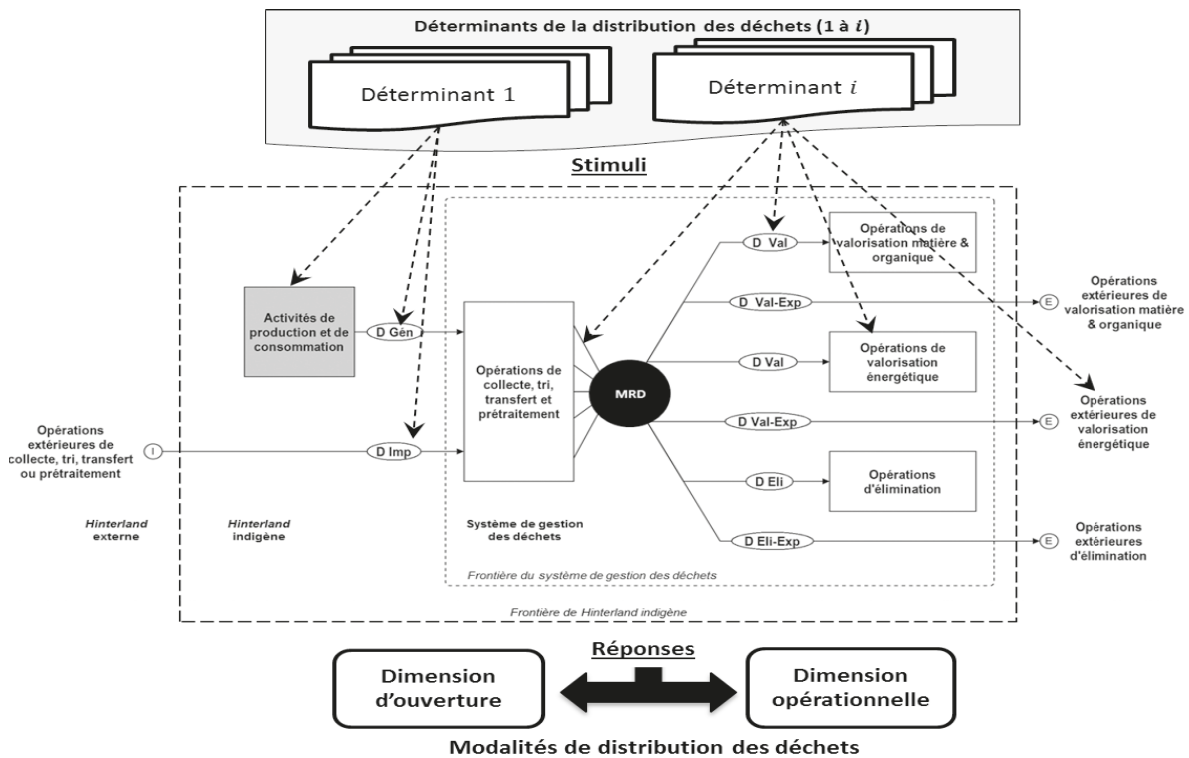


Figure 3. Représentation graphique du modèle théorique du mécanisme de répartition des déchets

présence d'un nombre ii de Déterminants de la circulation des déchets qui agissent tout autour du mécanisme de répartition des déchets. Ainsi, ces inputs observables agissent comme des variables stimuli (et explicatives) sur le « comportement » de la circulation des flux de déchets et les opérations de gestion de déchets et viennent impacter par relation de cause à effet les flux d'entrées et de sorties des déchets du mécanisme de répartition des déchets. Les variables réponses du mécanisme de répartition des déchets à l'influence de ces stimuli sont les modalités de distribution des déchets. Ces derniers sont les outputs observables du mécanisme de répartition des déchets, soient les deux dimensions du cadre conceptuel. Ci-dessous se retrouve une description plus détaillée des déterminants de l'allocation des déchets et des modalités de distribution des déchets.

3.4.1 Déterminants de l'allocation des déchets

Le concept de déterminants de l'allocation des déchets désigne les facteurs qui influencent par relation de cause à effet sur une période de temps donné la circulation des flux de déchet à travers le système de gestion des déchets et son environnement sur le cycle de vie du déchet. Comme l'illustrent les flèches en pointillé de la Figure 2, un déterminant influence les composantes intérieures et extérieures du système de gestion des déchets où la réponse de cette influence s'exprimera au travers des modalités de distributions des déchets.

Un déterminant de l'allocation des déchets se compose de deux dimensions :

1. Son identité, comme attribut, qui en désigne les qualités intrinsèques et immuables;
2. Son impact, comme variable, qui en désigne les effets qualitatifs et quantitatifs.

Le Tableau 4 fournit la description des composantes de l'identité et de l'impact d'un déterminant. Si les composantes identitaires du déterminant restent stables, les composantes liées à son impact varient en fonction des éléments que le déterminant affecte. De plus, un déterminant peut être soit le fruit d'une chaîne causale simple (un stimulus provoque une ou plusieurs réponses) ou celui d'une chaîne causale complexe (l'interaction de plusieurs stimuli provoque une ou plusieurs réponses). Pour cette dernière option, il est plus difficile de décrire avec exactitude la dimension d'identité du déterminant. De plus, parce qu'un déterminant peut provoquer plusieurs réponses, la présence d'un effet miroir peut survenir lorsqu'un même déterminant favorise à la fois la captation d'un flux de déchets par une unité opérationnelle tout en limitant cette captation pour une unité rivale.

Enfin, si l'identification des déterminants donne au modèle théorique un pouvoir explicatif du fonctionnement du mécanisme de répartition des déchets, leurs modifications et/ou l'introduction de nouveaux déterminants offrent la possibilité d'en prédire le fonctionnement par la création de scénarios prospectifs.

Tableau 4. Description des composantes des dimensions du déterminant de l'allocation des déchets

Dimension	Composante	Description
Identité	Cible	Flux de déchets influencé (s) par le déterminant (p. ex. : déchets municipaux, déchets électroniques, déchets verts, etc.)
	Source	Type de mesure (p. ex. : politique, économique, technologique, sociale, etc.)
	Origine	Provenance géographique du déterminant en fonction de l'Hinterland indigène (p. ex. : endogène au système de gestion des déchets, endogène ou exogène à l'Hinterland indigène)
	Portée systémique	Ascendance du déterminant sur les systèmes de gestion des déchets de l'Hinterland indigène, de l'Hinterland externe (p. ex. : amont, aval ou transversale)
	Étendue temporelle	Influence temporelle du déterminant sur le Mécanisme de répartition des déchets (p. ex. : structurelle, conjoncturelle)
Impact	Effet d'allocation	Influence du déterminant sur la captation du flux de déchets par les opérations de gestion des déchets (p. ex. : moteur, barrière ou neutre)
	Lien causal	Type de causalité du déterminant sur la variable qu'il influe (p. ex. : condition nécessaire et/ou condition suffisante)
	Flux impacté(s)	Quantité (absolue ou relative) de déchets affectée par le déterminant sur une période de temps donnée (p.ex : ratio de déchets ou tonnes de déchets)

3.4.2 Les modalités de distribution des déchets

Les modalités de distribution des déchets sont les variables réponses de l'influence des stimuli sur le mécanisme de répartition des déchets. Elles reprennent les deux dimensions descriptives du cadre conceptuel : le mode d'allocation des déchets entre opérations de traitement et le mode de circulation intersystème des déchets. Le recours à ces deux dimensions permet ainsi de lier le cadre conceptuel au modèle théorique et d'unifier les deux composantes du cadre théorique. La mesure des modalités de distributions des

déchets est obtenue à partir du renseignement de la table de transfert du mécanisme de répartition des déchets (voir Tableau 2). Comme l'illustre la Figure 4, deux figures sont construites pour représenter graphiquement les typologies et catégories associées aux deux dimensions dans lesquelles sont reportés les résultats obtenus de la table de transfert. Il est à noter que les catégories sont construites selon les principes d'exhaustivité et de mutuelle exclusivité et que nous faisons une distinction entre un système autonome et semi-autonome et entre un système interdépendant et semi-interdépendant pour la modalité mode d'allocation des déchets entre opérations de traitement.

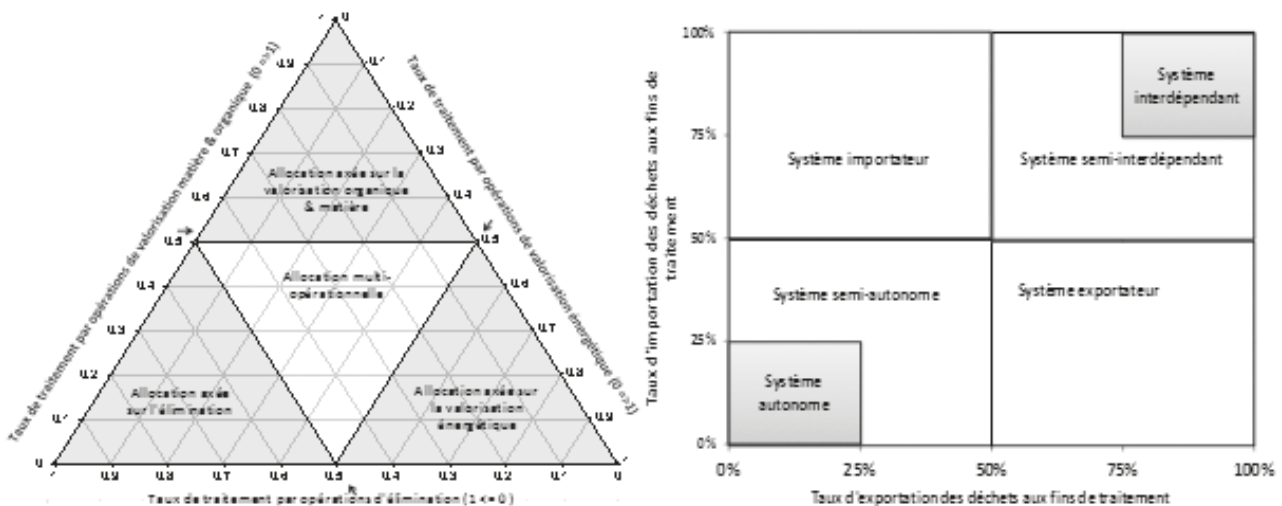


Figure 4. Représentation graphique des typologies sur le mode de circulation intersystème des déchets (à gauche) et sur le degré d'ouverture du système de gestion des déchets (à droite)

4. Cadre d'analyse du mécanisme de répartition des déchets

Pour réaliser l'étude empirique du mécanisme de répartition des déchets, un cadre d'analyse est élaboré et présenté à la Figure 5. Ce cadre d'analyse propose une méthode de recherche en cinq étapes. Les deux premières étapes suivent un cheminement itératif qui prend fin lorsque (1) la définition de l'unité d'analyse permet de répondre adéquatement à la problématique et aux objectifs de recherche et que (2) la balance massique du mécanisme de répartition des déchets est respectée. Les troisièmes et quatrièmes étapes reprennent les éléments du cadre conceptuel et du modèle théorique exposés précédemment où le cadre conceptuel s'appuie sur les méthodes d'analyse de flux de matière et le modèle théorique s'appuie sur les méthodes de collecte des données en sciences sociales comme les entretiens ou l'analyse documentaire.

5. Conclusion

Dans un contexte où le phénomène d'utilisation concurrentielle des déchets prend de l'ampleur au sein des systèmes de gestion des déchets, la présente étude s'est consacrée à l'élaboration d'un cadre théorique visant la compréhension, l'explication et la prédiction des processus de distribution des déchets entre filières de traitement. Ce cadre théorique offre une nouvelle perspective de recherche pour comprendre l'évolution passée et future des systèmes de gestion des déchets, dont leur rôle dans l'implémentation de l'économie circulaire et l'écologie industrielle, et déterminer les sources des conflits d'usage entre traitements des déchets découlant de leur utilisation concurrentielle. De plus, le cadre d'analyse pourra appuyer les évaluations des politiques publiques et les études de marché liées à la gestion des déchets et les études d'analyse de cycle de vie en améliorant l'élaboration de leurs scénarios. La formulation d'un cadre d'analyse nous permet à présent d'éprouver empiriquement le cadre théorique exposé dans cet article pour en évaluer les qualités épistémologiques, dont celles de cohérence, de pertinence et de fécondité.

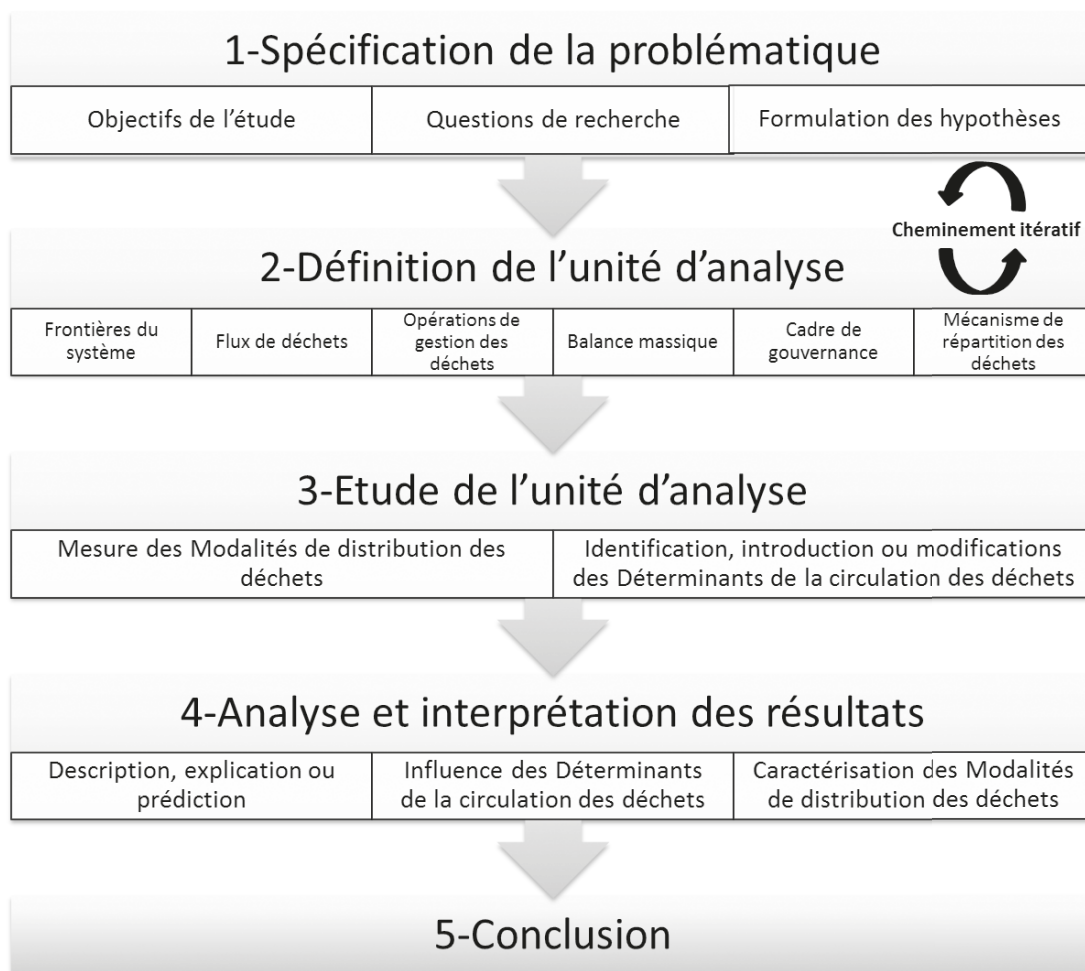


Figure 5. Cadre d'analyse pour l'étude du mécanisme de répartition des déchets

Références bibliographiques

Baccini, Peter et Brunner, Paul H., 2012. *Metabolism of the anthroposphere: analysis, evaluation, design*. 2nd ed. Cambridge, Mass : MIT Press. GF21 .B23 2012

Bélanger, André-J., 1998. Epistémologues de la science politique, à vos marques! In : Olivier, Lawrence, Bédard, Guy et Thibault, Jean-François (éd.), *Epistémologie de la science politique*. Sainte-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec. p. 13-58.

Bernard, Sophie, Claire, A., Vergne, Guillaume et Warin, Thierry, 2014. *Un état des lieux sur le commerce international des déchets*. Montréal. CIRANO.

Brunner, Paul H. et Rechberger, Helmut, 2002. Anthropogenic metabolism and environmental legacies. In : MUNN, R. E. (éd.), *Encyclopedia of global environmental change*. Chichester ; New York : Wiley. p. 1-18.

Brunner, Paul H. et Rechberger, Helmut, 2004. *Practical handbook of material flow analysis*. Boca Raton, FL : CRC/Lewis. Advanced methods in resource and waste management, 1. ISBN 1566706041. TS161 .B78 2004

Chalmin, Philippe et Gaillochet, Catherine, 2009. *Du rare à l'infini: panorama mondial des déchets 2009*. 3ème édition. Paris : Economica. ISBN 9782717857207. TD791 .C34 2009

Friedenberg, Jay, 2006. *Cognitive science: an introduction to the study of mind*. Thousand Oaks, Calif : Sage Publications. ISBN 1412925681. BF311 .F743 2006

Glachant, Mathieu, Dussaux, Damien, Bernard, Sophie et Fodha, Mouez, 2012. Le commerce international des déchets. In : *L'Economie Mondiale 2013*. S.I. : La Découverte. Repères. p. 104-118.

Jofra Sora, Marta et Puig Ventosa, Ignasi, 2013. *Incineration overcapacity and waste shipping in Europe: the end of the proximity principle?*. 2013. S.I. : Global Alliance for Incinerator Alternatives.

Pinjing, H., Fan, Lü, Hua, Z. et Liming, S., 2013. Recent Developments in the Area of Waste as a Resource, with Particular Reference to the Circular Economy as a Guiding Principle. In : HESTER, R. E et HARRISON, R. M, *Waste as a resource*. Cambridge : Royal Society of Chemistry.

Pongrácz, Eva et Pohjola, Veikko J., 2004. Re-defining waste, the concept of ownership and the role of waste management. In : *Resources, Conservation and Recycling*. janvier 2004. Vol. 40, n° 2, p. 141-153. DOI 10.1016/S0921-3449(03)00057-0.

Reichel, Almut, Wilts, Henning et Von Gries, Nadja, 2014. ETC/SCP Working Paper No 8/2014 : *Municipal Solid Waste Management Capacities in Europe: Desktop Study*. S.I.