



Tél : 01 40 77 85 70 – www.credoc.fr –

**PREVISION A L'HORIZON 2023 ET PROSPECTIVE 2050 DE LA
PRODUCTION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES DANS LE
SECTEUR SUD-EST DU TERRITOIRE DU SYCTOM**

Première partie : Résultats de la prévision à l'horizon 2023

Etude réalisée pour



Bruno Maresca, Martial Ranvier

Juillet 2009

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	3
1. PERIMETRE DE L' ETUDE	3
2. LES CARACTERISTIQUES SOCIOECONOMIQUES ET DE LA PRODUCTION DE DECHETS DANS LE PERIMETRE DE L'ETUDE	4
2.1. Caractéristiques socioéconomiques du territoire	4
2.2. Production de déchets sur le périmètre de l'étude.....	5
3. CONCEPTION DU MODELE DE PREVISION POUR LE SYCTOM.....	6
3.1. Etape I : Un modèle de prévision avant tout « comportemental »	6
3.2. Etape II : Un panel de variables explicatives limité	7
3.2.1. Construction des séries de variables à expliquer	7
3.2.2. Les variables explicatives.....	7
3.3. Etape III : Un modèle intégrant des effets variables dans le temps	9
3.3.1. Modélisation du total des ordures ménagères.....	9
3.3.2. Modélisation des objets encombrants	11
3.3.3. Modélisation de la collecte sélective	13
3.4. Etape IV : Des hypothèses de projection basées sur des évolutions tendanciellees	14
3.4.1. Projection des variables explicatives.....	14
3.4.2. Evolution dans le temps des coefficients du modèle ordures ménagères.....	15
3.4.3. Projection du taux de collecte sélective.....	16
4. CONCLUSION. RESULTATS DE LA PREVISION	18
ANNEXE 1. UN BREF EXPOSE DES METHODES ECONOMETRIQUES	20
4.1. Les grandes étapes du raisonnement.....	20
4.2. Les limites de l'exercice de prévision.....	21
ANNEXE 2. AJUSTEMENT GRAPHIQUE DES MODELES ECONOMETRIQUES	22
Modèle ordures ménagères (y c collecte sélective et verre)	22
Modèle objet encombrants	23
ANNEXE 3 – DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE	24
Périmètre à 87 communes (67 communes et 20 arrondissements parisiens)	24
Périmètre à 27 communes (14 communes et 13 arrondissements Parisiens).....	27

INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de transformation de son centre de traitements de déchets ménagers situé à Ivry-sur-Seine, le SYCTOM a confié au Crédoc la **réalisation d'une étude de prévision de la production de déchets dans le périmètre desservi par la future installation**. Deux horizons temporels sont pris en compte :

- **un horizon de moyen terme** (2023), correspondant à la date de mise en service prévue pour la nouvelle usine, pour lequel on établit des prévisions à partir d'un modèle économétrique ;
- **un horizon de long terme** (2050), pour lequel différents scénarios sont proposés au terme d'une analyse prospective.

Ce document présente les résultats de la première partie de l'étude : les aspects méthodologiques et les résultats de la prévision à l'horizon 2023.

1. PERIMETRE DE L' ETUDE

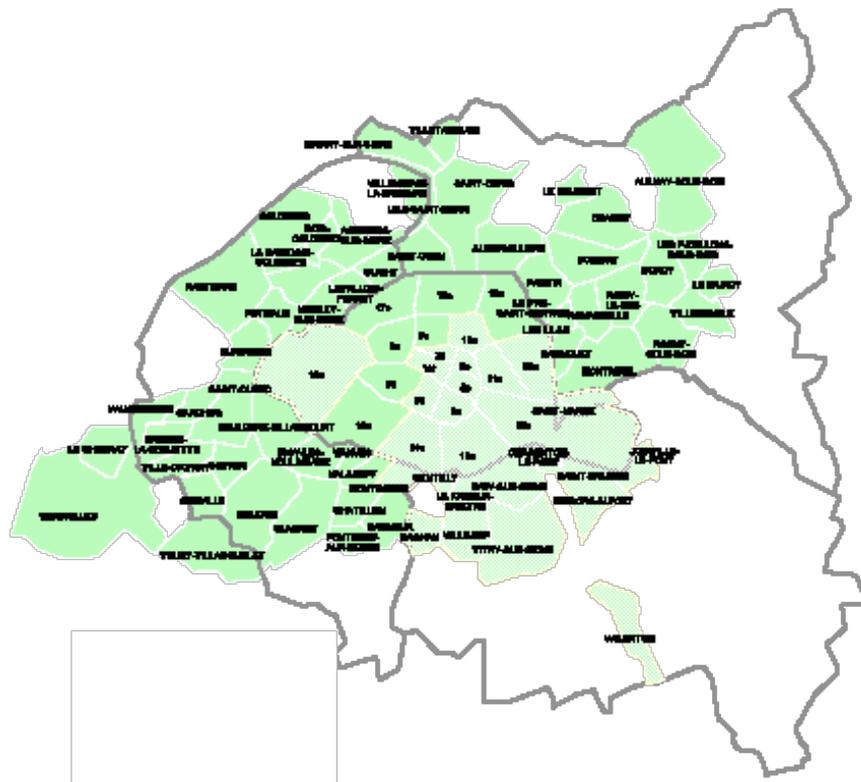
Plus les séries de données sont de longue durée, meilleure est la précision du modèle. Les séries de production de déchets disponibles couvrent la période 1992-2008 pour les ordures ménagères et les objets encombrants, mais seulement 1997-2008 pour la collecte sélective (les données relatives au verre n'étant pas disponible antérieurement). Pour établir le modèle, on travaille à deux échelles :

- une échelle large regroupant toutes les communes (67 communes et 20 arrondissements parisiens) ayant apporté leurs déchets dans les centres du SYCTOM sur toute la période 1997-2008, et nommé dans la présente étude « périmètre des 87 communes »
- une échelle plus réduite correspondant aux communes et arrondissements parisiens apportant leurs déchets au centre d'Ivry, soit 13 arrondissements parisiens (pour certains partiellement) et 14 communes de banlieue, et nommé dans la présente étude « périmètre des 27 communes ».

La carte ci-après et l'annexe 3 détaillent les communes concernées par ces deux périmètres.

Pourquoi travailler sur deux périmètres ? Collecter les données sur le périmètre élargi permet de consolider les équations à l'aide d'un échantillon étendu : l'estimation des coefficients des équations est établie à cette échelle. Ils sont ensuite utilisés pour calculer les prévisions à l'échelle du sous-périmètre du bassin versant du centre d'Ivry, en faisant l'hypothèse que les comportements de production des déchets sont sensiblement identiques aux deux échelles.

Périmètre de l'étude et zone desservie par l'usine d'Ivry



Source : SYCTOM

Légende : en clair le périmètre de l'usine d'Ivry , en foncé celui des communes du SYCTOM prises en compte pour la construction du modèle.

NB. Certains arrondissements ne dirigent qu'une partie de leurs déchets vers l'usine d'Ivry : les 2^{ème}, 10^{ème}, 14^{ème}, 16^{ème} et 20^{ème}.

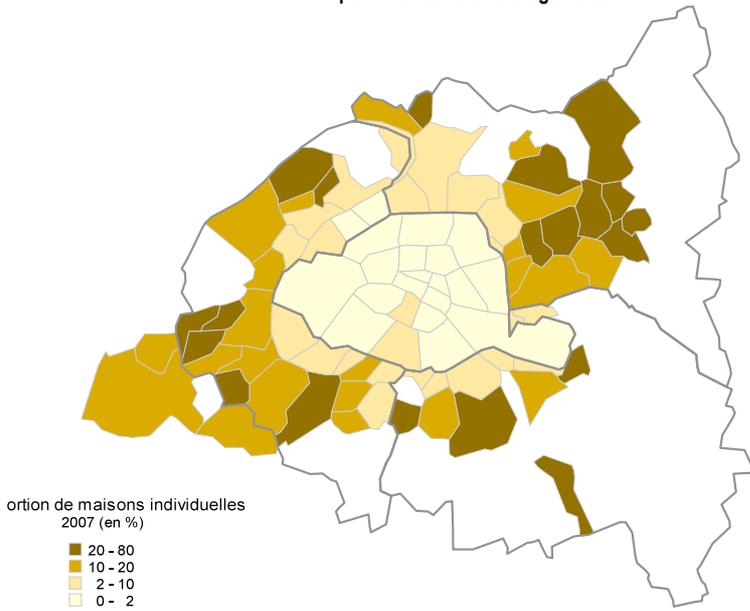
2. LES CARACTERISTIQUES SOCIOECONOMIQUES ET DE LA PRODUCTION DE DECHETS DANS LE PERIMETRE DE L'ETUDE

2.1. Caractéristiques socioéconomiques du territoire

Le territoire du SYCTOM comprend le territoire parisien et les communes de la petite couronne et s'étend un peu au delà. Ce périmètre recèle des contrastes importants sur trois dimensions au moins qui intéressent la production de déchets : la part des logements individuels et collectifs, le revenu moyen des ménages, la part des activités dans le tissu urbain.

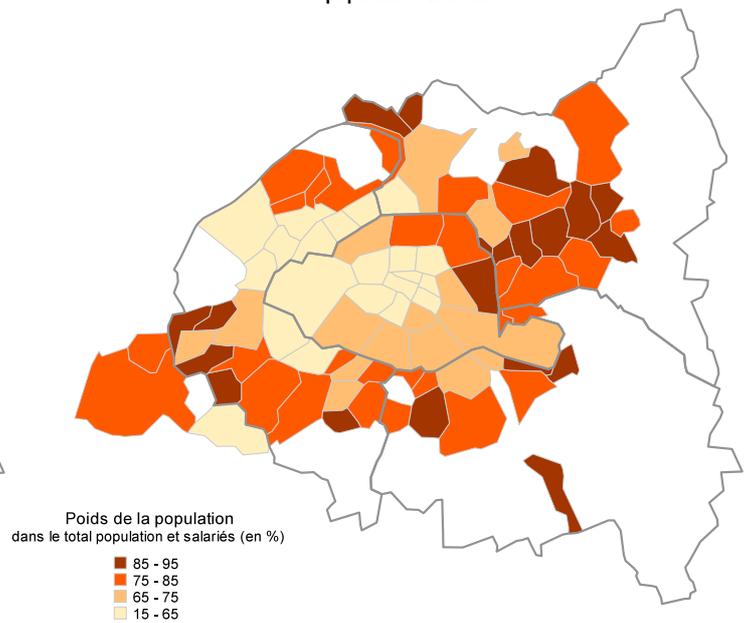
Les cartes ci-dessous éclairent les différenciations socioéconomiques majeures du périmètre de l'étude. La part de l'habitat individuel est minoritaire mais elle croît avec l'éloignement du centre de l'agglomération. Quant à la présence des activités, appréciée à partir du nombre d'emplois dans la commune, elle est nettement plus importante à l'Ouest de l'agglomération parisienne.

Proportion de maisons individuelles en 2007
 parmi l'ensemble des logements



Source : chiffres Insee RGP 1999

Part de la population dans l'ensemble
 population+salariés

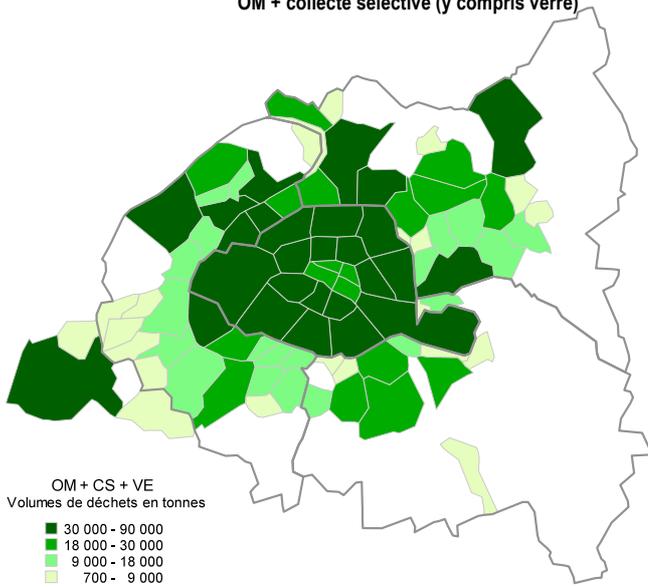


Source : chiffres Insee 2007 et Pôle Emploi 2007

2.2. Production de déchets sur le périmètre de l'étude

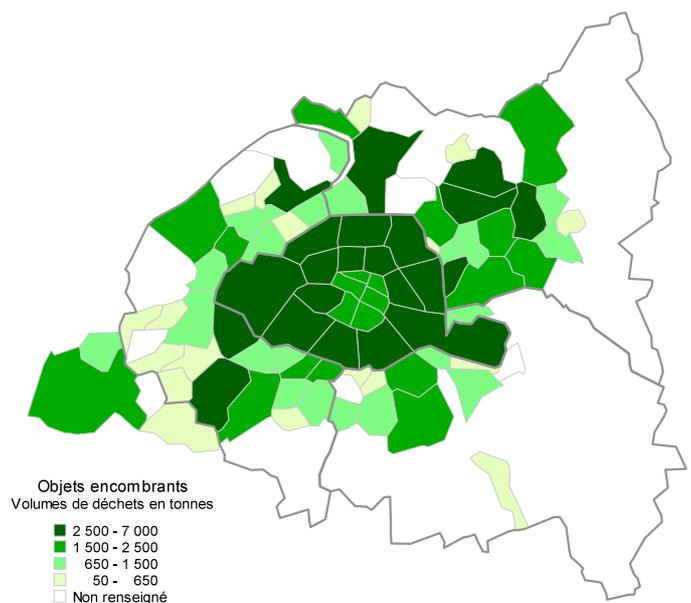
Le tonnage des déchets, ordures ménagères et encombrants, reflète la densité de la population : elle est maximale au centre de l'agglomération à l'exception des arrondissements centraux moins peuplés.

Tonnages de déchets ménagers en 2008
 OM + collecte sélective (y compris verre)



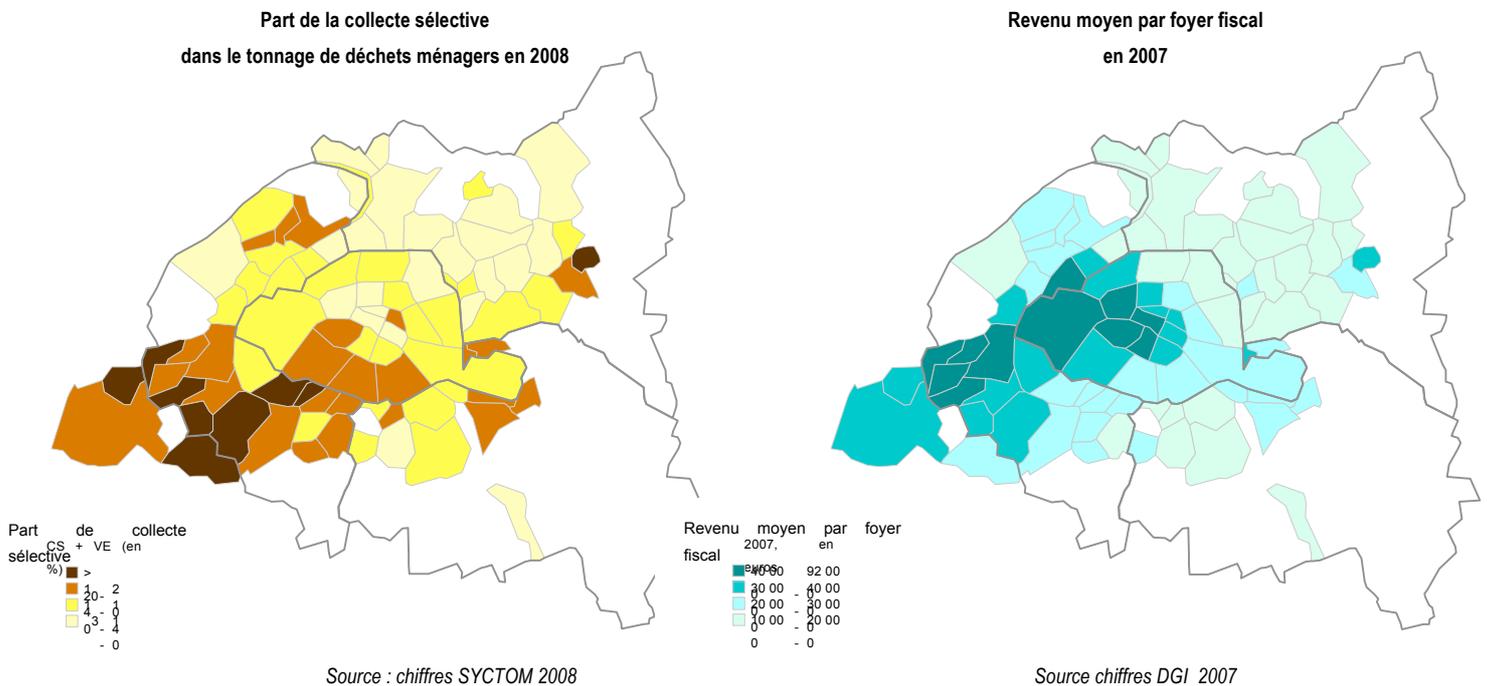
Source : chiffres SYCTOM 2008

Tonnages des objets encombrants en 2008



Source : chiffres SYCTOM 2008

Le taux de collecte sélective recoupe en revanche le degré de richesse des communes : il est plus important à l'ouest du périmètre.



3. CONCEPTION DU MODELE DE PREVISION POUR LE SYCTOM

La méthodologie adoptée pour les prévisions à l'horizon 2023 de la production de déchets à traiter dans le territoire du SYCTOM, suit la démarche classique de l'analyse économétrique telle qu'elle est rappelée dans l'annexe de ce document.

3.1. Etape I : Un modèle de prévision avant tout « comportemental »

L'approche gestionnaire du SYCTOM demandait de **prévoir les quantités de déchets produites (en kg), selon le découpage suivant : ordures ménagères résiduelles, collecte sélective (hors verre), objets encombrants.**

Compte tenu de son expérience de modélisation sur des thématiques comparables (consommation d'eau, notamment), **le Crédoc a retenu une approche permettant de rendre compte des logiques comportementales.**

La modélisation prend en compte les déterminants de la consommation des producteurs de déchets, ménages ou activités diverses. **On fait le choix d'élaborer plusieurs modèles dans la mesure où**

l'on admet que les comportements de rejet sont différents selon qu'il s'agit d'ordures ménagères tout venant, de tri sélectif et d'objets encombrants.

La production de ces derniers relève d'une « logique de fin de vie » (casse, panne) de biens de consommation durable, différente de la production d'ordures ménagères éliminant les emballages et les surplus des biens de consommation éphémères, en particuliers alimentaires.

La collecte sélective, comprenant le verre, les papiers et journaux, et les déchets triables (emballages de tous types) est prise en compte spécifiquement dans la mesure où elle est déterminée par l'existence d'un circuit de collecte spécifique (conteneurs et circuit de ramassage propres), et par l'importance de la mobilisation individuelle pour le tri. L'approche adoptée consiste à raisonner sur le taux de collecte sélective. **On modélise, dans un premier temps, la quantité totale d'ordures ménagères produites (effets des comportements de consommation), puis, dans un deuxième temps, la part que représente la collecte sélective dans ce total.** Ce raisonnement est en partie contraint par les données disponibles.

3.2. Etape II : Un panel de variables explicatives limité

3.2.1. Construction des séries de variables à expliquer

Les séries de production de déchets disponibles couvrent la période 1997-2008 sur le périmètre de l'étude définie ci-avant.

Un lourd travail de collecte (harmonisation des sources, des définitions, des périmètres) et d'apurement des données a été nécessaire. Les valeurs non explicables (ruptures brutales de série, valeurs aberrantes) ou manquantes ont dû faire l'objet d'un retraitement automatique.

3.2.2. Les variables explicatives

Il faut rappeler, avant toutes choses, que la production de déchets sur un territoire n'est pas le seul fait des individus résidant dans les communes concernées. Les déchets collectés sont également produit par l'activité des personnes travaillant sur le territoire et dans une moindre mesure, par les usagers des services fournis par ce territoire. Tenant compte de ce postulat, la modélisation a retenu 3 familles de variables explicatives.

- **Variables relatives à la population et aux logements**

La quantité d'ordures produites évolue en proportion de la **quantité de personnes vivant dans le périmètre étudié**. La structure des ménages (i.e. le nombre de personnes par logement) peut avoir une influence notable sur la quantité de déchets produite.

- **Variables relatives aux revenus et à la consommation des ménages**

Pour un ménage donné, la quantité de déchets produits découle directement de **la quantité et de la nature des biens consommés**. Dans l'idéal, on aimerait pouvoir construire une fonction de conversion des montants de consommation dépensés en kilos de déchets rejetés. Malheureusement, les tentatives de reconstruction de séries sur le périmètre local de l'étude (croisement de données INSEE et de données de la CCI d'Ile de France) se sont avérées infructueuses pour l'exercice de modélisation.

Pour contourner cet obstacle, on prend en compte « l'effet revenu » en lieu et place de « l'effet consommation ». Ceci revient à supposer que la nature et la quantité de biens consommés sont déterminées par les revenus dont disposent les ménages. On admet que la croissance des revenus induit, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation du volume de consommation et donc de la quantité de déchets rejetés.

- **Variables d'activité des entreprises**

Une part importante des ordures et des encombrants émanent de professionnels (activités commerciales, restaurants et cafés, bureaux voire, pour partie, activités artisanales et industrielles). Une zone de forte activité économique produit une plus grande quantité de déchets que ce que rejettent les habitants de la zone.

Nous appréhendons cet effet au moyen **du volume d'emploi salarié localisé dans la zone** qui est un indicateur bien renseigné (via Pôle Emploi) du niveau d'activités des entreprises par secteurs. On admet que la production de déchets augmente, toutes choses égales par ailleurs, à proportion de la quantité de personnes employées dans la zone.

Tableau récapitulatif des variables manipulées dans le modèle

Intitulé	Source	Unité
Variables à expliquer		
Emission d'ordures ménagères (y compris collecte sélective et verre) par habitant	SYCTOM INSEE	En Kg / hab.
Emission d'objets encombrants par habitant	SYCTOM INSEE	En Kg / hab.
Part de la collecte sélective (y compris verre) dans le total d'ordures ménagères	SYCTOM	En %
Variables explicatives		
Revenu moyen par foyer fiscal	DGI	En €
Effectifs salariés dans le secteur privé	Pôle Emploi	En nombre de salariés
Taille moyenne du foyer	INSEE	En Habitants / Résidence

Source : Crédoc

3.3. Etape III : Un modèle intégrant des effets variables dans le temps

Si le panel de variables explicatives mobilisables dans le cadre de la construction du modèle est assez limité, l'écriture mathématique du modèle offre quant à elle une certaine marge de manœuvre.

3.3.1. Modélisation du total des ordures ménagères

La première équation mise en œuvre vise à prévoir la quantité de déchets de type ordures ménagères (y compris verre et collecte sélective) produite par habitants. Ce ratio est calculé commune par commune pour chaque année de la période 1997-2008.

Le modèle postule que ce ratio s'écrit comme une fonction linéaire du revenu des ménages, de la taille moyenne du foyer, et du nombre de salariés présents dans la commune. L'analyse statistique des critères de qualité du modèle suggère une adéquation satisfaisante du modèle aux données : les variables proposées dans l'équation présentent des effets significatifs : leur influence sur la quantité de déchets produites est avérée par le modèle et conforme aux hypothèses formulées.

Ainsi, le revenu des ménages et l'effectif salarié exercent un effet à la hausse sur la quantité de déchets produite, alors que la taille des ménages influe négativement sur la masse d'ordures (une réduction de la taille moyenne des cellules familiales induit, toutes choses égales par ailleurs, une progression de l'émission de déchets par habitant du foyer).

L'estimation économétrique suggère toutefois que l'influence propre à chacune des variables évolue graduellement au cours du temps.

- **Diminution de l'effet revenu**

Le recul de cet effet signifie que, toutes choses égales par ailleurs, **la quantité de déchets produite pour un euro de revenu supplémentaire est moins importante en 2008 qu'elle ne l'était en 1997**. Plusieurs explications, relevant des évolutions observées dans le champ de la consommation peuvent être avancées pour justifier ce phénomène.

Premier type d'évolution : c'est la structure, et non la quantité globale de la consommation qui évolue. Cette hypothèse est conforme avec ce que l'on sait de l'évolution du budget des ménages. La dernière décennie est marquée par **un recul de la consommation de biens au profit des services** (tourisme, abonnements téléphoniques, Internet...). Par ailleurs, la part de l'alimentaire dans le budget des ménages diminue tendanciellement. Cette évolution du budget des ménages vers des postes entraînant moins d'ordures ménagères est conforme avec une diminution de l'effet revenu au cours du temps.

Deuxième type d'évolution : le **lien entre quantité consommée et quantité de déchets induite s'affaiblit**. Selon cette hypothèse, les mêmes biens consommés produisent moins de déchets, ce qui peut résulter de la stratégie des industriels consistant à réduire la quantité d'emballages. Ce phénomène serait à l'origine de la diminution de l'impact du revenu dans l'équation.

Troisième type d'évolution : **le vieillissement de la population** est un facteur certain de réduction du tonnage de déchets produits, dans la mesure où le vieillissement est synonyme de diminution de l'intensité de consommation.

- **Diminution de l'effet activité**

Le modèle confirme que la quantité de déchets produite augmente avec le nombre de salarié du secteur privé employé dans la zone. Toutefois, l'effet associé à cette variable diminue dans le temps : **la quantité de déchets produite pour un salarié supplémentaire est moins importante en 2008 qu'en 1997**.

On peut admettre que les professionnels des secteurs public et privé sont de plus en plus fortement incités voire contraints à réduire l'impact de leurs activités sur l'environnement. La diminution de l'effet activité peut refléter pour partie ces évolutions.

Une seconde hypothèse résulte de la transformation du tissu économique francilien au cours des années récentes : recul de l'industrie au profit du secteur des services (supposé produire

moins de déchets), numérisation des courriers, documents et factures suite au développement d'Internet et des technologies informatiques...

- **Progression de l'effet taille du foyer**

Le modèle établit que, toutes choses égales par ailleurs, **la production de déchets, ramenée au nombre de personnes est plus importante dans un foyer de petite taille**, ce qui est conforme à l'effet d'échelle attendu.

Synthèse des effets du modèle ordures ménagères

(Effet moyen sur la période 1997-2008)

Variable	Nature de l'effet	Impact sur la quantité d'ordures ménagères	Significativité statistique
Taille du foyer	0,1 personne en moins par foyer...	+ 5,9 kg / hab.	**
Revenu fiscal par foyer	1 000 € de revenus supplémentaires annuels...	+ 3,4 kg / hab.	***
Effectif salarié du secteur privé	1 000 emplois supplémentaires...	+ 0,09 kg / hab.	**

Source : Estimations CREDOC, d'après SYCTOM, INSEE, DGI, Pôle Emploi

Note de lecture. En moyenne sur la période, la diminution du nombre moyen d'habitants par foyers de 0,1 personne induit une progression de 5,9 kg de la quantité produite par habitant. De même, une augmentation du revenu annuel de 1 000 € induit une progression de 3,4 kg par habitants. Enfin, mille emplois supplémentaires créent une progression de 0,09 kg / habitants. Ce ratio doit ensuite être multiplié par la population communale pour connaître l'effet sur l'ensemble de la commune (tonnage cumulé). Chacun de ces 3 effets est mesuré toutes choses égales par ailleurs (les autres variables étant supposées fixes). La significativité mesure la fiabilité statistique de la présence de la variable dans le modèle (: <15% d'erreur, ** : <5% d'erreur, *** : <1% d'erreur).*

3.3.2. Modélisation des objets encombrants

La deuxième équation mise en œuvre vise à prévoir la masse d'objets encombrants produite par habitant. Ce ratio est calculé commune par commune pour chaque année de la période 1992-2008.

Comme pour les ordures ménagères, **le modèle postule que ce ratio s'écrit comme une fonction linéaire du revenu des ménages, de la taille moyenne du foyer, et du nombre de salariés présents dans la commune.**

Les variables proposées dans l'équation présentent des effets significatifs : leur influence sur la quantité d'objets encombrants produite est avérée par le modèle. L'ajustement global du modèle est toutefois sensiblement moins bon que pour les ordures ménagères. Le processus de production de déchets de type objets encombrants est donc moins fidèlement reproductible à partir de la seule connaissance de ces trois variables explicatives. En particulier, la significativité statistique de l'effet emploi se dégrade dans ce modèle par rapport au précédent. Ce résultat est toutefois cohérent : s'agissant des objets encombrants, on peut admettre une moindre contribution des activités professionnelles à la production de déchets que dans le cas des ordures usuelles.

Par ailleurs, l'interprétation des effets est elle aussi légèrement différente. Ainsi, **la production d'objets encombrants (ramenée au nombre de personnes) évolue négativement avec le revenu**. Une augmentation des revenus des foyers, induit, toutes choses égales par ailleurs, une diminution de la quantité d'objets encombrants rejetés.

Ce résultat peut être interprété comme un « effet qualité » : les biens durables acquis par les ménages plus aisés pouvant être de meilleure facture, ils peuvent s'avérer plus résistants dans la durée, ce qui conduirait, en moyenne, les ménages ayant les plus hauts revenus à produire une moindre quantité de déchets de type encombrant.

Synthèse des effets du modèle objets encombrants

Variable	Nature de l'effet	Impact sur la quantité d'ordures ménagères	Significativité statistique
Taille du foyer	0,1 personne en moins par foyer...	+ 4,4 kg / hab.	***
Revenu fiscal par foyer	1 000 € de revenus supplémentaires annuels...	- 0,9 kg / hab.	***
Effectif salarié du secteur privé	1 000 emplois supplémentaires...	+ 0,02 kg / hab.	*

Source : Estimations CREDOC, d'après SYCTOM, INSEE, DGI

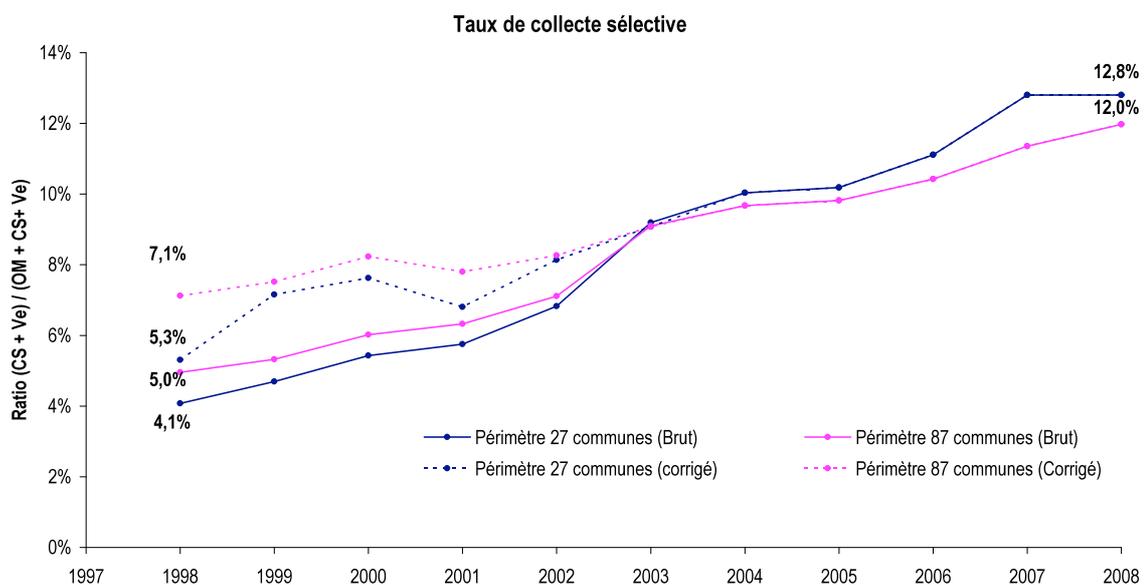
Note de lecture : En moyenne sur la période, la diminution du nombre moyen d'habitants par foyers de 0,1 personne induit une progression de 4,4 kg de la quantité produite par habitant. De même, une augmentation du revenu annuel de 1 000 € induit une diminution de 0,9 kg par habitants. Enfin, mille emplois supplémentaires créent une progression de 0,02 kg / habitants. Ce ratio doit ensuite être multiplié par la population communale pour connaître l'effet sur l'ensemble de la commune (tonnage cumulé). Chacun de ces 3 effets est mesuré toutes choses égales par ailleurs (les autres variables étant supposées fixes). La significativité mesure la fiabilité statistique de la présence de la variable dans le modèle (: <15% d'erreur, ** : <5% d'erreur, *** : <1% d'erreur).*

3.3.3. Modélisation de la collecte sélective

La méthode retenue pour la prévision de la collecte sélective n'est pas à proprement parler basée sur un modèle économétrique. **La modélisation de la quantité de déchets relevant de la collecte sélective est ramenée à un exercice de modélisation des comportements de tri. Ce que l'on cherche à prévoir est la part de la collecte sélective (y compris verre) dans le total des ordures ménagères.**

La construction de cet indicateur à partir des données communiquées par le SYCTOM rencontre néanmoins une difficulté pour l'approche économétrique. La période 1997-2008 utilisée pour l'étude recouvre, en effet, celle de l'apparition et du développement du dispositif de collecte sélective sur le territoire. **La progression de la part de la collecte sélective au cours de la période est fortement influencée par un « effet d'équipement » des communes de la zone.** Cette part était nulle en 1992 (aucune commune équipée); elle était de 3% en 2000 (39 communes équipées, 22 en cours d'équipement, 26 non équipées.) et a atteint 12,8% en 2008 (l'ensemble des 67 communes et des 20 arrondissements parisiens du périmètre étant alors entièrement équipé). **L'absence de variables rendant compte précisément de la montée en charge, commune par commune, du niveau d'équipement en conteneurs de collectes sélectives, ne permet pas de corriger ce biais au niveau de la modélisation.**

Pour contourner cet obstacle, on procède par analyse graphique. **A l'échelle du périmètre desservi par l'usine d'Ivry, on corrige (approximativement) l'effet d'équipement en produisant une valeur du ratio corrigée du nombre de communes équipée dans le périmètre (cf. graphique suivant).**



Source : SYCTOM, Calculs CREDOC

Selon cette correction, on observe une progression régulière de la collecte sélective sur le périmètre, de l'ordre de 0,7% par an en moyenne sur la période. Cette progression donne une indication générale de la diffusion des comportements de tri, sans que l'on puisse la qualifier plus précisément (quelle est la part des ménages qui consentent à trier leur déchets ? parmi ceux-ci, quelle proportion des déchets à trier le sont effectivement ?)

3.4. Etape IV : Des hypothèses de projection basées sur des évolutions tendancielles

Le modèle économétrique étant établi, il reste en dernier ressort à produire un jeu d'hypothèses d'évolution des variables explicatives pour produire les prévisions.

3.4.1. Projection des variables explicatives

Le principe de la prévision consiste à se projeter à un « horizon » donné (la situation en 2023) et non à reconstituer une trajectoire, année par année, entre 2008 et 2023. Ce point est important : compte tenu de la crise économique actuelle, il est difficile de prévoir le très court terme (2009-2010) brouillé par les incertitudes économiques au niveau mondial. Toutefois on admet que ces perturbations resteront circonscrites dans le temps : en 2023, la crise actuelle appartiendra à un passé éloigné. **Pour estimer le niveau de production de déchets en 2023, on retient une évolution tendancielle en mettant entre parenthèse la perturbation momentanée de la crise.**

Les variables à projeter évoluent selon des tendances lourdes, ce qui rend possible une projection à moyen terme. On établit, commune par commune, une projection tendancielle de chacun des indicateurs fondée sur son évolution au cours des 15 dernières années¹. Les résultats pour le sous-périmètre à 27 communes sont obtenus par agrégation. Les taux de croissance retenus pour les années à venir sont voisins de ceux de la période antérieure.

¹ L'emploi salarié a été projeté selon un découpage en 5 secteurs permettant de tenir compte des évolutions très différenciées entre le secteur industriel (en fort recul) et le secteur des services (en expansion). Cette finesse de découpage induit une mécanique plus complexe qui explique les écarts plus importants entre les valeurs passées et à venir des taux de croissance sur cet indicateur.

Synthèse des hypothèses retenues pour la projection des variables explicatives

	1997	2008	2023	TCAM 1997 / 2008	TCAM 2008 / 2023
Population	1 367 786	1 466 148	1 625 260	0,6%	0,7%
Logements	676 982	728 081	820 830	0,7%	0,8%
Taille des foyers	2,02	2,01	1,98	0,0%	-0,1%
Revenu fiscal par foyer	18 480	21 770	27 086	1,5%	1,5%
Emploi salarié privé	586 004	616 532	690 683	0,5%	0,8%

Source : INSEE, DGI, Pôle Emploi, Calculs et prévisions CREDOC

Note de lecture : le TCAM désigne le Taux de Croissance Annuel Moyen sur la période. **Nous faisons ainsi l'hypothèse d'une croissance de la population de 0,7% par an en moyenne jusqu'en 2023** (contre 0.6% par an sur la période 1997/2008). Les hypothèses de projection sont établies par prolongation à l'horizon 2023 des tendances passées au niveau de chacune des communes. Les valeurs des projections sur l'ensemble du périmètre sont obtenues a posteriori par agrégation des projections communales.

3.4.2. Evolution dans le temps des coefficients du modèle ordures ménagères

La prévision des ordures ménagères nécessite le recours à une hypothèse supplémentaire. En effet, les effets des différentes variables évoluent au cours du temps, ce qui pose la question de leur valeur au cours des années à venir. **Nous faisons l'hypothèse d'une poursuite de la tendance d'évolution, que nous amortissons progressivement au moyen d'un lissage logarithmique.** Le tableau ci-dessous résume les principales valeurs passées et à venir des trois effets entrant dans le modèle.

Projection des effets du modèle ordures ménagères

(Effets annuels lissés)

Nature de l'effet	1997	2008	2023
0,1 personne en moins par foyer...	+5,4 kg / hab.	+6,4 kg / hab.	+7,8 kg / hab.
1 000 € de revenus supplémentaires annuels...	+4,3 kg / hab.	+2,7 kg / hab.	+1,5 kg / hab.
1 000 emplois supplémentaires...	+1,2 kg / hab.	+0,7 kg / hab.	+0,3 kg / hab.

Source : Estimations CREDOC, d'après SYCTOM, INSEE, DGI, Pôle Emploi

La modélisation intègre, mais sans les isoler, les effets des politiques actuelles de gestion des déchets et considère qu'elles se poursuivent jusqu'à l'horizon 2023.

3.4.3. Projection du taux de collecte sélective

L'analyse du graphique du paragraphe 2.3.3 a montré que la progression de la part de la collecte sélective dans les ordures ménagères (y compris verre) a progressé sous l'impulsion d'un effet d'équipement (en conteneurs et bennes de collecte sélective) et d'un effet d'apprentissage des nouvelles pratiques de tri. Ce graphique rend compte du rythme de progression des pratiques de tri sélectif, après correction de l'effet d'équipement. Il reste à déterminer comment ce rythme de progression pourrait évoluer au cours des dix prochaines années.

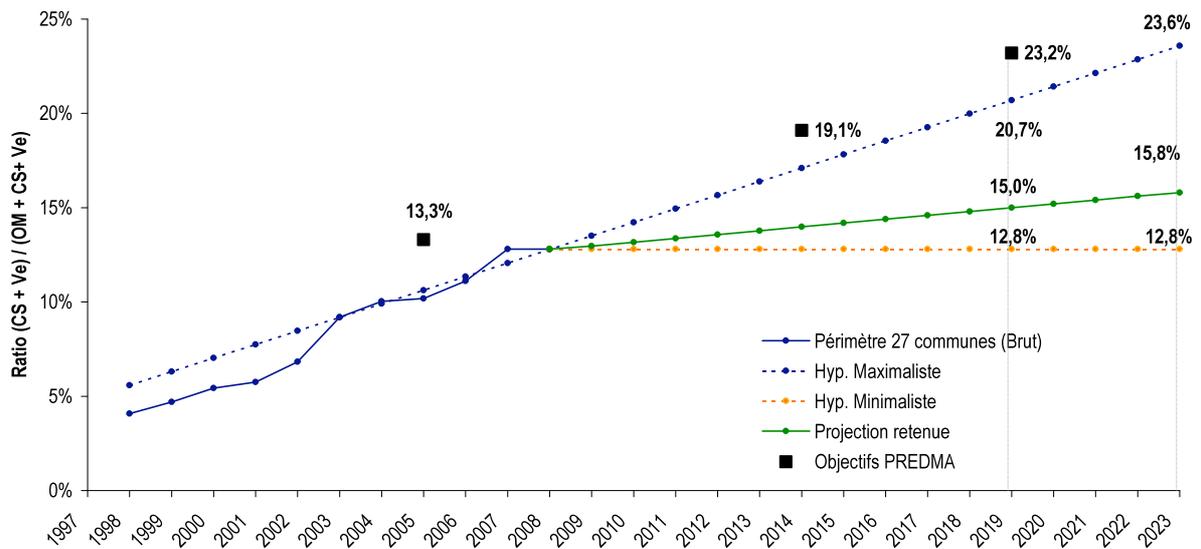
On peut adopter **une perspective minimaliste consistant à supposer que la phase de diffusion des pratiques ne dépasse pas la période de développement des équipements. Selon cette approche, la diffusion des pratiques de tri se stabiliserait lorsque l'ensemble des communes sont équipées. La collecte sélective représenterait alors 12,8% des ordures ménagères émises.**

A l'inverse, **une perspective maximaliste consiste à supposer une poursuite à l'identique des rythmes de progression de la collecte sélective dans les dix prochaines années, qui atteindrait un taux de 23,7% en 2023.** Ce rythme de progression se révèle conforme à celui préconisé par les directives du PREDMA pour l'ensemble de l'Ile-de-France. Ces dernières supposent que 80% de la partie « triable » des ordures ménagères (soit de l'ordre de 30% des OM) serait effectivement « triée » à l'horizon 2019, en Ile-de-France.

L'approche maximaliste est conforme aux hypothèses de projection sur PREDMA, en admettant que les pratiques de tri sont moins développées sur le territoire urbain dense du SYCTOM comparé à l'ensemble de l'Ile-de-France : d'où l'estimation de 20,8% de taux de collecte sélective sur le périmètre SYCTOM en 2019 contre 23,2% en Ile-de-France, selon le PREDMA.

Néanmoins, **l'analyse sociologique des comportements suggère que la progression rapide du tri dans la « phase de diffusion et d'apprentissage » décroît avec le temps.** Comme pour la plupart des phénomènes de diffusion de nouveaux comportements, **la courbe d'évolution du taux de collecte sélective suit a priori une progression en « S »**. Cette perspective médiane nous amène à considérer que **50% seulement de la partie « triable » serait effectivement triée à l'horizon 2019 sur le périmètre du SYCTOM.** Cette hypothèse conduit à un **taux de collecte sélective de l'ordre de 15% en 2019.**

Taux de collecte sélective – Périmètre à 27 communes



Source : Calcul et projection GREDOC, d'après SYCTOM

Les trois perspectives esquissées postulent que la tendance à l'œuvre depuis dix ans, compte tenu du dispositif technique actuel de la collecte sélective et de l'intérêt qui lui porte la population, reste stable dans les années à venir. Cette hypothèse est tenable pour les années 2009-2015. En revanche, il est difficile d'anticiper les éventuelles nouvelles politiques et actions en faveur du recyclage qui pourraient voir le jour d'ici 2023 et leurs effets sur la progression du taux de collecte sélective. Ces transformations possibles seront prises en compte dans l'analyse prospective pour anticiper l'horizon 2050 (deuxième partie de l'étude).

4. CONCLUSION. RESULTATS DE LA PREVISION

La prévision est établie à l'horizon 2023 selon deux unités :

- production de déchets par habitant de la zone (en kg/hab), qui découle directement de la prévision des modèles
- production totale (en tonne) obtenue en multipliant ce nombre par la projection de population résidente.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau qui suit.

Synthèse des résultats de la prévision

	2008 (réel)	2023 (modèle)	TCAM 2008/ 2023
Production de déchets par habitants (en Kg / hab.)			
Ordures ménagères	388,5	321,2	-1,3%
Collecte sélective (y. c. verre)	57,0	60,3	0,4%
OM + CS+ Ve	445,6	381,5	-1,1%
Objets encombrants	34,5	33,3	-0,3%
Production de déchets de la zone (en Tonnes)			
Ordures ménagères	569 636	522 081	-0,6%
Collecte sélective (y. c. verre)	83 616	97 968	1,1%
OM + CS+ Ve	653 252	620 049	-0,4%
Objets encombrants	50 620	54 111	0,5%
Population de la zone	1 466 148	1 625 260	0,7%
Production totale de la zone (en Tonnes)	703 872	674 160	-0,3%
Production de déchets par habitants (en kg)	480,1	414,8	-1,0%

Source : Prévisions CREDOC, d'après SYCTOM, INSEE, DGI, Pôle Emploi

Note de lecture : le TCAM désigne le Taux de Croissance Annuel Moyen sur la période 2008 à 2023. Ainsi, la production totale de déchets dans la zone diminue à un rythme de 0,3% par an en moyenne pour atteindre le niveau prévu en 2023.

■ **Ordures ménagères : changements comportementaux contre croissance démographique**

L'évolution de la production d'ordures ménagères résulte de deux forces contradictoires. **L'évolution des comportements induit une baisse de 1,3% par an de la quantité de déchets produite par habitant de la zone.** Elle résulte de la conjugaison de la diminution de l'impact des facteurs déterminants (emploi, taille et revenu des ménages) et du développement progressif des comportements de tri. **A cette tendance à la baisse, s'oppose un effet de croissance démographique qui induit, toutes choses égales par ailleurs, une croissance mécanique de 0,7% par an de la quantité totale d'ordures ménagères émise sur le périmètre.** In fine, la production de la zone atteindrait 522 000 Tonnes en 2023, soit un recul de 0,6% par an en moyenne par rapport à la quantité produite en 2008.

■ **Collecte sélective (y compris verre) : une hausse plus lente que celle prévue par le PREDMA**

La quantité de déchets émise en collecte sélective enregistre la plus forte progression selon nos prévisions (+1,1% par an soit près de 98 000 Tonnes en 2023). Toutefois, suite à l'hypothèse prudente retenue sur l'évolution de la part de la collecte sélective, cette croissance serait imputable aux effets démographiques plutôt qu'aux effets comportementaux.

L'hypothèse retenue est moins optimiste que les intentions retenues pour la région Ile de France et consignées dans le PREDMA. L'écart peut s'expliquer par la différence des échelles des territoires pris en compte pour le SYCTOM d'une part et pour le PREDMA d'autre part, ce dernier étant beaucoup plus large puisqu'il porte sur la totalité de la région Ile-de-France. Les objectifs du PREDMA sont des moyennes régionales regroupant des communes très différentes au regard de la densité urbaine, en particulier en termes de caractéristiques de l'habitat (collectif/individuel, plus ou moins spacieux) et d'importance des surfaces d'activité (services, entreprises).

■ **Objets encombrants : une relative stabilité**

La production d'objets encombrants par habitant tend à se réduire légèrement à l'horizon 2023 (-0,3% par an). Cette décroissance à faible rythme est plus que compensée par la progression de population dans la zone. Il en résulte donc une progression de 0,5% par an du tonnage de la zone qui excéderait 54 000 Tonnes. Compte tenu du degré de précision du modèle de prévision tributaire du caractère particulièrement erratique des données de tonnage d'objets encombrants, on peut considérer que l'évolution de la production d'encombrants restera stable sur la période de prévision.

ANNEXE 1. UN BREF EXPOSE DES METHODES ECONOMETRIQUES

L'économétrie est une méthode statistique de modélisation appliquée aux questions économiques. Elle consiste à lier les phénomènes étudiés (les variables expliquées, ici la production de déchets dans le périmètre) à une série de facteurs supposés déterminants (les variables explicatives comme la population résidente, le revenu des ménages...), au moyen d'une ou plusieurs équations mathématiques. Ces équations sont calculées pour s'ajuster aux données statistiques disponibles pour ces deux ensembles de variables.

Une fois élaborées, ces équations peuvent être utilisées dans une approche prédictive : en intégrant dans l'équation une hypothèse sur l'évolution des variables explicatives, le modèle calcule une prévision des variables expliquées.

4.1. Les grandes étapes du raisonnement

La démarche de prévision s'effectue en quatre étapes.

- Etape I : Identification des éléments à prendre en compte

Après avoir défini les phénomènes à modéliser, on sélectionne les **variables qui peuvent permettre de les expliquer**. Au final, cette étape revient à élaborer une « vision du monde » dans laquelle les phénomènes étudiés sont reliés aux variables explicatives, et seulement à celles-ci.

- Etape II : Recherche de séries de données

La méthode économétrique doit être alimentée par des **données statistiques fiables et nombreuses**. La « vision du monde » théorique ne peut être mise en œuvre qu'avec des séries qui sont comparables (disponibilité de toutes les variables nécessaires sur le même périmètre géographique, et sur la même période temporelle), tant pour les phénomènes à modéliser que pour les variables explicatives.

- Etape III : Estimation du modèle économétrique

Une fois que l'on dispose des données nécessaires, on met en œuvre **l'algorithme économétrique qui permet de construire les équations utilisées pour les calculs de prévision**.

L'analyse de ces résultats est instructive à plusieurs niveaux. En rapprochant la construction théorique de la réalité des chiffres, elle renseigne sur la pertinence de la « vision du monde » représentée par le modèle. L'économétrie fournit ainsi des indicateurs permettant de juger de la qualité des modèles, de l'influence et de la significativité de chacune des variables. Ces résultats peuvent conduire à remanier la vision théorique du modèle, pour améliorer sa pertinence.

- Étape IV : Hypothèses d'évolution des variables explicatives et prévision

A l'issue de l'étape III, on dispose d'équations permettant, à partir de valeurs des variables explicatives, de prévoir la valeur théorique (selon le modèle) des variables expliquées correspondantes.

C'est cette propriété qui est au cœur du système de prévisions : il suffit de connaître les valeurs futures des variables explicatives pour en déduire celles des phénomènes à prévoir.

4.2. Les limites de l'exercice de prévision

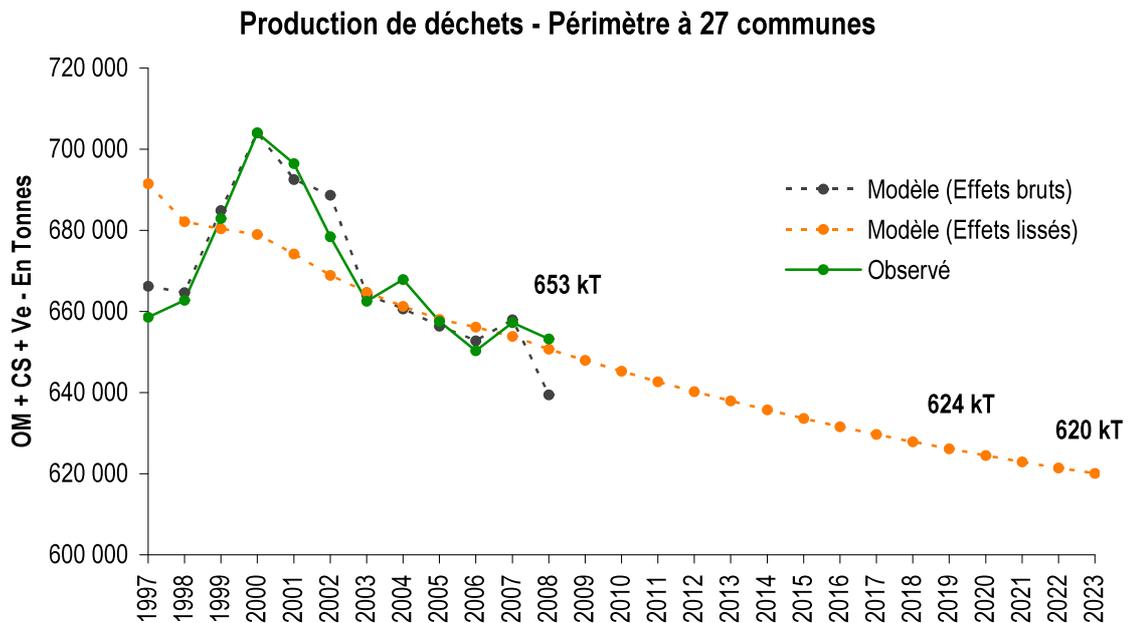
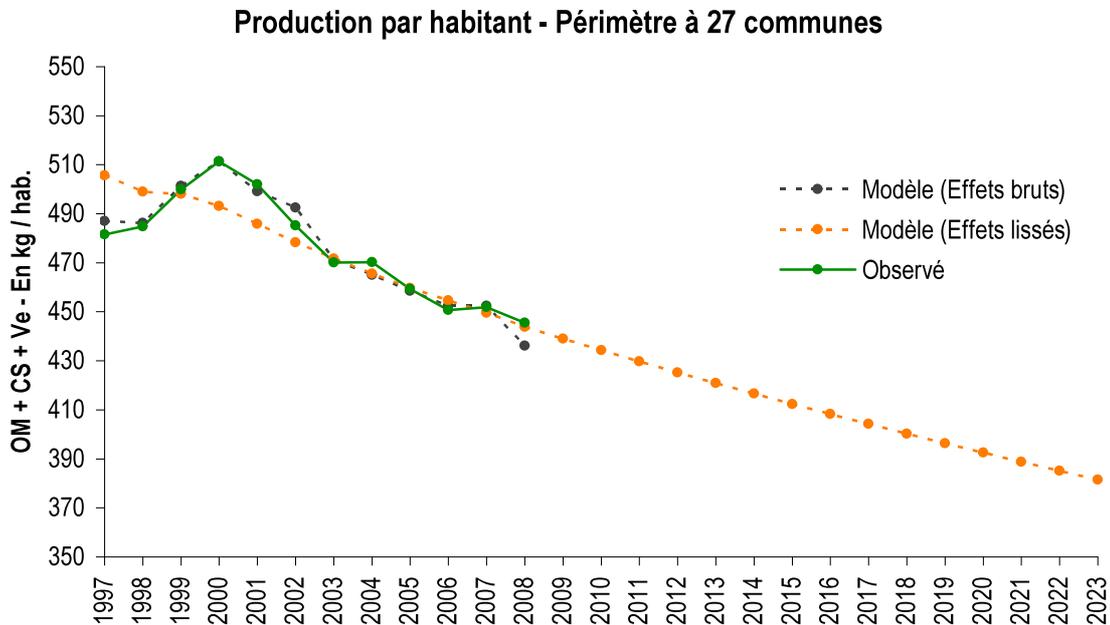
L'utilisation du modèle économétrique à des fins prédictives rencontre deux types de limites. La première concerne les hypothèses de prévision des variables explicatives, dont l'évolution détermine « mécaniquement » celle des phénomènes étudiés.

La seconde tient à l'hypothèse de reproductibilité des phénomènes dans le futur. Elle postule que la « vision du monde », telle qu'elle est appréhendée par l'équation, n'évolue strictement pas entre la période sur laquelle elle est estimée (par exemple les 15 dernières années) et la période sur laquelle on veut produire des prévisions (par exemple les 15 prochaines années). En clair, elle suppose que la structure des comportements n'évolue pas à court terme. La seule manière de se prémunir contre une éventuelle défaillance de cette hypothèse (qui ne peut par construction être décelée qu'a posteriori), consiste à limiter la période de prévision en fonction de la durée des données temporelles disponibles : par exemple, on limitera la prévision à 5 ans si l'on ne dispose que d'un historique de 10 ans, à 10 ans si l'on dispose d'un historique de 20 ans.

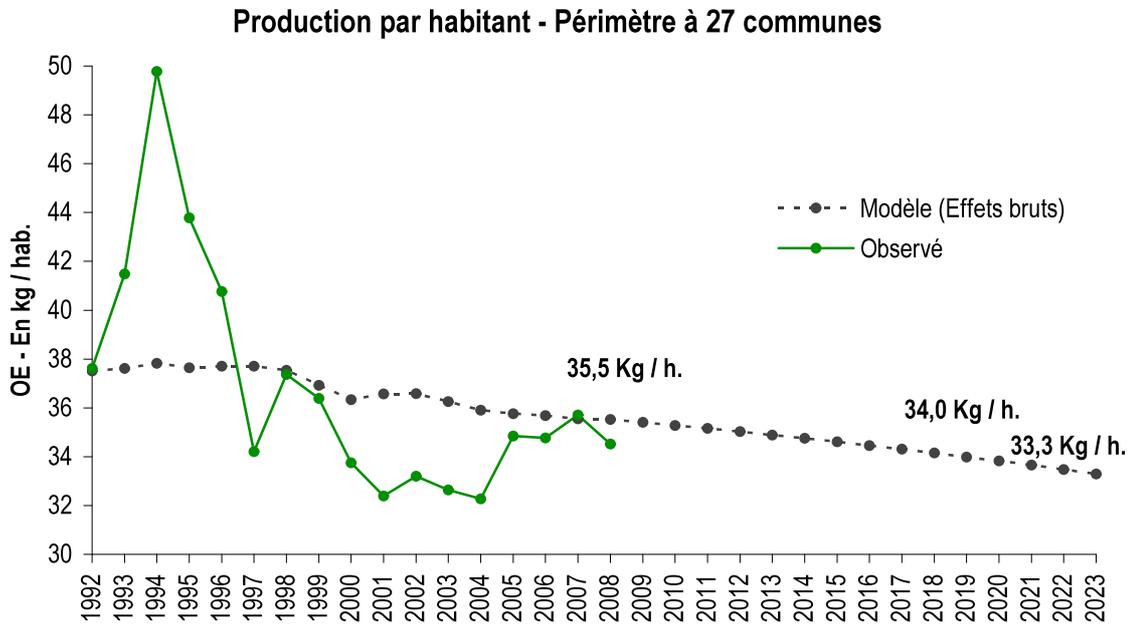
Dans la mesure où l'on ne dispose que d'un historique de 15 ans, les calculs de prévision ne devraient pas dépasser 2015. On prend néanmoins le risque de les prolonger jusqu'à 2023. Pour l'horizon 2050, il est, en revanche, nécessaire de changer de méthode, et d'adopter un raisonnement relevant de l'analyse prospective (2^{ème} partie de l'étude, dont les résultats seront communiqués ultérieurement).

ANNEXE 2. AJUSTEMENT GRAPHIQUE DES MODELES ECONOMETRIQUES

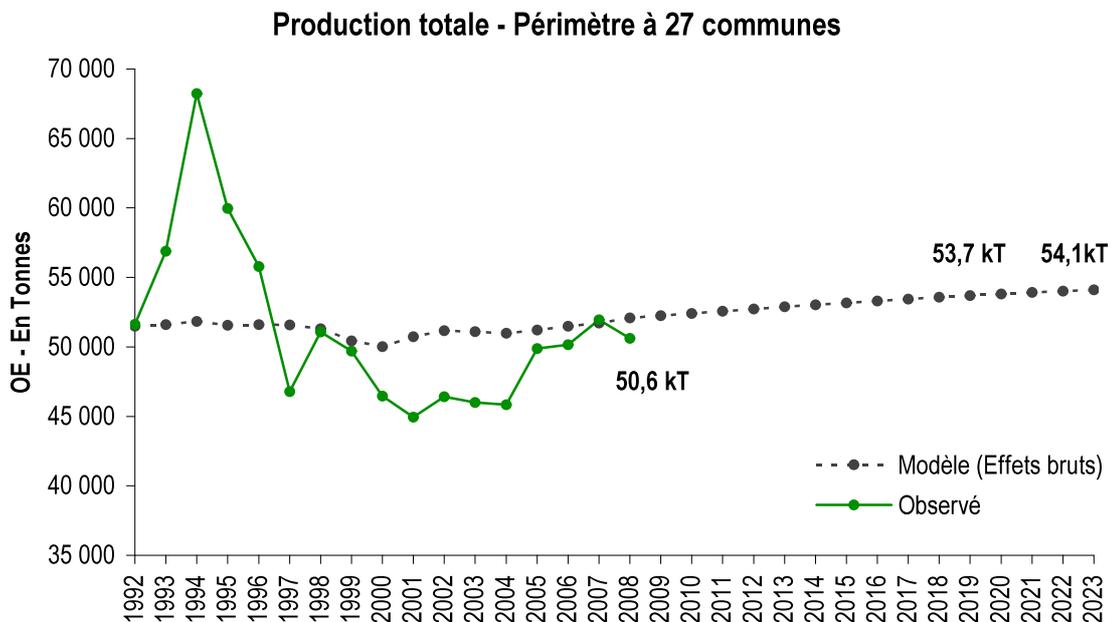
Modèle ordures ménagères (y c collecte sélective et verre)



Modèle objet encombrants



Source : Prévisions CREDOC, d'après SYCTOM, INSEE, DGI, Pôle Emploi



Source : Prévisions CREDOC, d'après SYCTOM, INSEE, DGI, Pôle Emploi

ANNEXE 3 – DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE

Périmètre à 87 communes (67 communes et 20 arrondissements parisiens)

Paris

Code Commune	Nom de la Commune
75101	Paris 1er Arrondissement
75102	Paris 2e Arrondissement
75103	Paris 3e Arrondissement
75104	Paris 4e Arrondissement
75105	Paris 5e Arrondissement
75106	Paris 6e Arrondissement
75107	Paris 7e Arrondissement
75108	Paris 8e Arrondissement
75109	Paris 9e Arrondissement
75110	Paris 10e Arrondissement
75111	Paris 11e Arrondissement
75112	Paris 12e Arrondissement
75113	Paris 13e Arrondissement
75114	Paris 14e Arrondissement
75115	Paris 15e Arrondissement
75116	Paris 16e Arrondissement
75117	Paris 17e Arrondissement
75118	Paris 18e Arrondissement
75119	Paris 19e Arrondissement
75120	Paris 20e Arrondissement

Yvelines

Code Commune	Nom de la Commune
78158	Le Chesnay
78640	Vélizy-Villacoublay
78646	Versailles

Hauts-de-Seine

Code Commune	Nom de la Commune
92004	Asnières-sur-Seine
92007	Bagneux
92009	Bois-Colombes
92012	Boulogne-Billancourt
92020	Châtillon
92022	Chaville
92023	Clamart
92024	Clichy
92025	Colombes
92026	Courbevoie
92032	Fontenay-aux-Roses
92033	Garches
92035	La Garenne-Colombes
92040	Issy-les-Moulineaux
92044	Levallois-Perret
92046	Malakoff
92047	Marnes-la-Coquette
92048	Meudon
92049	Montrouge
92050	Nanterre
92051	Neuilly-sur-Seine
92062	Puteaux
92064	Saint-Cloud
92072	Sèvres
92073	Suresnes
92075	Vanves
92076	Vaucresson
92077	Ville-d'Avray
92078	Villeneuve-la-Garenne

Seine-Saint-Denis

Code Commune	Nom de la Commune
93001	Aubervilliers
93005	Aulnay-sous-Bois
93006	Bagnolet
93008	Bobigny
93010	Bondy
93013	Le Bourget
93029	Drancy
93031	Épinay-sur-Seine
93039	L' Île-Saint-Denis
93045	Les Lilas
93048	Montreuil
93053	Noisy-le-Sec
93055	Pantin
93057	Les Pavillons-sous-Bois
93061	Le Pré-Saint-Gervais
93062	Le Raincy
93063	Romainville
93064	Rosny-sous-Bois
93066	Saint-Denis
93070	Saint-Ouen
93077	Villemomble
93079	Villetaneuse

Val-de-Marne

94016	Cachan
94018	Charenton-le-Pont
94037	Gentilly
94041	Ivry-sur-Seine
94042	Joinville-le-Pont
94043	Le Kremlin-Bicêtre
94046	Maisons-Alfort
94067	Saint-Mandé
94069	Saint-Maurice
94074	Valenton
94076	Villejuif
94080	Vincennes
94081	Vitry-sur-Seine

Périmètre à 27 communes (14 communes et 13 arrondissements Parisiens)

Code Commune	Nom de la Commune	%
75101	Paris 1er Arrondissement	100%
75102	Paris 2e Arrondissement	60%
75103	Paris 3e Arrondissement	100%
75104	Paris 4e Arrondissement	100%
75105	Paris 5e Arrondissement	100%
75106	Paris 6e Arrondissement	100%
75110	Paris 10e Arrondissement	60%
75111	Paris 11e Arrondissement	100%
75112	Paris 12e Arrondissement	100%
75113	Paris 13e Arrondissement	100%
75114	Paris 14e Arrondissement	80%
75116	Paris 16e Arrondissement	10%
75120	Paris 20e Arrondissement	40%
92049	Montrouge	100%
94016	Cachan	100%
94018	Charenton-le-Pont	100%
94037	Gentilly	100%
94041	Ivry-sur-Seine	100%
94042	Joinville-le-Pont	100%
94043	Le Kremlin-Bicêtre	100%
94046	Maisons-Alfort	100%
94067	Saint-Mandé	100%
94069	Saint-Maurice	100%
94074	Valenton	100%
94076	Villejuif	100%
94080	Vincennes	100%
94081	Vitry-sur-Seine	100%

NB : Certaines communes ne sont que partiellement desservies par le centre d'Ivry. Le pourcentage désigne alors la part prise en compte dans le périmètre.