RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Documentation des Données foncières

Extrait de la documentation en ligne



DOCUMENTATION

MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES
Liberté
Égalité
Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport. Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Site web : www.cerema.fr

Avertissement

Ce document est extrait de la documentation en ligne, disponible sur le site https://doc-datafoncier.cerema.fr/, qui est mise à jour en continu. Ce document n'est donc valable qu'à un instant t, et le lecteur est invité à aller consulter la documentation en ligne pour bénéficier des dernières nouveautés.

Ce guide est un guide technique renseignant sur le contenu, les limites et la manière d'utiliser la base de données « Fichiers fonciers ». Pour d'autres questions (modalités d'accès, études réalisées…), le lecteur est invité à consulter le site https://datafoncier.cerema.fr

Cette documentation, évolutive, peut cependant encore contenir des erreurs ou coquilles. Si vous relevez une erreur dans celle-ci, n'hésitez pas à nous en faire part par mail via la boite datafoncier@cerema.fr

Table des matières

- Guide complet
  - 1. Objet et contenu du rapport
  - 2. Méthode de calcul de la consommation d'espaces à partir des Fichiers fonciers
  - 3. Nouveaux traitements appliqués à la chaîne de production 2025
  - 4. Annexe 1 : établissement d'une table multi-millésime des Fichiers fonciers
  - 5. Annexe 2 : Affectation de l'usage aux parcelles des Fichiers fonciers
  - 6. Annexe 3 : description des algorithmes Kaver et Korange

Guide complet

1. Objet et contenu du rapport

1.1 Objet et contenu du rapport

En France comme en Europe, des objectifs convergents de réduction de l'artificialisation ont été intégrés dans les politiques publiques. Ainsi, l'Union Européenne a pour objectif de « supprimer d'ici à 2050 toute augmentation nette de la surface de terres occupée ». En parallèle, la France a publié le 4 juillet 2018 le Plan National Biodiversité, qui vise à atteindre le « Zéro artificialisation nette » (ZAN).

Ce plan contient, dans son action 7, l'engagement de « [publier], tous les ans, un état des lieux de la consommation d'espaces et [mettre] à la disposition des territoires et des citoyens des données transparentes et comparables à toutes les échelles territoriales ». Dans ce contexte, le ministère de la transition écologique a missionné le Cerema, l'IGN et l'INRAe pour produire ces données, qui ont été mises à disposition du public en juillet 2019 sur le portail national de l'artificialisation des sols.

La loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (dite loi « Climat Résilience ») a fixé l'objectif d'atteindre le « zéro artificialisation nette des sols » en 2050, avec un objectif intermédiaire de réduction de moitié de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers sur la période 2021-2031 par rapport à la décennie précédente.

Le dispositif de mesure national de l'artificialisation se déroule ainsi en deux temps.

Pour la période 2021-2031, on raisonne en **consommation d'espaces**. La consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (ENAF) est entendue comme « la création ou l'extension effective d'espaces urbanisés sur le territoire concerné » (article 194 de la loi Climat et résilience). Au niveau national, elle est mesurée par les Fichiers fonciers. Le présent rapport décrit la méthodologie technique de production de ces données.

À partir de 2031, on raisonne en **artificialisation nette**. L'artificialisation nette est définie comme « le solde de l'artificialisation et de la renaturation des sols constatées sur un périmètre et sur une période donnés. » (article L.101-2-1 du code de l'urbanisme). Au niveau national, elle est mesurée par l'occupation des sols à grande échelle (OCS GE), en cours d'élaboration, dont la production sera engagée sur l'ensemble du territoire national d'ici fin 2024.

1.1.1 Des données annuelles issues des Fichiers fonciers

La mesure de la consommation d'espaces à partir des Fichiers fonciers est diffusée sur le portail national de l'artificialisation (https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr). Outre cette méthodologie technique, destinée aux techniciens et chercheurs expérimentés souhaitant connaître très précisément la méthodologie utilisée, plusieurs ressources sont disponibles :

- Un rapport sur les questions de définition et sur les apports et limites des Fichiers fonciers pour l'observation de la consommation d'espaces. Ce rapport recense notamment les limites de la donnée et les définitions utilisées dans ce cadre.

> **La lecture du rapport sur les définitions est un préalable indispensable à la bonne compréhension de la démarche méthodologique.**

- Les données elles-mêmes, accompagnées d'outils de visualisation en ligne (cartes et tableaux de bord).
- Des études thématiques et des analyses nationales pour mieux connaître le phénomène.
- Outre les données de consommation issues des fichiers fonciers et l'OCSGE, dont l'utilisation est recommandée par l'État, un recensement d'autres sources de données complémentaires potentiellement utilisables.

1.1.2 Objet du présent rapport

Ce rapport explicite le processus de création d'indicateurs de consommation d'espaces à partir des Fichiers fonciers en en détaillant les limites d'utilisation et les partis pris issus du traitement. Attention, ce rapport **ne traite pas** des limites inhérentes à la donnée de base.

Il est admis, en préalable, que le lecteur est au fait de la base de données « Fichiers fonciers », de sa structure, ainsi que des principaux avantages et limites de la base. Si ce n'est pas le cas, il est conseillé de lire le premier rapport traitant de la source de données [1] et/ou de consulter le site internet consacré aux données foncières [2]. Ce rapport est ainsi destiné à un public de techniciens désireux de connaître la manière dont a été constituée la donnée. Il a donc été fait ici le choix de présenter de la manière la plus exhaustive possible les traitements réalisés.

1.1.3 Calculer le « combien » pour mieux évaluer le « Pourquoi »

L'exercice mené ici permet d'obtenir des données comparables à toutes les échelles de territoire. Il s'agit de données socles permettant aux territoires de se saisir de ces chiffres. L'apport de cette étude est donc de répondre à la question du **« combien »**.

Cependant, il s'agit ici d'une méthode nationale. Des méthodes d'observation locales complémentaires seront parfois mieux adaptées pour répondre aux spécificités des territoires.

En outre, il faut rappeler que le nombre d'hectares consommés n'est ici qu'une partie du problème. S'il s'agit d'atteindre le zéro artificialisation nette, il est nécessaire de se pencher sur les causes de cette consommation, et sur les leviers permettant de la réduire. En cela, des analyses nationales et locales plus poussées, notamment dans le cadre d'observatoires fonciers déjà constitués seront nécessaires pour comprendre le **« pourquoi »**.

1.2 La méthode d'observation de la consommation d'espaces à l'aide des Fichiers fonciers

Ce rapport retrace le processus de traitement des données Fichiers fonciers. Étape par étape, il sera fait le suivi de la transformation de la donnée de base en des chiffres communaux. De manière condensée, la méthode est la suivante.

1 – Dans un premier temps, pour tous les millésimes, on classe chaque parcelle des Fichiers fonciers, selon son caractère urbanisé ou non. Ensuite, si elle est urbanisée, il sera précisé son usage (habitat, activité ou mixte).

2 – Une fois cette action réalisée, l'objectif est d'arriver à créer un historique des parcelles. En d'autres termes, il faut arriver à suivre, sur l'intégralité des millésimes, ce que deviennent les parcelles. Ainsi, si une parcelle A se divise, nous devons pouvoir suivre chacune de ses parties, et savoir que ces parties sont issues de A. Dans ce cadre, nous allons travailler à l'**îlot**, c'est-à-dire un agrégat de parcelle(s) stable sur l'intégralité des millésimes.

3 – À partir de ces deux éléments, nous disposons d'une donnée contenant la filiation des parcelles ainsi que leur usage. À partir de ces éléments, il est possible de calculer les flux de consommation d'espaces.

L'illustration 1 retrace précisément ce processus.

Illustration 1 - Résumé de la méthode

① Affectation de l'usage, ② Table multi-millésime, ③ Algorithme Krainbow (étapes A-D), ④ Nouveaux traitements post-production 2025.

d'espaces"] T3["Étape B - Flux d'usage"] T4["Étape C - Routes et fer"] T5["Étape D - Table multi-millésimes"] T1 --> T2 --> T3 --> T4 --> T5 end subgraph POST["④ Nouveaux traitements (Section 3)"] style POST fill:#e0f5e4 P1["① Neutralisation < 2011"] P2["② Redressement jannat"] P3["③ Redressement RPG"] P4["④ Neutralisation PV"] P5["⑤ Suppression < 50 m²"] P6["⑥ Contrôle manuel (> 5 ha)"] P1 --> P2 --> P3 --> P4 --> P5 --> P6 end OUT1["Agrégation communale"] OUT2["Agrégation carroyée"] OUT3["Diffusion parcellaire"] U3 & M3 --> T1 T5 --> P1 P6 --> OUT1 & OUT2 & OUT3

1.2.1 Principe de traitement

Il s'agit donc de travailler à une maille fine (parcelle ou ensemble de parcelles), en mobilisant des techniques de calcul statistique, et éventuellement quelques méthodes géomatiques. Dans un deuxième temps, les données sont agrégées à une maille communale.

Les données sont travaillées en ne considérant que sur les entités ayant évolué. Il ne s'agit donc pas ici de travailler en **stock** (« 1 000 ha de cette commune sont urbanisés en 2017 »), mais bien en **flux** (« 10 ha de cette commune ont été nouvellement urbanisés (= consommés) entre 2016 et 2017 »).

1.2.2 Une nouvelle méthode permettant de travailler à une échelle fine

La méthodologie utilisée est ici nouvelle, et remplace les précédents chiffres et données issus des Fichiers fonciers. Il s'agit ici d'une méthodologie plus fine, travaillant à une maille plus resserrée (l'îlot / parcelle et non la commune).

Outre des données plus fines, capables de différencier habitat et activité, il s'agit aussi d'une méthodologie permettant des développements ultérieurs (croisement avec d'autres bases de données exogènes), ce qui améliorera la connaissance du phénomène.

Il est à noter que d'autres méthodes peuvent exister, notamment basées sur l'utilisation des dates de construction des Fichiers fonciers. Pour en savoir plus sur les utilisations possibles et différences de ces méthodes, vous pouvez consulter l'étude sur la consommation d'espaces induite par le logement social [3], qui traite entre autres de cette différence.

1.2.3 Évolution de la méthodologie

Les données de consommation d'espaces sont produites depuis 2019 sur l'ensemble des millésimes disponibles. À ce jour, 5 millésimes des données ont été produites.

Suite aux retours terrains, le Cerema a affiné sa méthodologie de production des données. Dans ce contexte, chaque année, la production vient remplacer les données antérieures sur toute la période. Ainsi, les données 2009-20AA sont recalculées sur toute la période, et remplacent intégralement les données de la période précédente.

Ce présent rapport est une mise à jour du premier rapport produit en juin 2019. Il intègre ainsi une partie des réponses des utilisateurs sur la méthodologie, clarifie certains points, et surtout modifie la méthodologie sur les points ayant évolué.

1.2.4 Données produites

Cette présente méthodologie a pour objectif de créer des données de consommation d'espaces annuelles à une échelle communale. Les données sont aussi séparées selon leurs usages. En d'autres termes, les données sont structurées selon un tableau avec **1 ligne = 1 commune**.

Pour chaque année (2011-2012 correspond à la période entre le 1er janvier 2011 et le 1er janvier 2012), on dispose donc :

- De la consommation d'espaces
- De la consommation selon 6 usages (habitat, activité, mixte, inconnu, fer et route).

1.2.5 Artificialisation ou consommation d'espaces ?

La méthode de traitement à partir des Fichiers fonciers traite de l'évolution de la consommation d'espaces au niveau national.

La notion d'**artificialisation** est définie, dans la loi « Climat et résilience », comme « l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage » [4]. Cette définition a depuis été complétée par un décret ciblant quels types de sols sont ou non artificialisés.

La loi Climat et Résilience définit la **consommation d'espaces** comme « la création ou l'extension effective d'espaces urbanisés sur le territoire concerné ». Il s'agit donc de la conversion d'espaces naturels, agricoles ou forestiers en espaces urbanisés.

Dans le rapport, nous utiliserons les termes **« NAF »** (naturel, agricole ou forestier) et **« urbanisés »** pour parler des espaces en « stock » : ce terrain est actuellement urbanisé. À l'inverse, le terme de **consommation d'espaces** qualifiera le flux, c'est-à-dire la conversion d'un espace NAF en un espace urbanisé.

1.2.6 Structuration du rapport

Le rapport contient la méthode de calcul de la consommation d'espaces. Elle s'appuie sur deux traitements préalables explicités en annexe, à savoir :

- l'affectation de l'usage de la parcelle (c'est-à-dire habitat, activité et mixte) à la parcelle (annexe 2),

- l'établissement d'une table multi-millésime (annexe 1).

Le corps du rapport se concentre sur la transformation de données multi-millésime contenant l'usage de la parcelle. À partir de ces données, il va s'agir de :

- **A** – calculer le flux de consommation d'espaces, c'est-à-dire les transformations entre urbanisé, NAF et non cadastré (Étape A),
- **B** – calculer le flux usage, à savoir les transformations, au sein de l'urbanisé, entre usage d'habitat, d'activité et mixte (Étape B),
- **C** – réaliser les post-traitements (Étape C),
- **D** – produire les données finales (Étape D).

L'ensemble de ces traitements est réalisé à travers un algorithme nommé **Krainbow**, développé dans le cadre de cette étude. Le déroulé de l'algorithme Krainbow est présenté dans l'illustration 2.

---

2. Méthode de calcul de la consommation d'espaces à partir des Fichiers fonciers

2.1 Données d'entrée, définition et objectif

2.1.1 Données d'entrée

Les deux étapes explicitées en annexe nous ont permis d'obtenir des données bi-millésime [5] contenant les surfaces liées aux différents usages (activité, habitat, mixte). Pour chaque îlot [6], nous aurons donc les informations suivantes pour le millésime N et le millésime N+1 :

- surface totale cadastrée
- surface urbanisée.

La surface urbanisée est elle-même divisée entre les éléments suivants :

- urbanisé à usage d'habitat,
- urbanisé à usage d'habitat extrapolé [7],
- urbanisé à usage d'activité,
- urbanisé à usage d'activité extrapolé,

- urbanisé à usage mixte,
- urbanisé à usage mixte extrapolé,
- urbanisé non affecté.

îlot	Surf. parcelle 2011	Surf. urbanisée 2011	Surf. NAF 2011	Surf. Act direct 2011	Surf. Act extrapolé 2011	Surf. Habitat 2011	...	Surf. parcelle 2012	...
îlot1									
îlot2									
îlot3									

L'usage de la parcelle peut être défini de deux manières. En premier lieu, il s'agit d'une **affectation directe**, selon les locaux présents sur la parcelle selon les Fichiers fonciers. Si cela n'est pas possible, l'affectation est définie par rapport à celle de ses voisins. Dans ce cadre, l'affectation directe est considérée comme plus fiable que l'**affectation extrapolée**.

Les traitements précédents ne permettent pas d'affecter la totalité des parcelles. Pour certaines parcelles urbanisées, il est impossible d'en déterminer l'usage, même par extrapolation. Ces parcelles sont donc considérées comme **« non affectées »**.

2.1.2 Données exogènes

Outre cette donnée d'entrée, le traitement s'appuie sur plusieurs données exogènes. La liste de ces données est présentée en annexe.

2.1.3 Définitions

Dans la suite du rapport, nous allons utiliser deux notions :

- Les **deltas** sont les différences de stock entre deux millésimes. Ainsi, si la surface urbanisée vaut 10 ha en 2011 et 12 ha en 2012, le delta consommé 2011-2012 vaudra 12 – 10 = **2 ha**.
- Les **flux** sont les transferts entre deux grandeurs et entre deux millésimes. Ainsi le flux NAF–Urba 2011-2012 est égal au nombre d'hectares qui étaient en NAF en 2011 et en urbanisé en 2012.

2.1.4 Objectif de la méthode

L'objectif de ce traitement sera de transformer ces données, à l'îlot, en flux. Ce traitement sera réalisé pour observer deux phénomènes.

Dans un premier temps, les flux entre urbanisé, NAF et non cadastré seront déterminés. Cette première sortie sera nommée **« flux de consommation d'espaces »**.

Dans un deuxième temps, au sein de l'urbanisé, les flux entre habitat, mixte et activité seront déterminés. Cette deuxième sortie sera nommée **« flux d'usage »**.

Illustration 2 - Objectif : transformer les différences entre millésimes en flux
L'objectif sera donc de transformer les différences entre millésimes (entre parenthèses) en flux (flèches rouges), et ce pour chaque îlot.
flowchart LR NC["Non cadastré\n(+15)"] NAF["NAF\n(-45)"] URB["Urbanisé\n(+30)"] NAF -- "10" --> NC NC -- "5" --> NAF NC -- "10" --> URB NAF -- "40" --> URB URB -- "20" --> NC URB -- "0" --> NAF

2.2 Étape A : calcul du flux de consommation d'espaces

2.2.1 Problématique

Nous avons donc en entrée :

- la surface totale de l'îlot de l'année N,
- la surface totale de l'îlot de l'année N+1,
- la surface urbanisée de l'îlot de l'année N,
- la surface urbanisée de l'îlot de l'année N+1.

Il s'agit de définir, en sortie, **6 flux** :

- Urbanisé vers NAF,
- NAF vers urbanisé,
- Urbanisé vers Non cadastré,
- Non cadastré vers Urbanisé,
- NAF vers Non cadastré,
- Non cadastré vers NAF.

2.2.2 Étape A-0 : traitement des parcelles problématiques

Les calculs de consommation d'espaces se heurtent à plusieurs problèmes :

- En 2015, les **golfs** ont été classés en tant que « urbanisés » par l'administration fiscale, et ce même s'ils existaient auparavant. Dans ce contexte, en prenant les données brutes, on constate une forte augmentation de la consommation d'espaces entre 2014 et 2015, cela étant dû à un nouveau classement fiscal et non d'un changement d'usage des sols.
- Les **terrains militaires** ont tendance à changer de classement cadastral entre deux millésimes, et ce sans modification d'usage du sol. Ces changements aléatoires nécessitent donc des retraitements.
- Sur certaines parcelles, **la surface est mal renseignée** : la surface totale des suf est ainsi différente de la surface totale de la parcelle [8].
- Une création de **carrière** fait passer un terrain d'un espace NAF vers un espace urbanisé. Cependant, les carrières étant exclues du calcul de l'artificialisation par la loi Climat et Résilience, par souci de cohérence l'État recommande de les exclure aussi du calcul de la consommation d'espaces.

Ces parcelles ont été ciblées pour deux raisons :

- Elles concentrent les erreurs qui peuvent se trouver dans les Fichiers fonciers,
- Des surfaces importantes sont en jeu. À titre d'illustration, si le camp de Canjuers (35 000 ha) changeait d'occupation des sols pour des raisons fiscales, cela reviendrait à doubler la consommation d'espaces au niveau national.

En outre, une vérification manuelle a été réalisée sur les parcelles dont la consommation d'espaces dépassait les 10 ha.

2.2.2.1 Traitement des golfs et des terrains militaires

Dans un premier temps, les unités foncières sur lesquelles un golf ou un terrain militaire était présent ont été repérées. Il s'agit donc des unités foncières sur lesquelles un point d'intérêt de la BD Topo de type « Golf » ou « Terrain militaire » était présent.

Tous les îlots dans lesquels apparaissent l'une de ces parcelles sont **exclus** des calculs de consommation d'espaces.

2.2.2.2 Traitement des carrières

Le traitement s'est appuyé sur la base de données **« Carma »**, créée par la DGALN et mise en œuvre par le BRGM. Cette base recense toutes les carrières à une échelle nationale. Ainsi, les parcelles intersectées par la base Carma sont exclues du calcul.

2.2.2.3 Traitement des surfaces mal renseignées

Les parcelles ont une surface totale, qui se divise en surface urbanisée et non urbanisée. Cependant, pour certaines d'entre elles, des problèmes de données conduisent à avoir une surface totale différente de la somme de ses composantes [9].

Tous les îlots dans lesquels apparaissent l'une de ces parcelles sont exclus des calculs de consommation d'espaces.

2.2.2.4 Exclusion des remembrements et rectifications fiscales

Les remembrements et rectifications fiscales consistent, pour les services des impôts, à redécouper et transformer les parcelles existantes en d'autres. C'est aussi l'occasion de mieux renseigner les nouvelles parcelles. Dans ce cadre, les mises à jour peuvent provoquer des changements des surfaces urbanisées fiscales sans changement physique du sol. Les opérations de remembrement ont ainsi été exclues du calcul de consommation d'espaces.

Les remembrements concernent souvent un grand nombre de parcelles. Pour les exclure du total, plusieurs filtres ont été réalisés :

- Lorsque, après reconstitution de l'évolution des parcelles (étape 6 de la méthode de reconstitution multi-millésimes, cf. annexe 1) il reste **plus de 30 parcelles avant et après** le millésime, ces parcelles sont exclues du calcul.
- Lorsque, après reconstitution de l'évolution des parcelles (étape 6 de la méthode de reconstitution multi-millésimes, cf. annexe 1) il reste **plus de 50 parcelles l'année N ou plus de 50 parcelles l'année N+1**, ces parcelles sont exclues du calcul.
- Lorsque, entre deux millésimes et sur une commune, **plus de 500 parcelles** ont subi une modification sans changement de nom, ces parcelles sont exclues du calcul de consommation d'espaces.

En conclusion, le calcul de la consommation d'espaces **ne prend pas en compte** les golfs, les terrains militaires, les carrières, ou les changements dus aux remembrements.

2.2.3 Étape A-1 : détermination des différences entre millésimes (algorithme Kirouge)

Une fois ce tri réalisé, il s'agit d'estimer les différences entre les millésimes, sur chacun des postes. Nous souhaitons travailler, entre deux millésimes, à **périmètre constant** [10]. Dans ce cadre, les surfaces non cadastrées de l'année N ou de l'année N+1 sont complétées pour que les surfaces totales soient les mêmes entre les deux années.

Cette normalisation permet d'éviter les changements de surface dus à un **réarpentage des parcelles**.

Illustrations 3 & 4 - Exemple de répartition avant et après correction

flowchart LR A["**Avant correction (Ill. 3)**
Urba: 1500
NAF: 800
Non cadastré: 0
Total FF: 2300
Total géom: 2500"] B["**Après correction (Ill. 4)**
Urba: 1500
NAF: 800
Non cadastré ajouté: 200
Total: 2500"] A -- "Kirouge" --> B

2.2.4 Étape A-2 : transferts entre catégories (algorithme Kaver)

À partir de ces éléments, nous appliquons l'**algorithme Kaver**, qui transforme donc les 3 deltas en 6 flux (algorithme en annexe).

Cet algorithme pose l'hypothèse que les flux ne peuvent être contraires. En d'autres termes, s'il existe un transfert entre espace NAF et urbanisé, on postulera que le flux contraire (urbanisé vers NAF) sera nul.

Au sein d'un îlot, on ne constatera qu'**un seul sens de modification** : on ne pourra donc avoir à la fois une consommation d'espaces et une renaturation du même îlot.

Cette hypothèse est dans les faits assez crédible : chaque îlot est situé dans un espace de projet, et est constitué d'une surface plutôt faible (ordre de grandeur de la parcelle [11]). Il est très rare de constater deux modifications contraires sur le projet sur une année.

Enfin, l'algorithme pose comme contrainte que l'un des flux restants sera égal à 0. En d'autres termes, on postule l'**absence de flux circulaires** [12].

Illustration 5 - État des deltas (à gauche) et flux déduits (à droite)
flowchart LR subgraph DELTAS["Deltas (ex.)"] D["Δ NAF = -300\nΔ Urbanisé = +300\nΔ NC = 0"] end subgraph FLUX["Flux (Kaver)"] F["NAF→Urba = 300\nUrba→NAF = 0\nAutres = 0"] end DELTAS -- "Kaver" --> FLUX
flowchart LR NC["Non cadastré"] NAF["NAF"] URB["Urbanisé Cadastré"] NC -- "200" --> URB NAF -- "100" --> URB

2.2.5 Données de sortie

À ce stade, les données sont les suivantes :

îlot	Urba N → NAF N+1	NAF N → Urba N+1	NC N → NAF N+1	NAF N → NC N+1	Urba N → NC N+1	NC N → Urba N+1	...
îlot1							
îlot2							
îlot3							

Ces données seront ensuite regroupées à l'échelle du territoire d'étude (par exemple la commune).

2.3 Étape B : calcul du flux d'usage

2.3.1 Objectif de cette partie

Nous disposons donc des flux entre NAF, non cadastré et urbanisé pour chaque îlot. L'étape suivante consiste à observer les évolutions au sein de l'urbanisé entre les usages présents, c'est-à-dire :

1. habitat,
2. activité,
3. mixte,
4. **« non affecté »** - cette catégorie est constituée de parcelles n'ayant pas pu être classées selon cette méthode.

L'objectif est ainsi de créer, à partir des données d'entrée, des flux de sortie entre les catégories, c'est-à-dire les données suivantes :

3 flux de « création », constitué de :

- création de surface à usage d'habitat,
- création de surface à usage d'activité,
- création de surface à usage mixte.

6 flux de transferts entre habitat, mixte et activité, composé de :

- transfert entre habitat et activité (la parcelle est à usage d'habitat l'année N, et à usage d'activité l'année N+1),
- transfert entre activité et habitat,
- transfert entre mixte et habitat,

- transfert entre habitat et mixte,
- transfert entre activité et mixte,
- transfert entre mixte et activité.

Illustration 6 - Données en entrée (à gauche) et flux souhaités en sortie (à droite)
Les flèches bleues sont des flux de création et les flèches rouges sont les flux de transferts.
flowchart TB URB["Urbanisé Cadastré\n(+30)"] HAB["Habitat\n(+25)"] ACT["Activité\n(-45)"] MIX["Mixte\n(+50)"] URB -- "10" --> HAB URB -- "0" --> ACT URB -- "20" --> MIX HAB -- "20" --> URB ACT -- "0" --> URB ACT -- "5" --> HAB MIX -- "10" --> HAB ACT -- "40" --> MIX

Sur chaque îlot, nous avons donc, pour chaque année, la consommation d'espaces et les surfaces affectées dans les 4 catégories d'usage (habitat, activité, mixte et « non classé »). Les flux en entrée sont les suivants :

N° îlot	Conso	Hab 2011	Act 2011	Mix 2011	NC 2011	Hab 2012	Act 2012	Mix 2012	NC 2012
1	200	100	100			100		300	100
2	600		300		200				100
3	0			200				200	
4	350			50				400	
5	0	100		200	600	600		300	
6	100		300					400	
7	200	100		100		200		600	

Illustration 7 : Exemple de surface en entrée. Les cases vides correspondent à des données égales à 0 (non représentées ici pour des questions de clarté).

Il faut toutefois noter que le principe sera de **ne pas calculer le changement d'affectation au sein de l'îlot**. En d'autres termes, les données d'entrée sont l'évolution globale de la consommation d'espaces, et les évolutions de l'habitat, l'activité et le mixte. Les inconnues de l'équation sont les **créations** de consommation d'espaces pour l'habitat, l'activité et le mixte.

2.3.2 Étape B-1 : élimination du « non affecté » (algorithme Kejaune)

Dans un premier temps, nous souhaitons limiter au maximum la présence du « non affecté » sur le territoire.

Pour chaque îlot, si au sein d'un millésime, il y a présence de non affecté et d'autres catégories, on affecte le non classé à ces catégories, **au prorata du poids de ces catégories** (cas 1). Cela se fait à enveloppe constante.

> Exemple : l'îlot 5 a 200 m² de mixte, 100 m² d'habitat et 600 m² de non affecté, pour le millésime 2011. On affectera ces 600 m² aux catégories présentes, selon leur poids, c'est-à-dire 400 m² au mixte et 200 m² à l'habitat.

Une fois cette étape réalisée, si un millésime ne possède que du non affecté, et que l'autre millésime dispose d'une consommation d'espaces dans l'une des catégories, ce non classé sera affecté au prorata des catégories de l'autre millésime (cas 2).

> Exemple : l'îlot 6 a 300 m² d'habitat en 2011, et 400 m² de non affecté en 2012. Ce non classé de 2012 sera transformé en 400 m² d'habitat.

Ces deux étapes se font dans cet ordre, ce qui permet d'affecter les cas les plus compliqués (îlot 7).

Si après ces deux affectations, on ne dispose que du non affecté dans les deux millésimes (c'est-à-dire que les surfaces d'habitat, d'activité ou de mixte sont égales à 0 dans les deux millésimes), on traite ce cas à part. Dans ce cas, on fait la différence entre ces éléments pour créer un **flux de « non affecté »**.

Logigramme Kejaune

flowchart TD K0{"Non affecté\ndans un îlot ?"} K0 -- "Non" --> K_ok["Aucune modification"] K0 -- "Oui" --> K1{"Autres catégories\nprésentes\ndans le même millésime ?"} K1 -- "Oui (Cas 1)" --> K1a["Redistribuer le non-affecté\nau prorata des autres catégories\n(à enveloppe constante)"] K1 -- "Non" --> K2{"L'autre millésime\na une catégorie ?\n(Cas 2)"} K2 -- "Oui" --> K2a["Redistribuer selon\nla répartition de\nl'autre millésime"] K2 -- "Non (Cas 3)" --> K3["Créer un flux\n'non affecté'"]

N° îlot	Conso	Hab 2011	Act 2011	Mix 2011	NA 2011	Hab 2012	Act 2012	Mix 2012	NA 2012	Observations
1	200	100	100			100		300	100	Pas de modif

2	600		300				**360**	**240**		Cas 1 : non affecté 2012 → Mix et Act
3	0			200		**200**				Cas 2 : non affecté 2011 → Habitat 2012
4	350			50				400		Cas 3 : non cadastré dans les 2 millésimes
5	0	**300**		**600**		600		300		Cas 1 : 600 m² non affecté 2011 → Hab+Act
6	100		300			**400**				Cas 2 : non classé 2012 → 400 m² d'habitat
7	200	**200**		**200**		**300**		**300**		Cas 1+2 : non affecté 2011 → Hab+Act, puis non affecté 2012 affecté selon répartition 2011

Illustration 8 : Exemple de surface après application de Kejaune. Les données en gras ont été modifiées. Les cases vides = données égales à 0.

2.3.3 Étape B-2 : traitement des flux de changement d'usage (algorithme Korange)

Une fois ces structures modifiées, il s'agit de déterminer les flux. Au final, nous avons 3 données en entrée :

- la différence d'habitat entre deux millésimes,
- la différence d'activité entre deux millésimes,
- la différence de mixte entre deux millésimes.

Nous souhaitons, en sortie, **9 flux** : 3 flux de création et 6 flux de transfert entre catégories.

De plus, on étudie la **stabilité de l'enveloppe**, à savoir si la surface urbanisée de l'année N est égale à la surface urbanisée de l'année N+1.

2.3.3.1 Rappel : affectation directe et affectation extrapolée

Pour chaque îlot, nous possédons à la fois la **surface directe** (c'est-à-dire sur la surface sur laquelle il y avait un local) et la **surface extrapolée** (surface urbanisée sur laquelle il n'y a pas de local, mais pour laquelle l'affectation a été réalisée par voisinage).

En d'autres termes, on différencie pour ces cas l'affectation directe, plus fiable, de l'affectation extrapolée, moins fiable.

2.3.3.2 Principes de base

Le traitement est basé sur plusieurs principes :

- Si l'**enveloppe est stable**, on postule que les flux de création seront égaux à 0. Les flux de transferts seront répartis selon l'algorithme Kaver (cf. étape A-2 et annexe 3).
- S'il n'y a que des **surfaces extrapolées** sur le premier millésime, et que l'enveloppe reste la même, on considère que **tous les flux sont égaux à 0** (aucun changement interne ou externe).

En dehors de ces cas, on applique l'**algorithme Korange**, qui répartit :

- les flux de création en fonction du flux entre NAF et Urba,
- les flux internes en fonction des différences de stock entre urbanisé et NAF.

Le fonctionnement complet de cet algorithme est présenté en annexe.

2.4 Étape C : Post-traitements usages

2.4.1 Problématique

Le traitement réalisé ne prend en compte, à ce stade, que les usages habitat, activité, mixte et inconnu. L'objectif est ici d'extraire les flux de consommation d'espaces induits par les **nouvelles infrastructures routières et ferroviaires**.

2.4.2 Données en entrée

Les routes et voies ferrées sont issues de la **BD Topo V3**. Le millésime utilisé est le dernier disponible au moment du traitement : pour les données 2009-2022, la BD Topo 2022 a été utilisée.

Cependant, les données issues de la BD Topo (tables « tronçon de route » et « tronçon de voie ferrée ») sont représentées géomatiquement par des lignes. Il est donc nécessaire de

leur appliquer un buffer égal à leur largeur pour les représenter en tant que polygone. Les buffers appliqués sont les suivants :

- Buffer égal à la **largeur de la chaussée + 4 m** pour les routes. Les objets dont le champ « nature » est égal à 'Chemin', 'Escalier', 'Sentier', 'Route empierrée' et 'Piste cyclable' ont été exclus du total.
- Buffer égal à **30 m** autour des LGV.
- Buffer égal au **nombre de voies multiplié par 6 m** pour les autres voies ferrées. Les voies hors service, ainsi que les objets dont le champ « nature » est égal à 'Métro', 'Funiculaire ou crémaillère', 'Tramway', 'Sans objet' sont exclus du total.

2.4.3 Intersection

Les parcelles consommées sont intersectées avec la BD Topo retraitée. On compare ensuite la surface de la parcelle avec celle de l'intersection entre parcelle et route / fer. Les parcelles dont plus de **45 %** de la surface est intersectée par une route sont classées en usage routier, et les parcelles à plus de **30 %** par une voie ferrée sont classées en « fer ». Si une parcelle répond à ces deux critères (cas très rare), elle sera classée en « route ». Ces seuils, définis empiriquement, permettent de croiser les deux couches géographiques en dépit de leurs différences de topologie et de calage.

L'usage routier ou ferroviaire est donc **prépondérant** par rapport à l'usage précédent. Ainsi, si une parcelle était classée en « habitat », mais intersecte une route à 80 %, elle sera classée en tant que « route ».

2.5 Étape D : Post-traitements

2.5.1 Point d'étape

Nous avons donc tous les flux recherchés. Il s'agit, à ce stade, d'éliminer encore quelques cas problématiques et de créer une table de synthèse multi-millésime utilisable par tous.

À ce stade s'achève les travaux en bi-millésimes pour créer une table multi-millésimes.

2.5.2 Étape D-1 : Création d'une table multi-millésimes

On transforme ici des tables bi-millésime en table multi-millésime, dont l'unité est l'îlot. Ce processus est décrit dans l'annexe 1.

2.5.3 Étape D-2 : Suppression des îlots « rebond » (algorithme Kanbleu)

Il subsiste, à ce stade, de rares cas de **« rebond »** : un îlot est consommé [13] entre 2011 et 2012, puis passe de « urbanisé » à NAF [14] entre 2012 et 2013. Il s'agit la plupart du temps de la correction d'erreurs, ou alors de projets abandonnés.

Les cas évoqués sont rares (environ 300 cas par département et par bi-millésimes), et ne correspondent pas à de grandes surfaces.

Il s'agit ainsi plutôt de corrections très locales, permettant d'utiliser ces données à une échelle communale.

2.5.3.1 Méthode de traitement

On repère ainsi les îlots qui ont fait l'objet de deux flux contraires sur 3 millésimes. Sur ces îlots, le flux NAF vers Urba est corrigé des flux Urba vers NAF des deux millésimes suivants.

> **Nouveau NAF-Urba (N-N+1) = Ancien NAF-Urba (N-N+1) – Urba-NAF (N+1-N+2) – Urba-NAF (N+2, N+3)**

Dans tous les cas, ce flux ne peut être inférieur à 0.

Illustration 9 : Îlots avec rebond avant correction

îlot	NAF-Urba 2011-12	Urba-NAF 2011-12	NAF-Urba 2012-13	Urba-NAF 2012-13	NAF-Urba 2013-14	Urba-NAF 2013-14
îlot1	200	0	0	100	0	50
îlot2	100	0	0	0	0	100
îlot3	100	0	0	0	0	150

Illustration 10 : Îlots avec rebond après correction

îlot	NAF-Urba 2011-12	Urba-NAF 2011-12	NAF-Urba 2012-13	Urba-NAF 2012-13	NAF-Urba 2013-14	Urba-NAF 2013-14
îlot1	+50	0	0	0	0	0
îlot2	0	0	0	0	0	0

îlot3	0	0	0	0	0	0

2.6 Étape E : Caractéristiques du produit final

À ce stade, nous regroupons toutes les données à l'échelle de travail (par exemple la commune), pour obtenir des flux à l'échelle communale.

2.6.1 Description du produit final

2.6.1.1 Maille de restitution

Chaque ligne du tableau correspond à une commune du **référentiel INSEE de l'année de production** (ex : 2023 pour les données 2009-2022). Il faut cependant noter les différences suivantes :

- Les communes de **l'île-de-Sein** et de **l'île-Molène** (codes INSEE 29 083 et 29 084) ne sont pas assujetties à l'impôt foncier. En conséquent, ne disposant d'aucune information sur ces territoires, ces communes ont été exclues du calcul.
- La commune de **Suzan** est fusionnée avec la commune de La Bastide-de-Sérou [15].
- Pour conserver un périmètre constant sur toute la période, les séparations de communes entre l'année 2009 et l'année de production ne sont pas prises en compte. En d'autres termes, si deux communes ont dé-fusionnées en 2012, elles seront toujours indiquées comme fusionnées. En 2022, cela concernait **6 communes** [16] à l'échelle nationale.

2.6.1.2 Millésimes

Les chiffres sont présentés de manière annuelle, sur la période considérée. Cependant, nous ne disposons que des chiffres 2009-2011. Dans ce cadre, dans le document final, les chiffres 2009-2010 et 2010-2011 sont les mêmes : ils sont égaux à la moitié des données calculées sur la période 2009-2011.

2.6.1.3 Les flux

Les données finales comportent les flux suivants :

- 1 flux de consommation d'espaces,
- 5 flux d'usage (habitat, activité, mixte, fer, route),
- 1 flux d'usage sur le non-affecté.

Ces flux sont présentés entre chaque bi-millésime.

2.6.1.4 Les données exogènes

Lors de la livraison du produit, des données exogènes ont été ajoutées. Il s'agit à ce stade de données INSEE, à savoir :

- Des données de localisation : EPCI, département, région, aire d'attraction des villes…
- Caractéristiques de la commune : population, ménages et emplois.
- Surface géométrique communale.

En outre, les données fournissent le **périmètre des Scots**, fournis par la Fédération nationale des Scots.

La structure complète de la table est présentée dans le descriptif des données présent sur l'espace de téléchargement des données.

2.6.2 Quelles variables utiliser ?

Nous arrivons, à ce stade, au produit final. Certains flux présentant des limites importantes (cf. infra), ils n'ont pas été livrés dans le produit final. Ainsi, les données en open-data présentent les principaux indicateurs et uniquement les données les plus fiables : il s'agit donc de la même donnée, mais avec un nombre de colonnes moindre.

2.6.2.1 Fiabilité des flux

Les données de flux de NAF vers urbanisé sont **fiables**, ainsi que les flux de création (création d'habitat, d'activité ou de mixte). Il s'agit bien de la consommation d'espaces au sens fiscal.

À l'inverse, les flux d'espaces urbanisés et NAF sont **moins fiables**. Si parmi eux on peut reconnaître de la réelle renaturation (passage effectif de l'urbanisé vers le NAF), il s'agit aussi de reconfigurations fiscales, la fiscalité des espaces NAF étant moins forte que celle des espaces urbanisés. À ce titre, le flux Urbanisé vers NAF comporte beaucoup trop d'artefacts (changements fiscaux sans changement réel de l'usage du sol) pour être considérés comme fiables. Le flux urbanisé vers NAF **ne peut donc être assimilé à de la renaturation**.

Les flux partants ou provenant du non-cadastré sont pour leur part fiables, mais ne recouvrent pas forcément une réalité thématique.

Enfin, les flux entre usages doivent encore être expertisés. En effet, il existe plusieurs cas où des changements théoriques d'usages ne sont en réalité que des redécoupages parcellaires. Des recherches sont en cours pour différencier les changements effectifs (requalification d'habitats en activité), des changements mineurs mais faisant changer le seuil (par exemple la transformation d'un local d'activité en habitat, qui pourrait faire passer l'intégralité de la parcelle en « activité ») ou les changements dus à la méthode.

Dans ce cadre, il est vivement recommandé de n'observer que les flux NAF vers urbanisé, ainsi que leur destination (habitat, activité, mixte, fer, route ou inconnu).

Illustration 11 - Logigramme général de l'algorithme Krainbow

Les cases en couleurs présentent les principales étapes, ainsi que les noms des algorithmes liés à cette étape.

flowchart TB %% --- BLOC 1 : PRÉPARATION (Horizontal) --- subgraph PREP["Préparation des données"] direction LR IN["Données d'entrée (bi-millésime avec usage)"]:::in PRET["Prétraitement : Calcul des deltas"]:::proc FILTRE["Filtre des îlots concernés"]:::proc RECH["Recherche des parcelles problématiques (Krose)"]:::boxpink IN --> PRET --> FILTRE RECH -.->|golfs, terrains militaires...| FILTRE end %% --- BLOC 2 : CONSO (Horizontal) --- subgraph CONSO["Calcul des flux de consommation"] direction LR COR1["Correction de la surface non cadastrée (Kirouge)"]:::boxred COR2["Correction de la surface non cadastrée (Kirouge)"]:::boxgreen COR1 --> COR2 end %% --- BLOC 3 : USAGE (Horizontal) --- subgraph USAGE["Calcul des flux d'usage"] direction LR LIMIT["Limitation du non-classé (Kejaune)"]:::boxyellow TRANS_SIMP["Transferts entre usages (cas simples) (Korange)"]:::boxorange TRANS_CPLX["Transferts entre usages (cas complexes) (Kaounir)"]:::boxgray POST["Post-traitement (route / fer)"]:::proc LIMIT --> TRANS_SIMP --> TRANS_CPLX --> POST end %% --- BLOC 4 : FINAL (Horizontal) --- subgraph FINAL["Traitement final"] direction LR CREAT["Création table multi-millésime"]:::proc SUPP["Suppression des rebonds (Kanbleu)"]:::boxblue AGG["Agrégation à la commune et ajout des indicateurs"]:::final CREAT --> SUPP --> AGG end %% --- LIENS DE CONNEXION VERTICAUX (Entre les blocs) --- FILTRE --> COR1 COR2 --> LIMIT POST --> CREAT %% --- STYLES --- classDef in fill:#e8f6ff,stroke:#2b9bd1; classDef proc fill:#ffffff,stroke:#444,stroke-width:1px; classDef boxpink fill:#f4c6f1,stroke:#c05aa8; classDef boxred fill:#e76b6b,stroke:#7a2b2b; classDef boxgreen fill:#b6e6b6,stroke:#2f7a2f; classDef boxgray fill:#dcdcdc,stroke:#8a8a8a; classDef boxorange fill:#ffd3a6,stroke:#d07a2a; classDef boxyellow fill:#fff0b3,stroke:#b38a00;

classDef boxblue fill:#bcd8ff,stroke:#2b6fb8; classDef final fill:#e6f0ff,stroke:#234f7a,stroke-width:1.5px;

3. Nouveaux traitements appliqués à la chaîne de production 2025

Les traitements décrits dans ce chapitre s'inscrivent dans la continuité de la méthodologie nationale de mesure de la consommation d'espaces à partir des Fichiers Fonciers, dont les principes généraux (algorithmes Krainbow, Kirouge, Kejaune, Korange, Kanbleu) sont exposés dans le rapport de référence d'août 2023. Ils constituent des améliorations ciblées, appliquées **en fin de chaîne de production et rétroactivement sur l'ensemble de la série 2011–2025**, sans modifier les étapes A à D du calcul de base.

> ⚠ Ces traitements modifient les valeurs de consommation sur l'ensemble de la période, y compris les années antérieures déjà publiées. Les données 2011–2025 remplacent intégralement les données 2011–2024 calculées l'année précédente.

3.1 Neutralisation des consommations antérieures à 2011

3.1.1 Problématique

Le périmètre temporel de la loi Climat et Résilience définit la décennie 2011–2021 comme période de référence pour les objectifs ZAN. Certaines consommations détectées dans les Fichiers Fonciers portent pourtant sur des bâtis antérieurs à 2011 : il s'agit de rattrapages fiscaux, c'est-à-dire de déclarations tardives de constructions déjà réalisées avant 2011 mais non encore enregistrées dans les données fiscales à la date de leur construction. Leur présence biaise la mesure des dynamiques d'artificialisation post-2011, qui constituent l'unique périmètre d'évaluation réglementaire.

3.1.2 Modalités de mise en œuvre

Le traitement repose sur l'algorithme dit **« jannat »**, qui exploite le champ `jannatmin` des Fichiers Fonciers. Ce champ enregistre l'année minimale de construction des bâtiments déclarés sur les parcelles d'un îlot. Pour chaque paire de millésimes (n0, n1), l'algorithme identifie les îlots vérifiant simultanément trois conditions :

1. Aucun bâtiment n'est déclaré sur les parcelles de l'îlot en n0 (`jannatmin = -1` , code conventionnel du FF pour « absence de bâti »).

2. Au moins un bâtiment est déclaré sur les parcelles de l'îlot en n1.
3. L'année de construction déclarée en n1 (`jannatmin`) est antérieure à l'année de début de la période de détection (n0).

Lorsque l'année de construction est strictement antérieure à 2009, l'îlot est marqué pour suppression. Les îlots dont l'année de construction est 2009 ou 2010 sont réattribués à la période fictive 2009–2011, puis éliminés lors du filtrage final : seules les consommations avec n0 ≥ 2011 sont conservées dans les tables de diffusion.

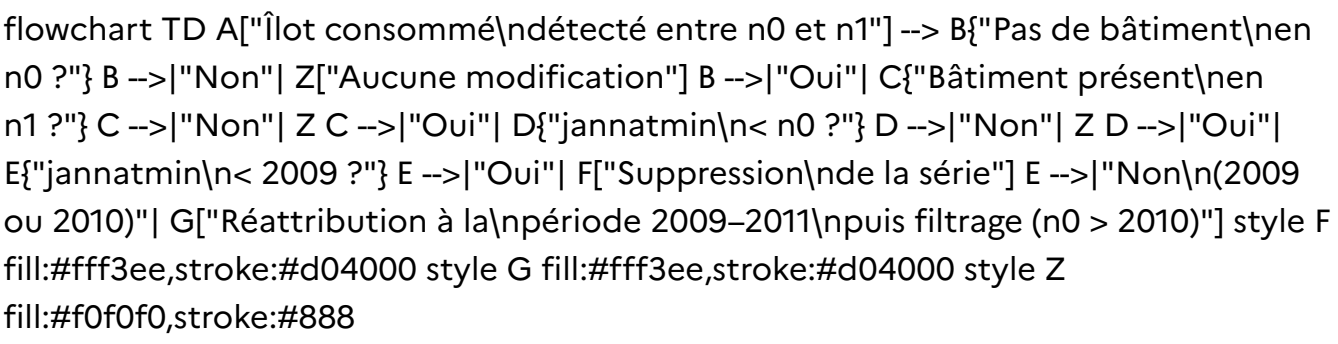


Illustration 1 : Logique de décision pour la neutralisation des consommations antérieures à 2011.

3.1.3 Limites

Fiabilité de la source. Le champ `jannatmin` dépend des déclarations des propriétaires et peut être absent, erroné, ou correspondre à une date de permis de construire plutôt qu'à une date de construction effective. Une année de construction mal renseignée peut conduire à une neutralisation incorrecte ou à l'absence de neutralisation d'un vrai rattrapage.

Périmètre de détection restreint. L'algorithme ne s'applique qu'aux îlots pour lesquels aucun bâtiment n'est déclaré en n0. Les cas où le bâtiment existait déjà dans les FF en n0 mais n'avait pas encore modifié le statut fiscal NAF de la parcelle ne sont pas couverts.

Traitement des cas limites 2009–2010. Les îlots dont `jannatmin` vaut 2009 ou 2010 correspondent à des constructions formellement antérieures à 2011 mais proches de la frontière réglementaire. Leur traitement par réattribution puis filtrage, plutôt que par suppression directe, garantit la cohérence de la série sans introduire d'ambiguïté sur leur statut.

3.2 Redressement temporel par l'année de construction

3.2.1 Problématique

La comparaison millésimée des Fichiers Fonciers attribue toute consommation au premier millésime où la transformation fiscale est enregistrée. Or, un propriétaire peut déclarer tardivement l'achèvement de travaux effectués plusieurs années auparavant - phénomène

de rattrapage fiscal. Cette distorsion temporelle concentre artificiellement de la consommation sur certains millésimes, notamment ceux suivant des campagnes de régularisation cadastrale ou des contrôles fiscaux. Le champ `jannatmin` du Fichier Foncier, qui enregistre l'année de construction déclarée, permet de corriger cette distorsion lorsque la date réelle de construction, postérieure à 2010, est antérieure à l'année de détection.

3.2.2 Modalités de mise en œuvre

Le redressement s'appuie sur le même algorithme « jannat » que la neutralisation décrite en 3.1, mais pour les cas où l'année de construction (`jannatmin`) est ≥ 2011 et strictement inférieure à l'année de début de la période de détection (n0). Dans cette situation, les champs n0 et n1 de l'îlot sont mis à jour pour refléter l'année réelle de construction, déplaçant ainsi la consommation vers le bon intervalle temporel.

Ainsi, un îlot détecté lors de la comparaison 2022–2023, mais dont le bâtiment a été construit en 2018 selon le champ `jannatmin`, est réattribué à la période 2018–2019. Le cumul des surfaces consommées sur la période 2011–2025 est rigoureusement identique avant et après redressement : seule la répartition annuelle est corrigée.

Chaque réattribution est tracée via l'attribut `detail` de l'îlot, permettant d'identifier les consommations redressées dans les tables de diffusion et de les soumettre automatiquement au contrôle manuel (voir §3.6).

flowchart TD A["Îlot sans bâtiment en n0\navec bâtiment en n1\net jannatmin ≥ 2011"] --> B{"jannatmin\n< n0 ?"} B -->|"Non"| Z["Aucune modification\n(détection normale)"] B -->|"Oui"| C["Redressement temporel"] C --> D["n0 ← jannatmin\nn1 ← jannatmin + 1"] D --> E["Consommation réattribuée\nà l'année de construction\neffective"] D --> F["Attribut detail mis à jour\npour traçabilité et\ndéclenchement du contrôle"] style C fill:#e8f0ff,stroke:#2040d0 style D fill:#e8f0ff,stroke:#2040d0 style Z fill:#f0f0f0,stroke:#888

Illustration 2 : Logique de redressement temporel par l'année de construction.

3.2.3 Limite structurelle sur la dernière année

La dernière année d'observation (ici 2024–2025) ne peut pas bénéficier de reports provenant des années suivantes, car celles-ci ne sont pas encore disponibles. La consommation de cette année est donc **systématiquement sous-estimée** lors de la publication, et se stabilise progressivement sur les 2 à 3 millésimes suivants, à mesure que les rattrapages fiscaux sont intégrés.

> Les chiffres de la dernière année ne doivent pas être utilisés pour des comparaisons strictes avec les années précédentes. Il convient d'attendre la

consolidation des millésimes suivants avant d'interpréter cette année isolément.

3.3 Redressement temporel par le Registre Parcellaire Graphique (RPG)

3.3.1 Problématique

Certaines surfaces font l'objet d'une consommation détectée dans les Fichiers Fonciers alors qu'elles sont simultanément déclarées comme cultivées dans le Registre Parcellaire Graphique (RPG), qui recense annuellement les surfaces agricoles déclarées à la PAC. Cette coexistence traduit une **anticipation de la consommation** : le propriétaire a déclaré fiscalement son terrain comme urbanisé avant que la transformation effective du sol ait eu lieu. Ce cas est notamment fréquent dans les ZAC dont la maîtrise foncière est acquise plusieurs années avant l'urbanisation effective.

3.3.2 Modalités de mise en œuvre

Le traitement s'effectue par **intersection spatiale** entre les îlots identifiés comme consommés et les périmètres déclarés au RPG de l'année correspondante. Pour chaque îlot consommé en année n0, l'algorithme interroge successivement les millésimes RPG disponibles depuis n0 jusqu'au dernier millésime RPG disponible, afin de déterminer la première année où l'îlot n'est plus couvert par une déclaration PAC. Trois cas sont distingués :

flowchart TD A["Îlot consommé\nannée N"] --> B{"Intersection\navec RPG année N"} B -->|"Recouvrement\ntotal"| C["Exclusion temporaire\nRéintégration à l'année N+k\noù le RPG ne couvre plus"] B -->|"Recouvrement\npartiel"| D["Consommation maintenue\nCoexistence des deux usages"] B -->|"Aucun\nrecouvrement"| E["Aucune modification"] style C fill:#fff3ee,stroke:#d04000 style D fill:#f0f0f0,stroke:#888 style E fill:#e0f5e4,stroke:#2a8a40

Illustration 3 : Logique de traitement des intersections avec le Registre Parcellaire Graphique.

Lorsqu'un îlot est exclu temporairement (recouvrement total), il est réintégré à la **première année où son contour n'est plus couvert par une déclaration RPG**. Lorsque l'îlot est encore couvert au dernier millésime RPG disponible, il est retiré de la série jusqu'à ce qu'un millésime ultérieur confirme sa sortie du RPG. Le cumul de la consommation sur la période 2011–2025 est donc identique avant et après traitement : seule la date d'enregistrement est modifiée.

3.3.3 Résultats observés

Pour l'année 2018 à titre d'exemple, l'analyse révèle que plusieurs centaines d'hectares répartis sur plusieurs milliers d'îlots intersectaient totalement le RPG. Parmi ces îlots, environ 80 % ont fait l'objet d'une réattribution vers une année ultérieure de consommation effective. Ce traitement s'avère particulièrement utile pour retracer les opérations d'aménagement progressives (ZAC notamment), où la déclaration fiscale intervient souvent à l'ouverture de l'opération alors que la consommation effective est étalée sur plusieurs années.

3.4 Neutralisation des installations photovoltaïques susceptibles d'exemption

3.4.1 Contexte réglementaire

L'article 184 de la loi Climat et Résilience, précisé par le **décret n°2023-1408 du 29 décembre 2023**, exempte du décompte de la consommation d'espaces les installations photovoltaïques au sol et agrivoltaïques répondant à des critères techniques précis. Ces installations, bien que détectées comme consommation dans les Fichiers Fonciers par changement du statut fiscal de la parcelle, doivent être exclues de la mesure nationale.

3.4.2 Modalités de mise en œuvre

Le traitement repose sur une **intersection géométrique** entre les îlots identifiés comme consommés et les périmètres des installations susceptibles d'exemption, issus des données IGN et des déclarations des porteurs de projets. Deux millésimes de données PV sont mobilisés et consolidés : les installations référencées sur la période 2017–2020 et celles référencées sur la période 2021–2023. En cas de doublon, le premier référencement est retenu.

Pour chaque îlot consommé, l'algorithme teste l'intersection spatiale avec les périmètres PV. Lorsqu'une intersection est détectée, les attributs de l'installation (caractère agrivoltaïque, flottant, présence d'une date d'exemption ou d'une justification technique) sont examinés. L'îlot est exclu de la consommation si au moins une des conditions d'exemption est vérifiée. Cette approche spatiale s'affranchit de la temporalité des consommations : elle s'applique indépendamment de l'année de détection fiscale, évitant ainsi les biais d'anticipation ou de rattrapage propres à la source Fichiers Fonciers.

Lorsqu'un îlot consommé intersecte un parc photovoltaïque déclaré, la surface d'intersection est **déduite de la consommation comptabilisée**. Chaque îlot neutralisé reçoit un attribut de traçabilité dans les données parcellaires.

3.4.3 Résultats observés

Sur la période 2011–2022, le traitement neutralise environ **300 ha** de consommations cumulées, avec un pic constaté en 2021, témoignant de l'accélération du déploiement photovoltaïque sur cette période. Ces volumes restent modestes à l'échelle nationale mais peuvent être significatifs localement, notamment dans les zones à forte concentration de projets agrivoltaïques.

3.5 Suppression des consommations inférieures à 50 m²

3.5.1 Problématique

La méthode de détection par comparaison de millésimes Fichiers Fonciers génère un grand nombre d'îlots de très faible surface. Ces micro-consommations posent plusieurs problèmes :

- Elles correspondent fréquemment à des corrections fiscales ponctuelles ou à des parcelles situées dans le tissu urbain déjà constitué, sans lien avec une consommation d'espace au sens de la loi Climat et Résilience.
- Elles ne sont pas détectées par l'OCS GE, dont l'Unité Minimale d'Interprétation (UMI) est fixée à 500 m² en zone construite et 2 500 m² hors zone construite.
- Elles échappent au cadre légal de régulation (en deçà du seuil de déclaration préalable de travaux de 5 m² ou du seuil de permis de construire de 20 m²).

3.5.2 Seuil retenu et justification

Le seuil de suppression retenu est de **50 m²**, correspondant à l'UMI du bâti dans l'OCS GE. Ce seuil assure la cohérence entre la mesure par Fichiers Fonciers et la mesure par télédétection, tout en éliminant les consommations dépourvues d'enjeux territoriaux significatifs.

Ce seuil ne s'applique qu'aux **îlots isolés**. Les îlots de surface inférieure à 50 m² appartenant à un ensemble spatial de consommations contenant au moins un îlot supérieur à 5 ha sont maintenus dans la chaîne de traitement. Cette exception préserve la cohérence géographique des grandes opérations d'aménagement, dont certains îlots périphériques de faible surface font partie intégrante.

3.5.3 Impact quantitatif

Les catégories de taille 0–5 m², 5–20 m² et 20–50 m² représentent, sur la période 2011–2025, une part importante du nombre total d'objets géographiques produits par la chaîne de détection. À titre d'illustration, les îlots supprimés constituent typiquement plus de la moitié des enregistrements en entrée de la table finale, pour un poids surfacique cumulé

inférieur à 2 % de la consommation totale nationale. Cette répartition illustre un paradoxe caractéristique : les micro-consommations constituent un volume important d'objets géographiques, mais leur poids surfacique est négligeable. La suppression améliore significativement les performances de diffusion des fichiers parcellaires - en taille, en temps de rendu cartographique et en lisibilité - sans affecter matériellement les statistiques communales ou départementales.

3.6 Renforcement du contrôle manuel

3.6.1 Dispositif antérieur

Dans les millésimes précédents, le contrôle manuel par analyse de photographies aériennes portait sur les **îlots isolés présentant une consommation supérieure à 10 ha**. Le taux de correction constaté était d'environ **10 % des surfaces vérifiées**.

3.6.2 Abaissement du seuil à 5 ha

À compter du millésime 2025, le seuil de déclenchement du contrôle manuel est abaissé de **10 ha à 5 ha**. L'abaissement du seuil est rendu possible par l'amélioration des outils de production et d'analyse visuelle, qui permettent de traiter un volume accru de dossiers dans des délais compatibles avec le calendrier de publication. Il est également justifié par le constat que la classe des consommations comprises entre 5 et 10 ha concentre une part non négligeable d'erreurs de détection, notamment pour les opérations d'aménagement à maîtrise foncière précoce et les grandes emprises agricoles converties.

3.6.3 Extension aux ensembles de consommation

Le contrôle porte désormais sur les **ensembles de consommations** et non plus sur les seuls îlots isolés. Cette évolution repose sur un algorithme de **clustering spatial** (DBSCAN) appliqué à l'ensemble des îlots consommés, département par département et commune par commune.

Le clustering regroupe les îlots géographiquement proches en clusters cohérents. Un cluster est signalé pour contrôle dès lors qu'il contient au moins un îlot dont la surface consommée dépasse le seuil de 5 ha. L'ensemble du cluster - y compris les îlots de surface inférieure au seuil - est alors soumis à la revue manuelle par photographies aériennes. Ce mécanisme remplit deux fonctions :

- **Détection des opérations fragmentées** : une opération d'aménagement dont aucun îlot individuel ne dépasse 5 ha, mais dont la surface cumulée le franchit au sein d'un même cluster spatial, est désormais soumise à contrôle.
- **Cohérence du contrôle** : l'examinateur dispose du contexte spatial complet de l'opération, et non d'un unique îlot isolé de son environnement parcellaire.

Par ailleurs, les îlots faisant l'objet d'un redressement temporel (§3.2), d'une divergence avec le millésime précédent, ou d'un indice de confirmation insuffisant (calculé à partir de l'évolution parcellaire, bâtimentaire, de propriété et des autorisations SITADEL) sont également soumis au contrôle manuel, indépendamment de leur surface.

3.6.4 Indice de confirmation

L'indice de confirmation est un score composite calculé pour chaque îlot consommé, visant à évaluer la robustesse de la détection à partir de sources d'information partiellement indépendantes des Fichiers Fonciers. Un indice faible signifie que la consommation repose uniquement sur la comparaison fiscale, sans corroboration extérieure, et justifie un examen manuel. Il est diffusé dans les tables parcellaires, permettant aux utilisateurs d'évaluer la qualité individuelle de chaque enregistrement.

Quatre indicateurs sources

1. Évolution parcellaire (`qual_evolpar`) compare la composition en parcelles de l'îlot entre n0 et n1 en s'appuyant sur les listes d'identifiants parcellaires (`l_idparn0`, `l_idparn1`). Une restructuration du découpage cadastral (fusion ou division de parcelles) est caractéristique d'une opération foncière intentionnelle et constitue un signal positif. Une simple modification d'identifiant sans changement de structure n'apporte pas de signal.

Modalité	Interprétation	Score
`identique`	Mêmes parcelles en n0 et n1	0
`modif_idpar`	Identifiants modifiés, structure inchangée	0
`fusion`	Moins de parcelles en n1 qu'en n0	4
`division`	Plus de parcelles en n1 qu'en n0	4

2. Apparition de bâtiments (`qual_difnbat`) compare le nombre de bâtiments déclarés (`nbat`) sur les parcelles de l'îlot entre n0 et n1 par jointure spatiale avec les tables parcellaires des Fichiers Fonciers. Seuls les îlots présentant un gain net de bâtiments sont concernés ; les autres reçoivent un score nul. C'est l'indicateur au poids le plus élevé dans l'indice, car il signale directement une occupation physique du sol.

Modalité	Interprétation	Score
Aucun gain de bâtiments	`nbat(n1) − nbat(n0) ≤ 0`	0
`ajout bat`	Gain de bâtiments sur des parcelles déjà bâties en n0	5

`apparition bat`	Apparition de bâtiments sur des parcelles sans bâti en n0	5

3. Changement de propriétaire (`qual_evol_idprocpte`) compare les ensembles d'identifiants de compte de propriété (`idprocpte`) entre n0 et n1. Une mutation foncière accompagne fréquemment les opérations d'urbanisation, mais ce signal reste peu discriminant pris isolément ; son poids dans l'indice est donc limité.

Modalité	Interprétation	Score
`meme_idprocpte`	Mêmes propriétaires en n0 et n1	0
`idprocpte_null`	Données propriétaire absentes sur l'un des deux millésimes	0
`diff_idprocpte`	Au moins un propriétaire différent entre n0 et n1	1

4. Autorisation d'urbanisme SITADEL (`qual_sitadel`) croise spatialement l'îlot avec la base nationale des autorisations d'urbanisme géolocalisées (permis de construire, déclarations préalables). Lorsqu'une intersection spatiale est trouvée, l'autorisation temporellement la plus proche de l'année de détection est retenue. La présence d'une autorisation constitue un signal de confirmation solide, indépendant des Fichiers Fonciers.

Modalité	Interprétation	Score
`pas d autorisation`	Aucune autorisation spatialmente intersectante	0
`présence autorisation`	Au moins une autorisation intersectante détectée	3

Formule et seuil de déclenchement

L'indice est calculé par normalisation de la somme des quatre scores sur une plage **[50 ; 99]** :

> **Indice = 50 + 49 × (somme des scores / 13)**

Le dénominateur 13 est le score maximal théorique (4 + 5 + 1 + 3). L'indice vaut **50** en l'absence de tout signal de corroboration - plancher reflétant le fait qu'une consommation détectée par les FF présente déjà par construction une probabilité non nulle d'être réelle - et **99** lorsque tous les signaux sont présents simultanément.

3.6.5 Traçabilité des corrections

Chaque correction issue du contrôle manuel est documentée et tracée dans la chaîne de production. Pour les données diffusées à l'échelle parcellaire, les îlots ayant fait l'objet d'une correction manuelle conservent un attribut spécifique facilitant les contrôles qualité a posteriori par les utilisateurs ayants-droits.

3.7 Séquence d'application des traitements

Les six traitements s'appliquent **en séquence**, après les étapes A à D du calcul de base. L'ordre n'est pas arbitraire : le redressement par l'année de construction (étape 2) est appliqué avant le redressement RPG (étape 3) car il peut neutraliser certains îlots antérieurs à 2011 qui n'ont alors pas à être examinés par le traitement RPG. La neutralisation photovoltaïque (étape 4) intervient après tous les redressements temporels, ce qui garantit qu'elle s'applique à l'année de consommation effective et non à l'année de déclaration fiscale.

flowchart TD A["Étapes A–D\nCalcul de base\n(algorithme Krainbow)"] --> B B["① Neutralisation\nconsommations\n< 2011"] --> C C["② Redressement\npar l'année de\nconstruction"] --> D D["③ Redressement\npar le RPG"] --> E E["④ Neutralisation\ninstallations\nphotovoltaïques"] --> F F["⑤ Suppression\nconsommations\n< 50 m²"] --> G G["⑥ Contrôle\nmanuel\n(> 5 ha)"] --> H H["Table finale"] --> I1 & I2 & I3 I1["Agrégation\ncommunale"] I2["Agrégation\ncarroyée"] I3["Diffusion\nparcellaire"] style A fill:#f0f0f0,stroke:#888 style H fill:#e0f5e4,stroke:#2a8a40 style I1 fill:#e0f5e4,stroke:#2a8a40 style I2 fill:#e0f5e4,stroke:#2a8a40 style I3 fill:#e0f5e4,stroke:#2a8a40

Illustration 4 : Séquence d'application des nouveaux traitements en fin de chaîne de production.

Les étapes ① et ② partagent le même algorithme de détection (algorithme « jannat ») et sont réalisées conjointement dans un même modèle dbt, avant que le filtre de taille ⑤ ne soit appliqué. Les îlots appartenant à un cluster de grande consommation (voir §3.6.3) sont exemptés du filtre ⑤ afin de préserver la cohérence géographique des ensembles d'aménagement soumis au contrôle manuel ⑥.

4. Annexe 1 : établissement d'une table multi-millésime des Fichiers fonciers

4.1 Préalables

4.1.1 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de constituer une base de données reprenant toutes les informations entre les parcelles ainsi que leur devenir. Le présent rapport retrace la méthode qui permettrait de créer une table multi-millésimes.

4.1.2 La première étude multi-millésime

Cette présente étude vient à la suite d'une première étude réalisée en 2016 et disponible ici : https://datafoncier.cerema.fr/etude-multi-millesimes

Elle constitue un préalable indispensable à la bonne compréhension de la base actuelle et de ses retraitements. En particulier, il est nécessaire d'en (re)lire la partie relative aux parcelles.

4.1.3 Rappel : la parcelle

La parcelle cadastrale est définie comme « une portion de terrain d'un seul tenant appartenant à un même propriétaire, située dans une même commune, une même section et un même lieu-dit » [17].

L'ensemble des parcelles constitue le plan cadastral.

La parcelle est constituée :

- D'une **géométrie**. Il s'agit ainsi du contour inscrit dans le plan cadastral. La majeure partie de ce plan cadastral est maintenant numérisée dans un produit nommé le PCI Vecteur. Toutes les parcelles ne sont cependant pas numérisées.
- D'**informations littérales**, qui sont les caractéristiques fiscales de cette parcelle. Celles-ci sont collectées dans la base de données dite « MAJIC » [18], servant au calcul de l'impôt foncier.

Enfin, une parcelle possède un **identifiant, codé sur 14 caractères** [19], composé :

- du code INSEE de la commune sur les 5 premiers caractères,
- dans le cas d'une fusion de commune, les 3 derniers chiffres du code INSEE de la commune absorbée,

- de la section cadastrale, généralement codée sur 2 lettres. Cependant, certaines sections peuvent comporter des chiffres (section « 0B » par exemple, ou sections cadastrales en Alsace-Moselle),
- du numéro de la parcelle.

Par exemple, la parcelle **59 001 000 AA 0022** :

- appartient à la commune 59 001,
- n'a pas fait l'objet d'une fusion de commune,
- appartient à la section cadastrale AA,
- et porte le numéro 0022.

4.1.4 Rappel : les modifications de communes

L'évolution d'une commune est globalement de deux ordres :

- **fusion** (cas commun : en 2017, on compte ainsi 1283 communes de moins qu'en 2009),
- **rétablissement ou séparation** (cas rare : on compte ainsi 6 procédures de dé-fusion entre 2009 et 2022).

Dans le cadre d'une évolution de commune de type fusion, l'identifiant cadastral comporte à la fois le nouveau code INSEE et un suffixe de 3 chiffres reprenant l'ancien code INSEE de la commune fusionnée. Pour les communes rétablies (anciennement fusionnées), c'est ce suffixe qui devient les trois derniers chiffres du code INSEE de la commune rétablie. Autrement dit, par une comparaison multi-millésimes, il est possible de suivre une parcelle dans le temps, même avec un changement de commune. De plus, il est possible de dire si un identifiant de parcelle est modifié à cause d'une fusion ou d'un rétablissement de commune.

Par exemple, la parcelle 59 001 000 AA 0022 existe en 2012. En 2013, la commune 59 001 est absorbée par la commune 59002. La parcelle deviendra donc **59002 001 AA 0022**.

Illustration 12 - Fusion de communes (à gauche) et rétablissement de commune (à droite)

fill:#f5a623,stroke:#c47d0e,color:#000 classDef idpar fill:#7ed957,stroke:#5aaa36,color:#000

4.1.5 Les remembrements / modifications fiscales

Les remembrements et modifications fiscales sont une opération de restructuration du sol ayant pour objet de remodeler le parcellaire existant. Dans ce cadre, il s'agit d'une opération transformant de nombreuses parcelles en de nombreuses autres. Il n'existe pas de relations directes entre les parcelles, et les données attributaires (surfaces...) sont revues.

4.2 Les bases de données utilisées

4.2.1 Notation dans le rapport

Nous traiterons ainsi des deux bases de données :

- **Fichiers fonciers** pour obtenir les informations sur les parcelles,
- **DFI** pour traiter des évolutions de parcelles.

Il s'agira donc à la fois d'un stock au 1er janvier pour les FF, et d'un flux de transformation pour les DFI. Pour faciliter la compréhension, les DFI seront présentés sous forme de flèches pleines, et les parcelles sous forme de rectangles.

4.2.2 Les Fichiers fonciers

Les Fichiers fonciers contiennent l'information sur les parcelles et leur état **au 1er janvier de l'année du millésime**. Ainsi, le millésime 2012 contiendra les parcelles présentes au 1er janvier 2012.

Outre le numéro de parcelle, les Fichiers fonciers contiennent toute l'information attributaire liée aux parcelles (usage, propriété...). Ces informations permettront des usages divers de la base multi-millésimes, et notamment l'évaluation de la consommation d'espaces.

4.2.3 Les DFI (documents de filiation informatisés)

Les DFI sont une base de données reprenant l'historique des parcelles. Ce fichier est présent en open data sur data.gouv.fr [20], mis à disposition par la DGFiP depuis janvier 2018.

Le fichier contient donc, pour chaque département, l'historique des opérations qu'ont subi les parcelles depuis 1990 (hors modifications communales ou remembrements).

4.2.3.1 Forme et contenu des DFI

Les DFI sont retraités par le Cerema, afin d'obtenir une base de données contenant les colonnes suivantes :

- numéro de la transformation (appelé aussi identifiant de DFI),
- parcelle mère,
- parcelle fille,
- date,
- type de transformation.

Chaque ligne contient un couple parcelle-mère / parcelle-fille. Un identifiant de DFI peut donc être présent sur plusieurs lignes. Par exemple, si la parcelle A se divise en 3 parcelles B, C et D, nous aurons les données présentées dans le tableau ci-dessous. Il s'agit donc du tableau représentatif d'un graphe.

Par la suite, l'opération de transformation liée à un unique identifiant DFI sera nommée **« filiation »**.

id_dfi	Parcelle_mère	Parcelle_fille	Date	Type
590010001	A	B	01/04/12	division
590010001	A	C	01/04/12	division
590010001	A	D	01/04/12	division

Illustration 13 : Exemple de filiation

4.2.3.2 Type de transformations présentes dans les DFI

Les DFI contiennent les transformations suivantes :

- **division de parcelle** : une parcelle mère A se divise en plusieurs parcelles filles (relation 1→N),
- **réunion de parcelle** : plusieurs parcelles mères se réunissent en une seule parcelle fille (relation N→1),
- **transfert** : une parcelle devient une autre parcelle (relation 1→1),
- **extraction du domaine public** : une parcelle est créée à partir du non-cadastré (relation 0→1),

- **transfert vers le domaine public** : une parcelle passe en non-cadastré. Elle « disparaît » donc de la base (relation 1→0).

Chaque transformation est exclusive des autres. En d'autres termes, si une parcelle A est créée à partir d'une parcelle B et de non cadastré, nous aurons la présence de deux transformations (Non cadastré vers X et réunion de X et B pour créer A).

4.2.3.3 Les DFI et les fusions de communes

Lorsque deux communes fusionnent, les numéros de parcelles de la commune absorbée modifient leurs 8 premiers caractères. Ainsi, si deux communes fusionnent le 1er juin 2013, on trouvera :

- l'ancien numéro de la parcelle dans les Fichiers fonciers 2013 : ex. 59001000AA0025
- le nouveau numéro dans les Fichiers fonciers 2014 : ex. 59002001AA0025.

À l'inverse, les DFI sont mis à jour continuellement avec les fusions de communes, et ce même si les évolutions de parcelles ont lieu antérieurement à la fusion. Si la parcelle est issue d'une évolution ayant eu lieu en 2009 (soit avant la fusion de commune) : elle sera répertoriée dans les DFI en tenant compte de la fusion de commune.

On aura alors une évolution du type 59002001AA0030 → 59002001AA0025, et ce même si les parcelles n'avaient pas ce nom au moment de l'évolution.

4.3 Traitement général

4.3.1 Résumé et objectif du traitement

Le traitement s'opère en plusieurs étapes, de la plus simple à la plus complexe.

Dans un premier temps, la liaison est réalisée entre deux millésimes. Ces bi-millésimes sont ensuite fusionnées pour créer le fichier multi-millésimes.

Pour plus de facilité, nous établirons nos exemples sur le bi-millésime 2013-2014. Le traitement est cependant développé sur tous les bi-millésimes disponibles actuellement, à savoir 2009-2011, 2012-2013, 2013-2014…

Les données sont mises à jour annuellement. À la date d'écriture de ce rapport (août 2023), le dernier millésime disponible est 2022.

L'objectif du traitement est de réaliser **l'appariement** entre deux millésimes, c'est-à-dire :

- De faire une liaison entre une ou plusieurs parcelles du millésime N0 avec une ou plusieurs parcelles du millésime N1.

- De faire l'agglomérat le plus petit possible entre les deux entités. Par exemple, si la parcelle A reste la parcelle A, il n'y a aucune raison de la réunir avec une autre parcelle.

La base de données en sortie aura donc la forme suivante :

Parcelles N0	Parcelles N1	Commentaire
[A]	[A]	La parcelle A est stable : elle est présente dans les deux millésimes
[B]	[C ; D]	La parcelle B était présente sur le millésime N0. Elle s'est transformée en les parcelles C et D, présentes toutes les deux dans le millésime N1
[E ; F ; G]	[H ; I]	Les parcelles E, F et G, présentes dans le millésime N0, se sont transformées en les parcelles H et I, présentes dans le millésime N1
[K]	[Non Cadastré]	La parcelle K, présente dans le millésime N0, est passée en non cadastré
[L ; Non cadastré]	[M ; N]	Les parcelles M et N sont issues de la parcelle L et du non cadastré

4.3.1.1 L'utilisation des DFI et des Fichiers fonciers

Les Fichiers fonciers constituent un stock au 1er janvier du millésime. À l'inverse, les DFI constituent un flux. Le travail consiste donc à faire coïncider les parcelles des Fichiers fonciers avec les DFI [21], avec pour objectif de créer les liaisons entre parcelles.

Illustrations 14 & 15 - État du parcellaire entre 2013 et 2014 (à gauche) et utilisation des DFI (à droite)

flowchart LR subgraph FF["Fichiers fonciers (stock)"] direction TB subgraph M2014["2014"] C1["Parcelle C"]:::ff end subgraph M2013["2013"] A1["Parcelle A"]:::ff B1["Parcelle B"]:::ff end end subgraph DFI["DFI (flux)"] direction TB A2(["A"]):::dfi -- "DFI 001" --> B2(["B"]):::dfi A3(["A"]):::dfi -- "DFI 001" --> C2(["C"]):::dfi end classDef ff fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef dfi fill:#c2a5cf,stroke:#9970ab,color:#000

Illustration 16 - Réunion de parcelles : A et B (2013) se réunissent en C (2014) via DFI 001

flowchart LR subgraph M2013["2013"] A["Parcelle A"]:::ff B["Parcelle B"]:::ff end subgraph M2014["2014"] C["Parcelle C"]:::ff end A -- "DFI 001" --> C B -- "DFI 001" --> C classDef ff fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000

4.3.1.2 Un traitement en entonnoir

Le traitement sera réalisé par étapes, chacune d'entre elles permettra de mettre en relation des parcelles de l'année N0 avec des parcelles de l'année N1.

Chaque étape classe donc un certain nombre de parcelles. L'étape suivante se concentrera uniquement sur les parcelles n'ayant pas été classées précédemment.

4.3.1.3 La recherche d'un arbre pour l'opération

Le traitement revient donc à recréer un arbre, reprenant les liaisons entre les parcelles. On cherchera ensuite à repérer chaque arbre indépendant, c'est-à-dire toutes les parcelles en relations les unes avec les autres.

Un exemple d'arbre indépendant, faisant la liaison entre les parcelles A et B d'un côté et C de l'autre est présenté ci-dessous.

4.3.2 Étape 0 : création des tables parcellaires

Pour chaque parcelle présente dans les millésimes des Fichiers fonciers, on recrée un **nom post-fusion de communes**. Par exemple, si une fusion a eu lieu entre la commune 59001 et 59002, on renommera toutes les parcelles commençant par 59001000 en 59002001XXX.

Ce renommage permettra de réaliser les liaisons avec les DFI, qui comportent toujours les numéros de parcelles post-fusions, quelles que soient leurs dates.

4.4 Traitement des bi-millésimes

4.4.1 Étape 1 : traitement des cas simples

La grande majorité des parcelles **(99,1%)** ne change pas entre deux millésimes. La première étape consiste donc à traiter ces parcelles, pour lesquelles il n'y a pas d'évolution.

Cette étape permet en outre de récupérer la liste des parcelles existantes dans le millésime N0 et absentes de N1 et inversement, qui seront ensuite traitées dans les étapes ultérieures.

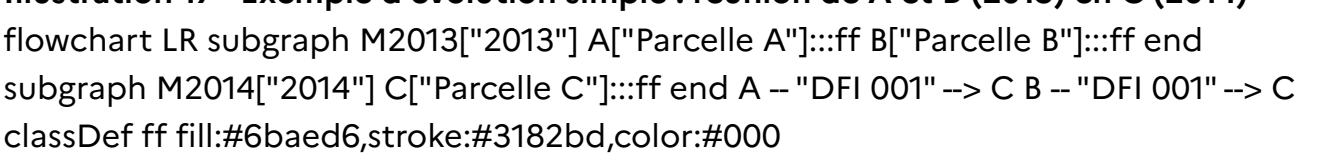
4.4.2 Étape 2 : traitement des évolutions simples

On traite ensuite les évolutions simples de parcelles, c'est-à-dire les parcelles dont la totalité des parcelles mères et des parcelles filles est présente dans les deux millésimes.

Il faut ainsi vérifier :

- si l'intégralité des parcelles mères est présente dans le millésime N0,
- si l'intégralité des parcelles filles est présente dans le millésime N1,
- si ces parcelles sont reliées par une seule et unique filiation.

Illustration 17 - Exemple d'évolution simple : réunion de A et B (2013) en C (2014)



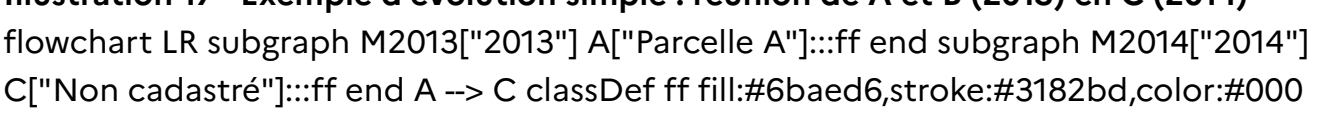
4.4.2.1 Traitement du non-cadastré

Par définition, le non cadastré ne peut être présent dans les parcelles. On classe ensuite les parcelles :

- Dont on retrouve la parcelle mère dans le millésime N0 et dont une filiation indique qu'elle passe en non-cadastré cette année.
- Ou dont on retrouve la parcelle fille dans le millésime N1 et dont une filiation indique qu'elle est issue du non-cadastré.

Dans le 2e cas, il s'agit des parcelles qui apparaissent pour la première fois dans les millésimes.

Illustration 17 - Exemple d'évolution simple : réunion de A et B (2013) en C (2014)



4.4.3 Étape 3 : traitement des évolutions complexes

Il peut potentiellement se passer plusieurs évolutions de DFI entre deux millésimes des Fichiers fonciers. Dans ce cadre, il est nécessaire d'arriver à identifier l'ensemble des parcelles-mères et des parcelles-filles.

Dans l'exemple ci-dessous, les parcelles A et B sont présentes en 2013, et les parcelles D et E en 2014. Elles sont cependant liées par deux filiations qui passent par une parcelle C, qui n'aura pas le temps d'apparaître ni dans le millésime 2013, ni dans le millésime 2014 des Fichiers fonciers.

Illustration 19 - Exemple d'évolution complexe : A et B (2013) transitent par C (intermédiaire) vers D et E (2014)
flowchart LR subgraph M2013["2013"] A["Parcelle A"]:::ff B["Parcelle B"]:::ff end C["Parcelle C\n(intermédiaire)"]:::inter subgraph M2014["2014"] D["Parcelle D"]:::ff E["Parcelle E"]:::ff end A --> C B --> C C --> D C --> E classDef ff fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef inter fill:#bfbfbf,stroke:#808080,color:#000

4.4.3.1 Mode de traitement

Il est ainsi nécessaire de repérer les parcelles étant en relation les unes avec les autres. Le travail est ainsi réalisé sur les DFI : on reprend, toutes les filiations comprises entre deux dates déterminées [22]. Il s'agit ainsi d'une liste des liaisons entre parcelles.

Le détail de cet algorithme est présenté en annexe.

On considère ainsi que les DFI sont liés entre eux à partir du moment où ils possèdent au moins un élément en commun [23].

Parcelle N0	Parcelle N1	Identifiant DFI
A	B	001
A	C	001
B	D	002
B	E	002
Non Cadastré	F	003
D	G	004
F	G	004
H	J	005
I	J	005

Illustration 20 : Tableau des filiations (à gauche) et correspondance sous forme de graphe (à droite). Toutes les parcelles se verront attribuer la même « couleur », témoignant de leur appartenance à un même lot.

graph LR A --> B A --> C B --> D B --> E NC(["Non Cadastré"]) --> F D --> G F --> G H --> J I --> J style A fill:#ffaaaa style B fill:#ffaaaa style C fill:#ffaaaa style D fill:#ffaaaa style E fill:#ffaaaa style F fill:#ffaaaa style G fill:#ffaaaa style NC fill:#cccccc style H fill:#aaaaff style I fill:#aaaaff style J fill:#aaaaff

À ce stade, on ne sait cependant pas si ces parcelles sont présentes ou non dans les Fichiers fonciers.

4.4.3.2 Traitement de l'arbre

Une fois que l'on a retracé les liaisons entre les arbres, on regarde les **extrémités** de chacun d'entre eux, à savoir les parcelles n'ayant pas de parcelle-mères ou pas de parcelles filles. Dans notre exemple précédent, il s'agit des parcelles A, H et I d'un côté, et E, G et J de l'autre.

On regarde ensuite si l'intégralité de ces extrémités sont présentes dans le millésime N0 ou N1 des Fichiers fonciers.

Dans notre exemple précédent, si les extrémités sont présentes, on insérera les lignes suivantes dans notre résultat :

Parcelle N0	Parcelle N1
[A ; Non cadastré]	[E ; G]
[H ; I]	[J]

4.4.4 Étape 4 : élagage des arbres

Lorsque les extrémités des arbres ne sont pas présentes dans les millésimes, on réalise un traitement pour **« élaguer » les arbres**, à savoir couper les branches inutiles.

Dans notre cas précédent, nous ne retrouvons pas la parcelle « G » dans le millésime N1. Cependant, nous retrouvons les parcelles D et F : il faut donc supprimer la dernière liaison (D+F → G).

4.4.5 Étape 5 : traitement des sauts de millésimes

À ce stade, nous avons traité la majeure partie des parcelles **(99,85%)**. Il nous reste cependant, dans les deux millésimes N et N+1, des parcelles n'ayant pas réussi à s'unir, notamment pour des questions de « sauts de millésime ».

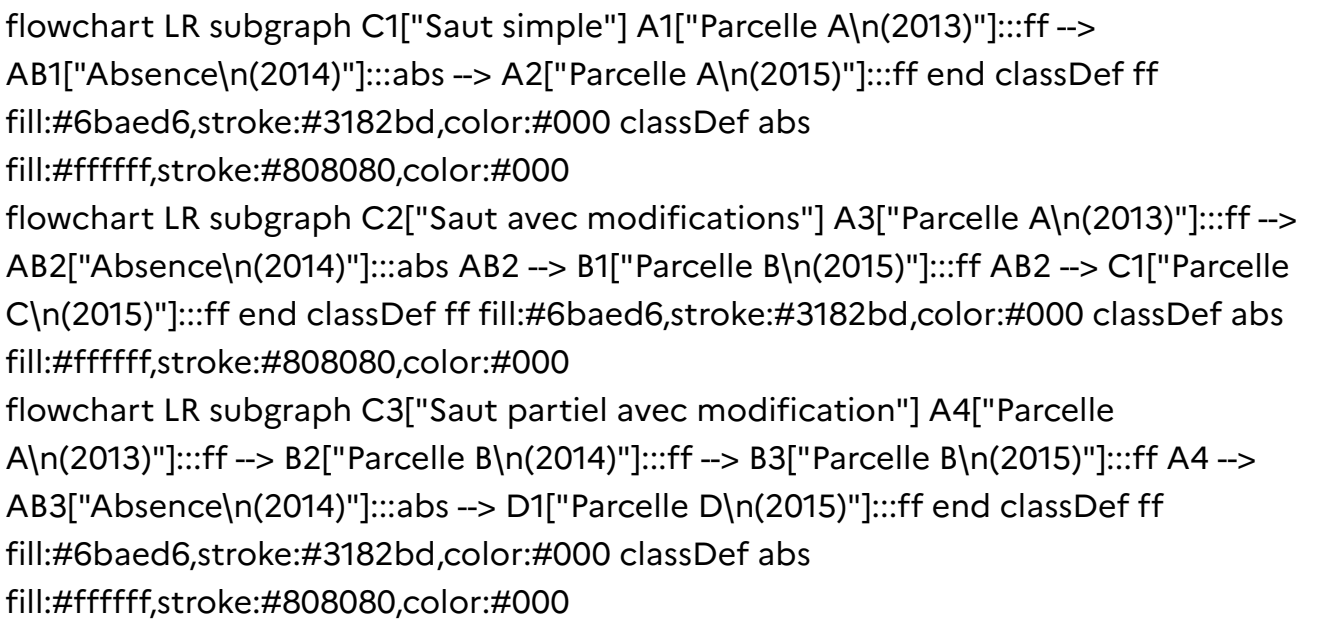
4.4.5.1 La problématique des sauts de millésime

Dans le peu de parcelles restantes, on observe parfois le phénomène suivant. Une parcelle A est présente en 2011, absente en 2012, puis à nouveau présente, sous la même forme, en 2013. Ce phénomène peut se présenter sous diverses variantes :

- **Saut simple** : une parcelle A est présente en 2011, absente en 2012 puis la parcelle A réapparaît en 2013.
- **Saut avec modification** : selon les DFI, la parcelle A est censée se séparer en B et C. On retrouve A dans le millésime 2011, et B et C dans le millésime 2013. On ne retrouve cependant ni A, ni B, ni C dans le millésime 2012.
- **Saut partiel avec modification** : Nous avons, dans le millésime 2011 la parcelle A, qui est censée se séparer en B et C. Nous retrouvons B en 2012. Cependant, il faut attendre 2013 pour retrouver C.

Il est à noter que les exemples précédents ont été présentés avec un seul saut de millésime. On peut cependant (rarement) retrouver des sauts de plusieurs millésimes (ex : présence en 2011, absence entre 2012 et 2015, et présence en 2016). Ce phénomène reste toutefois très rare.

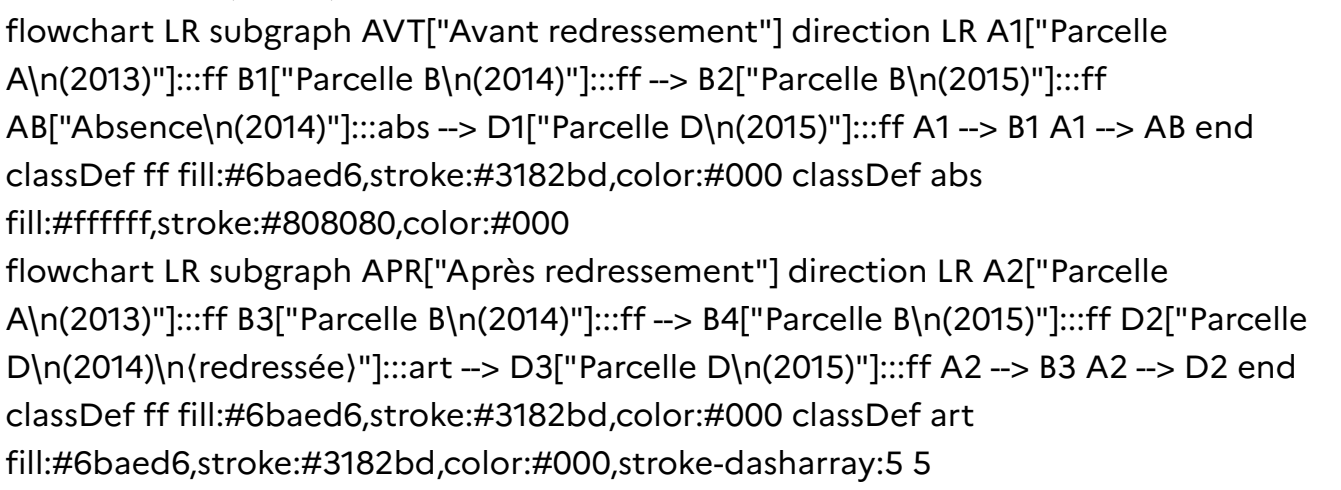
Illustration 21 - Exemples de sauts de millésimes : saut simple (haut), saut avec modifications (milieu), saut partiel avec modification (bas)



4.4.5.2 Méthode de traitement

Lors de notre traitement, nous repérons la parcelle manquante, et nous la reportons artificiellement, avec ses caractéristiques, dans un autre millésime. Il a été fait le choix méthodologique de systématiquement reprendre **les caractéristiques de la parcelle figurant dans le millésime suivant**.

Illustration 22 - Saut partiel avec modification, avant redressement (gauche) et après redressement (droite)



4.4.6 Étape 6 : fusion des éléments restants

À ce stade, il reste plusieurs éléments :

- des disparitions ou fusions de parcelles pour lesquelles on ne retrouve pas de filiation dans les DFI. Ces disparitions peuvent concerner tout type de modification.
- Des **remembrements**.

Il faut noter que les remembrements concernent la quasi-totalité des parcelles restantes (soit 0,15 %).

Dans l'étape 6, **toutes les parcelles restantes de l'année N d'une commune sont mises en relation avec toutes les parcelles restantes de l'année N+1 de cette commune**.

4.4.7 Contributions de chacune des étapes

Au niveau national, sur l'intégralité des millésimes disponibles lors de la rédaction de ce guide [24], cela revient à traiter **1 191 141 923 parcelles**, réparties comme suit :

Étape	Nombre de parcelles traitées	Pourcentage
Étape 1 (stabilité)	1 090 308 396	99,26 %
Étape 2 (lien direct avec les DFI)	6 321 229	0,58 %
Étapes 3 et 4 (liaisons complexes)	298 892	0,03 %

Étape 5 (sauts de millésimes)	197 136	0,02 %
Étape 6	1 273 903	0,12 %

Cependant, il est nécessaire de rappeler que les phénomènes que l'on souhaite observer sont situés dans les parcelles qui suivent une évolution. Par exemple, les étapes 3 et 4 sont peu nombreuses par rapport au stock global des parcelles, mais concernent majoritairement des projets d'aménagement, pour lesquels l'observation est importante.

Il est donc nécessaire de pondérer les chiffres présents, en rappelant que les phénomènes intéressants à observer sont situés dans les étapes 2 et ultérieures.

4.5 Réalisation de la table multi-millésime

4.5.1 Réalisation de la table finale

À ce stade, nous avons donc les liaisons entre les tables bi-millésimes. Il s'agit à ce stade de recréer une table unique multi-millésime. L'identifiant de cette table sera nommé **idilot**. Ces îlots constitueront ainsi un périmètre stable au cours de tous les millésimes.

Lors de l'arrivée d'autres millésimes des Fichiers fonciers, la totalité de ces îlots sera donc recalculée.

La table finale aura ainsi la structure suivante, après ajout des champs thématiques (cf. infra) :

2009	2011	2012	nblocal 2012	nblocal 2013
[A]	[A]	[B ; C]	0	0
[F]	[F]	[F]	2	7
[G ; H]	[I ; J ; K]	[I ; J ; K]	3	3

4.5.2 Méthode pour créer la table finale

À partir des tables bi-millésimes, nous reprenons les liaisons donnant lieu à modification. En d'autres termes, il s'agit des liaisons établies dans les étapes 2 et suivantes.

4.5.2.1 Mise en place de la table des liaisons entre parcelles

On transforme ces liaisons en une base de deux colonnes, mettant en lien deux parcelles. Une liaison entre les parcelles [G ; H] et [I ; J ; K] sera ainsi transformée en le tableau suivant :

Colonne1	Colonne2
G	I
G	J
G	K
H	I
H	K
H	J

Toutes ces liaisons, dans la totalité des bi-millésimes, sont insérées dans ce tableau à deux colonnes.

4.5.2.2 Définition et détermination des lots

On réalise sur ce tableau multi-millésime l'algorithme de recherche de graphes connexes (cf. annexe), de la même manière que lors de l'étape 3. Un indicateur, commun à toutes les parcelles qui partagent une liaison, et ce quel que soit le millésime, sera créé.

Colonne1	Colonne2	Bi-millésime concerné	Identifiant du lot
G	I	2012-2013	lot1
G	J	2012-2013	lot1
G	K	2012-2013	lot1
H	I	2012-2013	lot1
H	J	2012-2013	lot1
H	K	2012-2013	lot1
I	L	2013-2014	lot1
I	M	2013-2014	lot1

4.5.2.3 Création de la table de correspondance

À partir de cette table, on crée une **table de correspondance**, qui décrira à quel lot appartient chaque parcelle. En d'autres termes, il s'agira de la table suivante, qui reprend la totalité des parcelles présentes pour la totalité des millésimes :

idpar	lot
G	lot1
H	lot1
I	lot1
J	lot1
K	lot1
L	lot1
M	lot1

4.5.2.4 Création de la table finale

À partir de la table précédente, on regroupe les tables bi-millésimes selon l'appartenance à ces lots. On réalise une jointure, sur l'identifiant du lot, entre tous ces bi-millésimes pour obtenir la table finale :

Idlot	2009	nblocal 2009	2011	Nblocal 2011	2012	Nblocal 2012	2013	Nblocal 2013	geometry
lot1	[A]	0	[A]	0	[B ; C]	0	[D ; E]	0	
lot2	[F]	0	[F]	2	[F]	2	[F]	7	
lot3	[G ; H]	0	[I ; J ; K]	0	[I ; J ; K]	3	[J ; K ; L ; M]	3	

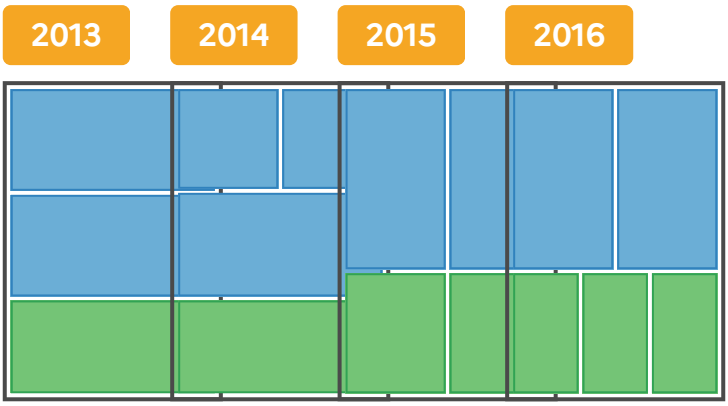
4.5.3 Signification thématique de l'îlot

L'îlot est le plus petit périmètre stable au cours de la période considérée. En d'autres termes, ce périmètre global ne change pas : tout au plus ses subdivisions changent. Pour une parcelle sans changement sur toute la période, l'îlot sera égal à la parcelle.

L'îlot est donc un **espace de projet**. Il s'agit de l'agglomération de parcelles se modifiant. C'est à partir de cet îlot que l'on pourra donc tenter de repérer les projets d'urbanisme, à savoir les lotissements ou zones d'activités.

Il faut toutefois rappeler que le contour de l'îlot est refait chaque année : le l'îlot du multi-millésime 2009–2019 ne sera ainsi pas forcément le même que le l'îlot du multi-millésime 2009–2022.

Illustration 23 - Identification des îlots : parcelles bleues = lot 1, parcelles vertes = lot 2



4.6 Conclusion et intérêt de l'étude

Ce rapport présente ainsi la méthodologie générale de traitement des fichiers fonciers, base de données d'origine fiscale, afin de mesurer la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers. Cette méthodologie fait l'objet d'améliorations en continu en fonction des remontées des utilisateurs (collectivités, services de l'État…) et des besoins des politiques publiques.

Les évolutions cadastrales représentent un défi important dans l'exploitation des données. La méthodologie présentée ci-dessus permet ainsi de suivre l'évolution d'un ensemble de parcelles stables tout au long de leur vie. Au cœur d'un même îlot, on peut ainsi observer les compositions / recompositions de parcelles.

À ce titre, il est ainsi possible de suivre, sur chacun de ces îlots, les évolutions physiques telles que présentées dans les Fichiers fonciers. Il est possible de suivre des opérations de construction au sein de ces mêmes îlots.

En parallèle de ce traitement, des champs thématiques présents dans les Fichiers fonciers pourront être inclus. En particulier, il est possible d'inclure des champs relatifs à la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers. Cette méthodologie a été notamment utilisée dans 2 études présentes sur le portail national de la consommation d'espaces :

- L'étude de la densité des opérations d'aménagement [25].
- L'étude de la contribution du logement social à la consommation d'espaces [26].

4.7 Annexe 1.1 : algorithme de recherche de composantes connexes d'un graphe

4.7.1 Lien avec le problème

Notre base de données est constituée de nombreux liens entre parcelles, constitués par les filiations. Nous souhaitons retrouver les îlots, c'est-à-dire étiqueter toutes les parcelles ayant au minimum un lien entre elles.

En théorie des graphes, retrouver les îlots indépendants est équivalent à la **recherche des composantes connexes d'un graphe non orienté**.

Nos données sont stockées dans une base de données relationnelles, ce qui entraîne un stockage de l'arbre sous forme de liste d'adjacence. Dans l'exemple de l'illustration 20, ce sera donc sous la forme suivante :

Début	Fin
A	B
A	C
B	D
B	E
Non Cadastré	F
D	G
F	G
H	J

I	J

Illustration 24 : Exemple de liste d'adjacence

4.7.2 Implémentation classique de l'algorithme

De manière classique, pour rechercher les composantes connexes du graphe, un simple **parcours en profondeur** du graphe suffit. En d'autres termes, il s'agit de l'algorithme suivant :

1. Choisir au hasard un sommet non marqué.
2. Marquer ce sommet. Cette marque ou « couleur » constituera le nom (ou la « couleur » de l'îlot).
3. Si ce sommet a des liens avec des sommets non marqués, les marquer et rechercher leurs descendants. Si ce sommet n'a pas de lien avec des sommets non marqués, arrêter.

S'il existe, dans l'ensemble de la base, des sommets non marqués, reprendre à l'étape 1 et choisir une autre couleur. Sinon, stopper l'algorithme.

Illustration 25 - Algorithme classique de recherche de composantes connexes

flowchart LR A((A)) --- B((B)) A --- C((C)) B --- D((D)) E((E)) --- F((F)) classDef white fill:#fff,stroke:#666,color:#000 class A,B,C,D,E,F white	On choisit au hasard le sommet « A »
flowchart LR A((A)) --- B((B)) A --- C((C)) B --- D((D)) E((E)) --- F((F)) classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef proc fill:#cce5ff,stroke:#3182bd,stroke-dasharray:5 5,color:#000 classDef white fill:#fff,stroke:#666,color:#000 class A blue class B proc class C proc class B,D,E,F white	On marque (en bleu) le sommet A et on recherche ses descendants (ici B et C)
flowchart LR A((A)) --- B((B)) A --- C((C)) B --- D((D)) E((E)) --- F((F)) classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef proc fill:#cce5ff,stroke:#3182bd,stroke-dasharray:5 5,color:#000 classDef white fill:#fff,stroke:#666,color:#000 class A,B,C blue class D proc class E,F white	On applique l'algorithme aux descendants (B et C), et on les marque dans la même couleur.
flowchart LR A((A)) --- B((B)) A --- C((C)) B --- D((D)) E((E)) --- F((F)) classDef blue	Le sommet D est marqué mais n'a pas de descendants.

fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef white fill:#fff,stroke:#666,color:#000 class A,B,C,D blue class E,F white	
flowchart LR A((A)) --- B((B)) A --- C((C)) B --- D((D)) E((E)) --- F((F)) classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef proc fill:#cce5ff,stroke:#3182bd,stroke-dasharray:5 5,color:#000 classDef white fill:#fff,stroke:#666,color:#000 class A,B,C,D blue class E proc class F white	On recherche au hasard un autre sommet parmi les sommets non marqués. Ce sera donc le sommet E.
flowchart LR A((A)) --- B((B)) A --- C((C)) B --- D((D)) E((E)) --- F((F)) classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef orange fill:#f5a623,stroke:#d48000,color:#000 classDef proc fill:#ffe5cc,stroke:#d48000,stroke-dasharray:5 5,color:#000 class A,B,C,D blue class E orange class F proc	On colore le sommet E en orange, et on lui applique la même méthode.
flowchart LR A((A)) --- B((B)) A --- C((C)) B --- D((D)) E((E)) --- F((F)) classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef orange fill:#f5a623,stroke:#d48000,color:#000 class A,B,C,D blue class E,F orange	Tous les sommets sont colorés : l'algorithme s'arrête.

4.7.3 Implémentation actuelle de l'algorithme

Notre graphe a plusieurs propriétés :

- Il est constitué de **très nombreux graphes connexes**. En d'autres termes, il est très éparpillé, et il résultera de cet algorithme un très grand nombre de composantes connexes.
- Notre graphe est stocké dans une **base de données relationnelles**, qui rend plus difficile le parcours systématique en profondeur. En particulier, le parcours du graphe par récurrence s'avère plus complexe et moins rapide.

En conséquence, il est nécessaire d'adapter l'algorithme. Il faut rappeler ainsi que chaque ligne de la liste d'adjacence correspond à un arc (liaison entre deux sommets). L'algorithme parcourt donc la liste d'adjacence, de la première à la dernière ligne.

1. L'arc considéré n'a pas de couleur (toujours vrai par construction).
2. Rechercher si l'arc est relié à un sommet déjà étiqueté.
3. Si ce n'est pas le cas, lui assigner une nouvelle couleur **(Cas 1)**.

4. Si l'arc est relié à un sommet déjà étiqueté, lui assigner la couleur du sommet étiqueté **(Cas 2)**.
5. Si l'arc est relié à deux sommets étiquetés de deux couleurs différentes (ex : bleu et rouge) **(Cas 3)** : étiqueter l'arc avec une des couleurs (ex : bleu), puis rechercher dans toute la base les arcs de couleur rouge et les transformer en arcs de couleur bleue.
6. Passer à l'arc suivant.
7. S'il s'agit de la dernière ligne, stopper l'algorithme.

Illustration 26 - Algorithme utilisé

flowchart TD START(["Arc courant\n(sans couleur)"]) C1{"Sommets\ndéjà étiquetés ?"} C1 -- "Aucun (Cas 1)" --> A1["Nouvelle couleur"] C1 -- "Un seul (Cas 2)" --> A2["Couleur du\nsommet existant"] C1 -- "Deux couleurs\ndifférentes (Cas 3)" --> A3["Choisir une couleur\nRenommer tous les arcs\nde l'autre couleur"] A1 & A2 & A3 --> NEXT{"Dernier arc ?"} NEXT -- "Non" --> START NEXT -- "Oui" --> END(["FIN"])

Illustration 26 - Algorithme utilisé (traitement arc par arc) Graphe : arcs A-C, B-D, F-G, E-F, A-B traités dans cet ordre.

flowchart LR A((A)) --- B((B)) --- D((D)) A --- C((C)) E((E)) --- F((F)) G((G)) --- F classDef gray fill:#b3cde3,stroke:#666,color:#000 class A,B,C,D,E,F,G gray	Arbre de départ : on sélectionne un arc au hasard (en réalité, il s'agit du premier arc présent dans la liste).
flowchart LR A((A)) --- B((B)) --- D((D)) A --- C((C)) E((E)) --- F((F)) G((G)) --- F classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef red fill:#e34a33,stroke:#b30000,color:#fff classDef orange fill:#f5a623,stroke:#d48000,color:#000 classDef gray fill:#b3cde3,stroke:#666,color:#000 class A,C blue class B,D red class F,G orange class E gray	Si cet arc n'est pas relié à un sommet étiqueté, colorier l'arc (et les sommets correspondants) d'une nouvelle couleur. Par exemple, les arcs A-C, B-D, F-G bénéficient d'une nouvelle couleur (cas 1). Dans les faits, ces 3 arcs seront examinés successivement.
flowchart LR A((A)) --- B((B)) --- D((D)) A --- C((C)) E((E)) --- F((F)) G((G)) --- F classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef red fill:#e34a33,stroke:#b30000,color:#fff classDef orange fill:#f5a623,stroke:#d48000,color:#000 class A,C blue class B,D red class E,F,G orange	L'arc E-F est relié à un sommet déjà colorié (ici le sommet F, en orange). Il reprendra donc la couleur du sommet (cas 2).
flowchart LR A((A)) --- B((B)) --- D((D)) A --- C((C)) E((E)) --- F((F)) G((G)) --- F linkStyle 0 stroke:#000,stroke-width:4px classDef blue	L'arc A-B est relié à deux sommets déjà coloriés (en bleu et en rouge). Dans ce cas...

fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef red fill:#e34a33,stroke:#b30000,color:#fff classDef orange fill:#f5a623,stroke:#d48000,color:#000 class A,C blue class B,D red class E,F,G orange	
flowchart LR A((A)) --- B((B)) --- D((D)) A --- C((C)) E((E)) --- F((F)) G((G)) --- F classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef red fill:#e34a33,stroke:#b30000,color:#fff classDef orange fill:#f5a623,stroke:#d48000,color:#000 class A,B,C blue class D red class E,F,G orange	1. On colorie l'arc A-B avec l'une des couleurs (ici bleu).
flowchart LR A((A)) --- B((B)) --- D((D)) A --- C((C)) E((E)) --- F((F)) G((G)) --- F classDef blue fill:#6baed6,stroke:#3182bd,color:#000 classDef orange fill:#f5a623,stroke:#d48000,color:#000 class A,B,C,D blue class E,F,G orange	2. On « repeint » la couleur rouge par la couleur bleue (on transforme la couleur 2 en couleur 1).
(état final identique à l'étape précédente)	Tous les sommets sont coloriés : l'algorithme s'arrête.

5. Annexe 2 : Affectation de l'usage aux parcelles des Fichiers fonciers

5.1 Contexte et présentation de l'étude

Ce rapport vise à établir, pour chaque parcelle cadastrale considérée comme urbanisée, l'usage de cette parcelle. En d'autres termes, l'objectif est de classer chaque parcelle dans une des catégories suivantes :

- habitat,
- activité,
- mixte.

Pour rappel, le portail national contient deux autres usages (fer et routes). Ces deux usages sont cependant assignés via une méthodologie différente en post-traitement.

5.1.1 Contexte de l'étude

Pour analyser les déterminants de la consommation d'espaces, il est nécessaire de pouvoir faire la différenciation entre la consommation d'espaces destinée à l'habitat et celle destinée à l'activité, et ce sur l'intégralité des millésimes des Fichiers fonciers [27]. Dans ce cadre, et afin d'être comparable dans le temps, cette différenciation doit pouvoir se faire de la même manière sur tous les millésimes, actuels et à venir.

5.1.1.1 Objectif

L'objectif unique de cette méthodologie est de permettre le calcul de cette consommation d'espaces.

En particulier, cette assignation a pour objectif de travailler en **flux**, c'est-à-dire de mettre en avant les changements entre catégories. En d'autres termes, si une parcelle à usage d'activité est considérée comme à usage d'habitat, mais n'évolue pas entre les millésimes, cela n'aura pas d'influence.

Cette méthodologie aurait donc besoin d'être adaptée si elle était utilisée pour d'autres usages (enrichissement d'un MOS, observation locale…).

5.1.1.2 Études précédentes

La présente méthodologie se base sur des travaux antérieurs du Cerema, qui visaient à enrichir une occupation des sols, et en l'occurrence l'occupation des sols grande échelle de l'IGN, notamment pour redécouper des zones urbanisées en zones à usage d'habitat et à usage d'activité.

Cet enrichissement a été repris et adapté pour permettre le classement des parcelles.

En préalable de ce rapport, il est conseillé de lire les documents relatifs à ces deux travaux, à savoir :

- Cerema Nord-Picardie, Perrine Rutkowski, Martin Bocquet, Qualification de l'usage des zones US 235 de l'OCS GE par les Fichiers fonciers – Étude exploratoire à l'échelle de la commune, février 2017 [28]
- Cerema Nord-Picardie, Perrine Rutkowski, Martin Bocquet, Qualification de l'usage des zones US 235 de l'OCS GE par les Fichiers fonciers - Étude d'approfondissement à l'échelle de la commune, mars 2018 [29]

5.1.2 Principe de base et présentation du rapport

L'objectif est donc d'assigner un usage (habitat, activité ou mixte) à des parcelles urbanisées [30]. Cet usage se fera en fonction des locaux présents sur cette parcelle : une parcelle comportant un local à usage d'habitat sera classée elle-même comme « habitat » (Étape 1).

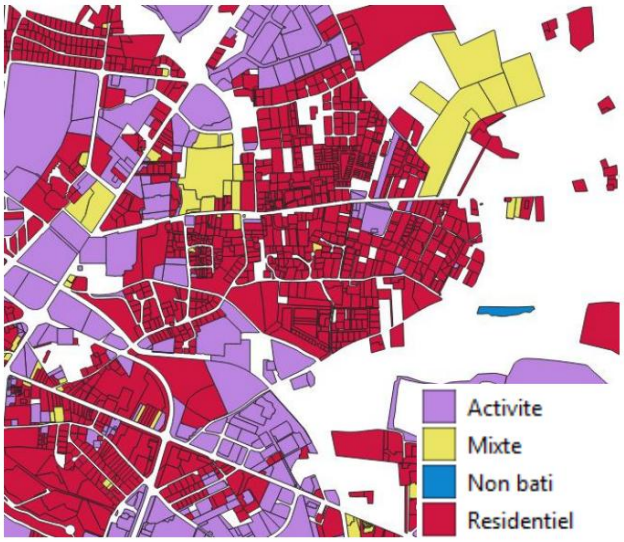
Cependant, certaines parcelles, urbanisées, ne portent pas de locaux. Il s'agit notamment ce que l'on nommera des **« espaces associés »** (parkings, jardins, voiries…). On assignera donc un usage à ces parcelles, et ce en fonction de l'usage des parcelles adjacentes (Étape 2).

La première partie du rapport portera donc sur l'assignation initiale : que considère-t-on comme « urbanisé » au sens des Fichiers fonciers, et comment définit-on une parcelle à usage « habitat » ou « activité » (Étape 1).

La deuxième partie se concentrera sur le processus d'affectation des espaces associés (Étape 2).



Étape 1 : assignation des parcelles avec locaux selon leur usage. Les parcelles bleues sont les parcelles urbanisées, mais sans locaux (donc sans affectation)



Étape 2 : assignation de l'usage aux parcelles urbanisées ne portant pas de locaux

5.2 Étape 1 : Affectation initiale des parcelles

5.2.1 Bases de données utilisées

Ce traitement repose en grande partie sur la base de données des **Fichiers fonciers** [31], issue des données de la taxe foncière. Le traitement est réalisé sur tous les millésimes disponibles [32]. Ces millésimes étant comparés par la suite, il est donc nécessaire de réaliser le traitement de manière comparable. Lors du traitement, certaines corrections sont réalisées à partir de la **BDTopo de l'IGN**.

5.2.2 Liste des parcelles à traiter

Nous travaillerons sur les parcelles urbanisées au sens fiscal, c'est-à-dire dont l'attribut **« dcntarti »** est supérieur à 0. Nous ne travaillons ici qu'à l'échelle de la parcelle, et non à l'échelle de la TUP [33], celle-ci n'étant pas présente dans les premiers millésimes des Fichiers fonciers.

5.2.3 Affectation des parcelles [34]

On assigne à chaque parcelle une typologie en fonction de l'usage déclaré des locaux qu'elle contient. La typologie peut prendre 4 valeurs :

- **résidentiel**,
- **activité**,

- **mixte** (parcelles contenant à la fois de l'activité et de l'habitat),
- **non affecté** (parcelles urbanisées, mais ne contenant pas de local. L'objectif de cette méthode sera de minimiser le nombre de parcelles appartenant à cette catégorie).

Chaque parcelle aura une et une seule affectation.

5.2.3.1 Principe de la méthode

Pour chaque entité, on regarde le nombre de locaux à usage de logements ou d'activités. On distingue quatre cas :

- L'entité ne contient que des locaux d'un seul type. Il s'agit du **cas majoritaire** : dans ce cas, il n'y a aucune ambiguïté pour assigner un usage.
- L'entité possède des locaux à usage **industriel**.
- L'entité possède un **commerce avec boutique**.
- Les **autres cas**.

Pour chacun des cas, si un des usages (activité ou résidentiel) est largement prépondérant sur l'autre, l'entité est affectée ainsi.

5.2.4 Étape 1.0 : préparation de la table

Pour rappel, le travail est réalisé sur la table des parcelles. On crée une nouvelle table, à l'échelle de la parcelle pour fournir, sur chaque entité :

- le nombre de locaux à usage d'habitation [35],
- le nombre de locaux à usage d'activité,
- la **surface corrigée** des locaux d'activités : on ne compte dans celle-ci que les locaux dont la surface est supérieure à 20 m² : les locaux de moins de 20 m² sont supprimés ;
- la **surface corrigée** des locaux d'habitation : on ne compte dans celle-ci que les locaux dont la surface est supérieure à 20 m² : les locaux de moins de 20 m² sont supprimés ;
- la **valeur locative** [36] des locaux à usage d'habitation,
- la valeur locative des locaux à usage d'activité.

Ces différentes informations permettront ainsi de bâtir les critères permettant de repérer l'affectation dominante.

5.2.4.1 Exclusion de certains locaux d'activités

Dans le décompte précédent, on exclut les locaux de type suivant :

- chantiers,
- transformateurs,
- antennes téléphoniques [37].

En effet, la présence de ces locaux peut fausser l'affectation. En particulier, ils peuvent être présents sur de très grandes parcelles, qui sont ainsi affectées, à tort, comme de l'activité.

5.2.5 Étape 1.1 : détermination des cas

L'objet de cette première étape est de déterminer l'affectation de chaque parcelle.

En premier lieu, s'il y a uniquement des locaux résidentiels / d'activités, la parcelle est affectée en résidentiel / activités. Il en est de même si la parcelle ne possède pas de local (affectation en « non-bâti »). Il s'agit du **cas 0**, majoritaire.

S'il y a des parcelles avec des locaux résidentiels et d'activités, on distingue alors trois cas :

- **Cas 1** : il y a au moins un local à usage industriel [38],
- **Cas 2** : il y a au moins un commerce avec boutique,
- **Cas 3** : le reste.

Ces cas sont évalués de manière croissante : si une parcelle possède un local industriel et un commerce, elle rentrera dans le **cas 1**.

5.2.6 Étape 1.2 : calcul des scores

Lors de cette étape, on calcule des scores permettant de déterminer si la parcelle est plutôt à usage d'habitation ou à usage d'activités. Ce calcul est réalisé pour tous les cas de la même manière. Par contre, l'utilisation qui en sera faite sera différente selon les cas.

Pour chaque parcelle, on détermine deux types de score :

- Le **score « normal »** correspond à un faisceau d'indices permettant de savoir si la parcelle est plutôt à usage d'activités. Il s'agit de seuils relativement larges (ex : la surface d'habitation est supérieure à 4 fois la surface d'activités).
- La **prédominance** permet de savoir si une variable est très présente par rapport aux autres. Il s'agit de seuils très discriminants (ex : la surface d'habitation est supérieure à 20 fois la surface d'activités).

Chaque parcelle aura ainsi un score entre 0 et 3 permettant de déterminer l'affectation. Si ce score normal ne suffit pas à déterminer de manière certaine l'affectation, on vérifiera le score de prédominance pour permettre quand même l'affectation.

5.2.6.1 Calcul du score normal

Pour chaque parcelle, on calcule les éléments suivants :

- **test de densité** : la densité d'habitation de la parcelle est faible (c'est-à-dire inférieure à 10 logements par ha) [39],
- **test de surface** : la surface des locaux professionnels est prépondérante (la surface professionnelle représente plus de 80 % de la surface totale),
- **test de valeur locative** : la valeur locative liée aux locaux professionnels est prépondérante (la valeur locative professionnelle représente plus de 80 % de la valeur locative totale).

Chaque parcelle aura ainsi un score compris entre 0 et 3, selon le nombre de critères qu'elle remplit, 3 signifiant une forte probabilité de prédominance de l'activité, 0 une faible probabilité. Les scores de 3 vont déboucher ainsi sur un classement de la parcelle en « activités », et de 0 en « mixte » ou « habitat » selon les cas.

5.2.6.2 Calcul de la prédominance

Pour certains cas, les données présentées pour les activités économiques sont moins fiables. De même, les locaux d'activités peuvent ne correspondre qu'à une très faible portion de l'espace.

La parcelle est ainsi classée en **« prédominance forte de l'activité »** si elle répond à au moins un des critères suivants :

- test de densité : la densité d'habitat de la parcelle est très faible (c'est-à-dire inférieure à 1 logement par ha),
- test de surface : la surface des locaux professionnels est fortement prépondérante (la surface professionnelle représente plus de 95 % de la surface totale),
- test de valeur locative : la valeur locative liée aux locaux professionnels est fortement prépondérante (la surface professionnelle représente plus de 95 % de la surface totale).

La parcelle est ainsi classée en **« prédominance forte de l'habitat »** si elle répond à au moins un des critères suivants :

- test de surface : la surface des locaux résidentiels est fortement prépondérante (la surface professionnelle représente plus de 95 % de la surface totale),
- test de valeur locative : la valeur locative liée aux locaux résidentiels est fortement prépondérante (la surface professionnelle représente plus de 95 % de la surface totale).

Les scores normaux et de prédominance sont ainsi utilisés et combinés en fonction des différents cas déterminés à l'étape 1.1.

5.2.7 Étape 1.3-cas1 : gestion des parcelles avec des locaux industriels (cas 1)

Les locaux qualifiés d'industriels, c'est-à-dire le cas 1, sont évalués par les impôts par **méthode comptable** [40]. Sans rentrer dans les détails, cela concerne les grands établissements industriels présents sur de grandes étendues. Par nature, les parcelles comportant ce type de locaux ont vocation à être classées à usage d'activités.

Cependant, les informations sur les locaux évalués par méthode comptable ne sont pas toujours fiables. Par exemple, comme la surface du local n'est pas utile au calcul de l'impôt, elle est donc souvent inscrite comme égale à 0.

On présume donc que la parcelle est par nature à usage d'activités, sauf si d'autres critères prouvent le contraire.

5.2.7.1 Un croisement du score et du nombre de locaux

Le score normal est croisé avec le nombre de locaux d'habitation présents sur la parcelle :

- si la parcelle ne possède qu'un **seul** local d'habitation, il s'agit en général d'une loge de gardien. Dans ce cas, la parcelle est classée en « activités »,
- si la parcelle possède **plus de 10** locaux d'habitation, on peut être sur une parcelle « mixte ». Dans ce cas, on ne classe en activités que si l'on est certain de la prédominance de l'activité (score maximal de 3). De plus, s'il y a beaucoup de logements, il se peut que l'usage soit résidentiel. Dans ce cas, on regarde s'il y a une forte prédominance de l'habitat. Si c'est le cas, la parcelle est classée en « habitat ». Il y a en effet la possibilité (minime) que des locaux soient considérés à tort comme industriels,
- dans les **cas intermédiaires** (de 2 à 9 logements), il est nécessaire d'avoir une forte présomption de la prédominance d'activité (score de 2 ou plus) pour la classer en « activité ».

Dans les autres cas, la parcelle est classée en « **mixte** ».

Illustration 30 - Récapitulatif de l'affectation pour le cas n°1

graph TD A[Combien y a-t-il de logements sur la parcelle ?]:::question A --> B[1 logement]:::category A --> C[De 2 à 9 logements]:::category A --> D[+ de 10 logements]:::category B --> E{Score supérieur
ou égal à 1 ?}:::score C --> F{Score supérieur
ou égal à 2 ?}:::score D --> G{Score supérieur
ou égal à 3 ?}:::score E -->|OUI| H[Activité]:::activity E -->|NON| I[Mixte]:::mixte F -->|

OUI| J[Activité]:::activity F -->|NON| K[Mixte]:::mixte G -->|OUI| L[Activité]:::activity G -->|NON| M{Prédominance forte
de l'habitat ?}:::predom M -->|OUI| N[Mixte]:::mixte M -->|NON|
O[Résidentiel]:::residentiel classDef question
fill:#d6eaf8,stroke:#3498db,color:#2c3e50; classDef category
fill:#fdebd0,stroke:#e67e22,color:#2c3e50; classDef score
fill:#d5f5e3,stroke:#27ae60,color:#2c3e50; classDef activity
fill:#d2b4de,stroke:#8e44ad,color:#2c3e50; classDef mixte
fill:#f9e79f,stroke:#f1c40f,color:#2c3e50; classDef predom
fill:#d5f5e3,stroke:#27ae60,color:#2c3e50; classDef residentiel
fill:#c0392b,stroke:#922b21,color:#ffffff;

5.2.8 Étape 1.3-cas2 : gestion des parcelles avec un commerce avec boutique (cas 2)

Les commerces avec boutique ont vocation à s'installer plutôt au sein d'un tissu mixte. On présume donc que la parcelle est par nature à usage mixte, sauf si d'autres critères montrent que l'activité est prépondérante.

5.2.8.1 Un croisement des scores

Si le score normal est de 0 (très faible probabilité de prédominance de l'activité), la parcelle est classée en **mixte**. Si le score est de 3 (très forte probabilité de prédominance de l'activité), la parcelle est classée en **« activité »**.

Pour les cas intermédiaires, on regarde si on a une prédominance forte de l'activité (c'est-à-dire si l'activité correspond à plus de 95 % de la surface et/ou de la valeur locative). Si c'est le cas, la parcelle est classée en « activités ». Sinon, elle est classée en « mixte ».

En d'autres termes :

- on classe en **« activités »** s'il y a prédominance forte de l'activité ou si le score est égal à 3,
- on classe en **« mixte »** sinon.

Illustration 31 - Récapitulatif de l'affectation pour le cas n°2

graph TD A[Cas 2
présence d'un commerce avec boutique]:::title A --> B[Quel est le score
de la parcelle ?]:::question B --> C{Score égal à 3}:::score C -->|OUI| D[Activité]:::activity
C -->|NON| E{Prédominance forte
de l'activité}:::predom E -->|OUI| F[Activité]:::activity E -->|NON| G[Mixte]:::mixte
classDef title fill:#e0e0e0,stroke:#666666,color:#000000,font-weight:bold; classDef

question fill:#d6eaf8,stroke:#3498db,color:#2c3e50; classDef score fill:#d5f5e3,stroke:#27ae60,color:#2c3e50; classDef activity fill:#d2b4de,stroke:#8e44ad,color:#2c3e50; classDef mixte fill:#f9e79f,stroke:#f1c40f,color:#2c3e50; classDef predom fill:#d5f5e3,stroke:#27ae60,color:#2c3e50;

5.2.9 Étape 1.3-cas3 : gestion des autres cas ambigus (cas 3)

Le cas 3 correspond aux autres parcelles. Dans les faits, il s'agit souvent de parcelles avec des bureaux ou des locaux tertiaires. Cependant, il peut s'agir aussi d'un local d'habitation ou d'activité isolé dans un grand immeuble.

Il est donc nécessaire de tester 2 hypothèses :

- la parcelle est essentiellement à usage d'activité, et le logement n'est qu'un cas isolé (loge de gardien, logement de fonction, etc.),
- la parcelle est essentiellement à usage de logements, et le local d'activité n'est qu'un cas isolé (profession libérale dans un grand immeuble, présence d'un garage classé comme à usage professionnel au sein d'une résidence, etc.).

Dans les autres cas, la parcelle sera considérée comme **« mixte »**.

Par rapport au cas 2, pour lequel le classement sera toujours au moins mixte, on étudie ici la possibilité que la parcelle soit aussi résidentielle.

Illustration 32 - Récapitulatif de l'affectation pour le cas n°3

graph TD A[Cas 3
autres cas]:::title A --> B[Quel est le score
de la parcelle ?]:::question B --> C{Score égal à 3}:::score C -->|OUI| D[Activité]:::activity C -->|NON| E{Prédominance forte
de l'activité}:::predom_act E -->|OUI| F[Activité]:::activity E -->|NON| G{Prédominance forte
de l'habitat}:::predom_hab G -->|OUI| H[Résidentiel]:::residentiel G -->|NON| I[Mixte]:::mixte classDef title fill:#e0e0e0,stroke:#666666,color:#000000,font-weight:bold; classDef question fill:#d6eaf8,stroke:#3498db,color:#2c3e50; classDef score fill:#d5f5e3,stroke:#27ae60,color:#2c3e50; classDef activity fill:#d2b4de,stroke:#8e44ad,color:#2c3e50; classDef mixte fill:#f9e79f,stroke:#f1c40f,color:#2c3e50; classDef predom_act fill:#d5f5e3,stroke:#27ae60,color:#2c3e50; classDef predom_hab fill:#d5f5e3,stroke:#27ae60,color:#2c3e50; classDef residentiel fill:#c0392b,stroke:#922b21,color:#ffffff;

5.2.10 Correction des affectations pour le public

Les Fichiers fonciers ne contiennent qu'un nombre réduit d'informations sur les bâtiments et équipements publics. À ce titre, il est nécessaire de redresser les affectations initiales à l'aide de sources de données extérieures.

Les premières étapes d'amélioration de l'affectation ont été réalisées à l'aide des seuls Fichiers fonciers. Cependant, pour cette étape, on ne peut se passer de données externes.

5.2.11 Étape 1.4 : Croisement entre la parcelle et la BD Topo

Les bâtiments publics ne sont pas toujours présents dans les Fichiers fonciers. Par exemple, une parcelle où il existe un collège public et des logements peut ne faire apparaître que les logements. Dans ce cas, la parcelle sera classée, à tort, comme « résidentielle », alors que sa vocation est plutôt tertiaire.

Pour le redressement, on croise la table obtenue dans les étapes précédentes avec différentes informations contenues dans la **dernière version disponible de la BD Topo**.

Passage de la parcelle portant la mairie de « Résidentiel » (à gauche) à « Activité » (à droite). Le point rouge correspond à la localisation de la mairie dans le PAI administratif de la BDTopo.

5.2.11.1 Liste des couches utilisées

On utilise ainsi la couche BD Topo V3 **« zone d'activité ou d'intérêt »**. Certaines modalités, reliées à des équipements qui n'ont que peu d'influence sur l'affectation de la parcelle, sont toutefois exclues.

Après un certain nombre de tests, les **lieux de cultes** n'ont pas été utilisés. En effet, ils reprenaient aussi un certain nombre de petites chapelles, de croix, etc. La prise en compte de ces petits éléments créait ainsi artificiellement des zones tertiaires. On utilise ainsi les catégories **« administratif ou militaire »**, **« Science et enseignement »**, **« Santé »**, mais en retirant les éléments dont la nature est « Borne » ou « maison forestière ».

On considère ainsi toutes les parcelles publiques [41], qui croisent [42] un point d'intérêt de la BD Topo. Si ces parcelles ont **plus de 10 logements**, elles sont classées en **« Mixte »**. Sinon, elles sont classées en **« activité »**.

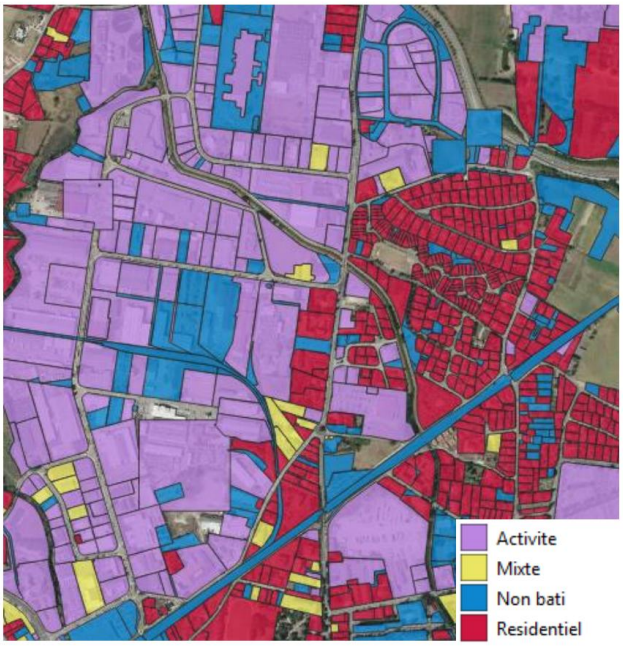
5.3 Affectation des parcelles urbanisées non bâties

À ce stade, nous possédons donc une liste de parcelles. Au sein de celles-ci :

- une partie bénéficie d'une affectation,

- une partie est encore classée en **non-bâti**.

L'objectif est donc d'arriver à affecter ces parcelles non-bâties mais urbanisées.



5.3.1 Problématique : les parcelles urbanisées sans local

Les parcelles urbanisées sans local peuvent regrouper plusieurs cas :

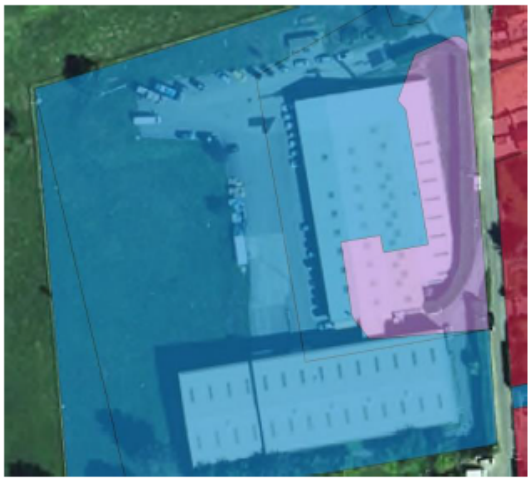
- **Jardins de propriétés** - espaces associés aux logements,
- **Routes, places et espaces communs** - voiries et espaces publics,
- **Parcelles multi-bâtiment** - le local est sur une parcelle et les autres apparaissent comme non bâties,
- **Locaux publics ou agricoles isolés** - cas relativement rare,
- **Parcellaire en cours d'aménagement** - pas encore totalement construit,
- **Grandes surfaces sans locaux par nature** - pistes d'aéroport, carrières, champs photovoltaïques.



Dans cet exemple, les espaces associés sont constitués par les jardins de propriétés



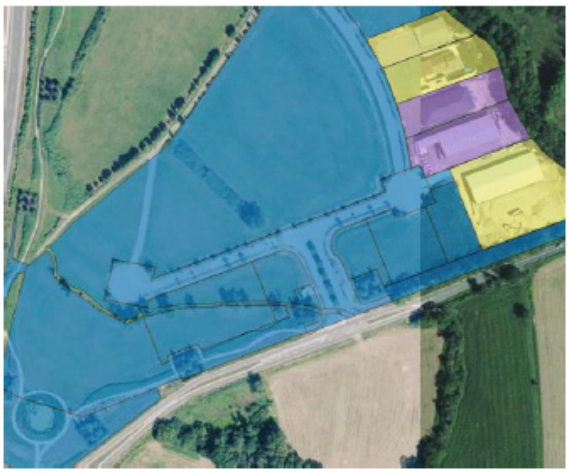
Ici, les espaces associés sont constitués d'une route, de places et d'espaces communs



Le parcellaire reprend ici qu'une partie du bâtiment. Le local étant placé sur cette parcelle, les autres parcelles apparaissent comme non bâties, mais urbanisées



On peut parfois constater que des locaux publics ou des locaux agricoles isolés répertorient leur parcelle de référence comme urbanisée, sans disposer d'information sur leur local. Ce cas reste toutefois relativement rare



Les espaces associés sont aussi constitués d'un parcellaire en cours d'aménagement, mais pas totalement construit



Enfin, de grands espaces urbanisés ne possèdent par nature pas de locaux. Il s'agit ici de la piste d'un aéroport



Ou d'une carrière



Ou enfin d'un champ photovoltaïque

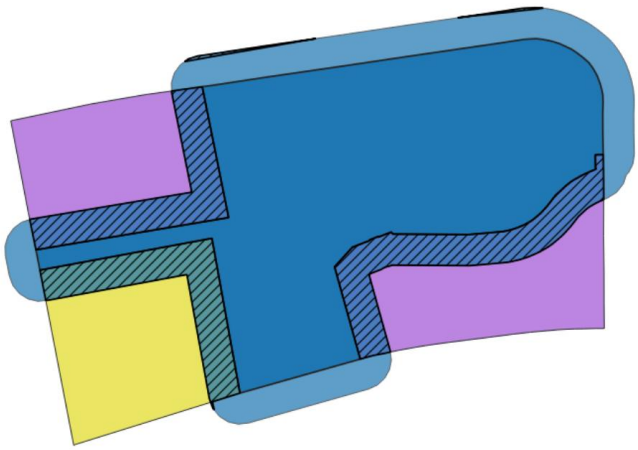
5.3.2 Affectation des polygones « non affecté » par voisinage

De nombreuses zones urbanisées sans local selon les Fichiers fonciers peuvent être affectées en étudiant les polygones affectés qui les entourent. Par exemple, un jardin non affecté entouré de parcelles résidentielles sera classé en « Résidentiel ». De la même manière, on pourra classer en « Activité » le parking d'une zone commerciale grâce au repérage des locaux commerciaux sur les parcelles environnantes.



5.3.2.1 Repérage des voisins

Pour chaque polygone de type « non affecté », un **buffer de 0,5 m** est appliqué afin de repérer géomatiquement les polygones affectés immédiatement voisins intersectés par des polygones, tout en s'affranchissant des problèmes de topologie imparfaite. Les polygones voisins ont été préalablement groupés par typologie commune, si bien que pour un polygone non affecté étudié, il va être possible de hiérarchiser l'influence des différents types le voisinant. Par exemple, le fait d'avoir groupé les différents polygones « Résidentiel » voisins va permettre de s'apercevoir qu'ils sont majoritaires par rapport au voisin « Activité ».



5.3.2.2 Influence des voisins affectés

L'influence des typologies voisines du polygone « non affecté » est caractérisée par la **longueur du contour commun** entre chaque typologie et le polygone à affecter. Plus la longueur du contour commun entre le polygone et le type voisin est grande, plus le type voisin a de l'importance pour influencer la typologie du polygone « non affecté » à affecter. Sur le plan géomatique, cela revient à mesurer la **surface d'intersection** entre le buffer du polygone « non affecté » et chaque ensemble de polygones voisins de typologie identique.

5.3.2.3 Aff1 : Critère des 65 %

Un polygone « non affecté » est affecté à l'aide d'un type voisin si (et seulement si) ces deux points sont vérifiés :

- Le type voisin occupe **plus de 65 %** du contour du polygone « non affecté » touché par des polygones affectés.

ET

- Le type voisin occupe **plus de 20 %** du contour total du polygone « non affecté »

OU

- Le type voisin occupe **plus de 20 m²** du contour du polygone (40 m linéaires pour un buffer de 0,5 m).

Le processus est mené de façon **itérative** jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de polygones à affecter de la sorte.

> **NB :** pour le premier point, il s'agit bien d'un seuil sur le contour touché par des typologies voisines, et non du contour total du polygone. Dans le cas d'un polygone en bordure d'une zone urbanisée, et donc possédant peu de voisin, ce seuil peut être difficile à atteindre. Le second point vise à s'assurer que le type voisin occupe effectivement une part substantielle du contour total du polygone.

5.3.2.4 Aff2 : Critère des 40 % pour le mixte

Dans un second temps, on considère que dans des cas limites (seuil de 65 % pas tout à fait atteint), l'affectation en « Mixte » peut être privilégiée.

On effectue donc une deuxième affectation pour la seule typologie « Mixte ». On affecte un polygone « non affecté » en « Mixte » dès lors que le voisin de type « Mixte » occupe **entre 40 et 65 %** du contour du polygone « non affecté » touché par des polygones affectés.

Les critères à vérifier sont donc les deux suivants :

- Le type voisin occupe **entre 40 et 65 %** du contour du polygone « non affecté » touché par des polygones affectés.

ET

- Le type voisin occupe **plus de 20 %** du contour total du polygone « non affecté »

OU

- Le type voisin occupe **plus de 20 m** du contour du polygone.

Le processus est mené de façon itérative jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de polygones affectés de la sorte.

> **NB :** pour le premier point, il s'agit bien d'un seuil sur le contour touché par des typologies voisines, et non du contour total du polygone. Dans le cas d'un polygone en bordure d'une zone, et donc possédant peu de voisin, ce seuil peut être très dur à atteindre. Le second point vise à s'assurer que le type voisin occupe effectivement une part substantielle du contour total du polygone.

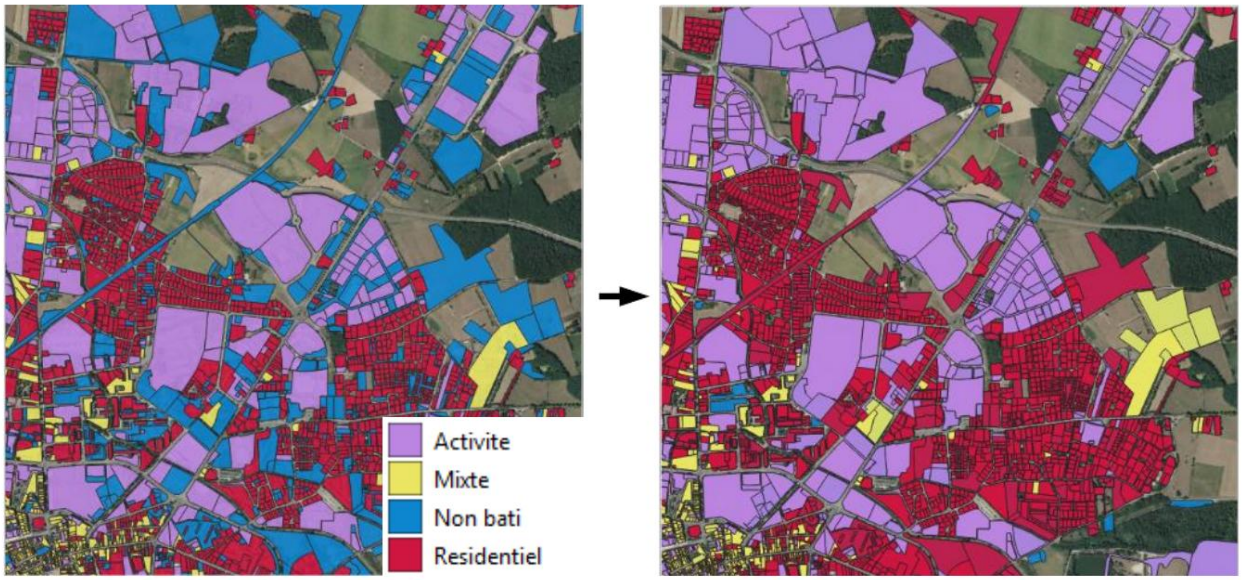
5.3.2.5 Aff3 : Forçage de l'affectation des polygones « Indéterminé »

Une dernière tentative d'affectation est réalisée afin d'assigner une classification à des polygones indéterminés, même lorsque le précédent tour d'affectation ne l'a pas permis. Il s'agit d'une affectation **moins fiable**, pour laquelle les seuils d'intersection (et donc les précautions d'usage liées) ont été supprimées.

Après cette étape, les polygones indéterminés restants ne seront que des polygones **isolés** (c'est-à-dire sans voisin).

5.3.2.6 Résultat de l'étape 5

Visuellement, on peut apprécier la disparition des surfaces « non affecté » au profit d'une typologie « logiquement » affectée, comme le montre la figure ci-dessous.



Comparaison de la carte avant l'étape 5 (à gauche) et après l'étape 5 (à droite).

5.3.2.7 Résultat intermédiaire

À ce stade, une partie des parcelles est affectée. Dans les faits, il s'agit des parcelles immédiatement adjacentes à des parcelles affectées.

Cependant, nous avons choisi de ne travailler que sur les parcelles urbanisées, en excluant les autres. Dans les faits, cela donne un aspect très fragmenté aux polygones traités. Il n'est en effet pas rare qu'un chemin (non cadastré) sépare deux parcelles.



Exemples de polygones urbanisés non affectés avec un buffer de 0,5 m.

5.3.3 Affectation plus lointaine

À ce stade, le taux d'affectation est encore bas. Il est donc nécessaire d'être plus permissif sur l'affectation, notamment en incluant une influence des parcelles plus lointaines.

La première affectation (ci-dessus) était réalisée en prenant un buffer de 0,5 m.

Le traitement est à réaliser plusieurs fois, avec des buffers de :

- **10 m**,
- **20 m**,
- **50 m**.

Ces affectations restent toutefois beaucoup plus rares que l'affectation par voisinage direct.



Affectation après un buffer de 10 m

5.4 Résultat et conclusion

5.4.1 Résultat final

Le traitement est réalisé sur la totalité des millésimes, et sur la totalité du territoire national. Chaque millésime et chaque département fait l'objet d'une table séparée. Les tables de sorties ont donc la structure suivante :

Identifiant parcellaire	Surface totale	Affectation	Fiabilité

Parcelle1	1000	Mixte	0
Parcelle2	2000	Habitat	10
Parcelle3	500	Habitat	0,5
Parcelle4	600	Non affecté	

5.4.1.1 Fiabilité

Chaque parcelle se voit assigner un score de fiabilité, égal au buffer utilisé :

- Les parcelles avec une fiabilité de **« 0 »** sont celles bénéficiant d'une affectation directe (étape 1).
- Les autres nombres correspondent au buffer utilisé : une fiabilité de **« 20 »** (affectation en prenant des buffers de 20 m) est donc moindre qu'une affectation de **« 0,5 »** (utilisation d'un buffer de 0,5 m, soit une affectation à l'aide d'une parcelle adjacente).

Un indicateur permet en outre de savoir à quelle étape la parcelle a été affectée.

5.4.1.2 Temps de traitement

Au vu du nombre important de parcelles, le traitement est très gourmand en temps machine. Avec un serveur performant, il faut compter entre **30 et 40 heures par millésime** (environ 3 semaines de traitement machine).

5.4.2 Contribution de chaque étape

Étape d'affectation	Nb parcelles	Surface (ha)	% parcelles	% surface
Étape 1 - Affectation directe (présence d'un local)	276 400 066	47 704 993	58,07 %	56,13 %
Étape 2 (buffer 0,5 m) - Affectation par parcelles adjacentes	168 862 002	27 696 327	35,48 %	32,59 %
Étape 2 (buffer 10 m) - Parcelles à moins de 10 m	13 497 568	3 529 037	2,84 %	4,15 %
	3 258 635	923 139	0,68 %	1,09 %

Étape 2 (buffer 20 m) - Parcelles à moins de 20 m				
Étape 2 (buffer 50 m) - Parcelles à moins de 50 m	3 413 626	961 180	0,72 %	1,13 %
Parcelles restant non affectées	10 548 026	4 177 565	2,22 %	4,92 %
Total	**465 431 897**	**84 992 241**	**100 %**	**100 %**

5.4.3 Résultats en termes d'affectation

Les résultats en termes d'affectation sont les suivants. On retrouve ainsi une majorité de parcelles à usage résidentiel. De son côté, le mixte est peu représenté.

Il faut toutefois noter qu'une part encore importante des parcelles reste non affectée. En pratique, il s'agit souvent de grandes activités sans locaux en dehors du tissu urbain (carrières, parc photovoltaïque...).

Affectation	Nb parcelles	Surface (ha)	% parcelles	% surface
Résidentiel	414 858 789	62 962 324	87,16 %	74,96 %
Activité	33 347 374	14 764 170	7,01 %	17,58 %
Mixte	17 225 734	2 088 182	3,62 %	2,49 %
Non bâti	10 548 026	4 177 566	2,22 %	4,97 %
Total	**475 979 923**	**83 992 242**	**100 %**	**100 %**

À ce stade, nous obtenons donc une liste des parcelles ainsi que de leur affectation. Cette liste permettra, dans un second temps, d'obtenir des informations sur l'affectation des parcelles urbanisées.

6. Annexe 3 : description des algorithmes Kaver et Korange

6.1 Annexe 3.1 : description de l'algorithme Kaver

6.1.1 Données de base et hypothèses

Nous avons en entrée **3 deltas**, dont la somme est égale à 0. Nous souhaitons, en sortie, disposer de **6 flux**.

Ces flux sont tous positifs.

6.1.1.1 Formulation mathématique

Ce problème correspond au système d'équation suivant, Delta Urba, Delta NAF et Delta NC étant connues, les Flux étant les inconnues :

```
Δ Arti + Δ NAF + Δ NonCad = 0
∀ Flux, Flux ≥ 0 (1)
∀ i ∈ [Arti, NAF, NonCad], Δi = Σ Flux_j,i - Σ Flux_i,k (2)

(1) Tous les flux ≥ 0   [les flux sont positifs]
(2) Pour chaque delta, la somme des flux sortants moins les flux entrants = delta.
    Par exemple :
    Δ Urba = (NAF→Urba) + (NC→Urba) – (Urba→NAF) – (Urba→NC)
    Δ NAF  = (Urba→NAF) + (NC→NAF)  – (NAF→Urba) – (NAF→NC)
    Δ NC   = (Urba→NC)  + (NAF→NC)  – (NC→Urba)  – (NC→NAF)
```

Il s'agit ainsi d'un système d'équations linéaires sous contraintes typique d'un problème d'optimisation linéaire.

6.1.1.2 Insuffisance de la définition : hypothèse de simple flux

À ce stade, nous avons cependant un nombre d'inconnues trop important. Cela conduit à une infinité de solutions : il est ainsi nécessaire d'ajouter des hypothèses pour aboutir à une solution unique.

On postule ainsi que pour un îlot donné, **il ne peut y avoir deux flux contraires**. En d'autres termes, au sein d'un îlot, il ne peut y avoir à la fois un changement de NAF vers Urba et d'Urba vers NAF. Cela conduit à diviser par deux le nombre d'inconnues à rechercher, la moitié d'entre elles au moins étant systématiquement nulle.

Dans notre utilisation, et au vu de la granulométrie fine des îlots, cette hypothèse est peu contraignante. Cependant, poser cette hypothèse n'aurait pas pu être possible dans le cas de travaux à la commune, pour lesquelles il peut y avoir une partie de la commune qui consomme des espaces pendant qu'une autre partie se renature.

Cela simplifie le problème ainsi :

```
ΔArti+ΔNAF+ΔNonCad=0
ΔArti + ΔNAF + ΔNonCad = 0

Pour tout i dans {Arti, NAF, NonCad} :
    Δi = Σ (Flux de j vers i)   pour tous j ≠ i (2)
```

On perd la contrainte (1), mais on diminue le nombre d'inconnues. Au minimum, pour chaque paire de flux contraires (ex : NAF→Urba et Urba→NAF), l'un des deux sera systématiquement = 0.

Exemple avec Delta NonCad = +100, Delta NAF = -200 et Delta Urba = -100

graph LR A[Non cadastré
+ 100]:::noncad B[NAF
- 200]:::naf C[Urbanisé
Cadastré
-100]:::urb A <--> B A <--> C B <--> C classDef noncad
fill:#fff9c4,stroke:#fbc02d,color:#000000,stroke-width:2px; classDef naf
fill:#e8f5e9,stroke:#4caf50,color:#000000,stroke-width:2px; classDef urb
fill:#e3f2fd,stroke:#2196f3,color:#000000,stroke-width:2px;

6.1.1.3 Insuffisance de la définition : hypothèse de la simplicité des flux

À ce stade, les équations sont cependant encore liées. Nous avons donc encore deux équations pour 3 inconnues. À titre d'exemple, le système représenté sur le schéma s'écrit (attention aux signes !) :

```
−Flux ArtiNonCad + Flux NAFArti = 200 (1)
Flux NonCadNAF − Flux NAFArti = −300 (2)
Flux ArtiNonCad − Flux NonCadNAF = 100 (3)

L'équation (3) est clairement égale à − (1) − (2).
```

Il est nécessaire de postuler encore une nouvelle hypothèse pour obtenir une solution unique, à savoir que **seuls des flux de même sens peuvent arriver dans une catégorie** [43]. En conséquence, seuls deux flux seront différents de zéro (ou que l'un des flux sera égal à zéro) [44].

De manière plus thématique, il s'agit de dire qu'**une catégorie qui gagne de la surface ne peut en perdre en même temps** : il ne peut à la fois y avoir un transfert de NAF vers Urba, et de Urba vers le non cadastré.

Une autre manière de formuler consiste à dire qu'entre plusieurs hypothèses de transformation, on privilégie la plus simple, à savoir que la parcelle ne change pas d'usage (ou se modifie le moins possible).

Type de schéma possible (à gauche) et type de transfert rendu impossible par l'hypothèse de simplicité des flux (à droite)
graph LR %% --- BLOC GAUCHE --- subgraph G ["A"] direction LR NAF1["NAF
(-300)"] NonCad1["Non cadastré
(+100)"] Arti1["Urbanisé Cadastré
(+200)"] NAF1 -- "100" --> NonCad1 NAF1 -- "200" --> Arti1 end %% --- BLOC DROITE --- subgraph D ["B"] direction LR NAF2["NAF
(-300)"] NonCad2["Non cadastré
(+100)"] Arti2["Urbanisé Cadastré
(+200)"] Arti2 -- "100" --> NonCad2 NAF2 -- "300" --> Arti2 end %% --- L'ASTUCE : Lien invisible pour forcer la disposition horizontale --- G ~~~ D %% --- STYLES --- style G fill:none,stroke:none style D fill:none,stroke:none style Arti1 fill:#e1f5fe,stroke:#01579b style Arti2 fill:#e1f5fe,stroke:#01579b style NAF1 fill:#fff,stroke:#333 style NonCad1 fill:#fff,stroke:#333 style NAF2 fill:#fff,stroke:#333 style NonCad2 fill:#fff,stroke:#333

6.1.2 Conséquences et mise en place de l'algorithme

Ces éléments étant posés, on calcule le système précédent en distinguant **3 cas** :

- si les **trois deltas sont nuls**, tous les flux seront nuls (cas trivial),
- si **un des deltas est égal à 0**, on considère uniquement le flux entre les deux deltas non nuls,
- si **aucun des deltas est égal à 0**, nous aurons deux deltas de signe positif, et l'un de signe négatif [45]. Dans ce cas, nous considérerons deux flux, partant tous deux du delta négatif.

En conséquence, l'algorithme Kaver calculera, en sortie, **6 flux, dont au moins 4 seront égaux à 0**.

6.2 Annexe 3.2 : description de l'algorithme Korange

6.2.1 Principe de l'algorithme Korange

L'algorithme Korange est une version plus complexe de Kaver : nous avons en entrée 3 Deltas, mais **leur somme n'est pas égale à 0**. Ainsi, Korange est utilisé pour déterminer les

transferts entre habitat, activité et mixte : il peut y avoir une augmentation de la consommation d'espaces de chacun des postes, ainsi que des transferts entre ceux-ci.

Dans ce contexte, nous devons déterminer **9 flux** : 6 flux internes, sur le même modèle que Kaver, mais aussi 3 flux externes.

6.2.1.1 Formulation mathématique

À l'image de Kaver, Korange vise à répondre au problème suivant :

```
Trouver 9 flux (F_ext_hab, F_ext_act, F_ext_mix, F_hab→act, F_act→hab,
               F_hab→mix, F_mix→hab, F_act→mix, F_mix→act) tels que :

Tous les flux ≥ 0

Δ Hab = F_ext_hab + F_act→hab + F_mix→hab − F_hab→act − F_hab→mix
Δ Act = F_ext_act + F_hab→act + F_mix→act − F_act→hab − F_act→mix
Δ Mix = F_ext_mix + F_hab→mix + F_act→mix − F_mix→hab − F_mix→act

avec Σ deltas = consommation nette totale ≠ 0
```

6.2.1.2 Postulats

On réalise ici les mêmes postulats que pour Kaver, à savoir :

- **deux flux contraires ne peuvent exister**,
- **hypothèse de simplicité des flux** : on minimise le nombre de flux, et on postule qu'un usage ne peut avoir que des flux du même signe (tous les flux sont entrants ou tous les flux sont sortants).

6.2.2 Gestion des cas simples

L'application des hypothèses supplémentaires de Kaver permet d'obtenir des solutions uniques dans les cas suivants :

- **Cas 1 : tous les deltas sont du même signe** : dans ce cas, on ne retrouve que les deltas externes. Si Delta Act = 200, Delta Hab = 500 et Delta mix = 100, on aura donc uniquement des flux de création (3 flux externes). Il n'y a **pas de flux internes** (transferts entre catégories). Ce cas est de loin le plus répandu.
- **Cas 2 : un des deltas est positif, les deux autres sont négatifs, et le total est positif** : Dans ce cas, l'apport de consommation d'espaces est assigné au delta positif. On applique ensuite **Kaver** pour déterminer les flux internes.

Exemple de cas simple - un des deltas est positif

graph TD %% Définition des nœuds H["Habitat
(+600)"] A["Activité
(-200)"] M["Mixte
(-100)"] %% Définition des flux (flèches) A -- "200" --> H M -- "100" --> H Ext[" "] -- "300" --> H %% Styles pour ressembler à l'image style H fill:#f8d7da,stroke:#721c24,stroke-width:2px style A fill:#e2e3e5,stroke:#383d41,stroke-width:2px style M fill:#fff3cd,stroke:#856404,stroke-width:2px style Ext fill:none,stroke:none

6.2.3 La gestion des cas complexes : algorithme Kaunoir

Les deux premiers cas peuvent se résoudre de manière non ambiguë avec les postulats de Kaver. Cependant, il existe un troisième cas pour lequel :

- **deux deltas sont positifs**,
- **un delta est négatif**,
- **la somme des deltas est positive** [46].

Pour ce cas, il existe plusieurs solutions pouvant répondre au problème, tout en respectant les contraintes.

Ces deux solutions sont deux exemples d'un résultat répondant aux postulats de Kaver.

graph LR %% --- BLOC DE GAUCHE --- subgraph G ["A"] direction TB H1["Habitat
(+300)"] A1["Activité
(+400)"] M1["Mixte
(-200)"] Ext1[" "] Ext2[" "] Ext1 -- "250" --> H1 M1 -- "50" --> H1 M1 -- "150" --> A1 Ext2 -- "250" --> A1 end %% --- BLOC DE DROITE --- subgraph D ["B"] direction TB H2["Habitat
(+300)"] A2["Activité
(+400)"] M2["Mixte
(-200)"] Ext3[" "] Ext4[" "] Ext3 -- "200" --> H2 M2 -- "100" --> H2 Ext4 -- "300" --> A2 M2 -- "100" --> A2 end %% --- L'ASTUCE : Lien invisible pour forcer la disposition horizontale --- G ~~~ D %% --- STYLES --- %% Styles pour le bloc de gauche style H1 fill:#fff,stroke:#a52a2a,stroke-width:2px style A1 fill:#fff,stroke:#add8e6,stroke-width:2px style M1 fill:#fff,stroke:#f0e68c,stroke-width:2px style Ext1 fill:none,stroke:none style Ext2 fill:none,stroke:none %% Styles pour le bloc de droite style H2 fill:#fff,stroke:#a52a2a,stroke-width:2px style A2 fill:#fff,stroke:#add8e6,stroke-width:2px style M2 fill:#fff,stroke:#f0e68c,stroke-width:2px style Ext3 fill:none,stroke:none style Ext4 fill:none,stroke:none %% Cacher

les bordures des sous-graphes style G fill:none,stroke:none style D fill:none,stroke:none

6.2.3.1 Ajout d'une hypothèse supplémentaire

Ce cas doit donc être traité à part. Dans ce cadre, il est souhaitable d'ajouter des contraintes. Plusieurs solutions peuvent exister :

- il est possible de privilégier une catégorie parmi les autres : par exemple, on pourrait considérer qu'il serait souhaitable de maximiser le flux de mixte, puis le flux d'activité.
- De la même manière, il serait possible de privilégier certains flux internes par rapport à d'autres.

Cependant, pour des raisons thématiques, il n'y a **aucune raison de privilégier une catégorie ou un flux par rapport à d'autres**. Dans ce cadre, ces solutions ne seront pas mises en place. Il est donc souhaitable de mettre en place une solution symétrique, par exemple selon les flux suivants :

- le flux interne est réparti équitablement entre les autres postes,
- le flux externe est réparti équitablement entre les postes.

Au final, les flux externes seront mis en avant, et resteront plus importants que les flux internes. Dans ce contexte, il est préférable de **privilégier une approche équitable des flux externes**.

L'algorithme prendra donc **la somme des deltas, qu'il répartira équitablement entre les flux externes**.

Solution choisie (Kaunoir)

Le total des deltas est égal à 500, qui sont répartis équitablement entre les deux flux positifs (Habitat et activité).

graph TD %% Définition des nœuds H["Habitat (+300)"] A["Activité (+400)"] M["Mixte (-200)"] %% Nœuds invisibles pour simuler les entrées externes (flèches bleues) ExtH[" "] ExtA[" "] %% Définition des flux ExtH -- "250" --> H ExtA -- "250" --> A M -- "50" --> H M -- "150" --> A %% Styles pour correspondre à l'image style H fill:#fff,stroke:#a52a2a,stroke-width:2px style A fill:#fff,stroke:#add8e6,stroke-width:2px style M fill:#fff,stroke:#f0e68c,stroke-width:2px %% Styles pour les entrées externes (invisibles) style ExtH fill:none,stroke:none style ExtA fill:none,stroke:none

6.2.3.2 Traitement des derniers cas particuliers

Dans certains cas, il n'est pas possible de répartir équitablement entre les catégories : c'est notamment le cas lorsque l'une des catégories est bien supérieure à l'autre.

Par exemple, si dans l'exemple précédent l'habitat est égal à +100, si l'on répartit de manière équivalente les flux entrants, on obtient le résultat suivant :

Répartition égale des flux entrants. La composante habitat dispose ainsi à la fois de flux d'entrée et de sortie, ce qui ne répond pas à nos hypothèses.

graph TD %% Définition des nœuds H["Habitat
(+100)"] A["Activité
(+400)"] M["Mixte
(-200)"] %% Nœuds invisibles pour les entrées externes (flèches bleues) ExtH[" "] ExtA[" "] %% Définition des flux ExtH -- "150" --> H ExtA -- "150" --> A H -- "50" --> A M -- "200" --> A %% Styles pour correspondre à l'image style H fill:#fff,stroke:#a52a2a,stroke-width:2px style A fill:#fff,stroke:#add8e6,stroke-width:2px style M fill:#fff,stroke:#f0e68c,stroke-width:2px %% Styles pour les entrées externes (invisibles) style ExtH fill:none,stroke:none style ExtA fill:none,stroke:none

Par exemple, si dans l'exemple précédent l'habitat est égal à **+100**, si l'on répartit de manière équivalente les flux entrants, on obtient un résultat qui viole l'un de nos postulats, à savoir que chaque poste ne devait avoir que des flux du même signe : ici, le flux extérieur abonde l'habitat, et un flux interne vient le ponctionner.

On considère donc que **les flux externes ne peuvent excéder le delta de la catégorie**. Dans ce cas, la répartition sera donc :

Répartition finale des flux entrants (cas particulier)

Δ Hab = +100, Δ Act = +600, Δ Mix = −200, Σ = +500

graph TD %% Définition des nœuds H["Habitat
(+100)"] A["Activité
(+400)"] M["Mixte
(-200)"] %% Nœuds invisibles pour les entrées externes (flèches bleues) ExtH[" "] ExtA[" "] %% Définition des flux ExtH -- "100" --> H ExtA -- "200" --> A M -- "200" --> A %% Styles pour correspondre à l'image style H fill:#fff,stroke:#a52a2a,stroke-width:2px style A fill:#fff,stroke:#add8e6,stroke-width:2px style M fill:#fff,stroke:#f0e68c,stroke-width:2px %% Styles pour les entrées externes (invisibles) style ExtH fill:none,stroke:none style ExtA fill:none,stroke:none

1. Mesure de la consommation d'espaces à l'aide des Fichiers fonciers : définition, limites et comparaison avec d'autres sources, présent sur https://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/ ↩

2. www.datafoncier.cerema.fr ↩

3. Bocquet Martin, Cerema, Mesure de la consommation d'espaces induite par le logement social : Expérimentation en Hauts-de-France, juin 2023, disponible sur https://www.cerema.fr/fr/actualites/estimer-consommation-espace-induite-logement-social ↩

4. Article 192 de la LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043956924 ↩

5. Deux millésimes des Fichiers fonciers consécutifs, soient 2009-2011, 2011-2012, 2012-2013, etc. ↩

6. Un îlot est un ensemble d'une ou plusieurs parcelles stables dans le temps. L'îlot est défini précisément dans l'annexe 1 (traitement multi-millésime). ↩

7. L'usage « direct » est réservé aux parcelles urbanisées possédant un local. L'usage « extrapolé » est réservé aux parcelles urbanisées sans local : l'usage est assigné à partir de celui de ses voisins. Ce traitement est défini précisément dans l'annexe 2 (assignation de l'usage). ↩

8. En théorie, Surf Urba + Surf NAF = Surface totale. Sur ces rares parcelles, ce n'est pas le cas. ↩

9. En théorie, Surf Urba + Surf NAF = Surface totale. Sur ces rares parcelles, ce n'est pas le cas. ↩

10. Soit Urba + NAF + Non Cadastré (année N) = Urba + NAF + Non Cadastré (année N+1). En pratique, cela signifie que la somme des deltas sera égale à zéro. ↩

11. Pour donner un ordre d'idée de la surface concernée, au niveau national, 80 % des parcelles font moins de 5000 m^2. Cela est beaucoup plus important pour les parcelles qui subissent un changement, dont la quasi-totalité fait moins de 5000 m^2. ↩

12. C'est-à-dire que l'on ne peut par exemple avoir du NAF qui se transforme en urbanisé, et l'urbanisé qui se transforme en même temps en non-cadastré. ↩

13. C'est-à-dire que son flux NAF vers Urba est supérieur à zéro. ↩

14. C'est-à-dire que son flux Urba vers NAF est supérieur à zéro. Cependant, le terme « renaturation » n'est pas ici bien utilisé, le flux Urba vers NAF n'étant pas à proprement parler de la renaturation (cf. infra). ↩

15. La commune de Suzan (code INSEE 03904) est une enclave non délimitée au sein de La Bastide-de-Sérou (code INSEE 09042). Les services fiscaux, à l'inverse de l'INSEE, ne font pas la différence entre ces communes. ↩

16. Chézeaux (52124) est toujours rattachée à Varennes-sur-Amance (52504), Laneuville-à-Rémy (52266) est considérée comme rattachée à La Porte du Der (52331), Lavilleneuve-Au-Roi (52278) est toujours rattachée à Autreville-sur-la-Renne (52031), Culey (55138) est toujours rattachée à Loisey (55298), Avrecourt (52033) et Saulxures sont toujours considérés comme rattachés à Val-de-Meuse (52332). ↩

17. http://bofip.impots.gouv.fr/bofip/5359-PGP.html#5359-PGP_La_parcelle_44 ↩

18. Soit « Mise à jour des Informations cadastrales », le nom de la base de données de la Direction générale des Finances publiques. ↩

19. Le codage de la parcelle sur 14 caractères est fréquemment observé, mais n'est donc pas une convention. ↩

20. https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/documents-de-filiation-informatises-dfi-des-parcelles/ ↩

21. De manière plus technique, il s'agit de reconstituer une structure de graphe, dont les parcelles Fichiers fonciers constituent les nœuds et les DFI des arcs (donc orientés). En particulier, le graphe résultant sera un graphe orienté acyclique, dont il s'agira d'extraire les composantes connexes. Il s'agit donc d'exploiter les apports de la théorie des graphes pour répondre au problème. ↩

22. La date de début correspond à la première date à laquelle on retrouve une correspondance entre un DFI et une parcelle. La date de fin est la dernière date. ↩

23. En reprenant la structure de base, c'est-à-dire celle d'un graphe orienté, on applique sur celui-ci un algorithme permettant de repérer les composantes connexes du graphe. ↩

24. 2009, 2011, puis tous les ans jusque 2022 inclus, soient 13 millésimes. ↩

25. Cerema, La densité de logement dans les opérations d'aménagement en extension urbaine - Cadrage méthodologique et données nationales, juin 2022, https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr ↩

26. Cerema, Mesure de la consommation d'espaces induite par le logement social : Expérimentation en Hauts-de-France, juin 2023, disponible sur : https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/595520/ ↩

27. Soient 2009 puis chaque année depuis 2011. ↩

28. https://datafoncier.cerema.fr/usages/consommation-des-espaces-et-occupation-des-sols/enrichissement-ocsge-par-les-fichiers-fonciers ↩

29. https://datafoncier.cerema.fr/usages/consommation-des-espaces-et-occupation-des-sols/enrichissement-ocsge-ign-fichiers-fonciers-methode-approfondie-sur-grand-territoire ↩

30. On considère, dans ce cadre, que les parcelles urbanisées sont celles classées comme urbanisées au sens des Fichiers fonciers, et donc dont l'attribut dcntarti est supérieur à 0. ↩

31. https://datafoncier.cerema.fr/ ↩

32. Soient 2009 puis annuellement à partir de 2011. ↩

33. La TUP est un ensemble de parcelles adjacentes de même propriétaire. L'intérêt de la TUP par rapport à la table parcellaire est présenté dans le guide de prise en main des Fichiers fonciers : https://datafoncier.cerema.fr/ressources/fichiers-fonciers ↩

34. Ce paragraphe est repris des deux études réalisées pour l'enrichissement d'une occupation des sols. ↩

35. On utilise ainsi la variable « dteloc ». ↩

36. Il s'agit d'une donnée fiscale, servant de base au calcul de l'impôt. À localisation identique, une forte valeur locative traduit souvent une grande surface. Il s'agit donc d'un indice pour savoir si la parcelle est essentiellement à usage résidentiel ou d'activités. ↩

37. Pour cela, on retire de la table des locaux les locaux dont le champ « cconlc » est égal à « AT », « UE » ou « CH », ainsi que les locaux dont « cconlc » est égal à « U » et « cconac » = '3512Z' (antennes relais). ↩

38. On utilise pour cela le code d'évaluation ccoeva égal à « A ». ↩

39. Ce seuil peut paraître haut, mais il faut rappeler qu'il n'est calculé que sur les zones sur lesquelles il y a au moins un local d'activités et un local professionnel. ↩

40. Pour plus d'information : http://bofip.impots.gouv.fr/bofip/1443-PGP.html ↩

41. On utilise pour cela le champ TYPPROP (avant 2018) et le champ catpro3 (après 2018) des Fichiers fonciers. On considère comme publique une parcelle ayant au moins l'un des locaux appartenant à un propriétaire public. ↩

42. C'est-à-dire dont le point est situé à l'intérieur d'une parcelle. ↩

43. Il semblerait que cette condition soit équivalente à minimiser la somme des valeurs absolues des flux. Cette affirmation mériterait cependant d'être démontrée. ↩

44. Attention, cette condition est la conséquence du postulat, mais n'y est pas équivalente. ↩

45. Ou alors un positif et deux négatifs. Cela est une conséquence directe du fait que la somme des deltas est égale à 0. ↩

46. Cela est aussi valable pour le cas opposé. ↩