

MODÉLISATION DE LA DEMANDE CYCLABLE : DÉPLOIEMENT D'UN JUMEAU NUMÉRIQUE À L'ÉCHELLE NATIONALE

Guoxi Feng, Alexandre Lanvin, Donatien Dubuc, Alexandre Chasse

Congrès DYNAMO 2026 – Bordeaux

17 novembre 2026

UN BESOIN DE SUIVI DE LA PRATIQUE VÉLO

- Un enjeu national : mesurer et suivre la pratique du vélo dans le temps
- Évaluer les politiques et orienter les investissements : un **suivi dynamique** du vélo.

Enquêtes de mobilité · statique

+ **Couverture étendue** : trajets détaillés et caractéristiques des personnes
– **Collecte peu fréquente** : environ tous les dix ans
– **Aveugles aux événements soudains** : COVID, télétravail, grèves
– **Pas de variations quotidiennes**, coût élevé



Compteurs · dynamique

+ **Mesures journalières fiables** du trafic
– **Uniquement en des points fixes** du réseau



Traces GPS · dynamique

+ **Trajets et itinéraires détaillés**
– **Sous-échantillon biaisé** de la population

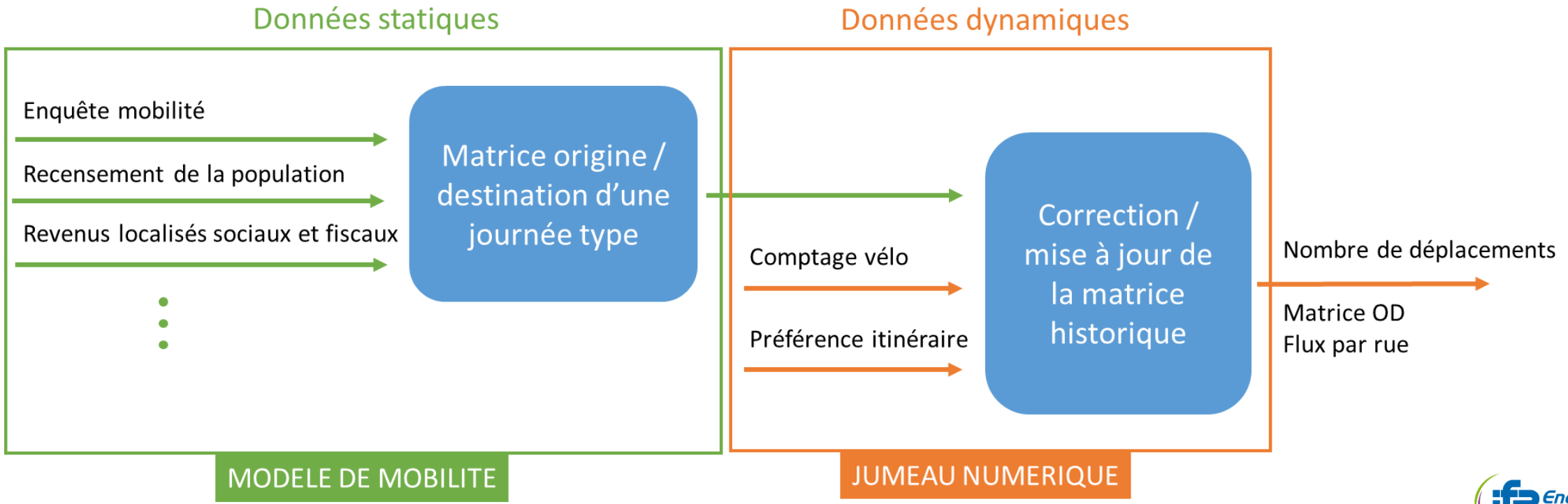


Fusionner ces données par la modélisation : une image complète de la mobilité

© | 2026 IFPEN

LE PRINCIPE DE LA MÉTHODE DYNACOD

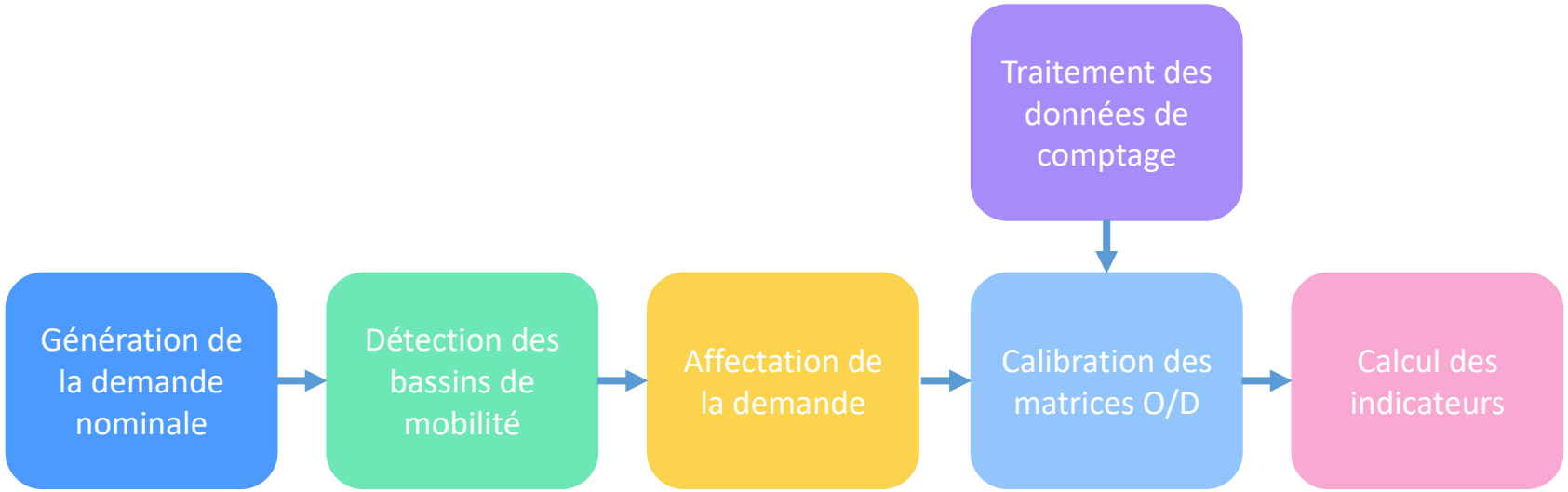
- DYNACOD : Calibration Dynamique des matrices Origine–Destination
- L'objectif est de bénéficier de **données dynamiques** (données de comptage et préférence d'itinéraire GPS) afin de mettre à jour les **matrices origine / destination statiques** des dernières enquêtes mobilités. Cette **fusion de données multi-source** permet d'estimer dynamiquement les déplacements à vélo.



© | 2026 IFPEN

CHAÎNE DE TRAITEMENT « **DYNACOD** »

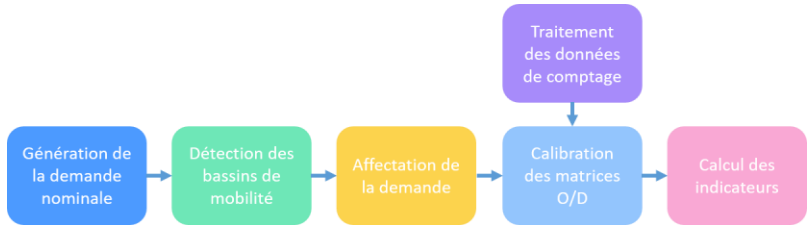
- Vue d'ensemble de la chaîne de traitement :
  - Un pipeline en 6 étapes qui transforme progressivement la demande nominale issue des enquêtes en une **estimation dynamique de la demande vélo O/D**.



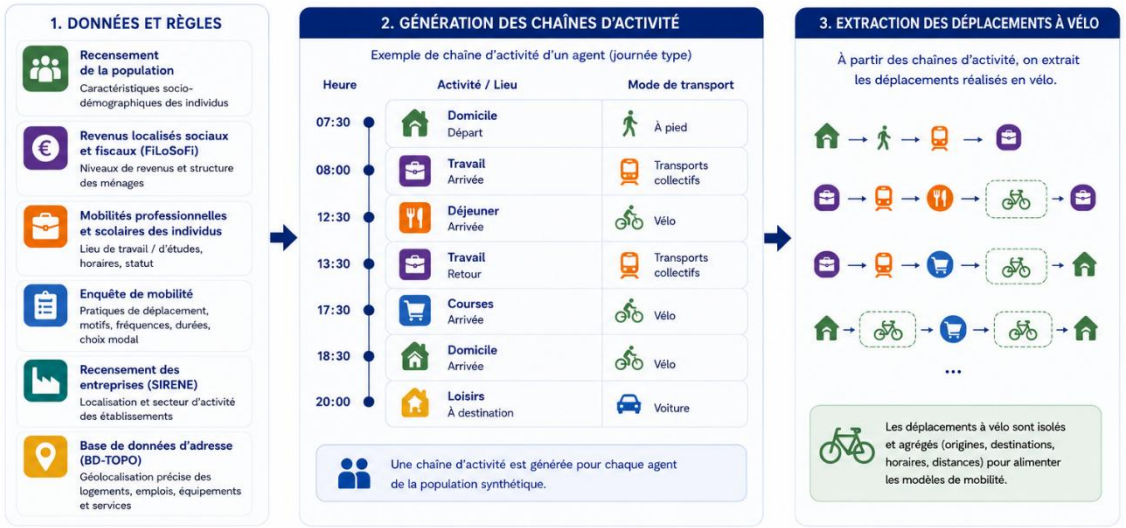
Une chaîne de calcul qui transforme des données hétérogènes en indicateurs dynamiques exploitables.

© 2026 IFPEN

1 – GÉNÉRATION DE LA DEMANDE NOMINALE

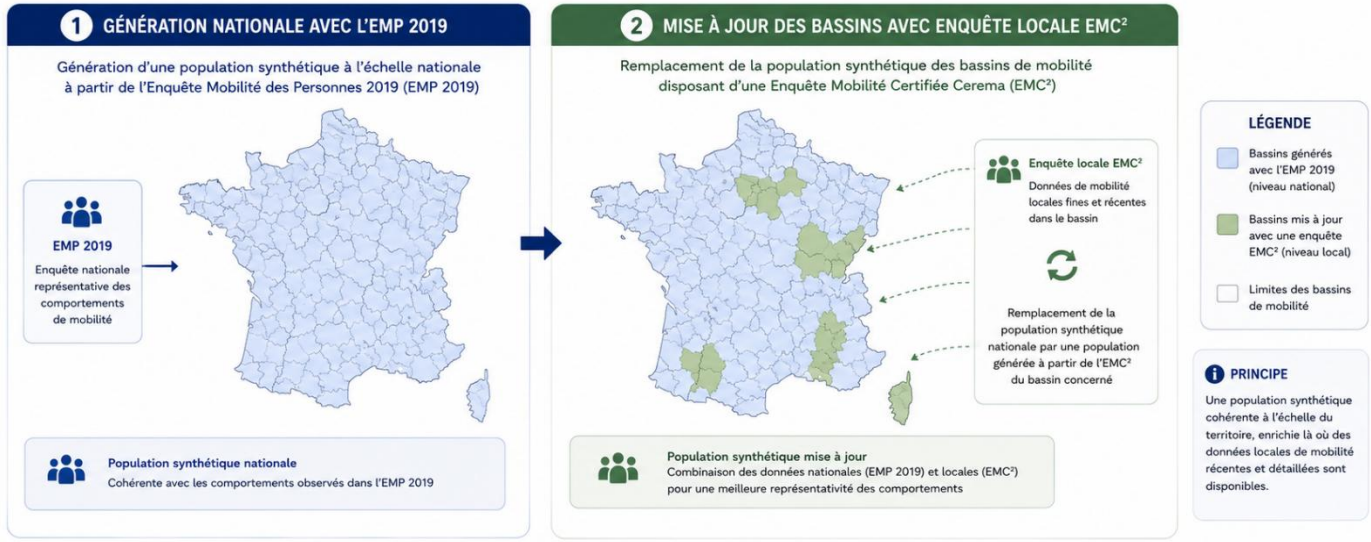


- Modélisation des chaînes d'activités quotidiennes avec **EQASim**, à partir du recensement, de l'EMP 2019 et des enquêtes locales (EMC², EGT).



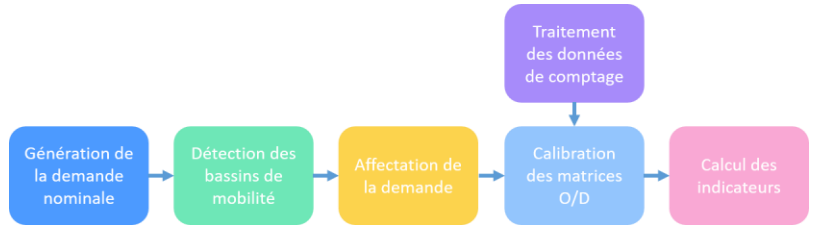
1 – Population synthétique et chaînes d'activités, puis extraction des déplacements à vélo (matrices O/D).

2 – Enrichissement par 28 enquêtes locales EMC² (2018–2024) et l'EGT, pour représenter les spécificités de chaque territoire.

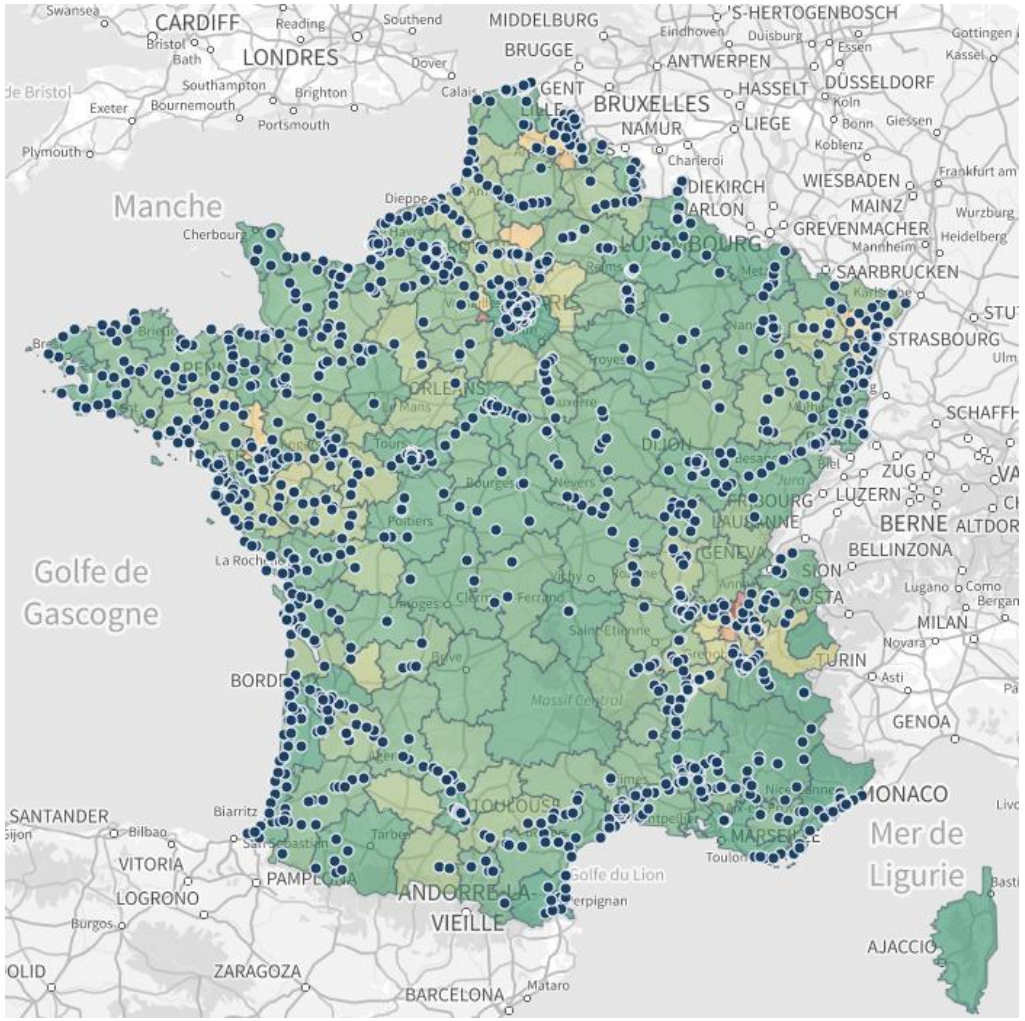


© 2026 IFPEN

2 – DÉTECTION DES BASSINS DE MOBILITÉ

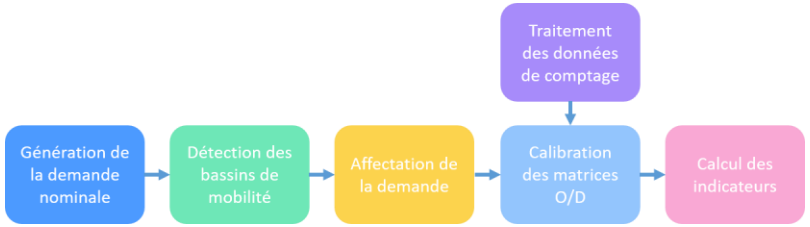


- Regroupement des bassins de vie INSEE par **détection de communautés (algorithme de Louvain)** sur les flux O/D vélo.
- Critères : **plus de 90 % de trajets internes**, peu de compteurs isolés.
- **170 bassins** traités indépendamment : des temps de calcul maîtrisés à l'échelle nationale.

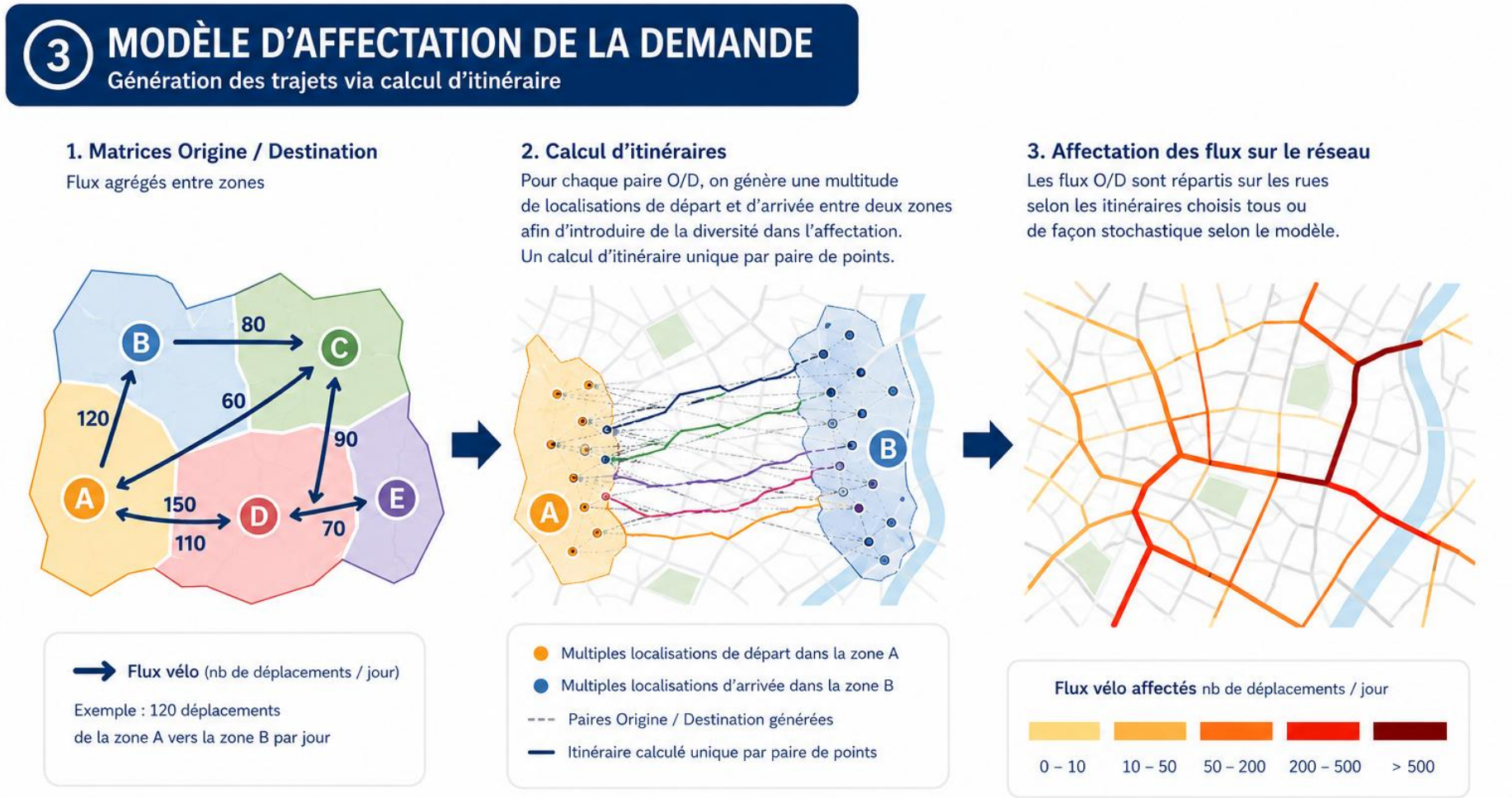


© 2026 IFPEN

3 – AFFECTATION DE LA DEMANDE

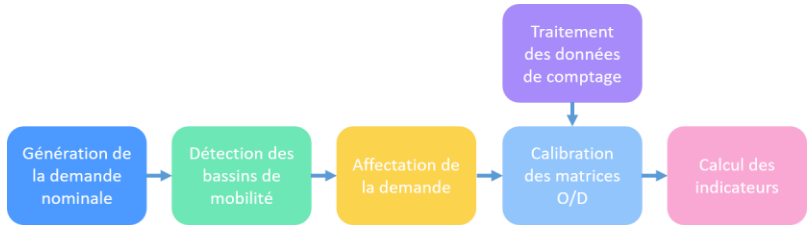


- **3,3 millions de trajets** générés par un routing OSM **calibré sur des trajets réels**
- Objectif : reproduire les **comportements réels de choix d'itinéraire**

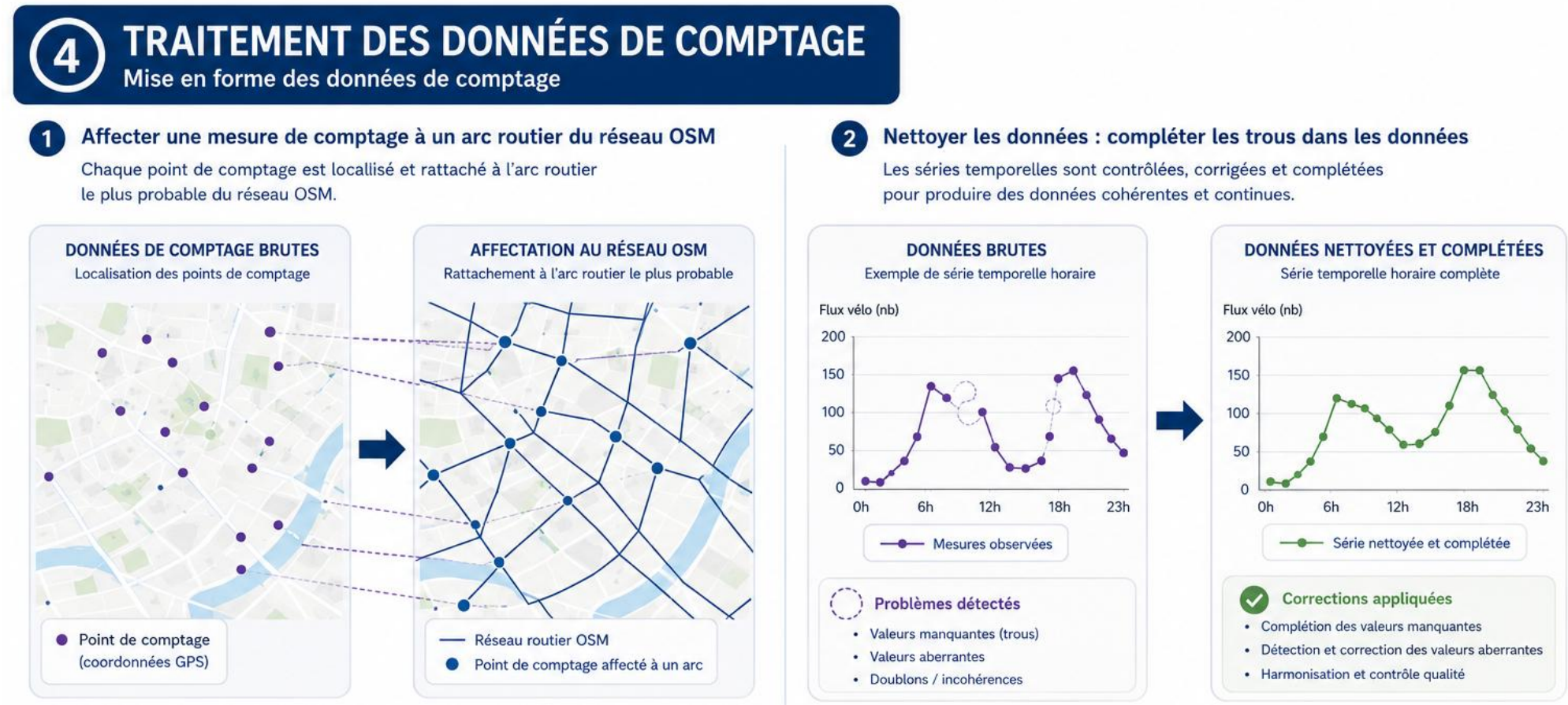


© 2026 IFPEN

4 – TRAITEMENT DES DONNÉES DE COMPTAGE

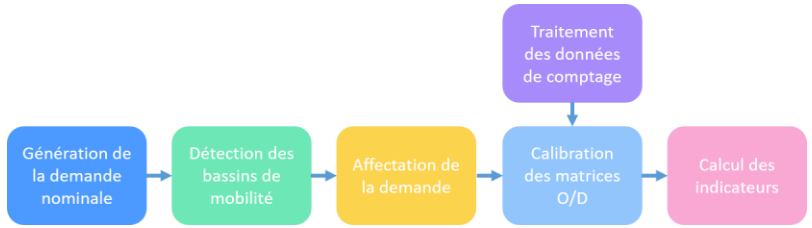


- **1 831 compteurs vélo** rattachés au réseau OSM, puis séries nettoyées et complétées.

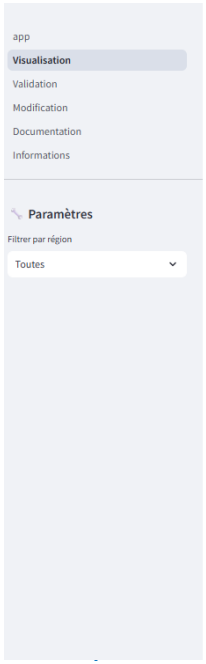


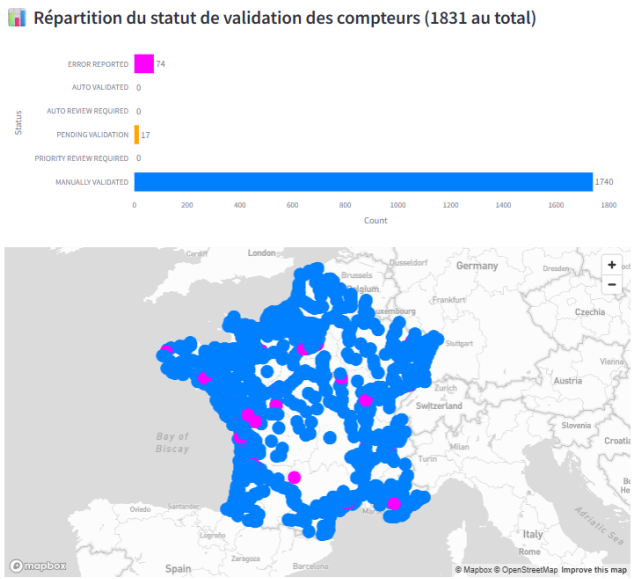
© 2026 IFPEN

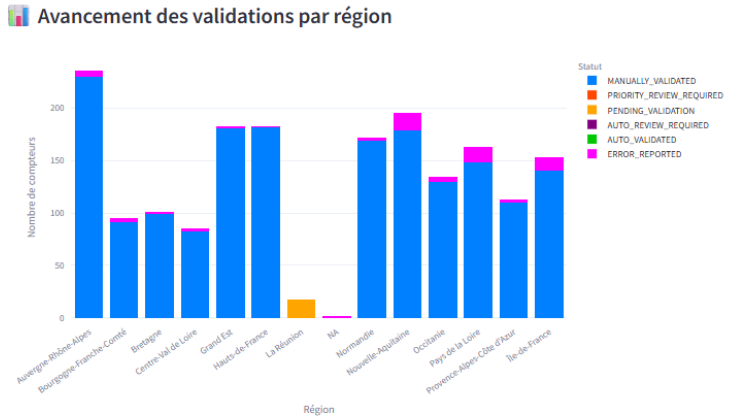
4 – VALIDATION COLLABORATIVE DES COMPTEURS



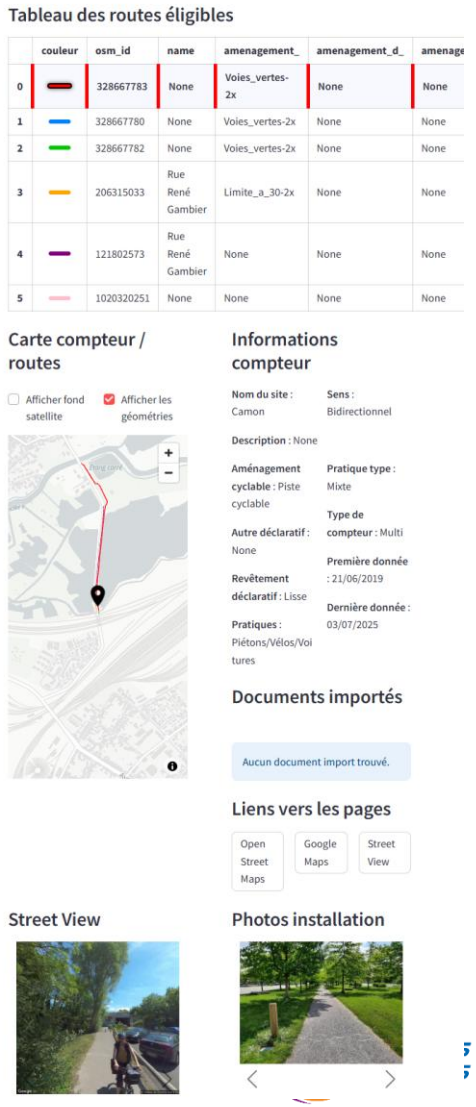
- **Interface collaborative** pour valider le positionnement des compteurs sur le réseau → association accélérée
- **1 831 compteurs validés** par IFPEN, le Cerema et Réseau Vélo et Marche
- Lien : https://mobicloud.ifpen.com/traffic-counter-mapper



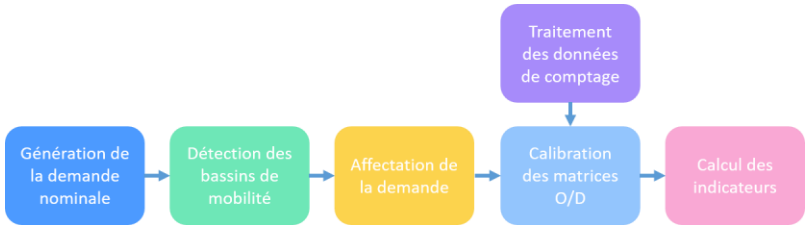




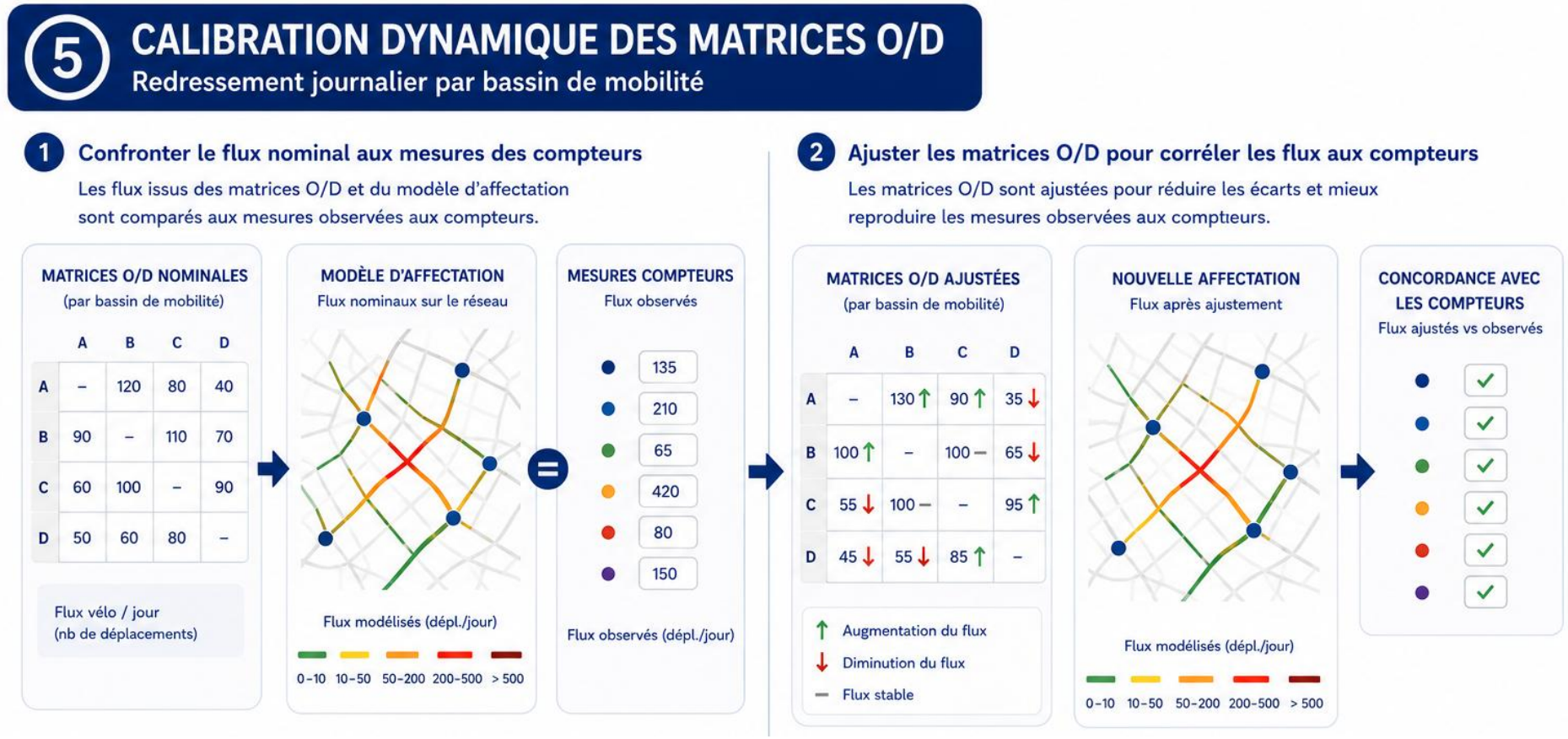




5 – CALIBRATION DYNAMIQUE DES MATRICES O/D



- Bassins avec compteurs : **redressement journalier** par optimisation sous contraintes
- Bassins sans compteur (zones blanches) : **extrapolation** par modélisation



 | © 2026 IFPEN

INDICATEURS NATIONAUX 2023–2025

- Environ **2,7 milliards de déplacements** et **6,5 milliards de km** à vélo par an.

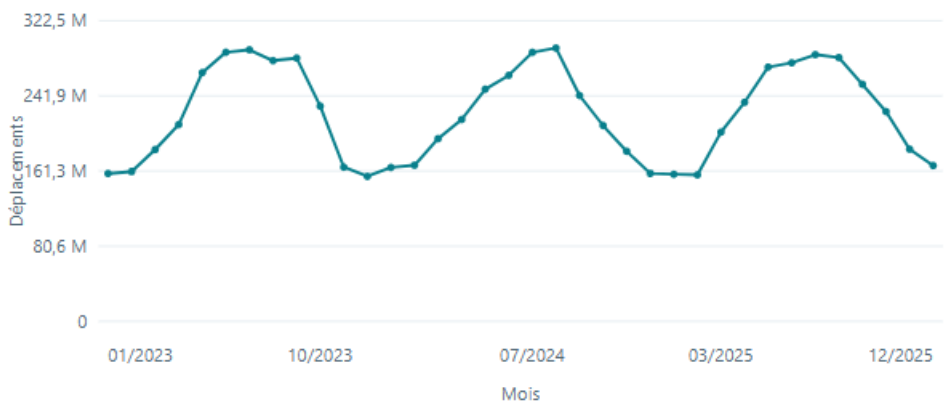
Nombre de déplacements vélo

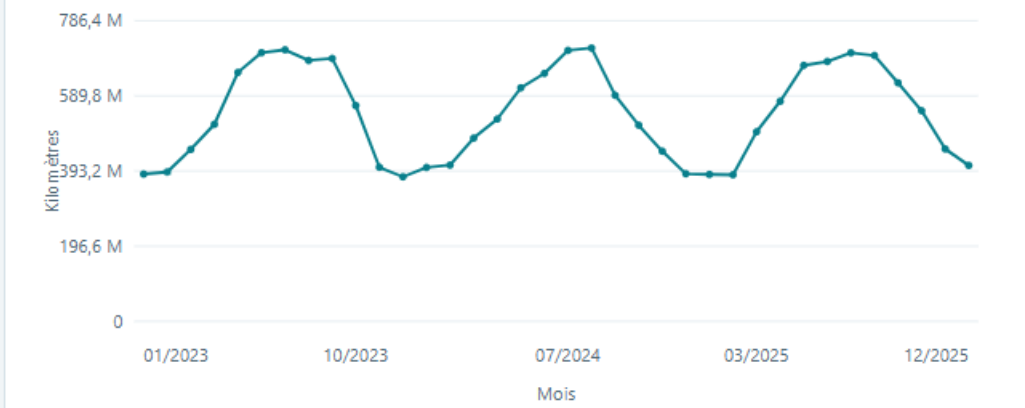
Indicateur de volume, estimé par jour et par bassin, agrégeable aux échelles régionale et nationale.

Distance totale parcourue

Indicateur d'intensité (km), issu des matrices O/D calibrées et de l'affectation.

2023	2024	2025
Année complète	Année complète	Année complète
Déplacements estimés	Déplacements estimés	Déplacements estimés
2 675 529 250	**2 633 464 693**	**2 703 349 946**
Distance estimée	Distance estimée	Distance estimée
6 521 026 239 km	**6 438 711 558** km	**6 620 506 559** km





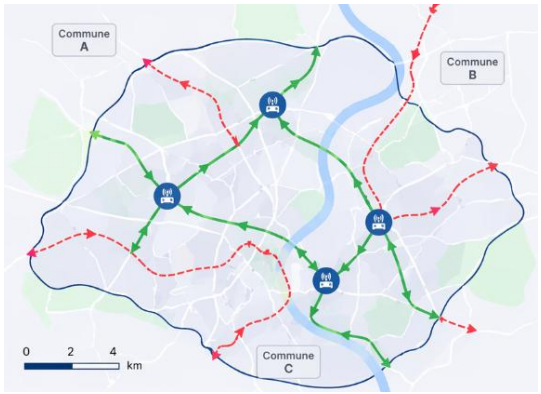
© 2 0

INDICATEUR DE COUVERTURE

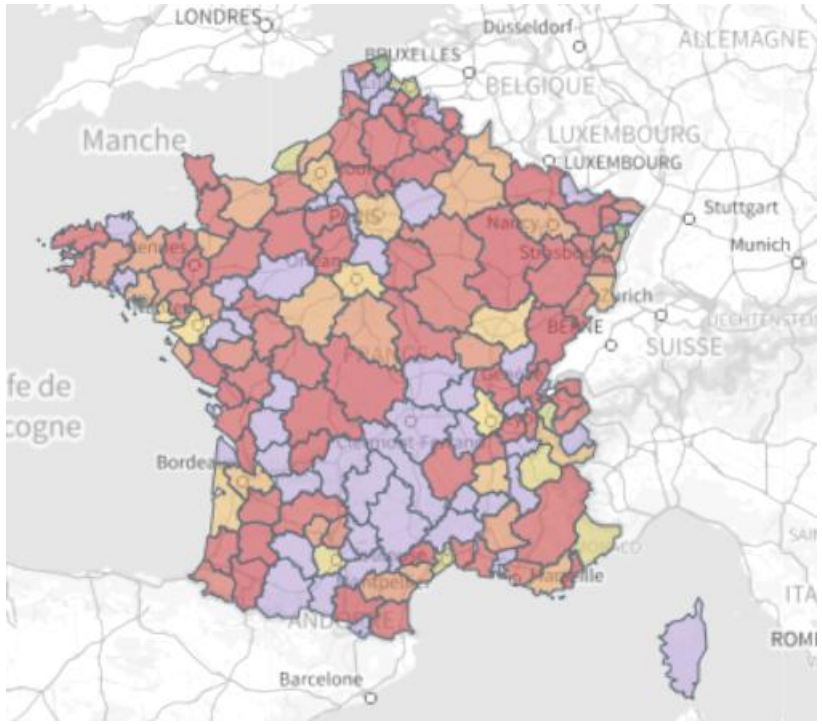
Couverture : part des déplacements captés par au moins un compteur

$$\text{Couverture} = \frac{\text{Déplacements passant par au moins un compteur}}{\text{Déplacements totaux du bassin}}$$





- Qualifie la précision de l'estimation
- Cible les bassins où ajouter des données



 | © 2026 IFPEN

INDICATEURS ET APPLICATIONS POTENTIELS

Matrices O/D au pas journalier : une base pour de nouveaux indicateurs.

INDICATEUR POTENTIEL	APPLICATION
Flux par tronçon Volumes vélo estimés sur chaque arc du réseau	Identifier les corridors stratégiques et prioriser les investissements
Part modale dynamique suivi dynamique possible	Suivre la trajectoire vers l'objectif de part modal en 2030
Usage par type d'aménagement Km parcourus sur pistes, bandes, voies partagées…	Évaluer l'impact des aménagements et leur continuité
Flux aux points prioritaires Croisement avec le Baromètre vélo de la FUB	Cibler les actions de sécurité pour les usagers vulnérables

© 2026 IFPEN

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Un jumeau numérique vélo opérationnel à l'échelle nationale.

À retenir

- Chaîne industrialisée : 170 bassins, 1 831 compteurs
- Calibration journalière multi-sources des matrices O/D

Perspectives

- **Actualiser** : production régulière des indicateurs
- **Enrichir** : traces GPS, données d'opérateurs, nouveaux compteurs
- **Territorialiser** : échelles locales, jusqu'aux arcs urbains

Une chaîne modulaire et automatisée : intégrer de nouvelles données est possible
Compteurs, traces GPS, données d'opérateurs, enquêtes locales…

Projet « Indicateurs vélo » co-financé par la DGITM, la DSR et l'ADEME

© 2026 IFPEN

Merci de votre attention

Questions ?

Innover les énergies

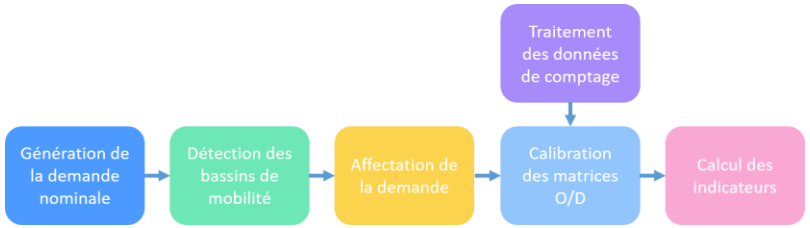
Retrouvez-nous sur :

www.ifpenergiesnouvelles.fr

@IFPENinnovation

© 2026 IFPEN

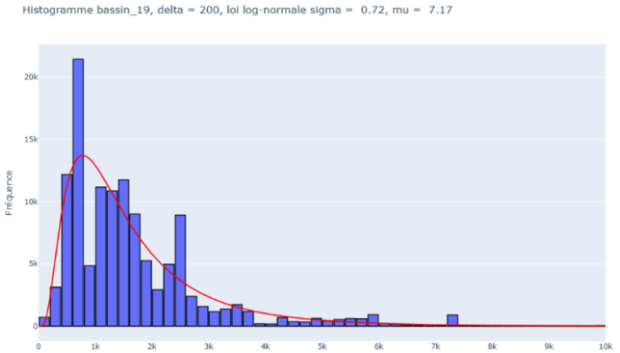
5 – CALIBRATION DES MATRICES O/D



- Principe:
  - Bassins de mobilité avec compteurs:
    - Résolution du problème d'optimisation avec prise en compte de contraintes (distribution de distance, continuité des facteurs de redressement, …)

$$x^* = \operatorname{argmin}_{x \in \mathbb{R}^{n'}} \left(\|A'x - y\|^2 + \lambda \sum_{i<j} (x_i - x_j)^2 \right),$$

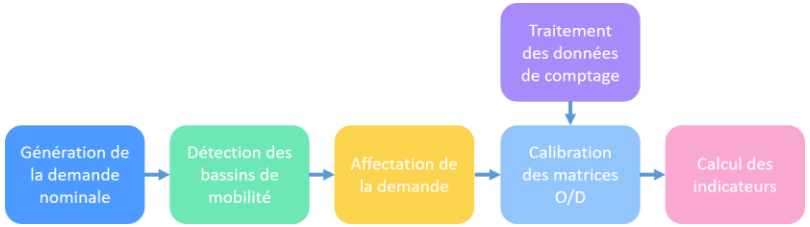
$$\text{s.t.} \quad \frac{(B'x)_i \quad \sum_{j=1}^{l} ((B'\vec{1}')_j}{(B'\vec{1}')_i \quad \sum_{j=1}^{l} (B'x')_j} \in (1-\epsilon, 1+\epsilon), \quad \forall i \in [1, l],$$



  - Bassins de mobilité sans compteurs (zones blanches):
    - Extrapolation à l'aide d'une modélisation

© 2026 IFPEN

2 – DÉTECTION DES BASSINS DE MOBILITÉ

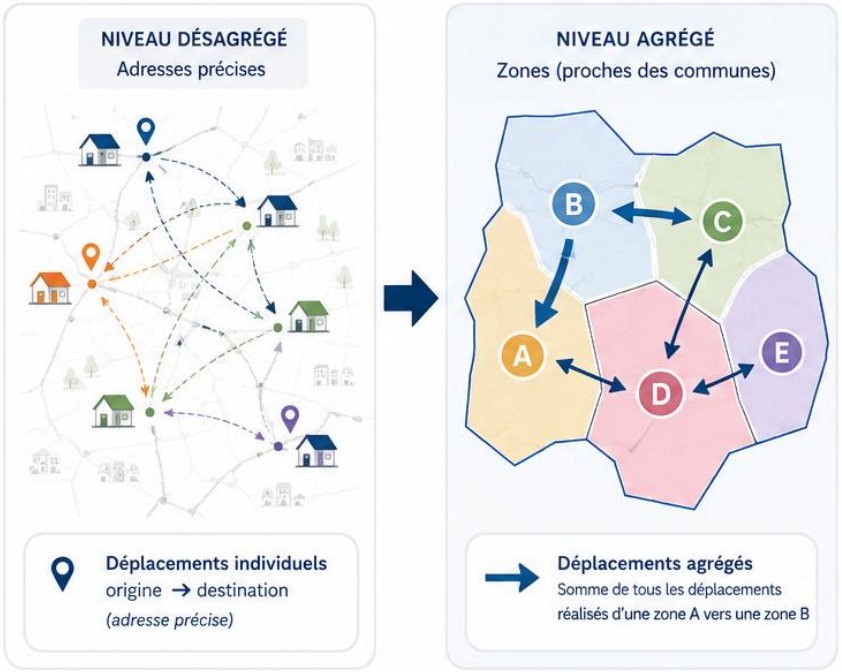


- Objectif: Structurer le territoire en zones cohérentes concentrant l'essentiel des déplacements vélo internes.

2 DÉTECTION DES BASSINS DE MOBILITÉ
Agrégation des flux

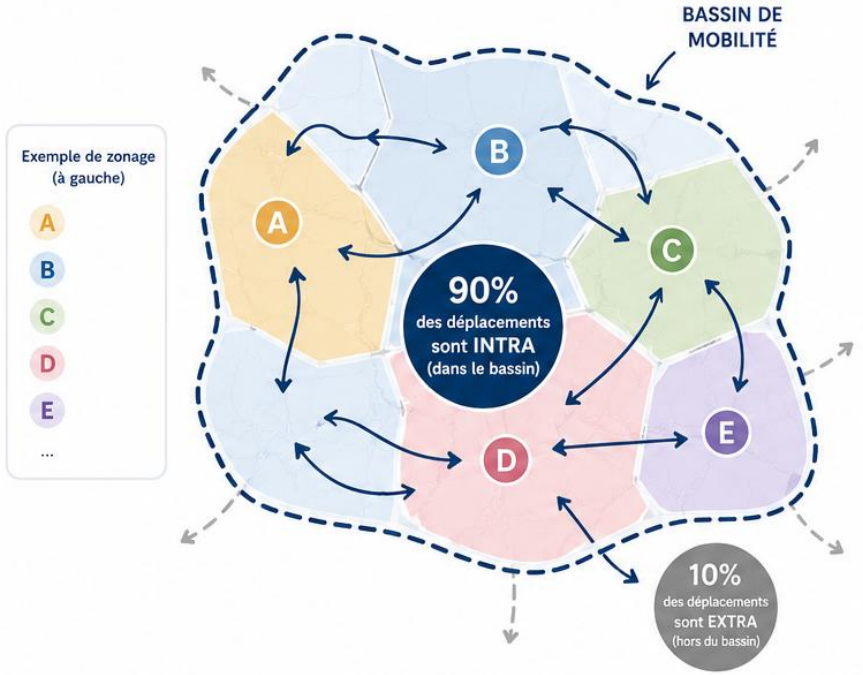
1 Agrégation des flux O/D par zones

On agrège les déplacements du niveau adresse précise au niveau zone (proche du niveau communal).



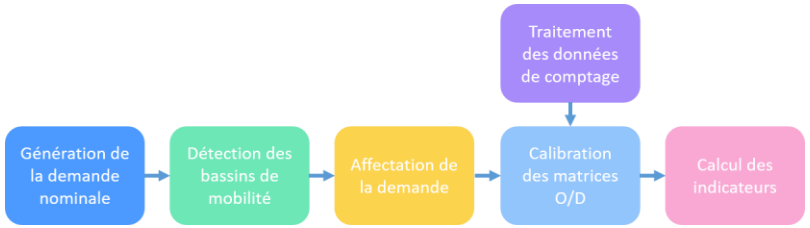
2 Découpage de la la France en bassins de mobilité

Le territoire est découpé en bassins de mobilité :
des espaces où 90% des déplacements vélo sont réalisés à l'intérieur.



© 2026 IFPEN

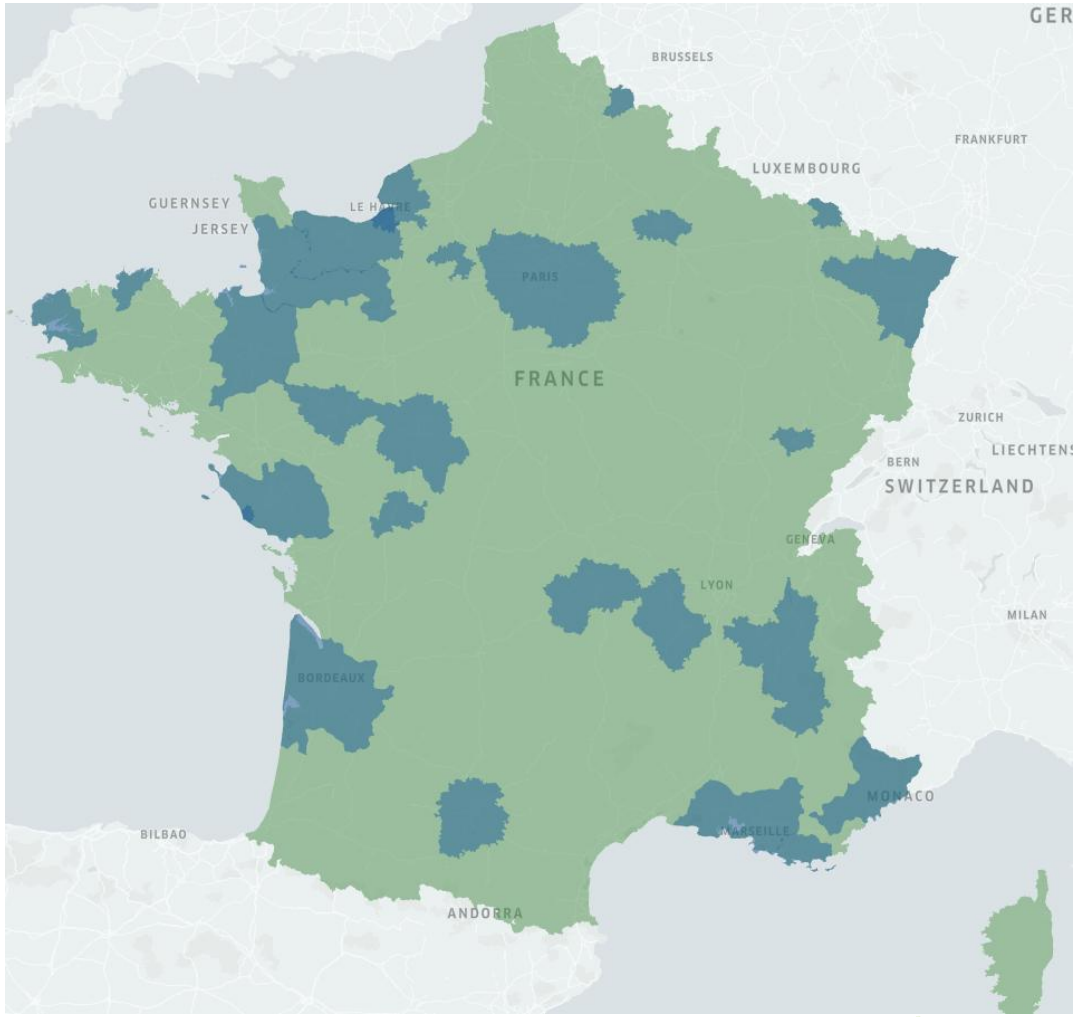
1 – GÉNÉRATION DE LA DEMANDE NOMINALE



- Génération de la demande de mobilité locale à l'aide des données nationales et des EMC²

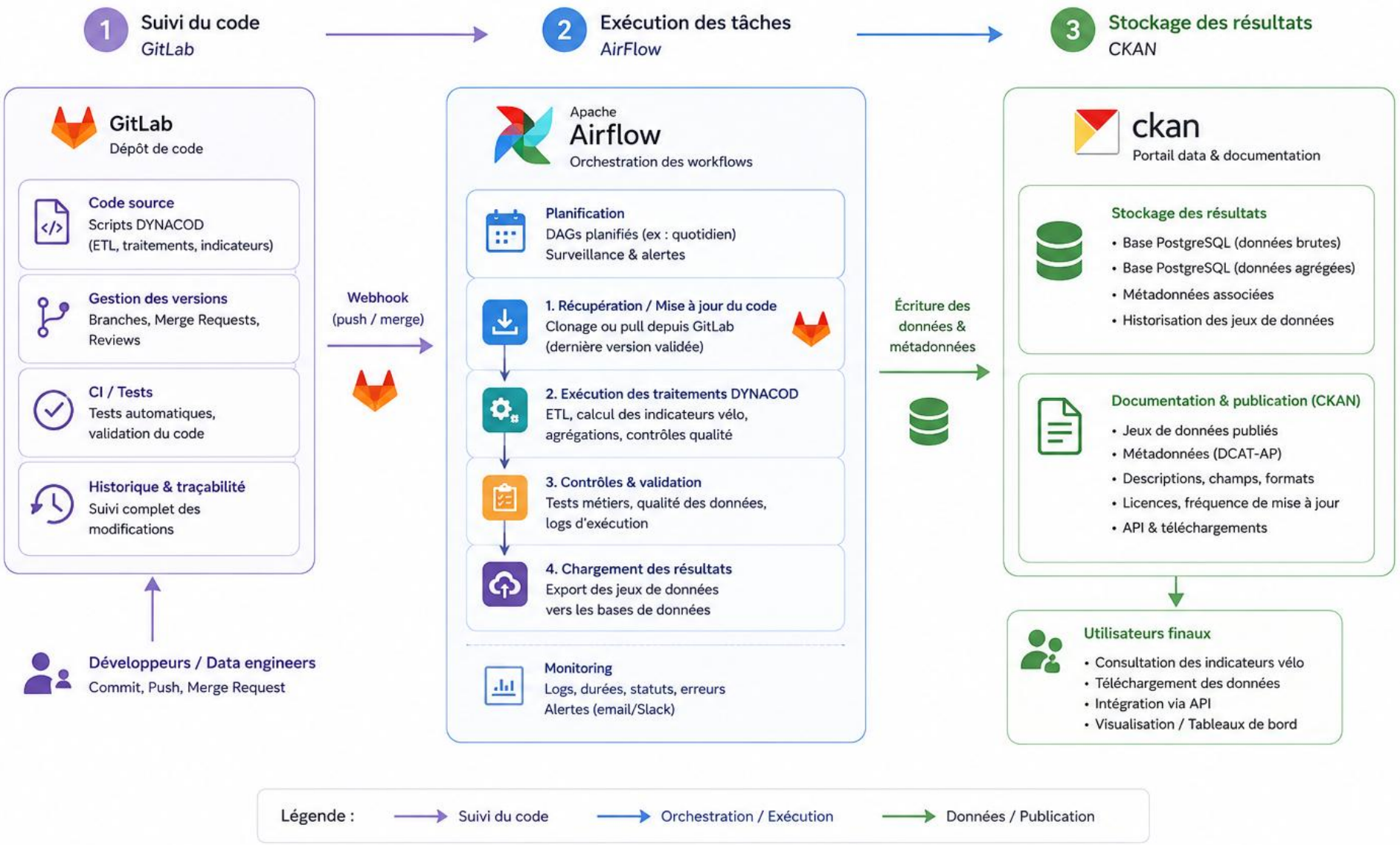
28 Enquêtes EMC² (2018 → 2024) – Récupération via Progedo

EGT 2018 – 2020 – Récupération via Progedo



 | © 2026 IFPEN

AUTOMATISATION DE LA CHAÎNE DE TRAITEMENT



© 2026 IFPEN