

# Documentation du Modèle de Données Herbivorie

Equipe7

14 novembre 2025

## Résumé

Documentation technique du modèle conceptuel et logique de données *Herbivorie* pour l'étude écologique du trille sur le mont Mégantic. Le document décrit la structure relationnelle, ses composants et fournit des exemples SQL.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
1.1	Objet et portée du document . . . . .	2
1.2	Architecture générale . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Entités principales</b>	<b>2</b>
2.1	Entités spatiales . . . . .	3
2.2	Entités végétales . . . . .	3
2.3	Entités d'observation végétale . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Caractérisation des placettes</b>	<b>3</b>
3.1	Attributs principaux (rôles) . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Données météorologiques</b>	<b>4</b>
4.1	Observations météo individuelles . . . . .	5
4.2	Carnet météo consolidé . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Entités de référence</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Relations principales</b>	<b>6</b>
6.1	Hiérarchie spatiale . . . . .	6
6.2	Observations végétales . . . . .	6
6.3	Caractérisation environnementale . . . . .	6

<b>7</b>	<b>Contraintes et règles métier</b>	<b>6</b>
7.1	Intégrité temporelle . . . . .	6
7.2	Cohérence spatiale . . . . .	6
7.3	Validité des données . . . . .	7
<b>8</b>	<b>Exemples de requêtes SQL</b>	<b>7</b>
8.1	Requêtes végétales (dernières observations) . . . . .	7
8.2	Analyses environnementales . . . . .	7
8.3	Pivot de couvert (colonnes par type) . . . . .	8
<b>9</b>	<b>Conclusion</b>	<b>8</b>

# 1 Introduction

## 1.1 Objet et portée du document

Modélisation complète d'un système de suivi écologique incluant les données végétales, météorologiques et spatiales pour l'étude de l'herbivorie du trille. Le modèle vise la cohérence temporelle, l'absence de redondance (FNBC/5FN) et la traçabilité des observations.

## 1.2 Architecture générale

Hiérarchie spatiale : **Site** → **Zone** → **Placette** → **Parcelle** → **Plant**.

**À retenir :** Les observations sont historisées (**PK** composées (`id, date`)), les référentiels sont centralisés (`ETAT`, `TAUX`, `ARBRE`, `TYPEPRECIPITATIONS`) et les rôles de placette (`COUVERT`, `OBSTRUCTION`, `DOMINANT`) utilisent des **FK** vers ces référentiels.

# 2 Entités principales

Cette section décrit les objets métier structurants du domaine. Nous distinguons : (i) les **entités spatiales** qui portent la localisation et organisent l'échantillonnage, (ii) les **entités végétales** (référentiels et individus suivis), et (iii) les **entités d'observation** qui matérialisent l'historique des mesures au fil du temps. Chaque table explicite ses clés primaires (**PK**) et étrangères (**FK**) afin d'assurer l'intégrité de référence.

## 2.1 Entités spatiales

Les entités spatiales définissent le *où*. La clé composée (`zone`, `plac`) identifie de manière stable une placette au sein d'une zone. Les parcelles affinent encore le maillage d'observation et autorisent plusieurs plants dans une même placette en limitant les ambiguïtés de positionnement.

Entité	Attributs clés	Description
SITE	<b>PK</b> id ; site, description	Unité géographique macro
ZONE	<b>PK</b> zone ; <b>FK</b> id→SITE	Subdivision d'un site
PLACETTE	<b>PK</b> (zone, plac)	Point d'observation principal
PARCELLE	<b>PK</b> (zone, plac, parcelle) ; <b>FK</b> (zone, plac)→PLACETTE	Sous-division d'une placette

TABLE 1 – Entités spatiales du modèle

## 2.2 Entités végétales

Les entités végétales portent le *quoi*. PLANT représente l'unité de suivi (un individu). Les tables PEUPLEMENT et ARBRE servent de référentiels stables : elles évitent les valeurs libres, soutiennent la qualité des données et facilitent les jointures analytiques.

Entité	Attributs clés	Description
PLANT	<b>PK</b> id ; <b>FK</b> (zone, plac)→PLACETTE ; date, note	Plante individuelle identifiée
PEUPLEMENT	<b>PK</b> peup ; description	Type de peuplement végétal
ARBRE	<b>PK</b> arbre ; description	Variété d'arbres

TABLE 2 – Entités végétales du modèle

## 2.3 Entités d'observation végétale

Les observations décrivent le *comment* l'individu évolue. Elles sont historisées par la clé (`id`, `date`) pour conserver l'intégralité du film temporel (pas seulement l'état courant). Chaque observation référence explicitement son PLANT (et, si pertinent, un référentiel tel que ETAT ou UNITE).

## 3 Caractérisation des placettes

La caractérisation d'une placette est **factorisée en rôles** indépendants pour rester en FNBC/5FN : le cœur descriptif daté (`PLACETTE_CORE`) et trois volets facultatifs mais

Entité	Attributs clés	Description
OBSDIMENSION	<b>PK</b> (id, date) ; <b>FK</b> id→PLANT ; <b>FK</b> unite_id→UNITE ; longueur, largeur, note	Dimensions des feuilles
OBSETAT	<b>PK</b> (id, date) ; <b>FK</b> id→PLANT ; <b>FK</b> etat→ETAT ; note	État observé du plant
OBSFLORAISON	<b>PK</b> (id, date) ; <b>FK</b> id→PLANT ; fleur, note	Floraison observée
ETAT	<b>PK</b> etat ; description	Répertoire des états possibles

TABLE 3 – Entités d’observation végétale

normalisés—*obstruction*, *couvert*, *dominance*. Cette séparation évite les valeurs *NULL* structurelles, limite la redondance et autorise des évolutions (nouveau type de couvert, hauteur supplémentaire, etc.) sans migration intrusive.

### 3.1 Attributs principaux (rôles)

Chaque rôle porte sa **PK** propre (composée) qui identifie l’item mesuré et son contexte ; les intensités s’appuient sur TAUX (intervalle fermé  $[tmin..tmax]$ ). Les **FK** garantissent : (i) cohérence du peuplement, (ii) validité des catégories de taux, (iii) référentiel d’arbres pour la dominance. Les cardinalités au niveau logique sont : une placette peut avoir zéro à plusieurs lignes d’obstruction/couvert/dominance pour une même date de PLACETTE\_CORE.

Entité	Attributs clés	Description
PLACETTE_CORE	<b>PK</b> (zone, plac) ; date ; <b>FK</b> peup→PEUPLEMENT	Caractérisation datée principale
PLACETTE_OBSTRUCTION	<b>PK</b> (zone, plac, nature, hauteur) ; <b>FK</b> tcat→TAUX ; tval	Obstruction latérale par nature/hauteur
PLACETTE_COUVERT	<b>PK</b> (zone, plac, ctype) ; <b>FK</b> tcat→TAUX ; tval	Couvert au sol par type
PLACETTE_DOMINANT	<b>PK</b> (zone, plac, rang) ; <b>FK</b> arbre→ARBRE	Arbres dominants (1 <sup>er</sup> /2 <sup>e</sup> /3 <sup>e</sup> rang)

TABLE 4 – Caractérisation des placettes

## 4 Données météorologiques

Les données météo donnent le contexte abiotiques quotidien. Chaque phénomène est isolé dans une table dédiée pour préserver la granularité et permettre des validations spécifiques

par *domaines* (ex. bornes plausibles de température, vitesse des vents, etc.). Les clés sont `date` (ou `(date, type)`) ; ce choix simplifie les jointures temporelles avec les observations végétales.

## 4.1 Observations météo individuelles

Nous conservons les **plages journalières** (min/max) plutôt qu'une série infra-journalière. Ce compromis réduit le volume, suffit aux analyses écologiques de haut niveau, et reste extensible si des capteurs plus fins sont ajoutés (nouvelles tables ou colonnes).

Entité	Attributs clés	Description
OBSTEMPERATURE	<b>PK</b> date ; (temp_min, temp_max), note	Observations de température
OBSHUMIDITE	<b>PK</b> date ; (hum_min, hum_max)	Observations d'humidité
OBSPRECIPITATIONS	<b>PK</b> (date, prec_nat); <b>FK</b> prec_nat → TYPEPRECIPITATIONS ; prec_tot	Précipitations par type
OBSPRESSION	<b>PK</b> date ; (pres_min, pres_max)	Observations de pression
OBSVENTS	<b>PK</b> date ; (vent_min, vent_max)	Observations de vent

TABLE 5 – Observations météorologiques individuelles

## 4.2 Carnet météo consolidé

Le **carnet météo** est une table tampon textuelle pour l'ELT. Les valeurs y sont chargées telles que recueillies sur le terrain (ou reçues de fichiers externes), puis validées et typées avant insertion dans les tables normalisées ci-dessus (contrôles de bornes, types, codes de précipitation, dates cohérentes avec DATE\_ECO, etc.).

### carnetmeteo

*zone, date, temp\_min, temp\_max, hum\_min, hum\_max, prec\_tot, prec\_nat, vent\_min, vent\_max, pres\_min, pres\_max, note.*

*Usage :* table tampon (texte) pour validation/ELT avant insertion dans les tables typées.

Entité	Attributs clés	Description
TAUX	<b>PK</b> tcat ; tmin, tmax	Catégories de taux (intervalle fermé)
UNITE	<b>PK</b> unite_id ; unite, description	Unités de mesure
TYPEPRECIPITATIONS	<b>PK</b> code ; libelle	Types de précipitations

TABLE 6 – Entités de référence

## 5 Entités de référence

## 6 Relations principales

### 6.1 Hiérarchie spatiale

```
site (1) ← zone (N) ← placette (N) ← parcelle (N) ← plant (N)
```

### 6.2 Observations végétales

```
plant (1) ← obsdimension (N)    plant (1) ← obsetat (N) → etat (1)    plant  
(1) ← obsfloraison (N)
```

### 6.3 Caractérisation environnementale

```
placette (1) ← placette_core (N) → peuplement (1)  
placette (1) ← placette_obstruction (N) → taux (1)  
placette (1) ← placette_couvert (N) → taux (1)  
placette (1) ← placette_dominant (N) → arbre (1)
```

## 7 Contraintes et règles métier

### 7.1 Intégrité temporelle

- Aucune observation ne peut précéder la date d'identification du plant.
- Cohérence des dates entre les observations d'un même plant.

### 7.2 Cohérence spatiale

- Toute placette doit appartenir à une zone existante.
- Toute parcelle doit appartenir à une placette existante.

- Tout plant doit être localisé dans une parcelle existante.

### 7.3 Validité des données

- Les valeurs de TAUX respectent les intervalles  $[tmin..tmax]$ .
- Les codes d'ETAT doivent exister dans le référentiel.
- Les unités de mesure doivent être valides dans UNITE.

## 8 Exemples de requêtes SQL

### 8.1 Requêtes végétales (dernières observations)

```
-- Dernière dimension, tat et floraison par plant (fentes)
WITH last_dim AS (
    SELECT od.*,
        ROW_NUMBER() OVER (PARTITION BY od.id ORDER BY od.date DESC) AS rn
    FROM obsdimension od
),
last_etat AS (
    SELECT oe.*,
        ROW_NUMBER() OVER (PARTITION BY oe.id ORDER BY oe.date DESC) AS rn
    FROM obsetat oe
),
last_flo AS (
    SELECT of.*,
        ROW_NUMBER() OVER (PARTITION BY of.id ORDER BY of.date DESC) AS rn
    FROM obsfloraison of
)
SELECT p.id, p.zone, p.plac,
    od.longueur, od.largeur,
    oe.etat,
    of.fleur
FROM plant p
LEFT JOIN last_dim od ON od.id = p.id AND od.rn = 1
LEFT JOIN last_etat oe ON oe.id = p.id AND oe.rn = 1
LEFT JOIN last_flo of ON of.id = p.id AND of.rn = 1;
```

### 8.2 Analyses environnementales

```
-- Caractrisation complète des placettes
```

```

SELECT pc.zone, pc.plac,
       pe.description AS peuplement,
       po.nature, po.hauteur, t1.tmin AS tmin_obs, t1.tmax AS tmax_obs,
       pcv.ctype, t2.tmin AS tmin_cov, t2.tmax AS tmax_cov,
       pd.arbre, pd.rang
FROM placette_core pc
JOIN peuplement pe ON pe.peup = pc.peup
LEFT JOIN placette_obstruction po
      ON po.zone = pc.zone AND po.plac = pc.plac
LEFT JOIN taux t1 ON t1.tcat = po.tcat
LEFT JOIN placette_couvert pcv
      ON pcv.zone = pc.zone AND pcv.plac = pc.plac
LEFT JOIN taux t2 ON t2.tcat = pcv.tcat
LEFT JOIN placette_dominant pd
      ON pd.zone = pc.zone AND pd.plac = pc.plac;

```

### 8.3 Pivot de couvert (colonnes par type)

```

-- Exemple PostgreSQL : pivot simple par agrgation conditionnelle
SELECT zone, plac,
       MAX(CASE WHEN ctype = 'graminees' THEN tval END) AS couvert_graminees,
       MAX(CASE WHEN ctype = 'mousses' THEN tval END) AS couvert_mousses,
       MAX(CASE WHEN ctype = 'fougeres' THEN tval END) AS couvert_fougeres
FROM placette_couvert
GROUP BY zone, plac;

```

## 9 Conclusion

Ce modèle offre une structure complète pour :

- le suivi individuel des plants de trille ;
- la caractérisation détaillée des habitats ;
- l'enregistrement des conditions environnementales ;
- l'analyse des relations plantes–environnement.

La normalisation (FNBC/5FN) garantit l'intégrité et la non-redondance, tout en restant extensible.

## Lien vers le diagramme (Kroki)

Le modèle complet (C4-PlantUML) est consultable en ligne à l'adresse suivante : [https://kroki.io/c4plantuml/svg/eNrNWU9v2zYUv-tTcB6G2YWTxi6SIhkwN0gwYJdtaLsdVnQGLdE2MYnUSMr7DPM36SfZe6QkU5Rjy4kRzD1UJp9-fH9-7w-dF9pQZYosjaKPzIJ1j0Qp5SIyMidGkqk0RmYk4YrFhksR6Z-47IY-JU-e9shtRAhJmI4Vz\\_GAK9JbMDX1S6k465160yho3wxE7NqEJ9H7UoWYKtAsY4ZJB29Y1k8yHmLjM1PUFDbr1KEscE1DA3GmJpwF5cmLJZ15JA8Y0ceZqix3Hm1XoH\\_jQQGIk8I8IgaTXIJWkxT5hhVCKStMPfhFJ4USOCDMrDc8ZVMp5gUrVKgpByp1VoCq-a79QkBsqeVAoFreBGuXJ1qvW5UPjV\\_lpjqC6z\\_wqfJII16kz50hhR6QD7\\_aWPhuWVHaB7PoNF1ZdEs1YpyXQb-y\\_pbHWzSn0qZwoMYdAr7LLUxxZcYFY9kE2hbFSOnxTFKWseDsbbxnEMMRRTLqcCjNDzLAy3u5vFcDouE3ymJm61lVooVS5HNZuV7pzVuQpTDjClaU3MLvYmu2tQxLPscGkZZVi9Un36SwIE2ynaSDjWToRm1uHMyZskW4VvdPM-1H1vZIMXyWQXXzcR0hUyxSCnxT1ACYSnLAFOMfY9ZSzYnDEpN\\_TwR8y8TQoc2GN1jjWoM2v8eHKDsZgn1R10Vc0X1jqZzRWkvQZ9DQ0BQoeFP0iaaRBDfS1xLuuvWyge3AdxXbr3ZxmrfLvZtTkaGuCGJezFFcVOU0o21gVKXYiGdMZeCZtwYqx0mpgQ7\\_zrffbBlQPPKbLZOJv31Xw1UKYzXbNg2rzSwbkn\\_\\_eTkkn\\_im2te23pzcuwcFtLpy1Y0oYRUFQwXaQa1va751rs1ZmiLiDzYbdTFN-JLbgRa7dcnKviX9\\_tqrvG2NLzV55vZAWLlugfuIQdCfZDnHDjqrxPor8n2iqz8nbj88v8d\\_Q\\_gL17uRH0rirlB8AxflR0wQjIFqFM0ZzMIajV-Nz5ajWi8qfPBqfuzCg3wQYPDkM4aK1RZULDmdM0mryLMTB3ws0xLjbmsuHIGzh4VaELZURE0qLLhaX1Rfp\\_aoU98sWiEe2j1AakvciezjcTfnnLcw8ArQHWO\\_ReXt4BGRXPcN7cIeWGKcdcMYtehrB-\\_uIB1NGj8m0j7nBNnyAG2ed8zw0cW2\\_HwBMzD-HeQ\\_4sT6iQ==](https://kroki.io/c4plantuml/svg/eNrNWU9v2zYUv-tTcB6G2YWTxi6SIhkwN0gwYJdtaLsdVnQGLdE2MYnUSMr7DPM36SfZe6QkU5Rjy4kRzD1UJp9-fH9-7w-dF9pQZYosjaKPzIJ1j0Qp5SIyMidGkqk0RmYk4YrFhksR6Z-47IY-JU-e9shtRAhJmI4Vz_GAK9JbMDX1S6k465160yho3wxE7NqEJ9H7UoWYKtAsY4ZJB29Y1k8yHmLjM1PUFDbr1KEscE1DA3GmJpwF5cmLJZ15JA8Y0ceZqix3Hm1XoH_jQQGIk8I8IgaTXIJWkxT5hhVCKStMPfhFJ4USOCDMrDc8ZVMp5gUrVKgpByp1VoCq-a79QkBsqeVAoFreBGuXJ1qvW5UPjV_lpjqC6z_wqfJII16kz50hhR6QD7_aWPhuWVHaB7PoNF1ZdEs1YpyXQb-y_pbHWzSn0qZwoMYdAr7LLUxxZcYFY9kE2hbFSOnxTFKWseDsbbxnEMMRRTLqcCjNDzLAy3u5vFcDouE3ymJm61lVooVS5HNZuV7pzVuQpTDjClaU3MLvYmu2tQxLPscGkZZVi9Un36SwIE2ynaSDjWToRm1uHMyZskW4VvdPM-1H1vZIMXyWQXXzcR0hUyxSCnxT1ACYSnLAFOMfY9ZSzYnDEpN_TwR8y8TQoc2GN1jjWoM2v8eHKDsZgn1R10Vc0X1jqZzRWkvQZ9DQ0BQoeFP0iaaRBDfS1xLuuvWyge3AdxXbr3ZxmrfLvZtTkaGuCGJezFFcVOU0o21gVKXYiGdMZeCZtwYqx0mpgQ7_zrffbBlQPPKbLZOJv31Xw1UKYzXbNg2rzSwbkn__eTkkn_im2te23pzcuwcFtLpy1Y0oYRUFQwXaQa1va751rs1ZmiLiDzYbdTFN-JLbgRa7dcnKviX9_tqrvG2NLzV55vZAWLlugfuIQdCfZDnHDjqrxPor8n2iqz8nbj88v8d_Q_gL17uRH0rirlB8AxflR0wQjIFqFM0ZzMIajV-Nz5ajWi8qfPBqfuzCg3wQYPDkM4aK1RZULDmdM0mryLMTB3ws0xLjbmsuHIGzh4VaELZURE0qLLhaX1Rfp_aoU98sWiEe2j1AakvciezjcTfnnLcw8ArQHWO_ReXt4BGRXPcN7cIeWGKcdcMYtehrB-_uIB1NGj8m0j7nBNnyAG2ed8zw0cW2_HwBMzD-HeQ_4sT6iQ==)

Document produit le : 14 novembre 2025