

Thème 3 - Changement climatique

Indicateurs d'exposition à la vulnérabilité climatique

- [I T3_01 - Artificialisation des sols](#)
- [I T3_02 - Reduction des surfaces vegetalisees](#)
- [I T3_03 - Ilots de chaleur urbains](#)
- [I T3_04 - Impermeabilisation excessive](#)

I_T3_01 - Artificialisation des sols

I_T3_01

L'artificialisation des sols fait aujourd'hui l'objet d'une évaluation précise et régulière à travers plusieurs bases de données nationales que sont :

- [mon diagnostic artificialisation des sols](#) par le CEREMA - complet mais critiquable sur la méthodologie
- [OccsolGE](#)- et COSIA sont les deux bases de données occsol de l'IGN - faciles à exploiter. A faire Commune par Commune.

La question de l'imperméabilisation des sols sur la vulnérabilité climatique ouvre deux problématiques parallèles pour la sécurité des personnes et des biens

- les îlots de chaleur urbain et la présence du végétal (le nombre d'arbres dans OSM, l'ampleur des zones perméables)

- le ruissellement urbain torrentiel pour lequel le SIG doit permettre de délimiter des enveloppes approchées (tampons autour des couloirs d'écoulement) au sein desquelles Alteris peut calculer des poids de population '(INSEE carroyé - âges, revenus, monoparentalité...)

Montage de la couche OccsolGE dans la base de données alteris_geo

Les couches d'Occsol sont dans le NAS. Le découpage à l'échelle Commune est facile. Il reste à faire la jointure avec le fichier csv.

Procédure

1/ tri par researching tool pour caler la couche autour du périmètre communal cible

2/ découpe par geoprocessing sur le périmètre exact

3/ jointure et sauvegarde du fichier pour production. Exemple Toulon =

"Z:\Production\Etudes\Region\93\83\83137\83137-Occsol VF.gpkg" = 16,4 Mo.

Reste à l'envoyer dans la base de données du POSgis.

Envoi des couches d'Occsol dans la base de données ALTERIS

ls -lh /home/debian/data/Regions/93/13/200054807/13028

```
# Injection de l'Occupation du Sol complète
ogr2ogr -f "PostgreSQL" PG:"host=localhost user=alteris_admin dbname=alteris_geo
password=Alteris2026" \
"/home/debian/data/Regions/93/13/200054807/13028/13028-OccsolGE complet VF.gpkg" \
-nln la_ciotat_occsol_complet -overwrite -lco GEOMETRY_NAME=geom

# Injection de la couche Artificialisation
ogr2ogr -f "PostgreSQL" PG:"host=localhost user=alteris_admin dbname=alteris_geo
password=Alteris2026" \
"/home/debian/data/Regions/93/13/200054807/13028/13028-OccsolGE-artificialisation VF.gpkg" \
-nln la_ciotat_artificialisation -overwrite -lco GEOMETRY_NAME=geom
```

Une fois les commandes passées, vérifiez que PostGIS a bien reçu les données :

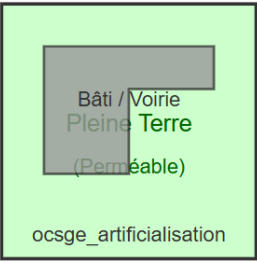
```
docker exec -it alteris_postgis psql -U alteris_admin -d alteris_geo -c "
SELECT relname as table_name, n_live_tup as nb_entites
FROM pg_stat_user_tables
WHERE relname LIKE 'la_ciotat_%';"
```

Indicateur de concentration d'imperméabilisation

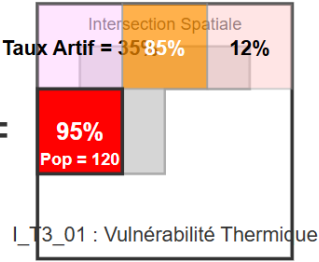
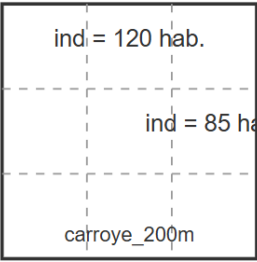
SCHÉMA DE L'INDICATEUR DE SATURATION IMPERMÉABLE (I_T3_01)

Raisonnement Spatiale Alteris : Croiser l'Humain, le Physique et l'Économique

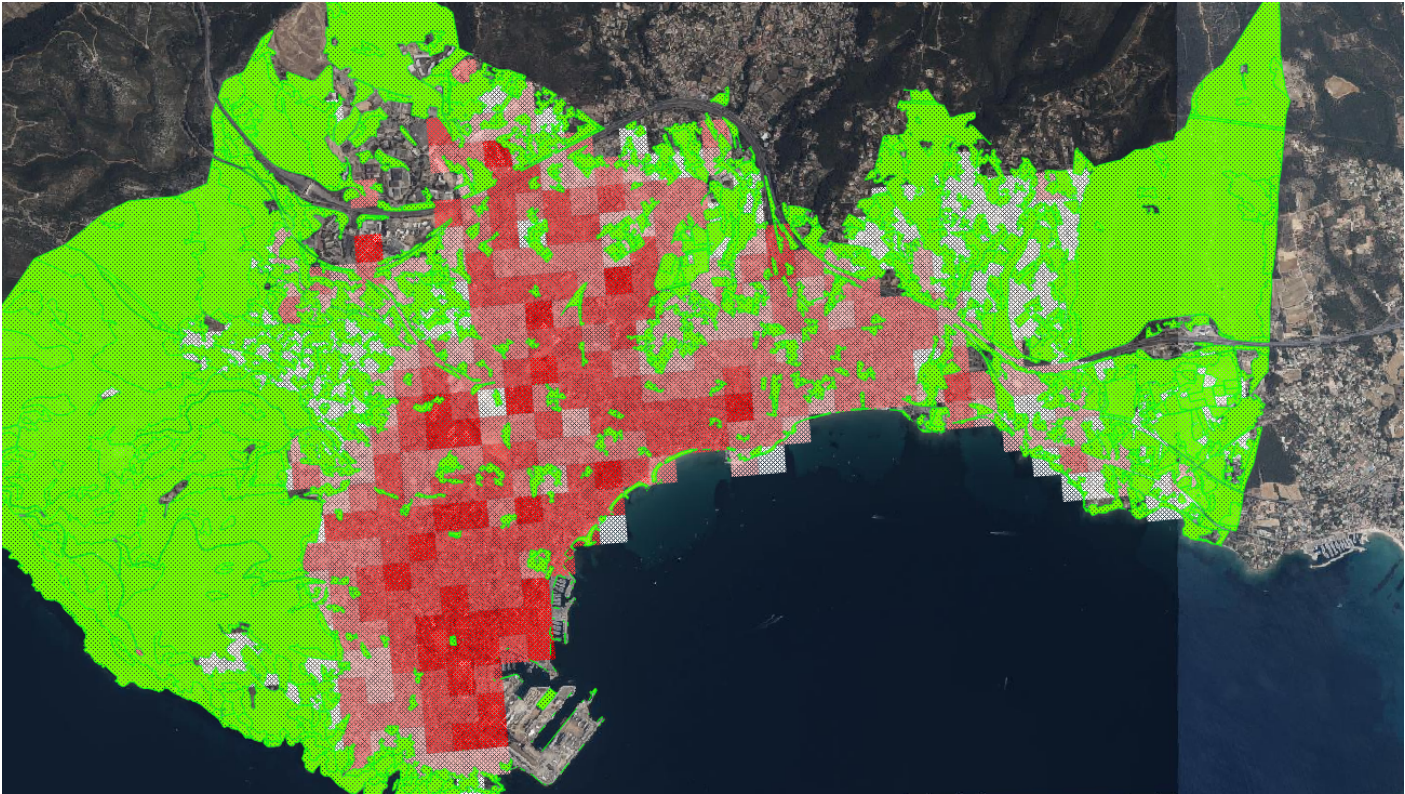
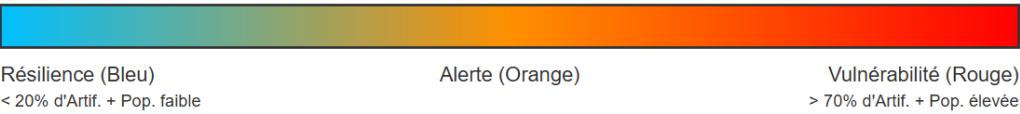
1. ENTRÉES DU RÉEL



2. LE CARROYAGE HUMAIN L'INDICATEUR DIAGNOSTIQUE



ÉCHELLE DE SATURATION IMPERMÉABLE (Alteris)



Carte de la masse urbaine Artificialisée de la Ciotat - intensité d'artificialisation par carreau de 200 mètres/200 mètres

2 indicateurs créés -

- **Masse Urbaine Artificialisée (MUA)** : Surface d'artificialisation rapportée à la surface **émergée** du carreau (pour un ratio de densité physique réel).
- **Intensité d'Artificialisation par Habitant (IAH)** : Nombre de m² de bitume/bâti "par habitant.

```
docker exec -it alteris_postgis psql -U alteris_admin -d alteris_geo -c "  
DROP TABLE IF EXISTS la_ciotat_analyse_artif_pop;  
  
CREATE TABLE la_ciotat_analyse_artif_pop AS  
WITH vrai_artif AS (  
    -- On ne garde que la couverture CS1 (Sols anthropisés)  
    SELECT ST_Union(geom) as geom_union  
    FROM artificialisation_13028  
    WHERE code_cs LIKE 'CS1%'  
)  
SELECT  
    c.fid,  
    c.ind as population,  
    -- Calcul de la masse urbaine réelle (Minérale)  
    ROUND((ST_Area(ST_Intersection(c.geom, a.geom_union)) / ST_Area(c.geom) * 100)::numeric,  
2) as masse_urbaine_pct,  
    -- Calcul des m2 de bitume par habitant  
    ROUND((ST_Area(ST_Intersection(c.geom, a.geom_union)) / NULLIF(c.ind, 0))::numeric, 2) as  
m2_artif_par_hab,  
    c.geom  
FROM  
    carroye_13028 c,  
    vrai_artif a  
WHERE  
    ST_Intersects(c.geom, a.geom_union)  
    AND c.ind > 0  
GROUP BY  
    c.fid, c.ind, c.geom, a.geom_union;"
```

I_T3_02 - Reduction des surfaces vegetalisees

I_T3_02

La réduction des surfaces végétalisées est définie comme un risque dans la roue Alteris dans le cadre des risques face au changement climatique. IL faut comprendre ici la réduction des surfaces végétalisées comme une péjoration des effets de rafraichissement des espaces habités face aux vagues de chaleur. Altéris définit déjà la notion de masse urbaine artificialisée (indicateur I_T_01). Afin d'éviter de doubler cette thématique (voir également I-T3_03 - ICU), l'observatoire peut également évaluer la réponse territoriale face à l'ultra imperméabilisation. En explorant la base de données hyper précise de la nature en ville extraite de COSIA, Alteris peut préciser l'exposition à la masse artificialisée. Le ratio m² espaces verts/habitants devient alors un indicateur significatif de la marge de progression des politiques publiques de renaturation.

C'est pourquoi I-T3_02 est renommé - Répartition de la Végétation Urbaine avec en perspective dans les approches de détail :

- les masses végétalisées et arborées stratégiques pour la conservation des ambiances tempérées en ville
- les parties de zone habitée totalement artificialisées réparties par carreau, et hiérarchisées sur l'ensemble des zones u et AU.

[Utilisations de la base de données NATURE EN VILLE](#) : cette base de données basée sur COSIA (Calcul Occupation des Sols) est extrêmement précise. Mais imposante. Pour la simplifier notre méthode consiste à la couper aux emprises des zones U et AU.

Puis, de procéder sur POstgis au calcul de végétalisation réelle par carreau INSEE pour faire ressortir les informations suivantes :

la_ciotat_indicateur_fraicheur

Id ▲	Nom	Alias	Type	Type Identifié	Longueur	Précision	Commentaire	Configuration
123 0	fid		Entier (32bit)	int4	-1	0		
1.2 1	population		Décimal (double)	float8	-1	0		
1.2 2	surf_urb_ref		Décimal (double)	float8	-1	0		
1.2 3	m2_canopee		Décimal (double)	float8	-1	0		
1.2 4	m2_herbe		Décimal (double)	float8	-1	0		
1.2 5	taux_canopee_pct		Décimal (double)	numeric	-1	0		
1.2 6	m2_canopee_par_hab		Décimal (double)	numeric	-1	0		
1.2 7	potentiel_renat_pct		Décimal (double)	numeric	-1	0		

- m² de végétation arbustive par carreau INSEE
- m² surface naturelle par carreau INSEE
- taux de canopée par habitant
- m² de canopée par habitant
- potentiel de renaturation

Script de calcul par Gemini

```
docker exec -it alteris_postgis psql -U alteris_admin -d alteris_geo -c "
DROP TABLE IF EXISTS la_ciotat_indicateur_fraicheur;

-- 1. On crée une emprise urbaine propre, validée et REPROJETÉE en 2154
CREATE TEMP TABLE emprise_etude AS
SELECT ST_Union(ST_MakeValid(ST_Transform(geom, 2154))) as geom
FROM plu_zones_urbaines
WHERE typezone LIKE 'U%' OR typezone LIKE 'AU%';

-- 2. Création de la table avec calculs spatiaux
CREATE TABLE la_ciotat_indicateur_fraicheur AS
SELECT
    c.fid,
    c.ind as population,
    -- Surface de référence (intersection avec le PLU reprojeté)
    ST_Area(ST_Intersection(c.geom, (SELECT geom FROM emprise_etude))) as surf_urb_ref,
    -- Surface canopée (Végétation haute)
    ST_Area(ST_Intersection(c.geom, (SELECT ST_Union(ST_MakeValid(geom)) FROM
cosia_vegetation_haute))) as m2_canopee,
    -- Surface herbe (Végétation basse)
    ST_Area(ST_Intersection(c.geom, (SELECT ST_Union(ST_MakeValid(geom)) FROM
cosia_vegetation_basse))) as m2_herbe,
```

```

        c.geom
FROM
        carroye_13028 c
WHERE
        ST_Intersects(c.geom, (SELECT geom FROM emprise_etude));

-- 3. Ajout et calcul des colonnes métiers Altéris
ALTER TABLE la_ciotat_indicateur_fraicheur
ADD COLUMN taux_canopee_pct numeric,
ADD COLUMN m2_canopee_par_hab numeric,
ADD COLUMN potentiel_renat_pct numeric;

UPDATE la_ciotat_indicateur_fraicheur SET
        taux_canopee_pct = ROUND((m2_canopee / NULLIF(surf_urb_ref, 0) * 100)::numeric, 2),
        m2_canopee_par_hab = ROUND((m2_canopee / NULLIF(population, 0))::numeric, 2),
        potentiel_renat_pct = ROUND((m2_herbe / NULLIF(surf_urb_ref, 0) * 100)::numeric, 2);

-- 4. Nettoyage des résidus de bordure
DELETE FROM la_ciotat_indicateur_fraicheur WHERE surf_urb_ref < 500;
"

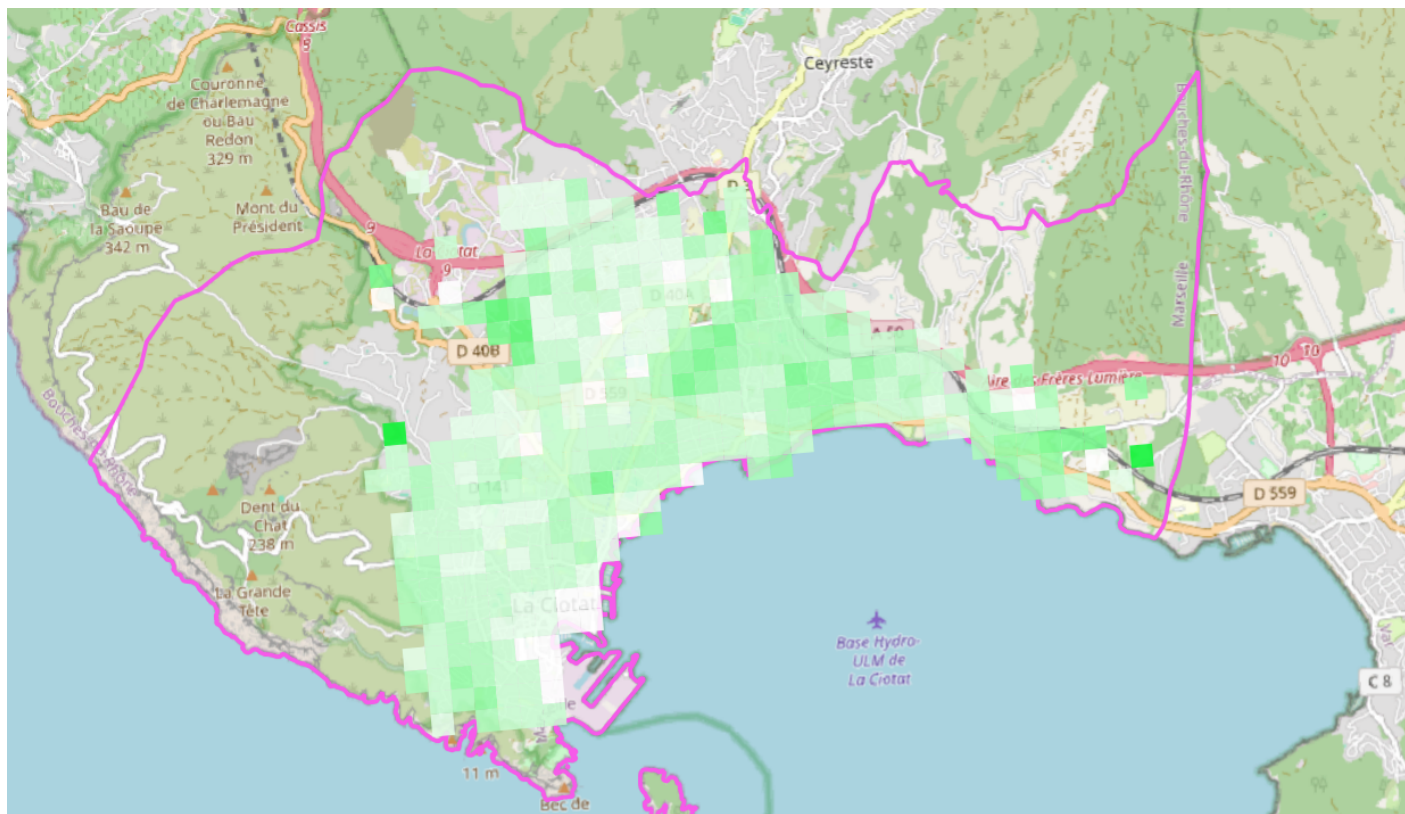
```

. Analyse du cas FID 41247

Rappelons-nous les étapes :

- **I_T3_01 (Gris)** : Nous avons trouvé environ **9,5%** de masse urbaine (bâti/asphalte).
- **I_T3_02 (Vert)** : Nous trouvons **64,5%** de taux de canopée.
- **Justice Climatique** : Chaque habitant dispose virtuellement de **222 m²** d'ombre.

Le diagnostic est sans appel : Ce carreau, bien qu'habité (102 personnes), n'est absolument pas une zone à risque. C'est un quartier "poumon" où la végétation domine largement le minéral. Vos photos montraient bien ce quartier boisé (le vert pointillé) : la base de données COSIA l'a parfaitement intégré.



I_T3_03 - Ilots de chaleur urbains

I_T3_03

Les îlots de chaleur urbains sont déterminés en creux par I-T3_02 - les ensemble de plus de 250 m² continus (hors routes et emprises ferroviaires OSM) non végétalisés.

La Vulnérabilité Sociale aux îlots de chaleur (le plus d'habitants et le moins de végétation)

Contrairement à une analyse sur toute la ville, ce script commence par isoler les **40 carreaux les plus critiques** (ceux qui ont le moins d'arbres ET le plus d'habitants). C'est un filtre de **justice environnementale** : on ne cherche pas seulement le bitume, on cherche le bitume là où les gens vivent et étouffent.

C'est la grande force de ce script : chaque polygone de bâti ou de parking reste "marqué" par l'identifiant de son carreau INSEE (`fid`).

- **Avantage** : Vous pouvez dire : "*Dans ce quartier précis (Carreau X), voici les 3 dalles responsables de la surchauffe*".
- Dans votre Top 25 final, cette traçabilité est plus diffuse car on ne regarde que la taille de l'objet, pas son contexte humain.

En utilisant `ST_Difference` à l'intérieur des carreaux, elle crée une cartographie en "négatif" :

- Elle fait ressortir le bâti dense, les cœurs d'îlots minéraux et les zones de stockage de chaleur nocturne.
- Elle ignore la voirie (grâce à OSM) et les jardins (grâce au COSIA).

Comparaison pour votre rapport :

Couche	Objectif Stratégique	Ce qu'elle montre
Le Top 40 (ce script)	Priorisation Sociale	Les masses critiques là où la population est la plus exposée.

Couche	Objectif Stratégique	Ce qu'elle montre
Le Top 25 (260327)	Puissance Thermique	Les plus grands gisements de chaleur de la ville (indépendamment de la population).

SCRIPT DES 40 entités urbaines sensibles aux îlots de chaleur

```
docker exec -it alteris_postgis psql -U alteris_admin -d alteris_geo -c "
```

```
DROP TABLE IF EXISTS la_ciotat_masses_critiques_icu;
```

```
CREATE TABLE la_ciotat_masses_critiques_icu AS
```

```
WITH
```

```
-- 1. Préparation de la voirie REPROJETÉE
```

```
voirie_l93 AS (
```

```
    SELECT ST_Union(ST_MakeValid(ST_Transform(geom, 2154))) as geom
```

```
    FROM highway_la_ciotat
```

```
),
```

```
-- 2. Regroupement de la nature COSIA (déjà en 2154 normalement)
```

```
nature_totale AS (
```

```
    SELECT ST_Union(ST_MakeValid(geom)) as geom
```

```
    FROM (
```

```
        SELECT geom FROM cosia_vegetation_haute
```

```
        UNION ALL
```

```
        SELECT geom FROM cosia_vegetation_basse
```

```
    ) as sub
```

```
),
```

```
-- 3. Ciblage du TOP 40 des carreaux critiques
```

```
top_carreaux AS (
```

```
    SELECT fid, geom
```

```
    FROM la_ciotat_indicateur_fraicheur
```

```
    ORDER BY taux_canopee_pct ASC, population DESC
```

```
    LIMIT 40
```

```
),
```

```
-- 4. Découpage chirurgical
```

```
masses_brutes AS (
```

```
    SELECT
```

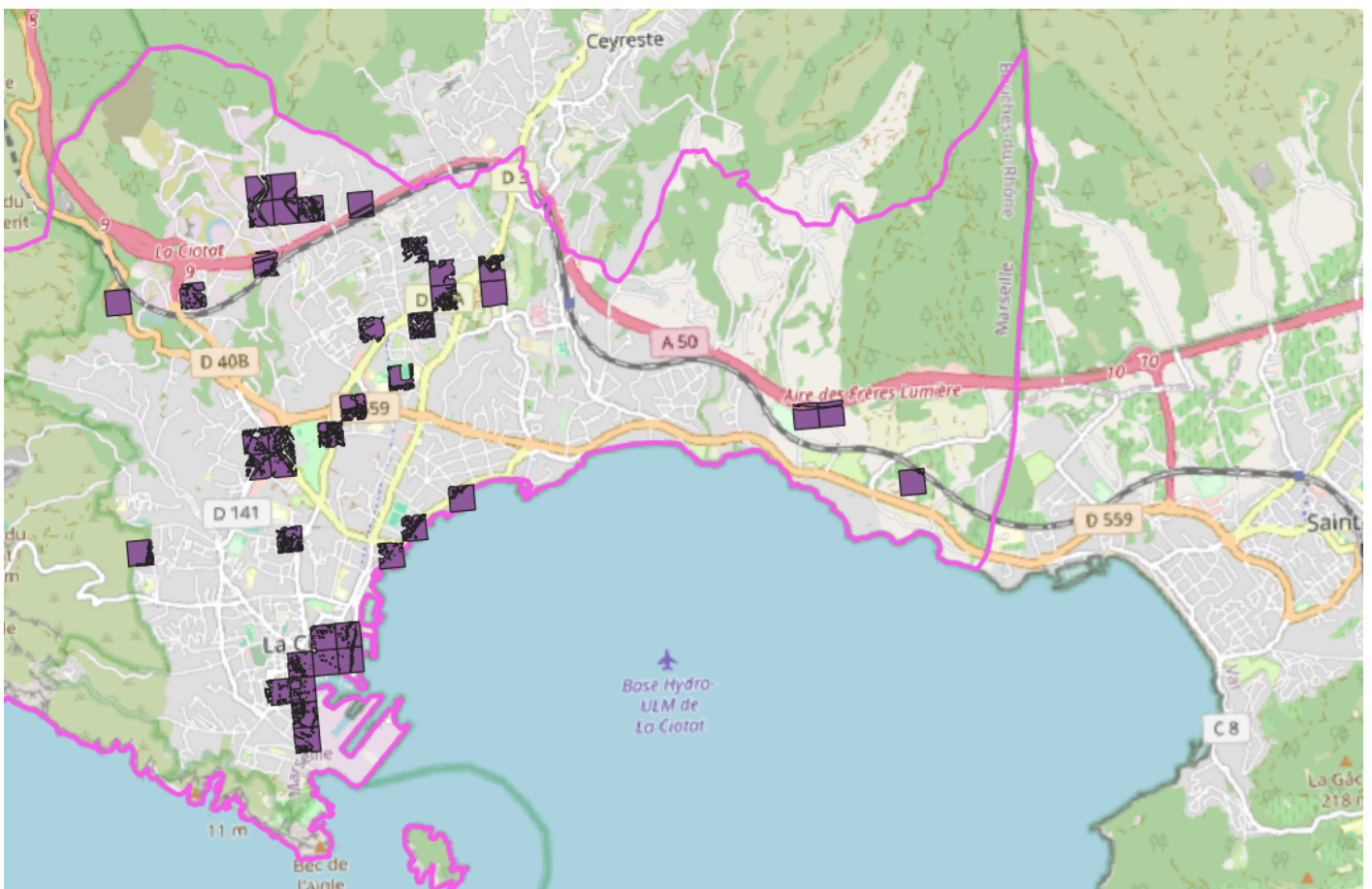
```
        t.fid as carreau_origine,
```

```

ST_Difference(
    ST_Difference(t.geom, COALESCE((SELECT geom FROM nature_totale),
'GEOMETRYCOLLECTION EMPTY'::geometry)),
    COALESCE((SELECT geom FROM voirie_l93), 'GEOMETRYCOLLECTION EMPTY'::geometry)
) as geom
FROM top_carreaux t
)
-- 5. Éclatement et validation
SELECT
    carreau_origine,
    (ST_Dump(ST_MakeValid(geom))).geom as geom
FROM masses_brutes;

-- 6. Nettoyage final (Seuil 250 m2)
DELETE FROM la_ciotat_masses_critiques_icu WHERE ST_Area(geom) < 250;
"

```



Etape suivante la hiérarchisation

Voici la chaîne de traitement logique, documentée étape par étape, qui nous a permis de passer des couches brutes de végétation **COSIA** au fichier stratégique `260327_icu_top25_la_ciotat`.

Étape 1 : Préparation de l'Emprise Urbaine (Masque PLU)

Avant de calculer l'ICU, nous avons défini le périmètre d'étude réglementaire pour éviter les "faux positifs" en zone naturelle ou agricole.

- **Source** : `plu_zones_urbaines`
- **Filtre** : Zones `U` (Urbaines) et `AU` (À Urbaniser).

SQL

```
-- Création d'une emprise propre en Lambert-93
WITH emprise_urbaine AS (
  SELECT ST_Union(ST_MakeValid(ST_Transform(geom, 2154))) as geom
  FROM plu_zones_urbaines
  WHERE typezone LIKE 'U%' OR typezone LIKE 'AU%'
)
```

Étape 2 : Identification du "Plein" et du "Vide" (Soustraction)

C'est le cœur du calcul I-T3_03. L'ICU est défini par ce qui n'est **ni de la nature, ni de la voirie circulaire**, au sein de l'enveloppe urbaine.

- **Sources Nature** : `cosia_vegetation_haute` (arbustive) + `cosia_vegetation_basse` (herbacée).
- **Source Voirie** : `highway_la_ciotat` (OSM).

SQL

```
-- Regroupement de toute la végétation COSIA
nature_totale AS (
    SELECT ST_Union(ST_MakeValid(geom)) as geom
    FROM (
        SELECT geom FROM cosia_vegetation_haute
        UNION ALL
        SELECT geom FROM cosia_vegetation_basse
    ) as sub
),
-- Calcul des masses minérales par différence spatiale
masses_brutes AS (
    SELECT
        ST_Difference(
            ST_Difference(urbain.geom, nature.geom),
            voirie.geom
        ) as geom
)
```

Étape 3 : Fragmentation et Seuil de Significativité

Le résultat brut est une "nappe" trouée. Nous l'avons éclatée en entités distinctes et avons appliqué votre seuil de **250 m²** pour ne retenir que les masses ayant un impact thermique réel.

SQL

```
-- Éclatage des multipolygones en polygones simples
SELECT (ST_Dump(geom)).geom as geom
FROM masses_brutes
WHERE ST_Area(geom) >= 250;
```

Étape 4 : Extraction du Top 25 (Production du fichier final)

Pour l'indicateur final, nous avons classé ces masses par superficie décroissante pour isoler les 25 "points noirs" les plus massifs de La Ciotat.

SQL

```
-- Création de la table de référence Altéris
CREATE TABLE "260327_icu_top25_la_ciotat" AS
SELECT
    row_number() OVER (ORDER BY ST_Area(geom) DESC) as gid,
    ROUND(ST_Area(geom)::numeric, 0) as surface_m2,
    geom
FROM la_ciotat_masses_critiques_nettoyees
ORDER BY surface_m2 DESC
LIMIT 25;

-- Indexation pour performance QGIS
CREATE INDEX idx_top25_260327 ON "260327_icu_top25_la_ciotat" USING GIST (geom);
```

Synthèse de la donnée produite

- **Indicateur** : I-T3_03 (Îlots de Chaleur Urbains).
- **Méthode** : Analyse morphologique par soustraction (Urbain - Nature - Voirie).
- **Volume** : 25 entités majeures.
- **Surface cumulée** : **77,58 hectares**.
- **Précision** : Géométrie réelle (non carroyée), calée sur le bâti et les parkings

I_T3_04 - Imperméabilisation excessive

I_T3_04

L'imperméabilisation excessive est abordée successivement dans les 3 premiers indicateurs I_T3. Artificialisation / Nature en ville et Ilot de Chaleur Urbain.

A partir des bases de données possibles, Altéris doit ici se concentrer sur les paramètres de la ville perméable donc confronter le réel entre l'intensité des épisodes critiques et l'adaptation du territoire à encaisser ces épisodes. Les zonages réglementaires sont nombreux (SUP PM 1 risques inondations, Zone d'Expansion de Crues, Espaces de Bon Fonctionnement). Ils ne sont pas à la bonne échelle d'Altéris qui travaille à l'échelle la plus fine (l'îlot, la rue...).