**Notes modèle « Sescousse »**

<https://github.com/apryet/sescousse>

# Zone d’étude et contexte hydrogéologique régional

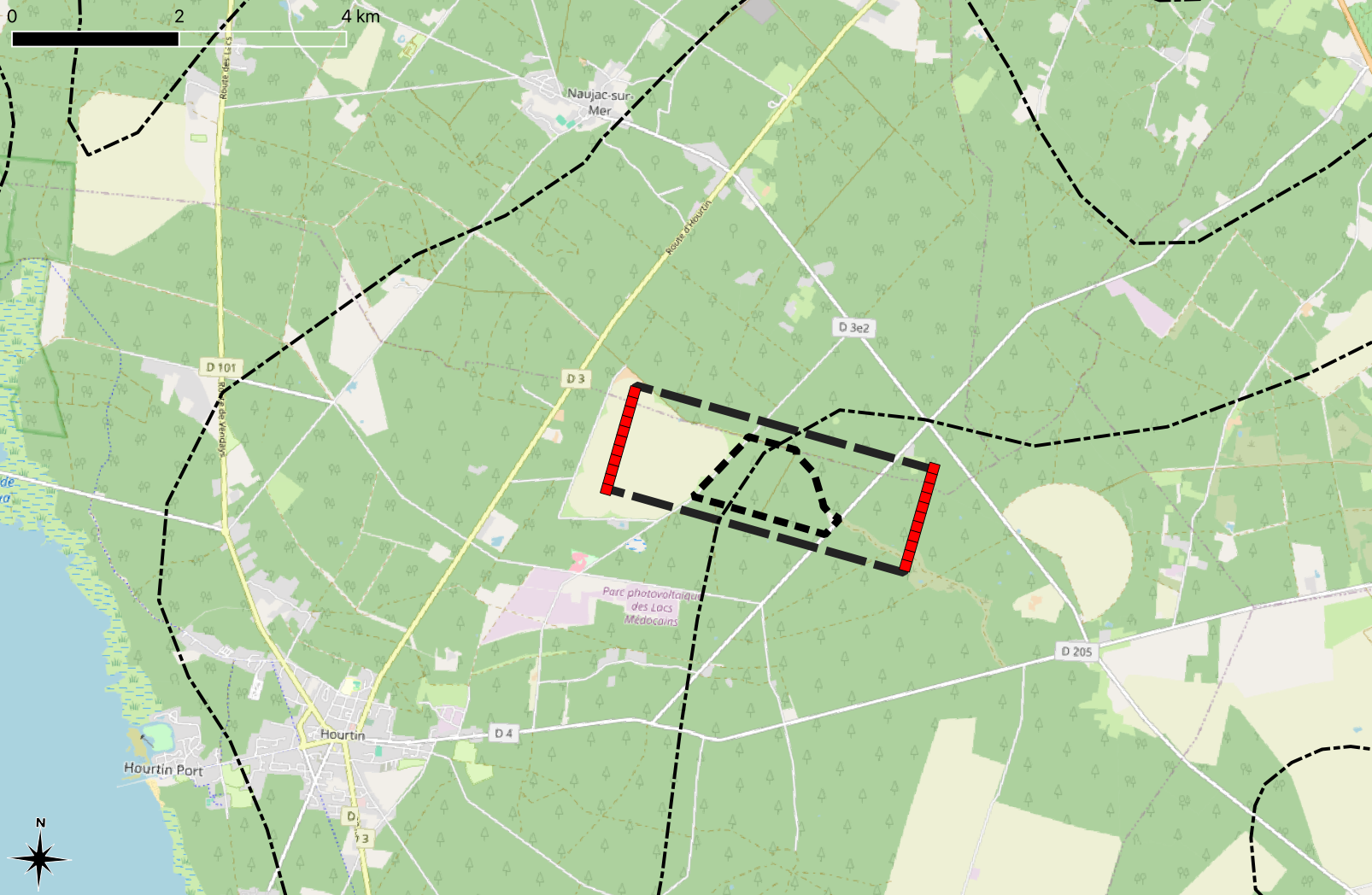


Figure 1: Implantation du modèle dans le contexte régional avec isopièzes de référence BRGM

Gradient hydraulique régional selon carte piézo : 5/4000=**0,125%**

Gradients hydraulique régional selon BSS0001VYWT et PS1 : 3.25/5300= 0.06 %

(on suppose que ces deux points sont dans l’axe d’écoulement).

Charge hydraulique à l’étiage au « centre » du modèle (PS2) : 19.77 m NGF

Charge à l’ouest : 19.77-1790\*0.06/100 =18.70 m NGF

Charge à l’est : 19.77+1900\*0.06/100 =20.91 m NGF



# Pré-traitement des données géographiques

## Calcul du DTM (Digital Terrain Model) sur l’ensemble du modèle simulé

Le DTM est issu d’un post-traitement des points Lidar avec filtre CSF et lissage (Gaussian filtering, sigma=2, search radius = 12, search mode = circle)

Il [stagiaire SIAEBVELG] a fusionné les couches idomain.tif et lidar\_dtm\_nodrn\_csf\_1m\_sescousse.tif (obtention de la couche « Merged ») puis remplacé les valeurs « 1 » par des « 22 » avec la calculatrice raster :If(« Merged@1 »=1,22, « Merged@1 »)

<https://gdal.org/programs/gdal_merge.html>

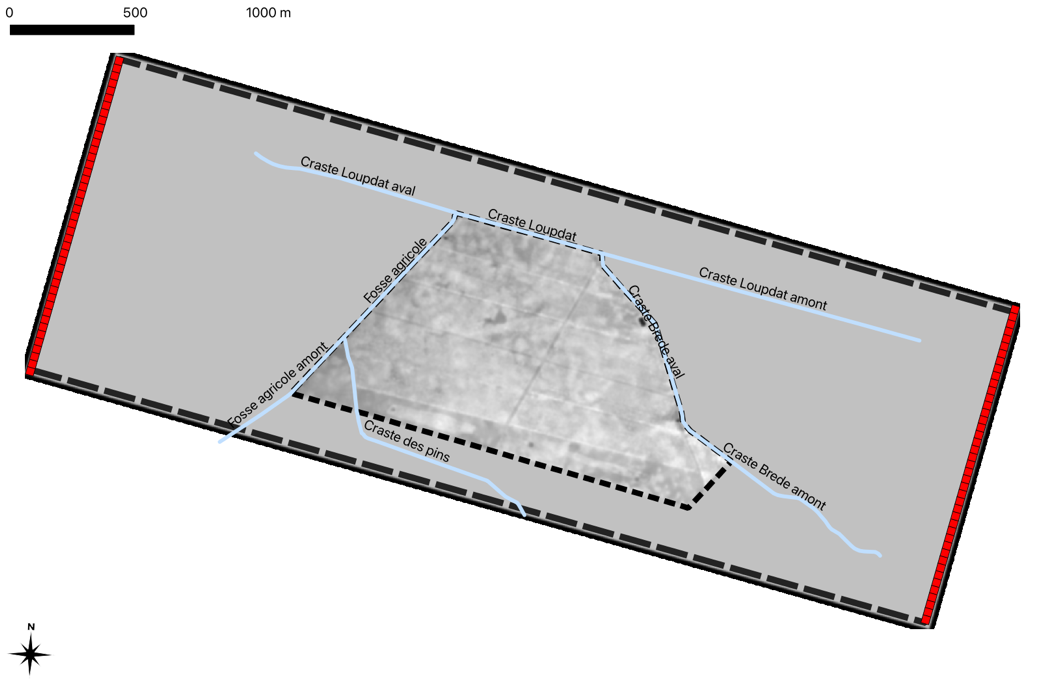


Figure 2: Modèle numérique de terrain (DTM) issu du post-traitemnent des données Lidar associant filtre CSF et lissage gaussien.

## Calcul du raster idomain sur l’ensemble du modèle simulé

**1)Raster / Conversion / Rasterize**   
Layer : model\_domain\_ext.shp  
Extent : model\_domain\_ext.shp  
DataType : int32  
Fixed value to burn : 1

=> model\_domain\_ext.tif

**2)Raster / Conversion / Rasterize**   
Layer : model\_domain.shp  
Extent : model\_domain\_ext.shp  
DataType : int32  
Fixed value to burn : 1

=> model\_domain.tif

**3) Raster / Raster calculator**

﻿"model\_domain@1"+"model\_domain\_ext@1"  
Extent : model\_domain\_ext.shp

Nouvelle version du idomain avec 3 niveaux :

* J’ai dessiné à la main le polygone des parcelles au sein du réseau de drains -> pines.shp
* Vectorisation de idomain.tif (outil SAGA next gen) -> idomain.shp
* Dans le menu Vecteurs sélectionner Union : union du polygone pines.shp et idomain.shp
* Edition des valeurs attribués aux parcelles de pins directement dans la table attributaire (valeurs = 3)
* Rastérisation du tout (outil SAGA)

## Données hydrométéorologiques



# Développement du modèle

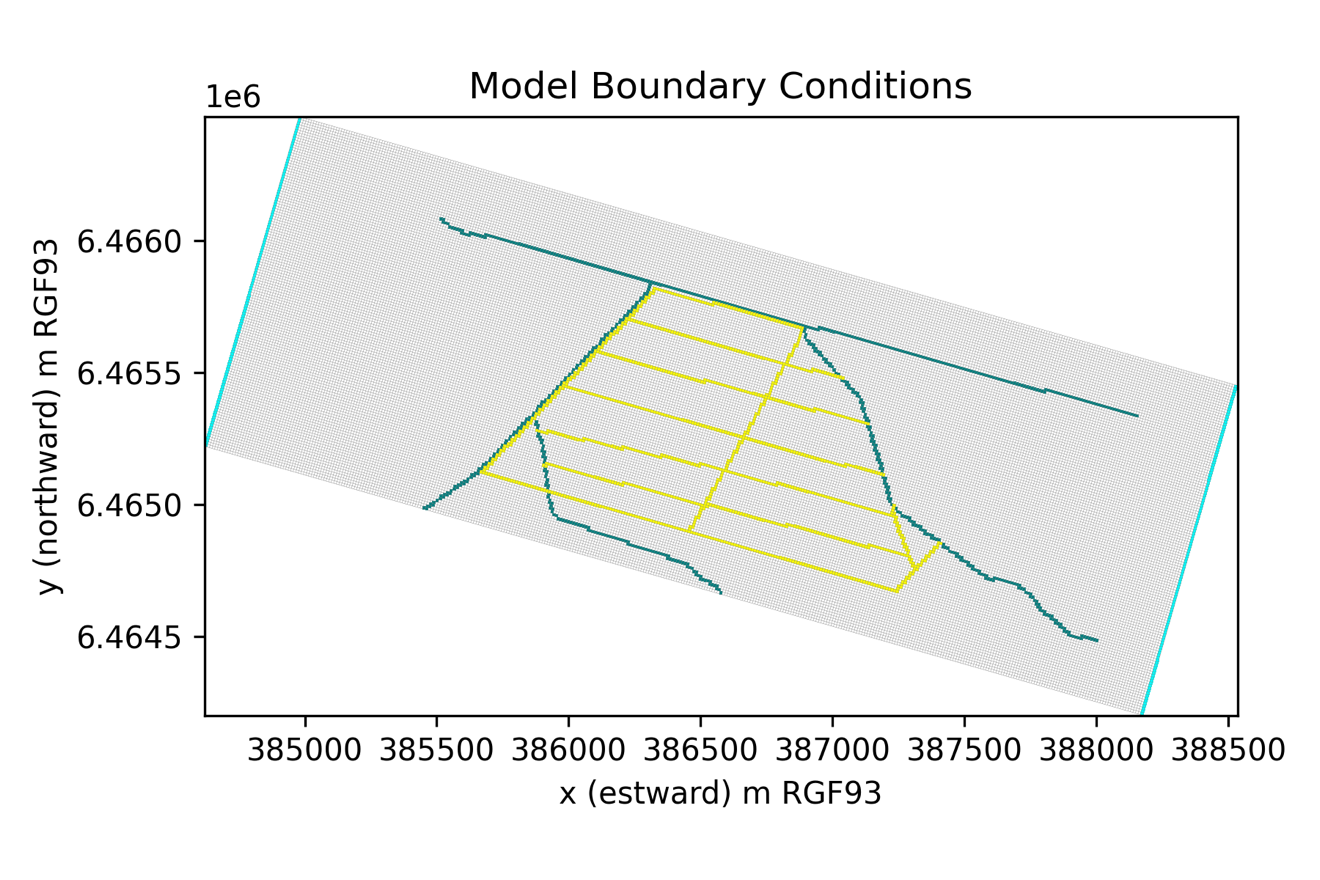


Figure 3: Conditions limites GHB (ouest et est), rivières et drains

## Recharge et prélèvements racinaires

Modèle sol à réservoir, swb.py

Modifé d’après : <https://github.com/soilwater/pynotes-agriscience/blob/gh-pages/exercises/soil_water_balance.ipynb>

Données météo : ST-JEAN, à défaut Station Hourtin, à défaut Météo-France Mérignac  
Données projection clim : DRIAS.

Tant que la réserve en eau du sol est suffisante pour satisfaire l’évapotranspiration potentielle de végétation (pins et sous-bois), on fait donc l’hypothèse de l’absence de prélèvement racinaire depuis l’aquifère. En cas stress hydrique dans le sol, le « déficit » est

**Référence biblio pour la valeur de Kc=1** pour les conifères (Allen et al., 1998).

## Bordures du modèle (GHB)

Les valeurs issues de la carte piézométrique BRGM ne permettent pas d’atteindre les niveau d’étiages observés sur PS1,2,3. On ajuste donc par essai/erreur la valeur des charges de référence aux bordures pour correspondre à l’étiage (assez sévère) de 2023.

Par définition, le flux apporté à la cellule où s’applique une condition GHB s’écrit :

Avec , la conductance, , la charge de référence et , la charge calculée dans la cellule .

On souhaite que la condition limite GHB apporte l’équivalent du gradient hydraulique régional, . Aussi, le flux par cellule de taille par , s’écrit :

Par identification de ces deux expressions, on obtient :

Soit :

Si l’on convient que , cette expression devient :

La conductance n’est donc autre que la transmissivité. Avec m/s et , on obtient

Avec , la largeur/longueur des cellules dans le plan horizontal, m, la conductivité hydraulique, et , la transmissivité.

## Réseau hydrographique

Simulée avec le package drain (DRN), pour éviter les ré-infiltrations.

Le niveau rivière de référence, renseigné dans le raster h\_riv.tif correspond au niveau minimal.

En régime transitoire, le niveau pour la cellule où s’applique une condition limite « rivière » au pas de temps s’écrit :

où est issu du raster hriv.tif et est la variation de niveau, commun à toutes les cellules rivières. Avec l’hypothèse d’une pente constante, les profils rivières subissent une simple translation.

Il semble que le niveau d’étiage enregistré en FS4 soit surestimé, ce qui occasion un niveau perché de la rivière. Pour éviter une alimentation excessive de la nappe par la rivière, la rivière est simulée avec une condition limite de type « drain ».

Voir tableau riv\_data.xlsx pour les valeurs de pentes et de href

Depuis Qgis :

* Reporter dans la table attributaire de riv\_lines.shp depuis Qgis.
* Interpoler les points avec Toolbox/Points along geometry => riv\_points.shp

Distance = 1m

* Dans riv\_points.shp, calculer h aux points avec la formule : "href"+0.01\*"slope"\*"distance"
* Convertir en raster avec Toolbox/SAGA/Inverse Distance Weighted Interpolation

Attribute : h  
Inverse Distance Power : 0 (simple average)  
Search radius : 10 m   
Number of Points : min 1 ; max : 5  
Output extent / Layer extent : model\_domain\_buff10m.shp  
Cell Size : 5 m  
=> export as h\_riv.tiff

## Drains

On prescrit dans Modflow un « niveau de drainage », qui correspond en principe au niveau de l’eau dans le drain, et non au niveau du fond du drain. Ne disposant pas de ce niveau sur l’ensemble du réseau, on applique une valeur constante, , dérivée du modèle numérique de terrain sans drains (), auquel on soustrait la profondeur moyenne du drain, ajouté à la colonne d’eau moyenne,  :

Configuration "actuelle" (écoulement des drains **non libre**) : act

=> z\_drn = dtm\_no\_drn - pr\_moy + wc

z\_drn = dtm\_no\_drn - 1,1 + 0,6

= dtm\_no\_drn - 0,5

Configuration avec écoulement libre dans les drains) : act\_drnlib

=> z\_drn = dtm\_no\_drn - pr\_moy + 0,1

= dtm\_no\_drn - 1,0

## Solveur

Package IMS.

BEGIN nonlinear

OUTER\_DVCLOSE 1.00000000E-04

OUTER\_MAXIMUM 2000

END nonlinear

BEGIN linear

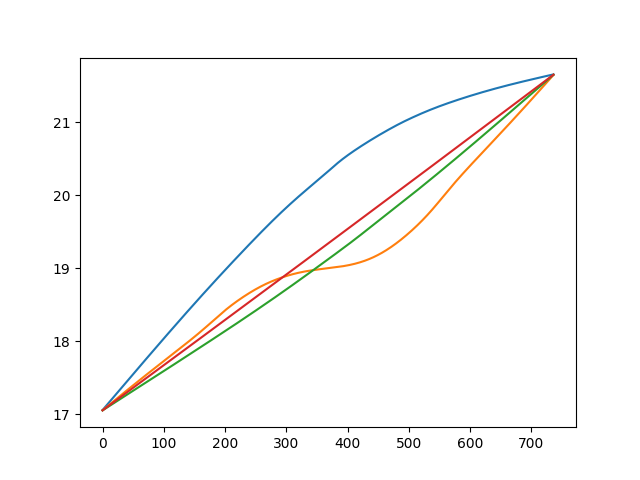
INNER\_MAXIMUM 100

INNER\_DVCLOSE 1.00000000E-04

LINEAR\_ACCELERATION bicgstab

RELAXATION\_FACTOR 0.97000000

END linear



Résultats obtenus avec différentes valeurs de outer\_dvclose et inner\_dvclose. Il faut mettre une valeur inférieure à 10-4 pour s’approcher d’une solution cohérente.

## Régime permanent initial

Ce dernier est difficile à trouver. Les chroniques font état d’une récession qui ne semble pas tout à a fait achevée en octobre 2023, mais on retient la date du 15/10/23.

# Indicateurs de performance

Pour que les pins croissent de manière optimale, le niveau piézométrique doit se situer dans un intervalle favorable définis par deux niveaux critiques : (trop haut) et (trop bas). On peut distinguer les configurations suivantes :

* Si le niveau de la nappe est compris entre les deux niveaux (), les pins sont dans des conditions optimales de croissance.
* Si le niveau de la nappe est trop haut (), les pins souffrent d’un défaut d’oxygénation, ils sont vulnérables aux coups de vents, et l’accessibilité est réduite pour les véhicules de lutte contre l’incendie.
* Si le niveau de la nappe est trop bas (), les pins souffrent d’un stress hydrique, ce qui conduit au mieux à une croissance ralentie et au pire à une mortalité.

De façon à quantifier l’excès d’eau, on définit les indicateurs  et de la manière suivante :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

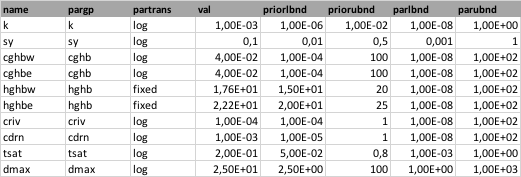
où est la surface du domaine d’intérêt (parcelle forestière) et est la fonction de Heaviside (ou échelon unité) qui prend la valeur 1 pour et 0 sinon.

Les indicateurs et ont ainsi pour dimension [LT], et pourront s’exprimer en mm·j ou m·j. Par exemple, si la parcelle fait 1 ha (10 000 m2) et que le niveau piézométrique (supposé uniforme et constant) demeure pendant 30 jours à  m au-dessus du niveau critique, l’indicateur prendra pour valeur :

# On considèrera et .

# Estimation des paramètres

Réalisée avec l’algorithme Gauss-Levenberg-Marquardt de la suite PEST++.



# Résultats

## Calage d’historique



Figure 4 : Flux de précipitations, transpiration, et recharge simulée après calibration des paramètres et niveaux piézométriques observés.

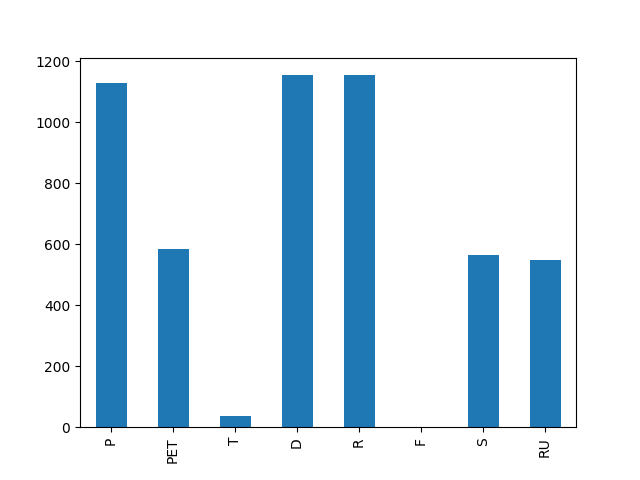


Figure 4 : Bilan hydrique de surface



Figure 4 : Chroniques observées aux drains (FS1, FS2, FS3) et piézomètres (PS1,PS2,PS3). Les chroniques simulées en nappe ne peuvent pas être directement comparées aux chroniques dans les drains. Les piézomètres présentent probablement des défauts de nivellement, et c’est surtout les fluctuations que l’on cherche à reproduire.



Figure 4 : Chronique de recharge, drainage par les drains (rivières non considérées) et chroniques piézométriques simulées.

|  |  |
| --- | --- |
| Une image contenant texte, capture d’écran, diagramme, ligne  Description générée automatiquement | Une image contenant texte, capture d’écran, Caractère coloré, diagramme  Description générée automatiquement |

Figure 4 : Piézométrie simulées en basse eaux (à gauche) et hautes eaux (à droite). Le gradient hydraulique régional masque partiellement l’effet du drainage

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Figure 4 : Idem, en 3D pour mettre en évidence l’effet du gradient hydraulique régional

|  |  |
| --- | --- |
|  | Une image contenant texte, capture d’écran  Description générée automatiquement |

Figure 4 : Profondeur de nappe simulées en basse eaux (à gauche) et hautes eaux (à droite)

# A faire

* Tester la configuration modifiée du réseau de crastes « riv\_points\_up.shp » (réhausse de 20cm globale, retrait de la chute de Loupdat aval, homogénéisation des pentes.

# Références

Allen, R., Pereira, L., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration : guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper (No. 56). <http://www.climasouth.eu/sites/default/files/FAO%2056.pdf>

Isopièzes de la nappe du Plio-Quaternaire du Bassin Aquitain en 1985  
<https://www.mongeosource.fr/geosource/1044/fre/catalog.search#/metadata/194e8072-f481-4960-8945-bbe0cd0377ab>

Isopièzes de référence de la nappe du Mio-Plio-Quaternaire dans le secteur du triangle landais

<https://www.mongeosource.fr/geosource/1044/fre/catalog.search#/metadata/953ca727-0279-4521-8513-25a70fbd66f3>

Données Météo-France