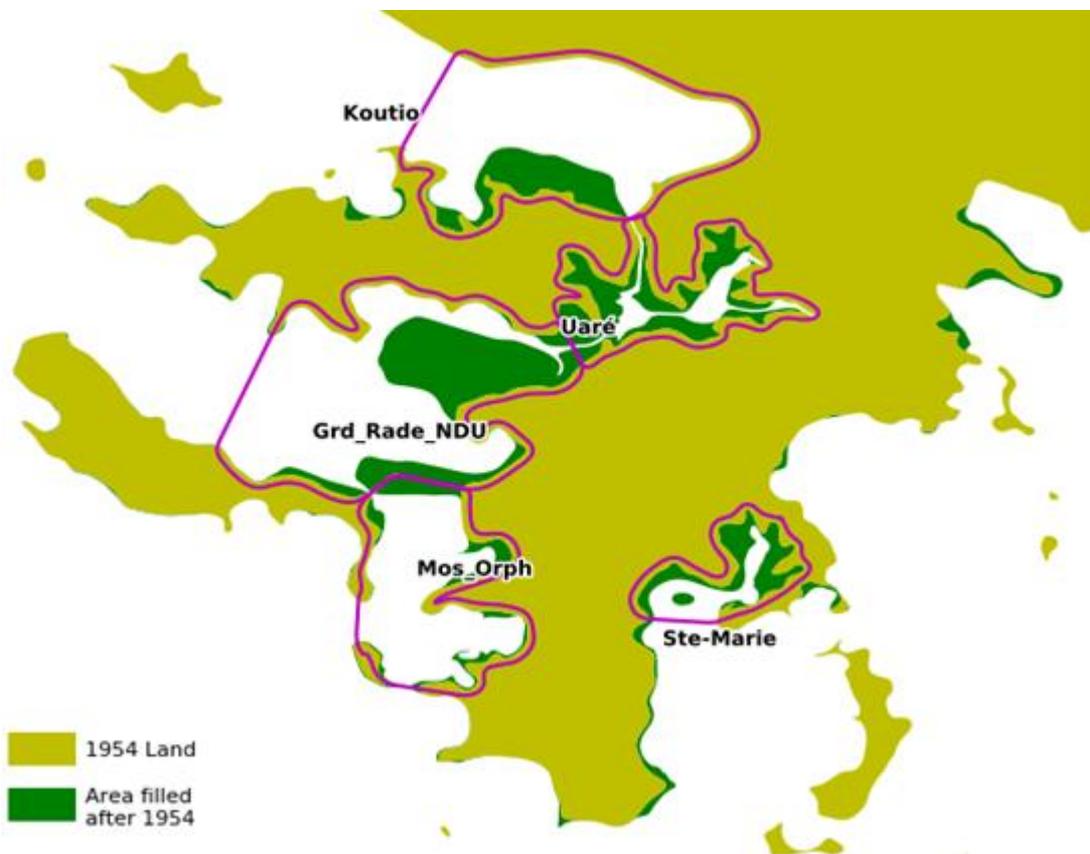
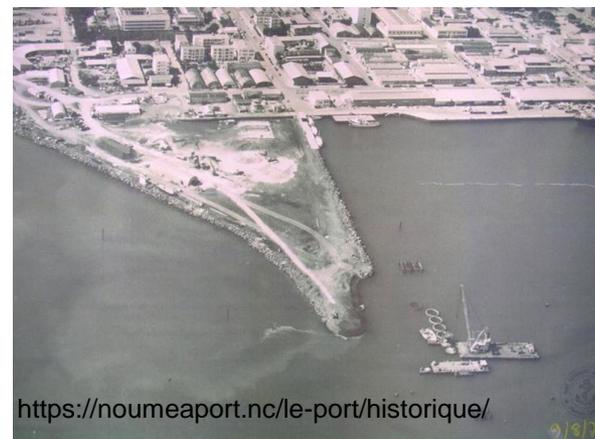


Modification des temps de résidence dans un contexte d'artificialisation du littoral au cours du dernier demi-siècle : application à la ville portuaire de Nouméa

Falga Renaud, Lefèvre Jérôme, Vendé-Leclerc Myriam, Menkès Christophe (IRD / SGNC)



Ex: travaux de fermeture Petite Rade en 1970



Questions:

- Conséquences hydrodynamiques ?
- Impacts environnementaux ?

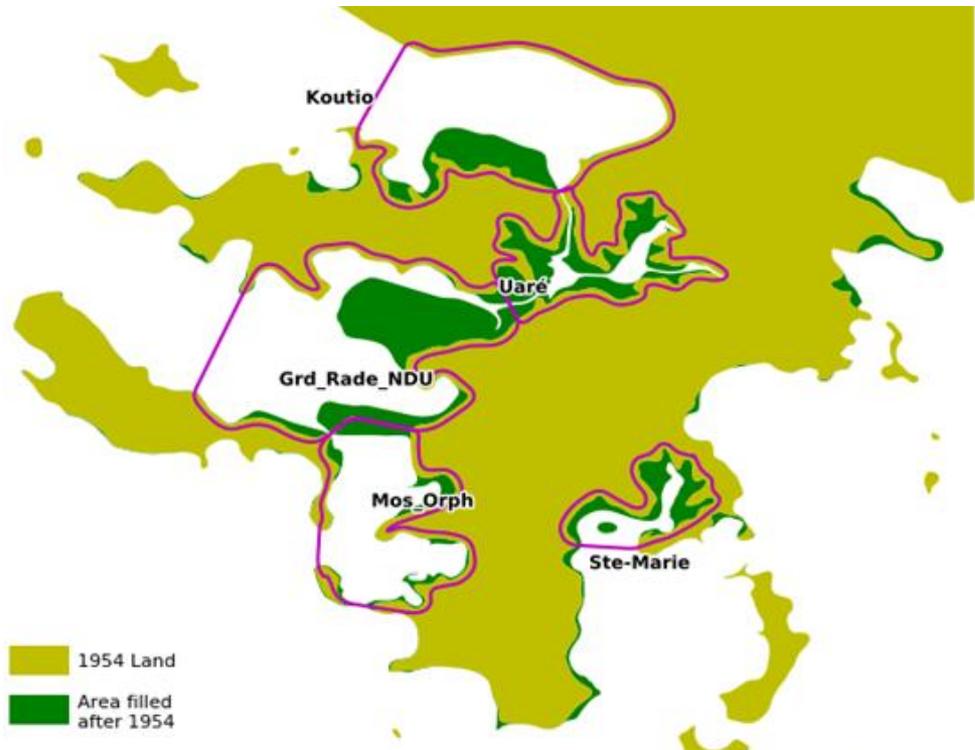
Indicateur : Temps de résidence

Superficie Avant/Après 1954

| | |
|--------------|------|
| Koutio | -16% |
| Gde_Rade_NDU | -32% |
| Uaré | -70% |
| Mos_Orph | -16% |
| Ste_Marie | -54% |

Modification des temps de résidence dans un contexte d'artificialisation du littoral au cours du dernier demi-siècle : application à la ville portuaire de Nouméa

Falga Renaud, Lefèvre Jérôme, Vendé-Leclerc Myriam, Menkès Christophe (IRD / SGNC)



Calcul du Temps de résidence

Approche par la méthode simple du Prisme de marée

$$T_L = \frac{V}{Q_f + Q_b * \beta}$$

Avec:
 V: volume de la baie en eau
 Q_f : Apport continentaux (négligé ici)
 Q_b volume échangé à chaque bascule de marée ≈ Surface*marnage
 β : fraction d'eau 'neuve' apportée à chaque bascule (<<1.)

| | 1954 | Après 1954 |
|-----------------------|------------|------------|
| Koutio (B=0,08) | 17 (jours) | 19 |
| Gde_Rade_NDU (B=0,27) | 13 | 13 |
| Uaré (B=0,05) | 16 | 10 |
| Mos_Orph (B=0,31) | 11 | 10 |
| Ste_Marie (B=0,08) | 11 | 11 |

** B approchée par la modélisation, situation 1954

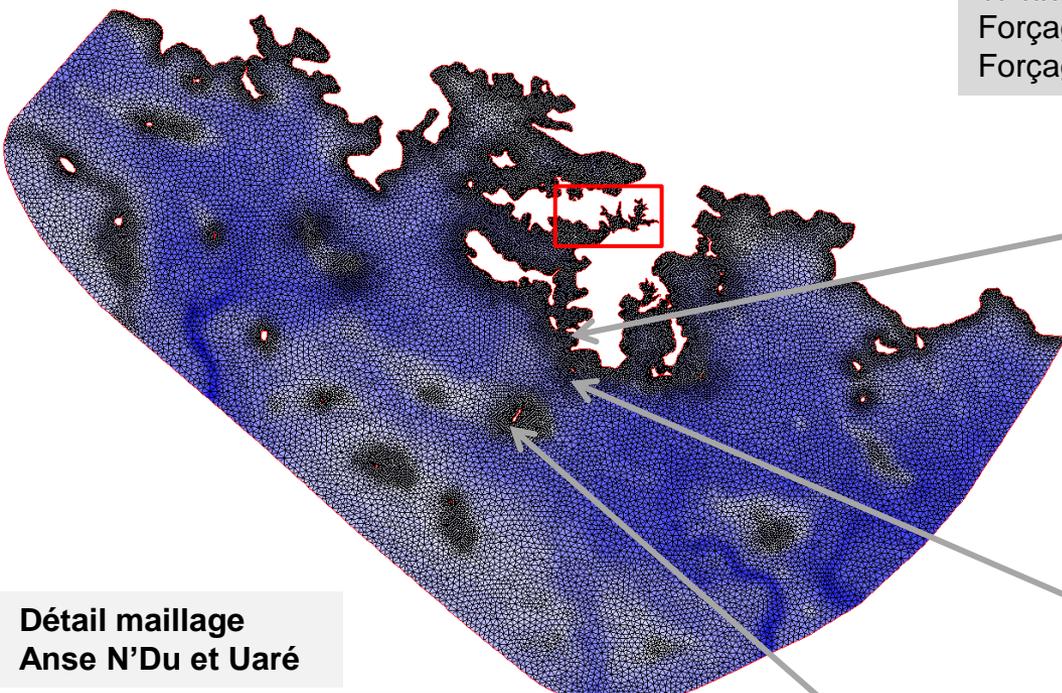
| Superficie Avant/Après 1954 | |
|-----------------------------|------|
| Koutio | -16% |
| Gde_Rade_NDU | -32% |
| Uaré | -70% |
| Mos_Orph | -16% |
| Ste_Marie | -54% |

Limites de la méthode :

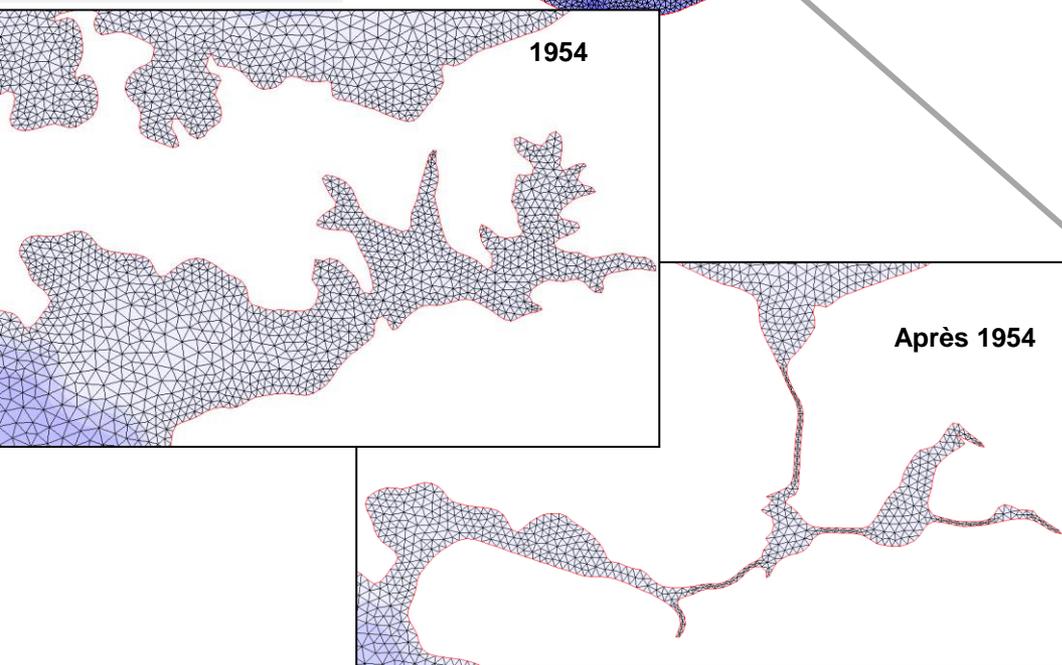
- Détermination de β (expérimental ou modèle numérique)
- Hypothèse: réservoir de forme simple, mélange homogène (pas de stratification)
- Problème: β n'est pas transposable d'un contexte à l'autre !!

Temps de résidence : Approche Numérique

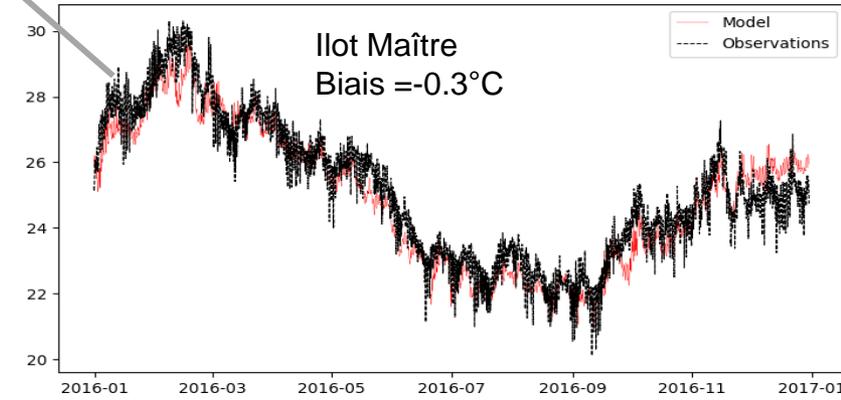
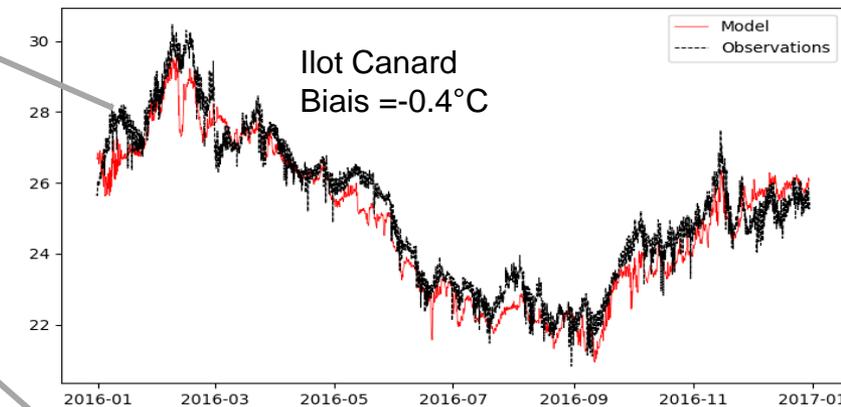
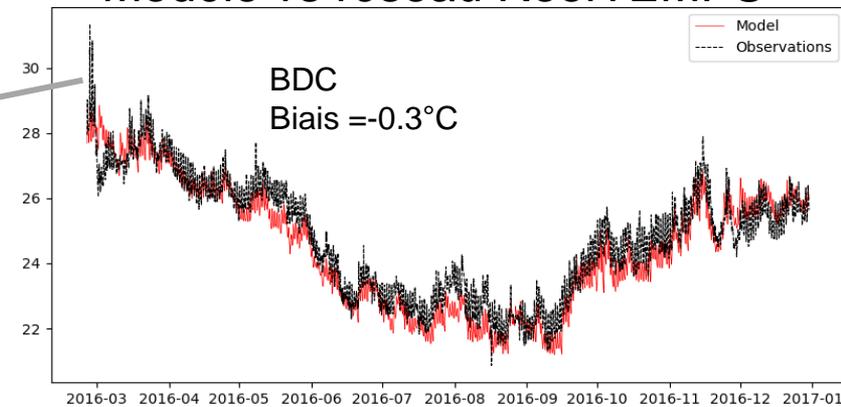
Schism, Modèle 3D en maille non-structurée
17 niveaux verticaux, 37000 points (de 30 à 70m à la côte)
Forçage météo au pas horaire sur 4 ans (2015-2018)
Forçage aux frontières : Temp., Salinité et élévation (marée)



Détail maillage
Anse N'Du et Uaré



Modèle vs réseau ReefTEMPS



Principe du calcul du temps de résidence

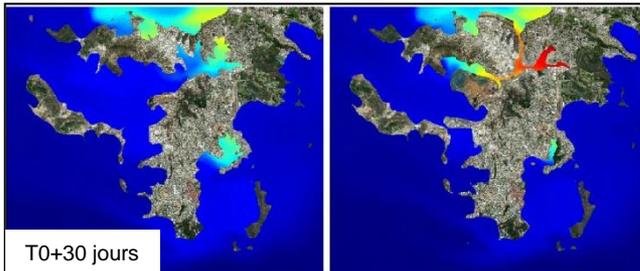
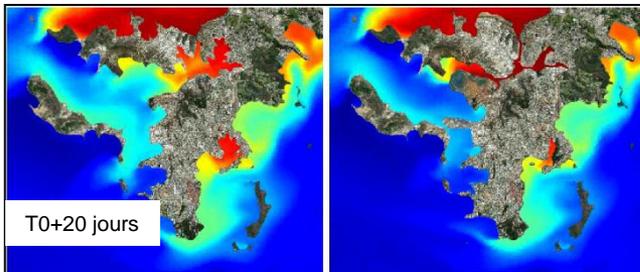
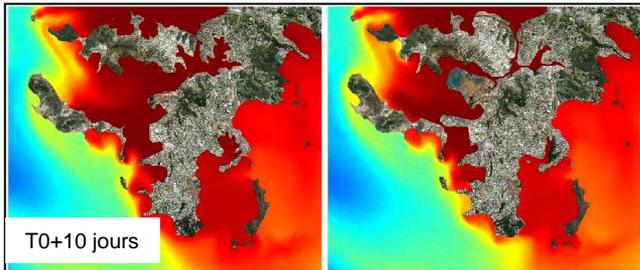
Initialisation $C=C_0= 1.0$

1954

Après 1954

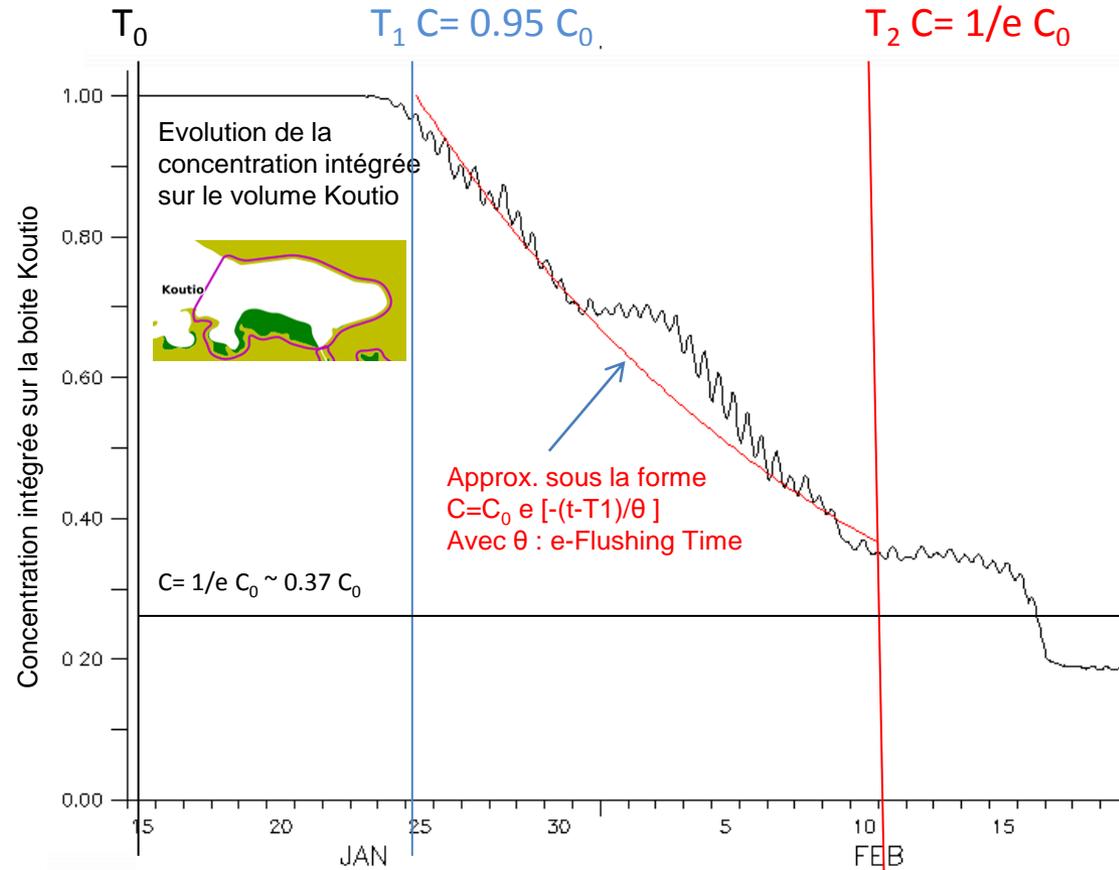


$T_0 : C=0.0$ imposé aux frontières



Jouon Aymeric et al.(2006). Calculations of hydrodynamic time parameters in a semi-opened coastal zone using a 3D hydrodynamic model. Continental Shelf Research, 26

Marion Drouzy, P. Douillet, J.M. Fernandez, C.Pinazo. Hydrodynamic time parameters response to meteorological and physical forcings: toward a stagnation risk assessment device incoastal areas. Ocean Dynamics, Springer Verlag, 2019, 69,

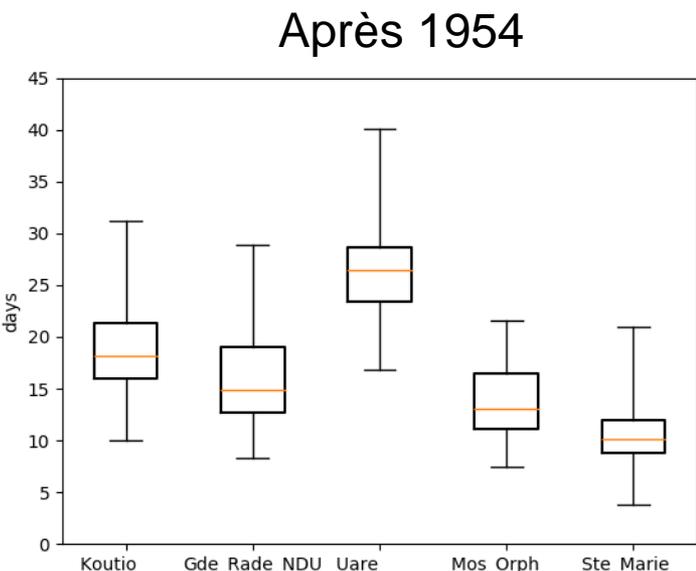
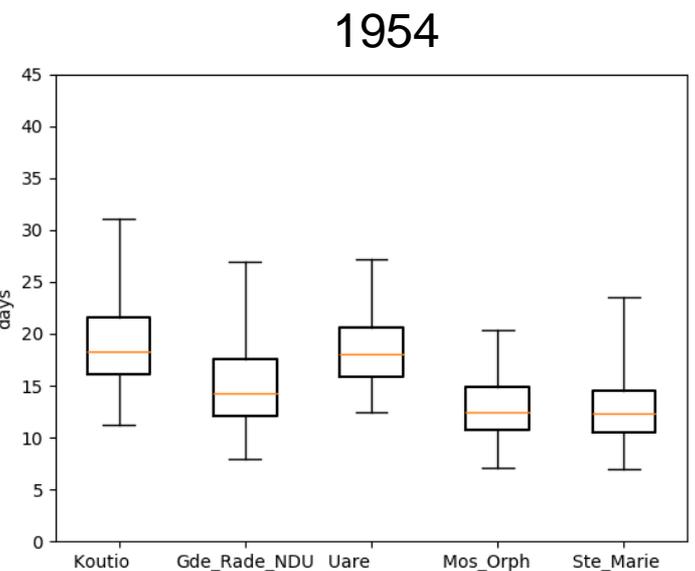
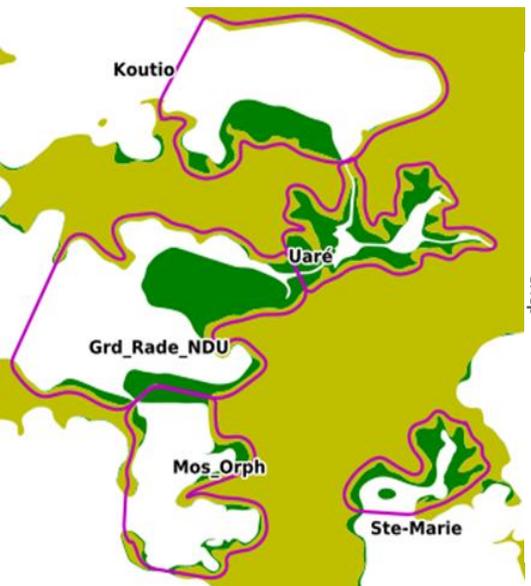


145 réalisations par scénario

-> Une statistique des temps de résidence

-> Analyse des facteurs explicatifs de la variabilité

Résultats: Distribution des Temps de résidence par boîte (145 réalisations par scénario)



| | Approche par la méthode du Prisme de marée | | Approche par la modélisation | | | Robustesse |
|-----------------------|--|------------|------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| | 1954 | Après 1954 | 1954 | Après 1954 | Différence | P-value (t-Test) |
| Koutio (B=0,08) | 16,7 (jours) | 18,6 | 16.6 (jours) | 16.4 | -0.2 | 0.69 |
| Gde_Rade_NDU (B=0,27) | 12,7 | 12,6 | 12.6 | 13.6 | +1.1 | 0.74 |
| Uaré (B=0,05) | 15,6 | 9,8 | 15.8 | 22.9 | +7.1 | 0.0 |
| Mos_Orph (B=0,31) | 11,1 | 9,7 | 11.0 | 11.1 | +0.1 | 0.13 |
| Ste_Marie (B=0,08) | 11,0 | 11,5 | 10.9 | 9.2 | -1.7 | 0.0 |

Résultats inattendus: Malgré fermeture des baies Mos_Orph ou Gde_Rade_NDU, pas d'effet sur les temps de résidence !!

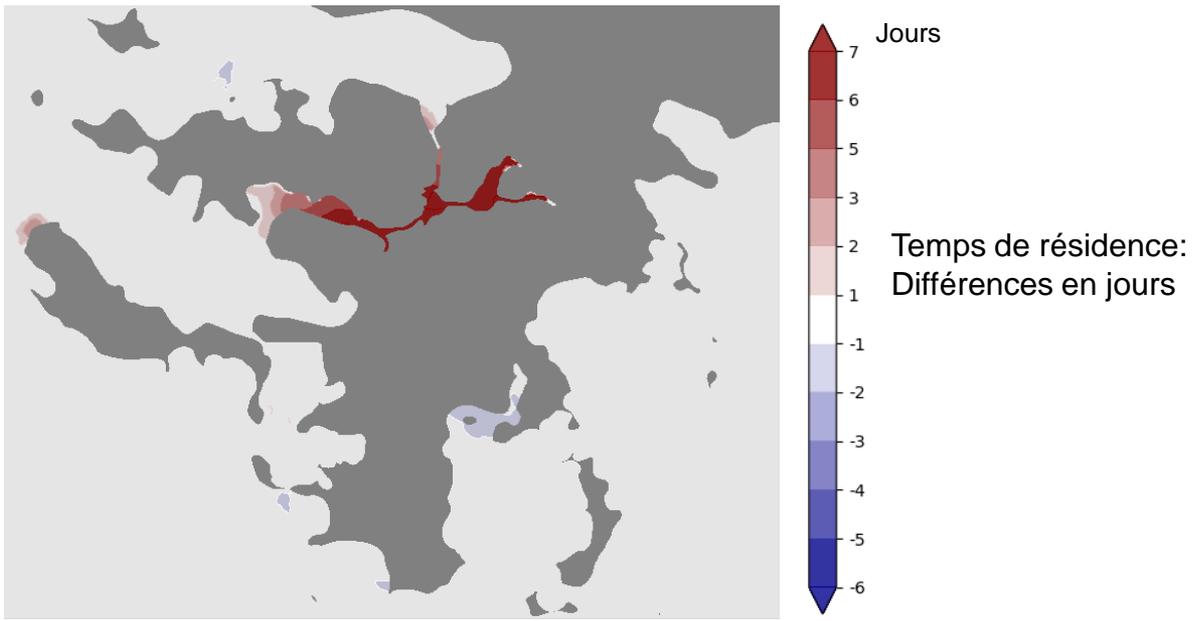
Anse Uaré : importante rectification morphologique (perte 70% en superficie, chenalisation ...) + 7 jours

Sainte-Marie : perte 50% surface, rectification hydrodynamique par l'îlot -1.7 jour

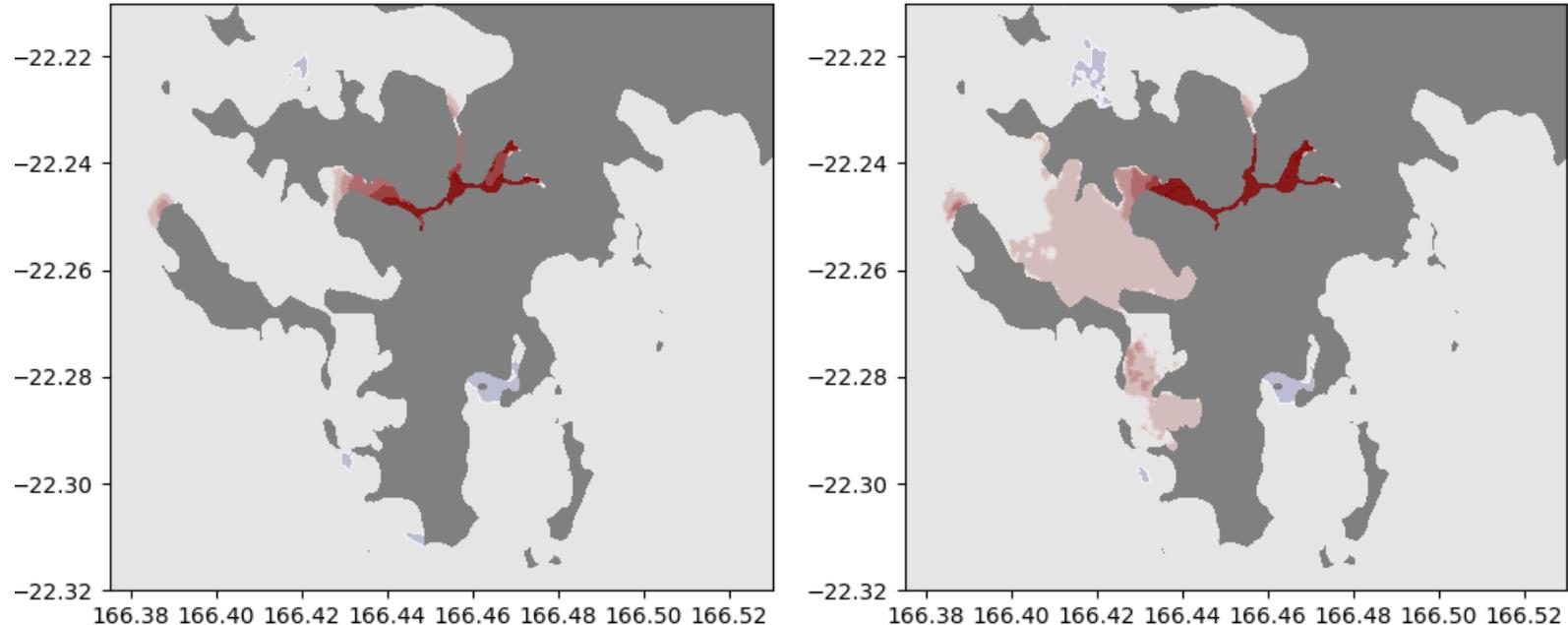
Méthode du Prisme de marée inappropriée: résultats à l'opposé de la modélisation !

Spatialisation des Temps de résidence aux points de calcul (2015-2018, 145 réalisations)

Carte de la moyenne des différences
Présent - 1954 (p<.05)

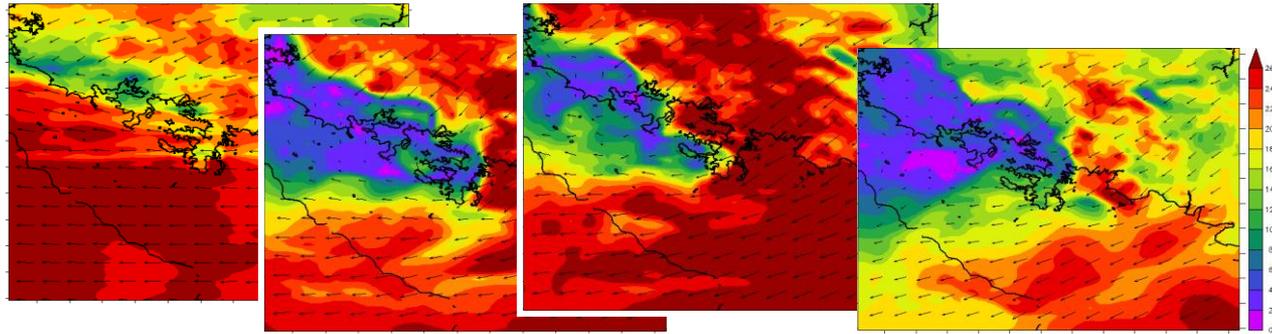


et la détection de 2 classes après une classification automatisée :

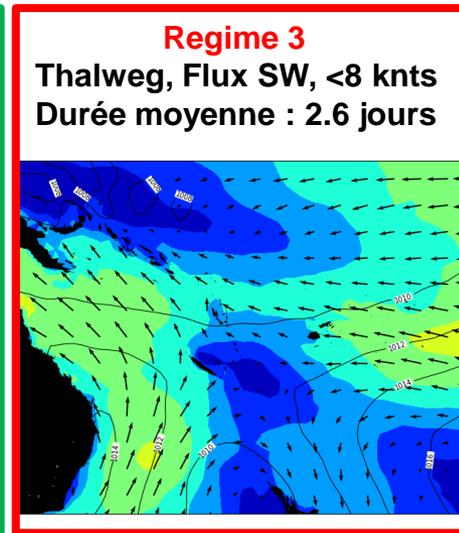
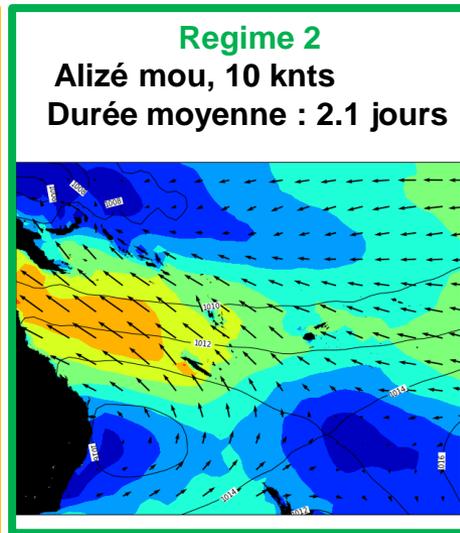
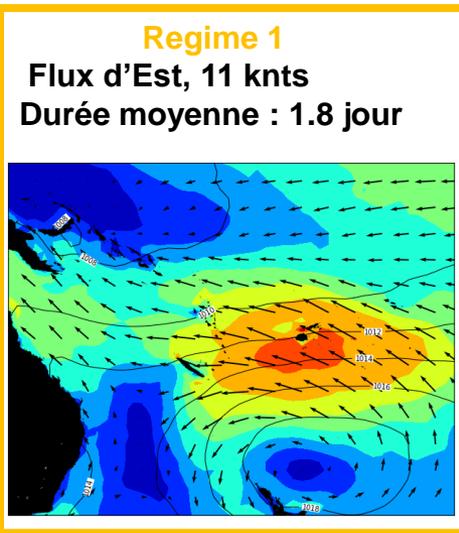


Pour aller plus loin ... Variabilité des temps de résidence en fonction des régimes de vents

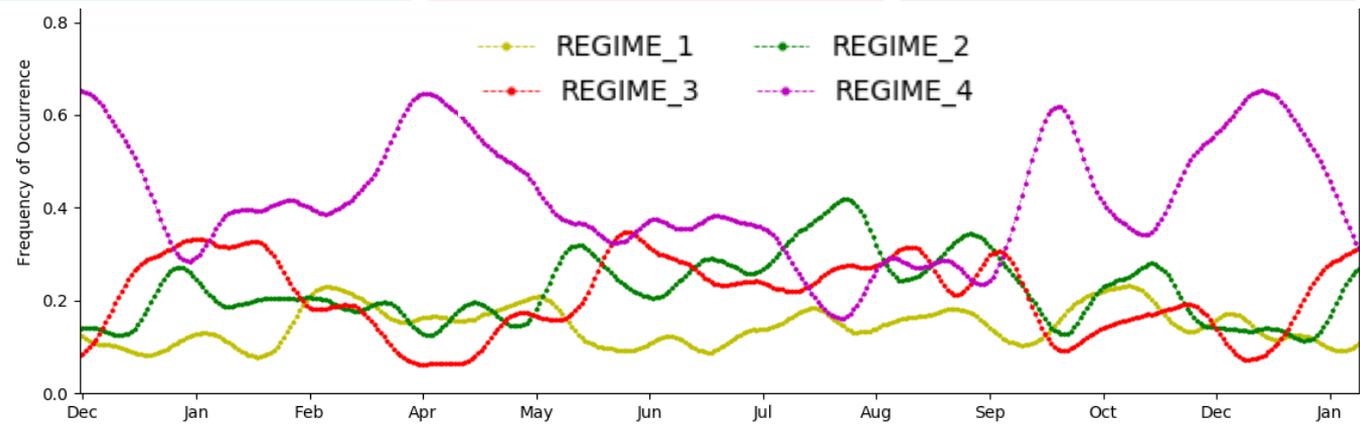
Forçage météo:
WRF, dx=800m, pas horaire,
Jan-2015: Dec-2018



Météo résumée par 4 situations synoptiques récurrentes issue d'une classification automatisée des situations journalières

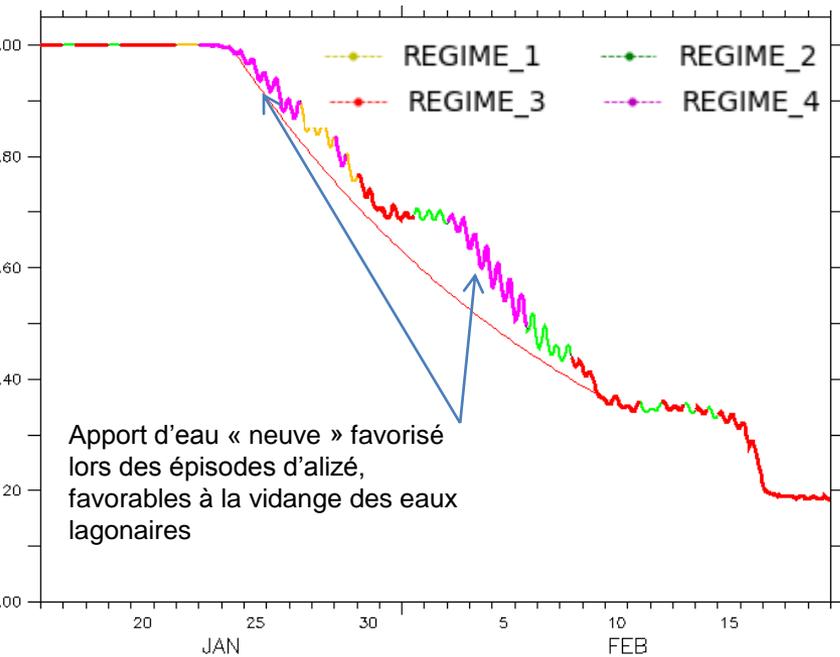


Climatologie de l'Occurrence
des 4 régimes :

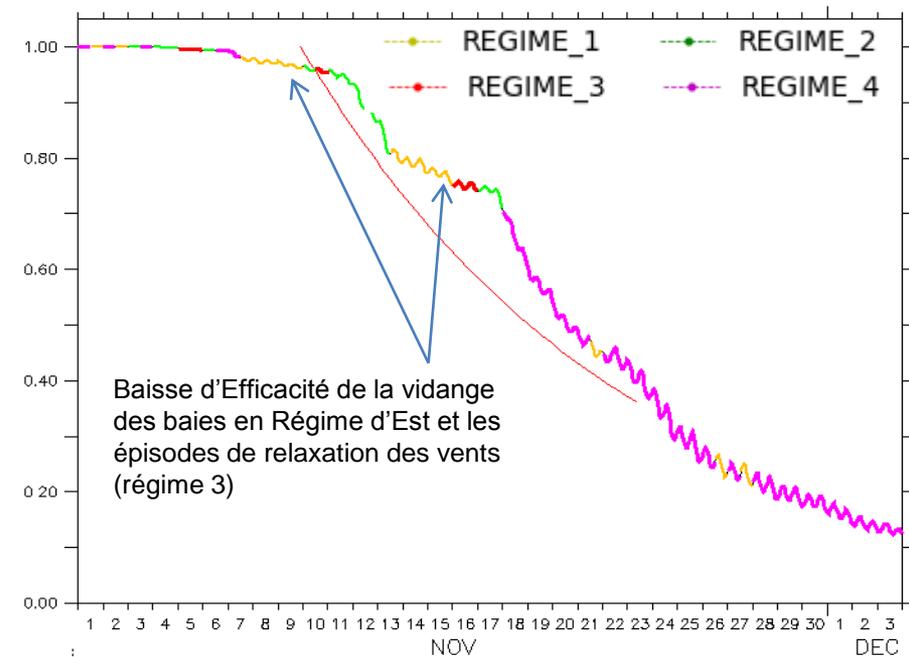


Exemple de lecture : Dynamique du renouvellement des masses d'eau fonction du régime de vent

Conc. Boite Koutio, réalisation 15-jan-2018



Conc. Boite Gde_Rade_NDU, réalisation 28-oct-2015



Regime 1
Flux d'Est, 11 knts
Durée moyenne : 1.8 jour

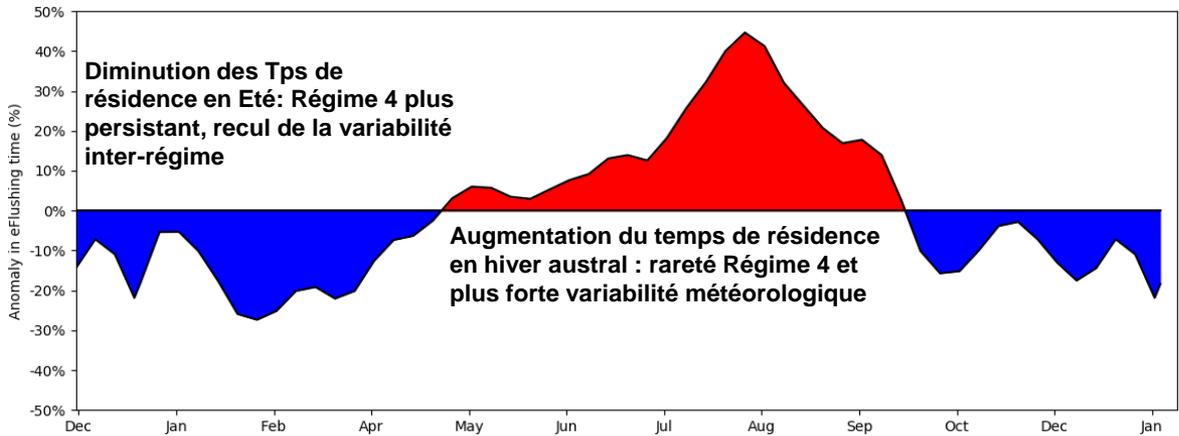
Regime 2
Alizé mou, 10 knts
Durée moyenne : 2.1 jours

Regime 3
Thalweg, Flux SW, <8 knts
Durée moyenne : 2.6 jours

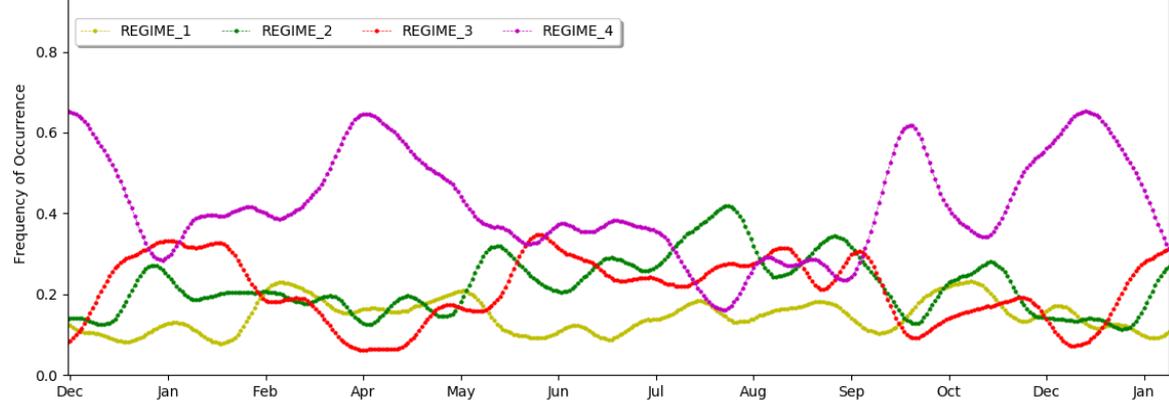
Regime 4
Alizé soutenu, > 15 knts
Durée moyenne : 4.4 jours

Mise en évidence de l'effet mécanique de la nature des régimes et leur variabilité saisonnière sur les Temps de résidence en fond de baie

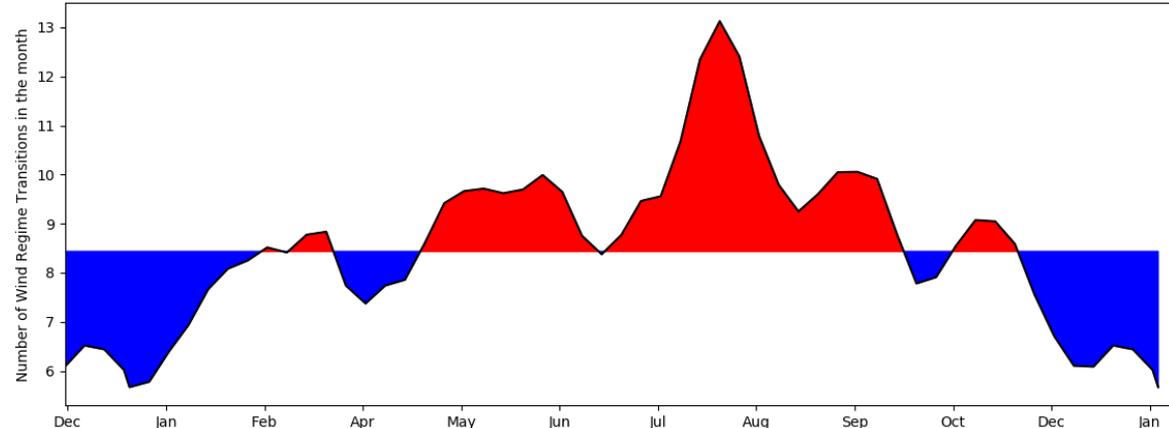
Climatologie de l'anomalie des Tps de Résidence (145 * 5 boîtes)



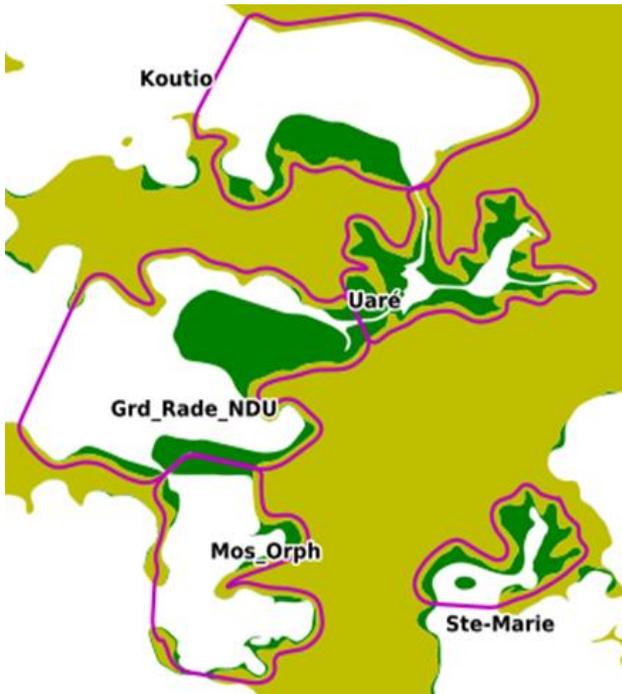
Climatologie de l'Occurrence des 4 régimes de vent (indicateur de la dominance du régime)



Climatologie du nombre mensuel de transitions entre les régimes (indicateur de la variabilité Météorologique)



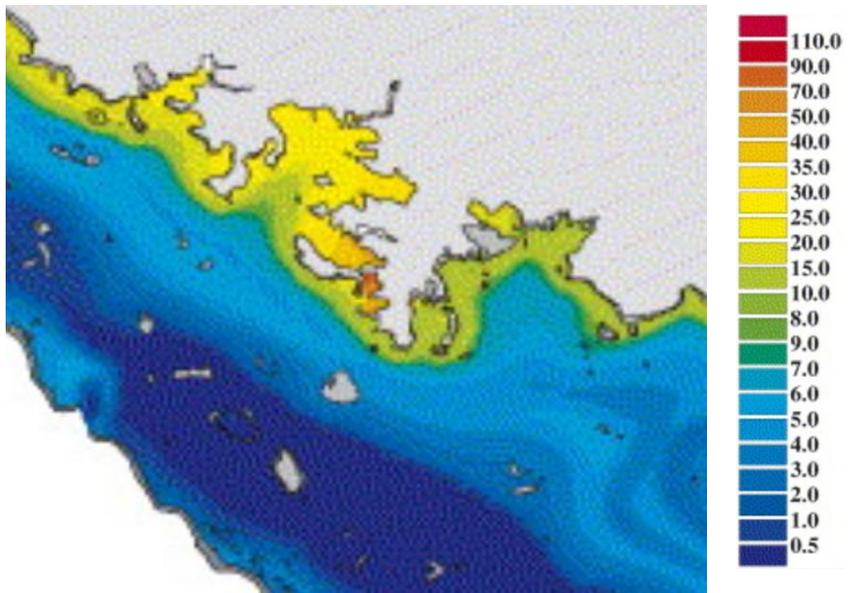
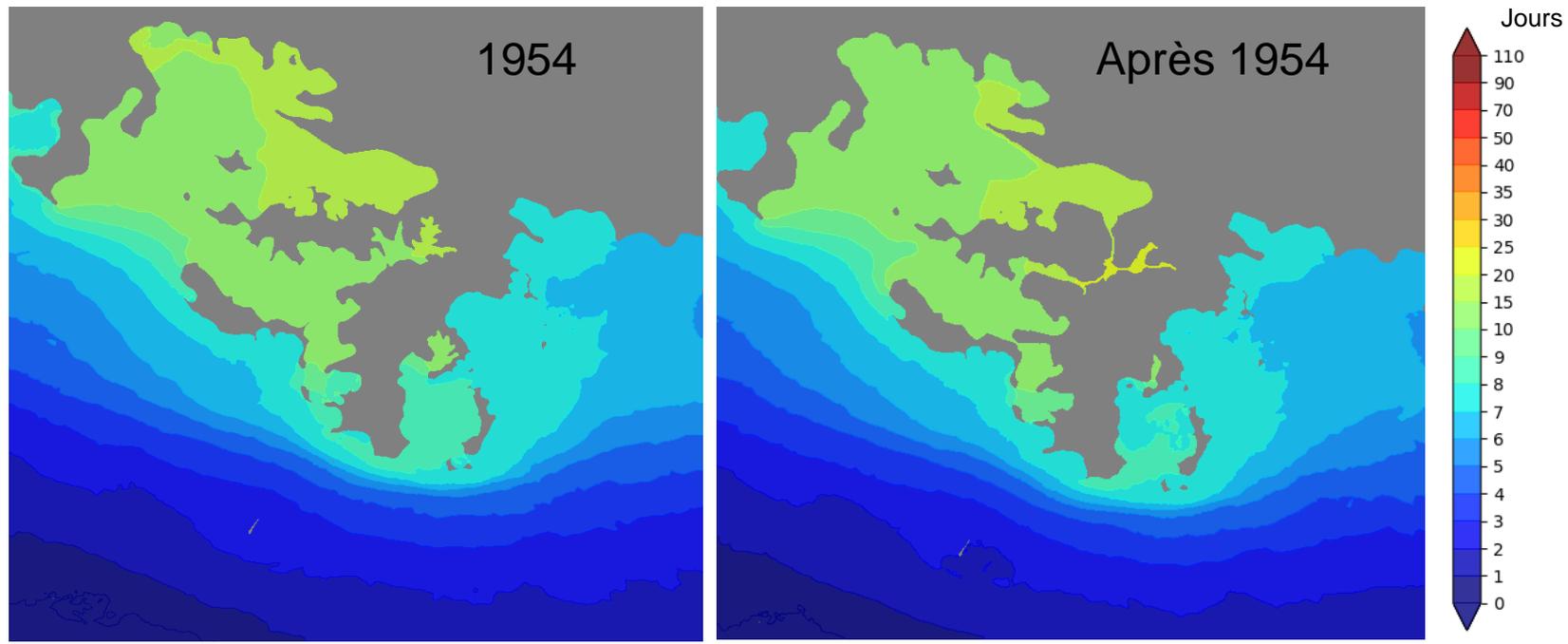
Annexes



| Volume | 1954 | 2000 | Reduction Volume |
|--------------|----------|----------|------------------|
| Koutio | 18842008 | 17646058 | -6% |
| Gde_Rade_NDU | 63954606 | 43390568 | -32% |
| Uaré | 3329458 | 627340 | -81% |
| Mos_Orph | 28318604 | 20979807 | -26% |
| Ste_Marie | 2568382 | 1219984 | -52% |

| Surface | 1954 | 2000 | Reduction Surface |
|--------------|---------|---------|-------------------|
| Koutio | 6622040 | 5571563 | -16% |
| Gde_Rade_NDU | 8162217 | 5585995 | -32% |
| Uaré | 2088558 | 627340 | -70% |
| Mos_Orph | 3882813 | 3263046 | -16% |
| Ste_Marie | 1370184 | 623745 | -54% |

Temps de résidence aux points de grilles, Schism 3D, Moyenne sur 145 réalisations, Marée + forçage météo 2015-2018



Temps de résidence Local, Modèle MARS 3D, dx=500m

Marée + Alizé uniforme 16 knts

D'après Figure 9., Jouon Aymeric et al.(2006). Calculations of hydrodynamic time parameters in a semi-opened coastal zone using a 3D hydrodynamic model. Continental Shelf Research, 26 (12-13)

Test de convergence : Temps de résidence selon l'effort de discrétisation spatiale

