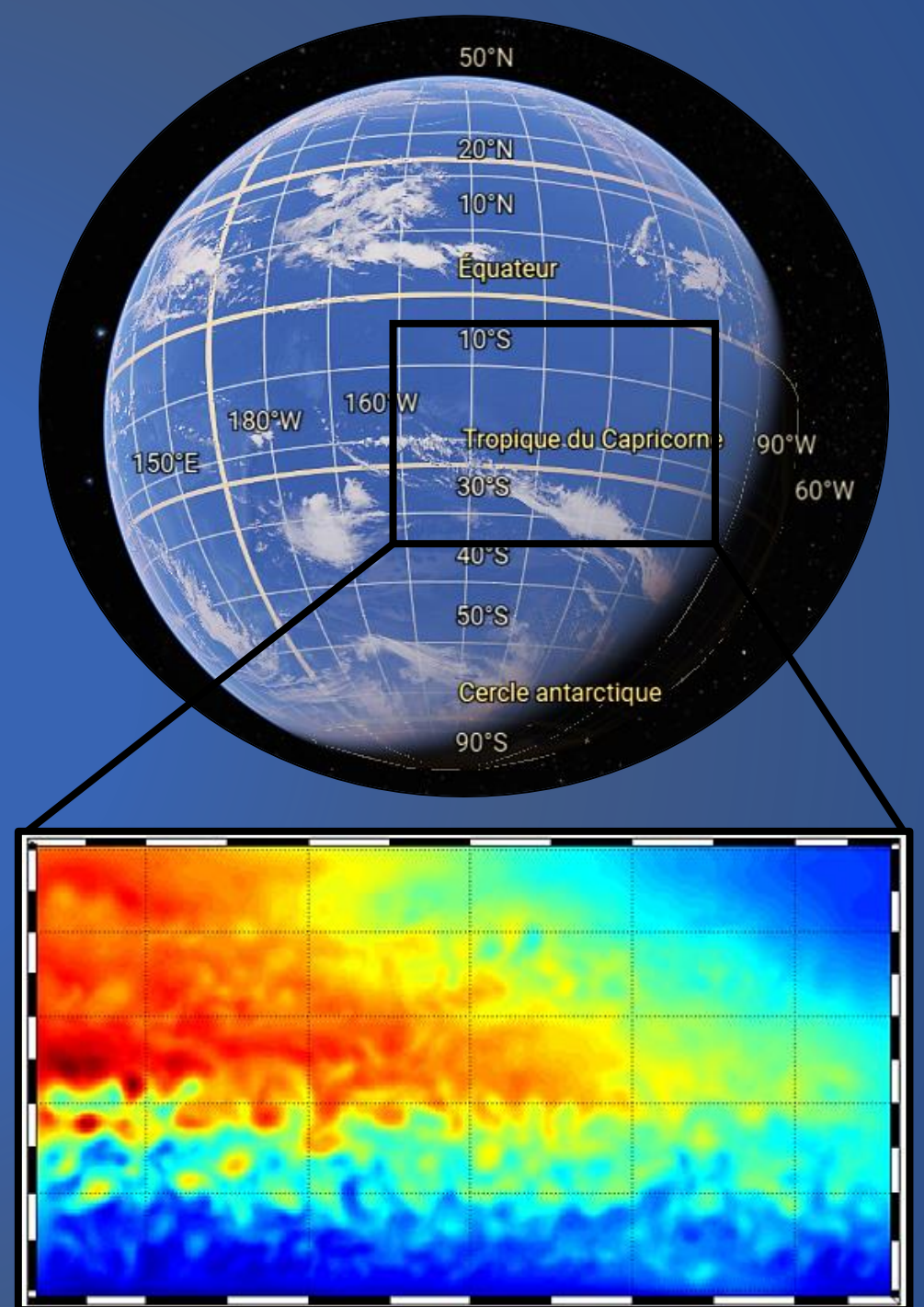


Étude de la dynamique du gyre subtropical du Pacifique Sud

Master Sciences de la Mer 2021-2022
OPB205 - Modélisation 3D océanique



Le gyre subtropical du Pacifique Sud

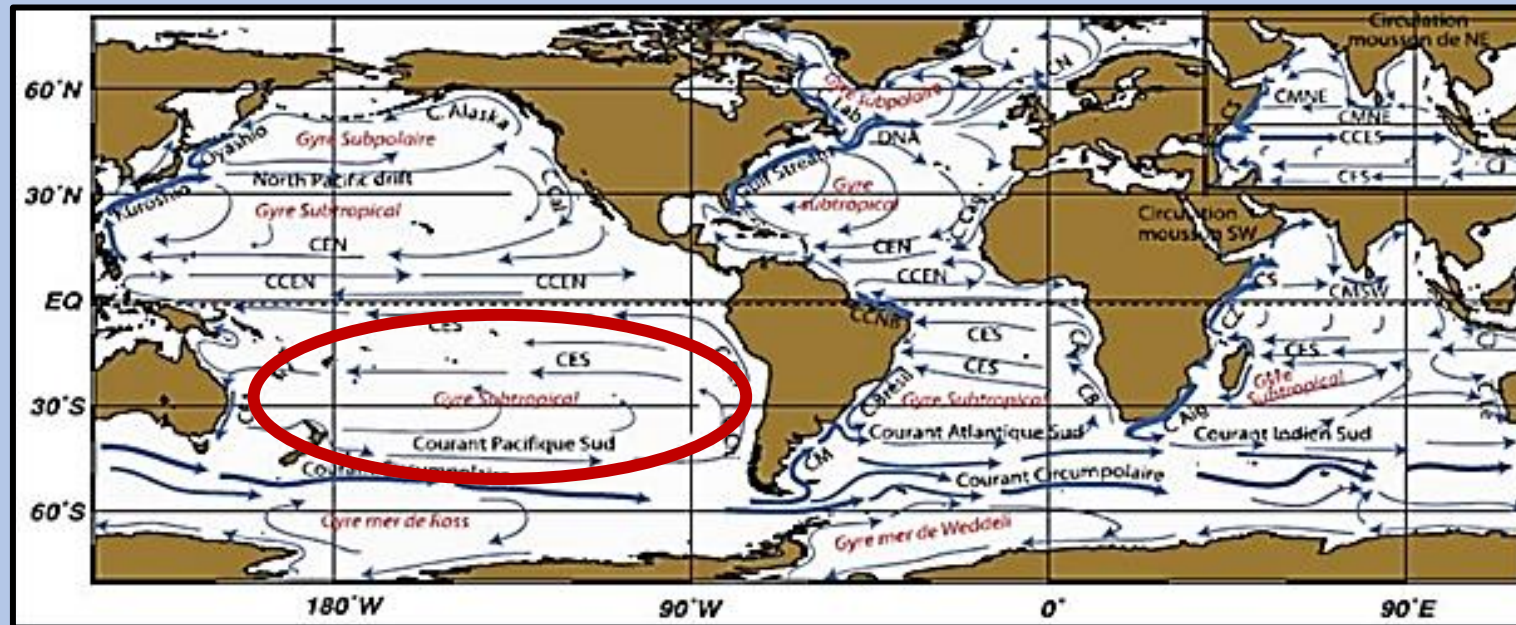


Fig. 1. Circulation générale des océans, tiré de l'ouvrage *L'océan planétaire* de Michèle Fieux

Limites Est – Ouest



Amérique du Sud



Australie

Le gyre subtropical du Pacifique Sud

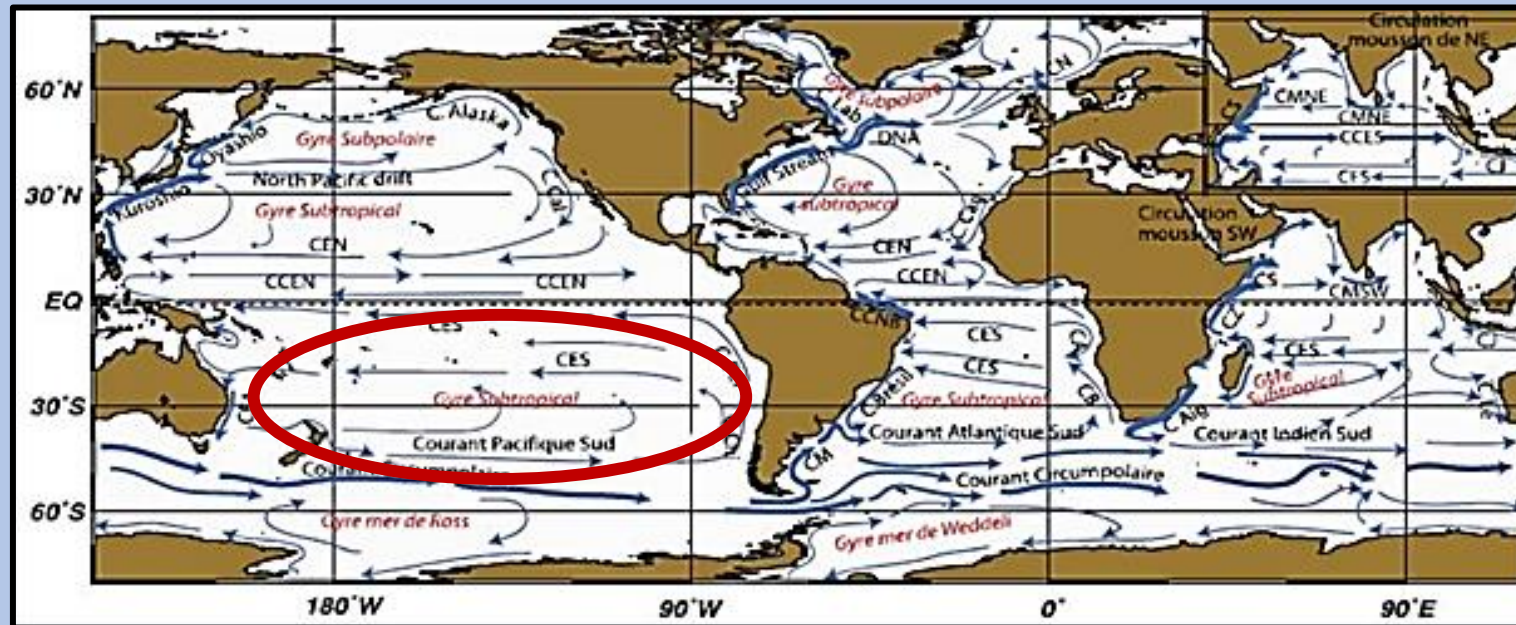


Fig. 1. Circulation générale des océans, tiré de l'ouvrage *L'océan planétaire* de Michèle Fieux

Limites Est – Ouest



Amérique du Sud



Australie

Limites Nord – Sud



Équateur



Gyre de Ross

Le gyre subtropical du Pacifique Sud

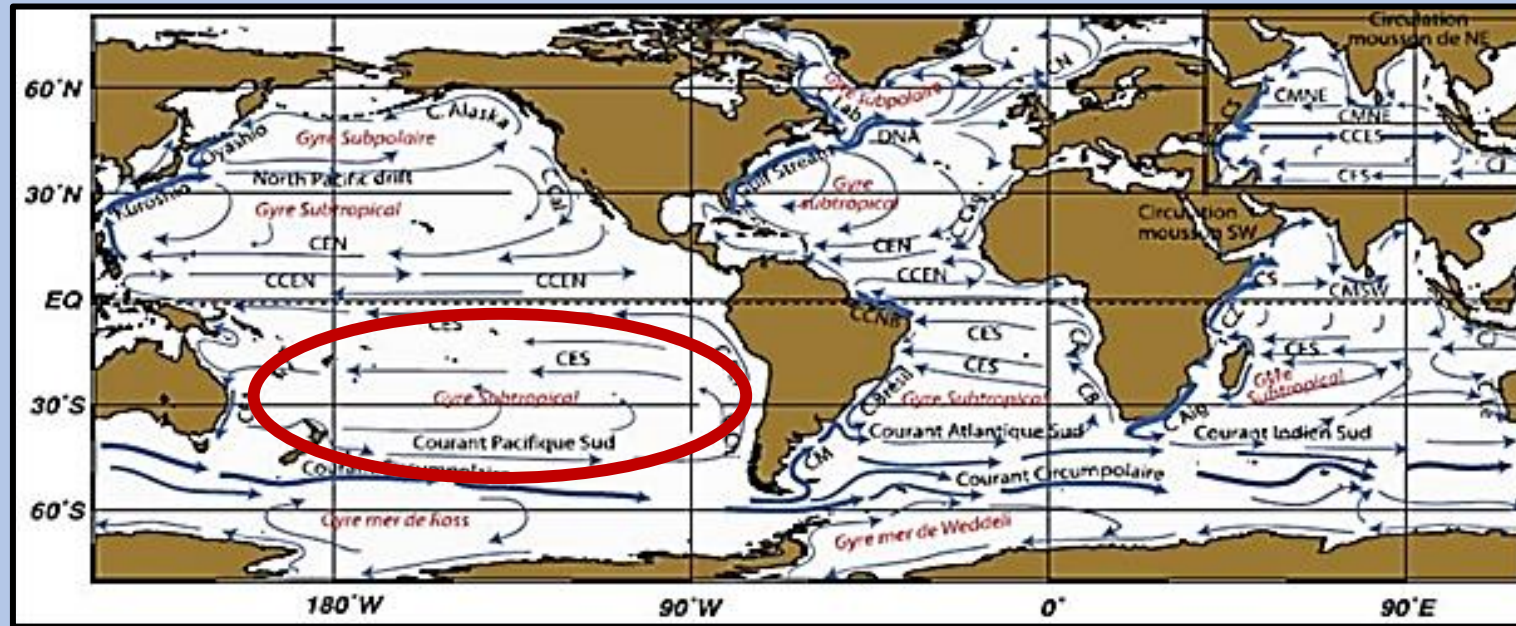


Fig. 1. Circulation générale des océans, tiré de l'ouvrage *L'océan planétaire* de Michèle Fieux

Limites Est – Ouest



Amérique du Sud



Australie

Limites Nord – Sud



Équateur



Gyre de Ross

Taille



10 000 km

Le gyre subtropical du Pacifique Sud

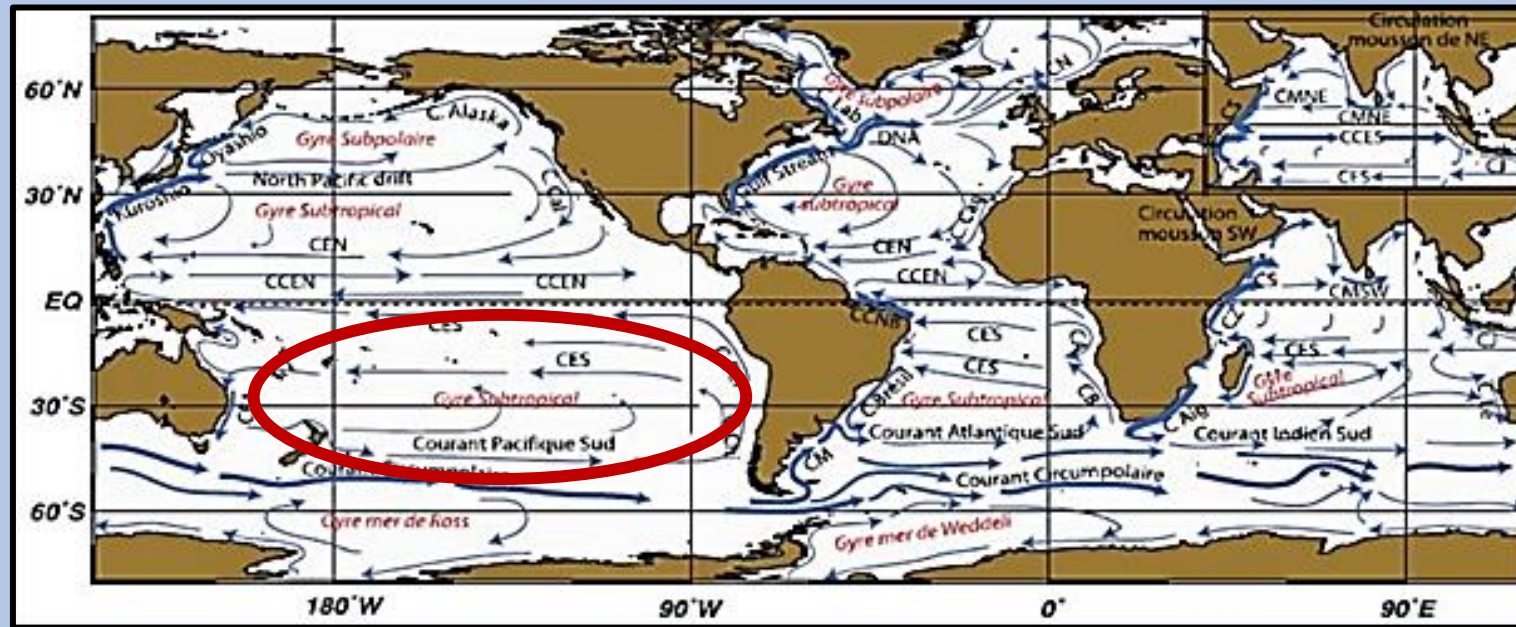


Fig. 1. Circulation générale des océans, tiré de l'ouvrage *L'océan planétaire* de Michèle Fieux

Limites Est – Ouest



Amérique du Sud



Australie

Limites Nord – Sud



Équateur



Gyre de Ross

Taille



10 000 km

**Obstacles
bathymétriques**



Non

Le gyre subtropical du Pacifique Sud

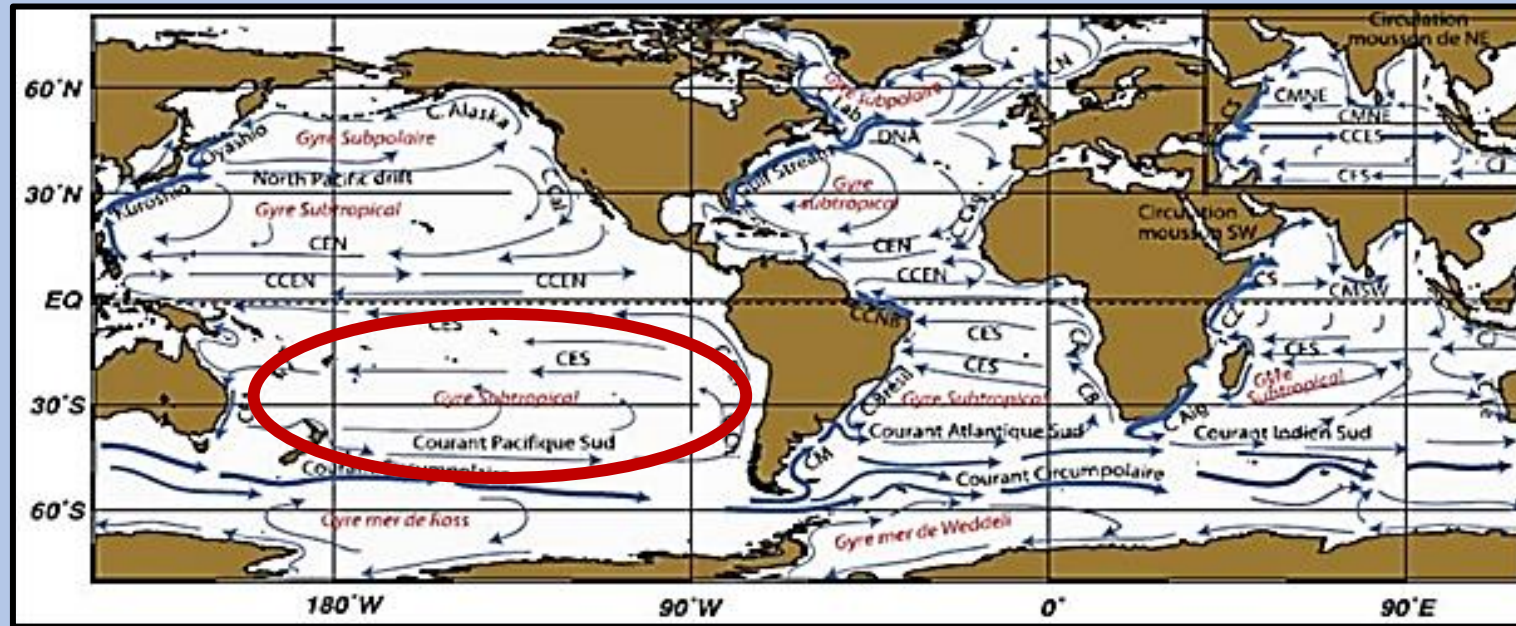


Fig. 1. Circulation générale des océans, tiré de l'ouvrage *L'océan planétaire* de Michèle Fieux

Limites Est – Ouest

Amérique du Sud

Australie

Limites Nord – Sud

Équateur

Gyre de Ross

Taille

10 000 km

Obstacles bathymétriques

Non

Caractéristiques

Pôle océanique d'inaccessibilité

Plus grand désert océanique

Modélisation du gyre

Objectifs



(1) Vérification de la stabilité du modèle

Modélisation du gyre

Objectifs



(1) Vérification de la stabilité du modèle



(2) Comparaison des variations décennales du gyre

- Données simulées & de l'article de Roemmich et al.

Journal of Physical Oceanography

Multidecadal Change of the South Pacific Gyre Circulation

DEAN ROEMMICH AND JOHN GILSON

Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, California

Received: 3 December 2015 ; Accepted: 21 March 2016

Modélisation du gyre

Objectifs



(1) Vérification de la stabilité du modèle



(2) Comparaison des variations décennales du gyre

- Données simulées & de l'article de Roemmich et al.



(3) Estimation de l'évolution du gyre

Journal of Physical Oceanography

Multidecadal Change of the South Pacific Gyre Circulation

DEAN ROEMMICH AND JOHN GILSON

Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, California

Received: 3 December 2015 ; Accepted: 21 March 2016

Modélisation du gyre

Objectifs



(1) Vérification de la stabilité du modèle



(2) Comparaison des variations décennales du gyre

- Données simulées & de l'article de Roemmich et al.



(3) Estimation de l'évolution du gyre



(4) Détermination des futures améliorations

Journal of Physical Oceanography

Multidecadal Change of the South Pacific Gyre Circulation

DEAN ROEMMICH AND JOHN GILSON

Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, California

Received: 3 December 2015 ; Accepted: 21 March 2016

Modélisation du gyre

Objectifs

(1) Vérification de la stabilité du modèle

(2) Comparaison des variations décennales du gyre

- Données simulées & de l'article de Roemmich et al.

(3) Estimation de l'évolution du gyre

(4) Détermination des futures améliorations

Journal of Physical Oceanography

Multidecadal Change of the South Pacific Gyre Circulation

DEAN ROEMMICH AND JOHN GILSON

Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, California

Received: 3 December 2015 ; Accepted: 21 March 2016

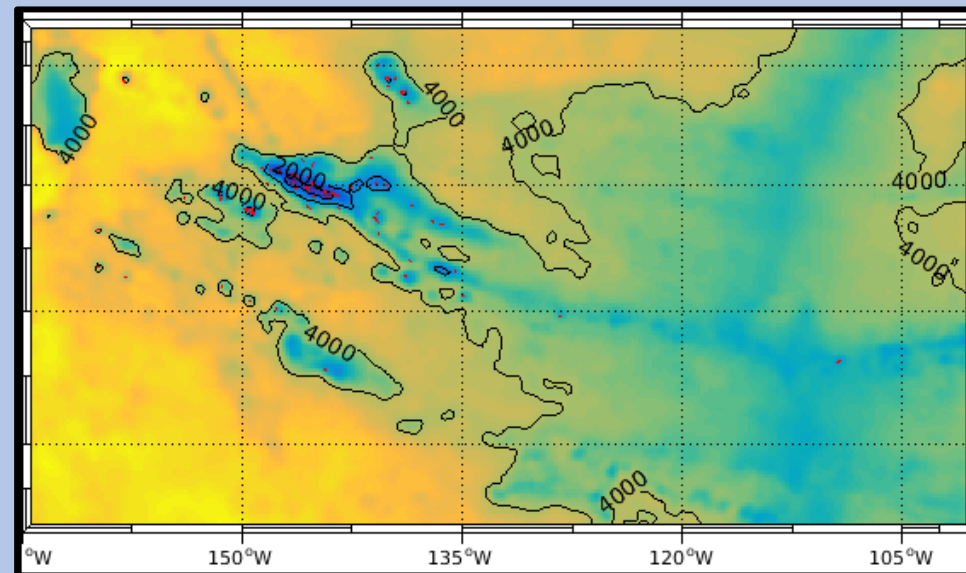


Fig. 2. Bathymétrie de la zone du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Le modèle CROCO



<https://www.idr.fr/projet-croco-modele-communalite-oceanographique-coller-et-regional>

Le modèle CROCO

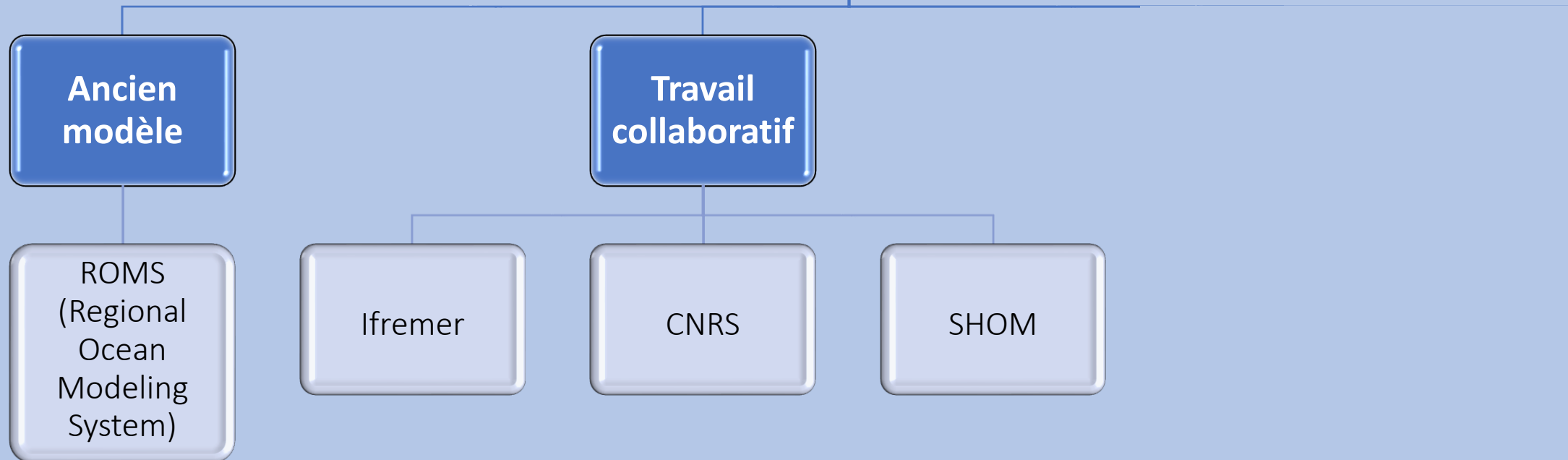


<https://www.idr.fr/projet-croco-modele-communautaire-oceanographie-cotier-et-regional>

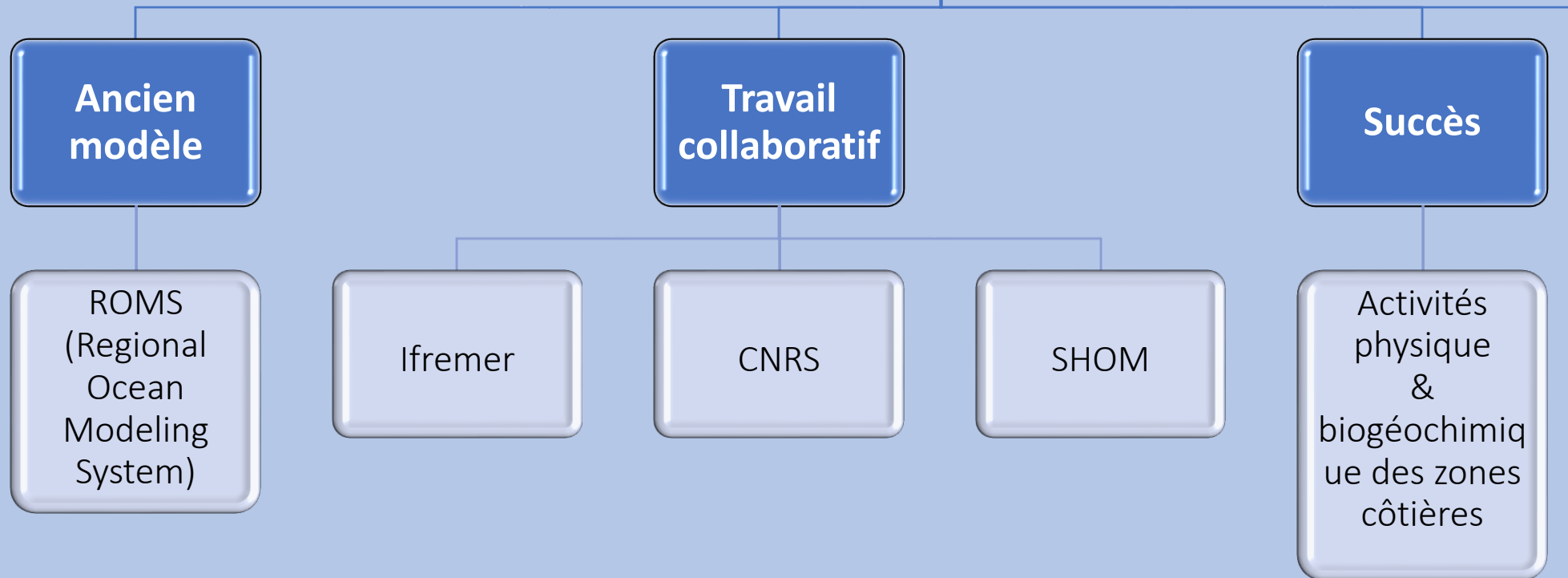
**Ancien
modèle**

ROMS
(Regional
Ocean
Modeling
System)

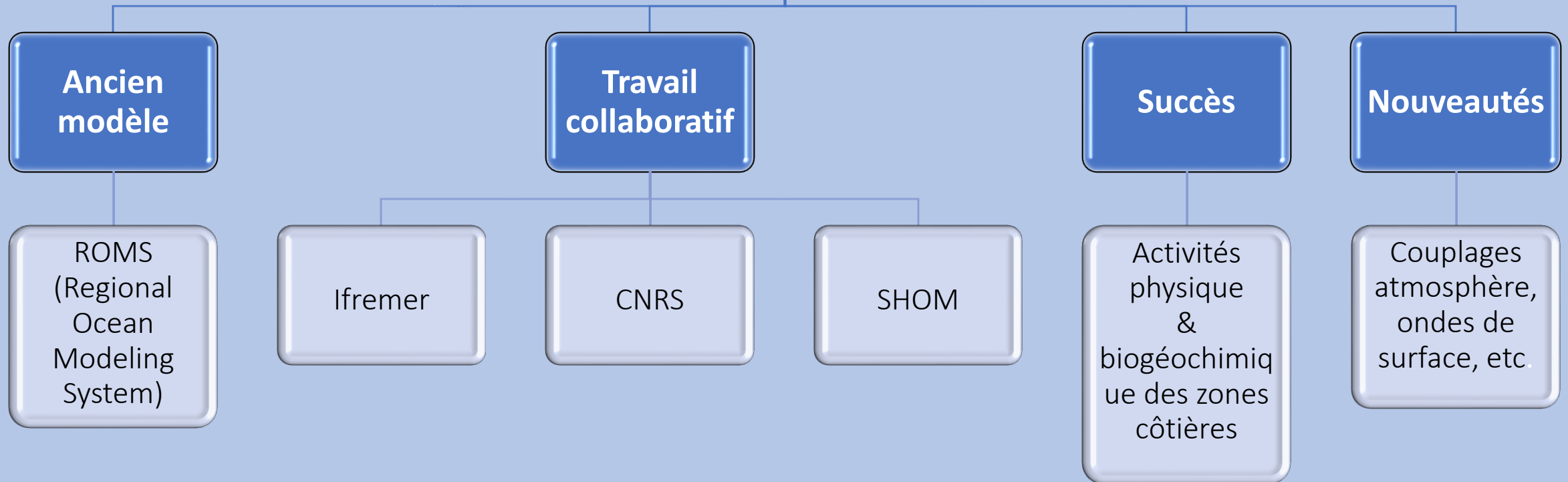
Le modèle CROCO



Le modèle CROCO



Le modèle CROCO



Le modèle CROCO



Coastal and Regional Ocean COmmunity model

<https://www.idr.fr/projet-croco-modele-communalite-oceanographique-coller-et-regional>

Résolution équations primitives

Équations de mouvement

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \nabla u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + f v + A_h \nabla_h^2 u + A_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \cdot \nabla v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} - f u + A_h \nabla_h^2 v + A_v \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \\ 0 = \frac{\partial p}{\partial z} + \rho g \end{cases}$$

Le modèle CROCO



Coastal and Regional Ocean COmmunity model

<https://www.idr.fr/projet-croco-modele-communalite-oceanographique-coller-et-regional>

Résolution équations primitives

Équations de mouvement

Équation de continuité

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

Le modèle CROCO



CROCO

Coastal and Regional Ocean COmmunity model

<https://www.idr.fr/projet-croco-modele-communalite-oceanographique-coller-et-regional>

Résolution équations primitives

Équations de mouvement

Équation de continuité

Équation de conservation de la **chaleur** & la **salinité**

$$\begin{cases} \frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T = K_h \nabla_h^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \\ \frac{\partial S}{\partial t} + u \cdot \nabla S = K_h \nabla_h^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \end{cases}$$

Le modèle CROCO



<https://www.ird.fr/projet-croco-modele-communalite-oceanographique-cotier-et-regional>

Résolution équations primitives

Équations de mouvement

Équation de continuité

Équation de conservation de la chaleur & la salinité

Équation d'état de l'eau de mer

$$\rho = \rho(T, S, p)$$

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Grille Temporelle

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

lonmin=-165, lonmax=-100,
latmin=-37, latmax=-5

- *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Grille Temporelle

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

lonmin=-165, lonmax=-100,
latmin=-37, latmax=-5
• *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale

$1/5^\circ$

Grille Temporelle

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$
• *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale

$1/5^\circ$

État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Grille Temporelle

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$
• *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale

$1/5^\circ$

État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Taille de la
grille

$LLm0=324, MMm0=174, N=32$
• *make_grid* sur Matlab

Grille Temporelle

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$

- *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale $1/5^\circ$ État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Taille de la
grille

$LLm0=324, MMm0=174, N=32$

- *make_grid* sur Matlab

Nombre de
mailles
totale

1 804 032 mailles

Grille Temporelle

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$

- *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale $1/5^\circ$ État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Taille de la
grille

$LLm0=324, MMm0=174, N=32$

- *make_grid* sur Matlab

Nombre de
mailles
totale

1 804 032 mailles

Grille Temporelle

Pas de
temps
interne $dt = 1440\text{ s}$

- *ad_cfl.m* sur Matlab
- Critère CFL (*Courant, Friedrichs et Lewy*)

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$

- *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale $1/5^\circ$ État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Taille de la
grille

$LLm0=324, MMm0=174, N=32$

- *make_grid* sur Matlab

Nombre de
mailles
totale

1 804 032 mailles

Grille Temporelle

Pas de
temps
interne $dt = 1440 \text{ s}$

- *ad_cfl.m* sur Matlab
- Critère CFL (*Courant, Friedrichs et Lewy*)

Pas de
temps
externe

NDTFAST = 60 s

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$

- *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale $1/5^\circ$ État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Taille de la
grille

$LLm0=324, MMm0=174, N=32$

- *make_grid* sur Matlab

Nombre de
mailles
totale

1 804 032 mailles

Grille Temporelle

Pas de
temps
interne $dt = 1440 \text{ s}$

- *ad_cfl.m* sur Matlab
- Critère CFL (*Courant, Friedrichs et Lewy*)

Pas de
temps
externe

NDTFAST = 60 s

Durée de la
simulation

NTIMES = 10 ans

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$

- *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale $1/5^\circ$ État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Taille de la
grille

$LLm0=324, MMm0=174, N=32$

- *make_grid* sur Matlab

Nombre de
mailles
totale

1 804 032 mailles

Grille Temporelle

Pas de
temps
interne $dt = 1440\text{ s}$

- *ad_cfl.m* sur Matlab
- Critère CFL (*Courant, Friedrichs et Lewy*)

Pas de
temps
externe

NDTFAST = 60 s

Durée de la
simulation

NTIMES = 10 ans

Fréquence
de
sauvegarde

Sorties instantanées NWRT
Sorties moyennées NAVG
Sorties restart NRST

Paramétrisation du modèle

Grille Spatiale

Coordonnées
géographi-
ques

$lonmin=-165, lonmax=-100,$
 $latmin=-37, latmax=-5$

- *ad_findgeocoord.m* sur Matlab

Résolution
horizontale $1/5^\circ$ État des
frontières

[S E N W] Ouvertes

Taille de la
grille

$LLm0=324, MMm0=174, N=32$

- *make_grid* sur Matlab

Nombre de
mailles
totale

1 804 032 mailles

Grille Temporelle

Pas de
temps
interne $dt = 1440\text{ s}$

- *ad_cfl.m* sur Matlab
- Critère CFL (*Courant, Friedrichs et Lewy*)

Pas de
temps
externe

NDTFAST = 60 s

Durée de la
simulation

NTIMES = 10 ans

Fréquence
de
sauvegarde

Sorties instantanées NWRT
Sorties moyennées NAVG
Sorties restart NRST

Temps
total
d'exécution

1 semaine

Diagnostiques



Diagnostiques

Temps
spin_up

Modèle n'est plus influencé par les
conditions initiales

Équilibre

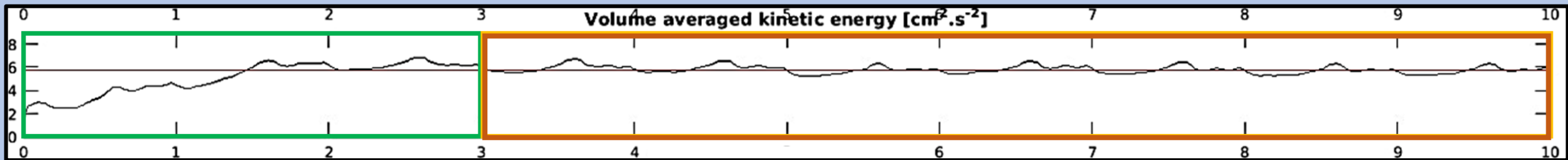


Fig. 3. Série temporelle de la vitesse cinétique moyenne, obtenue sur Matlab avec *croco_diags.m*

Diagnostiques

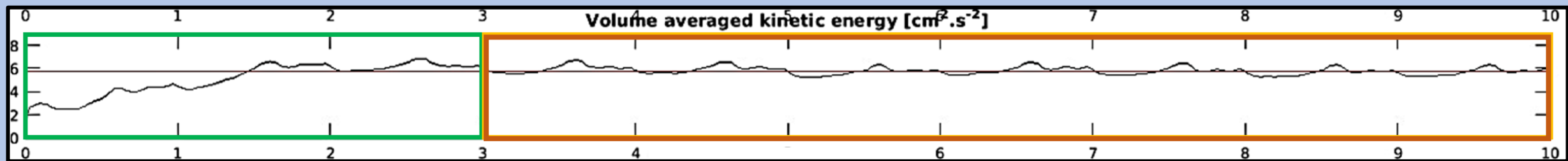


Fig. 3. Série temporelle de la vitesse cinétique moyenne, obtenue sur Matlab avec *croco_diags.m*

Temps *spin_up* → 3 ans

Modèle à l'équilibre → 7 ans

Diagnostiques

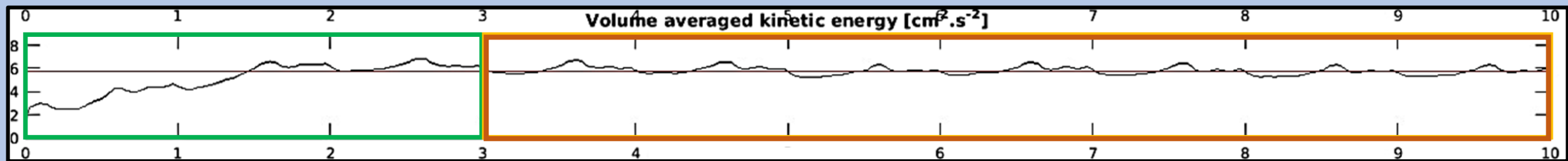
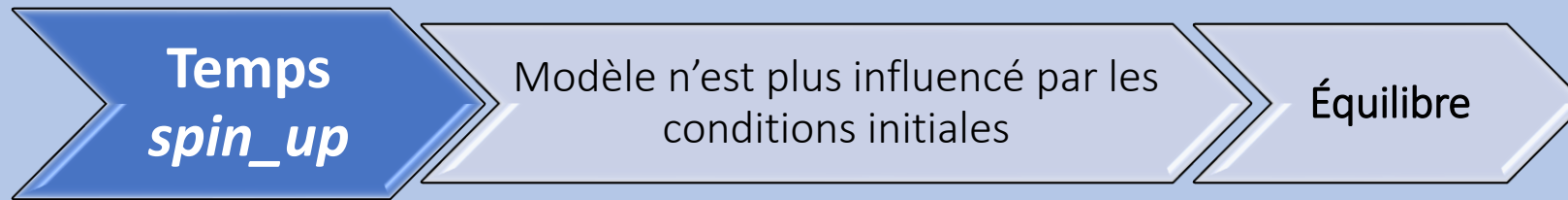


Fig. 3. Série temporelle de la vitesse cinétique moyenne, obtenue sur Matlab avec *croco_diags.m*

Temps *spin_up* → 3 ans

Modèle à l'équilibre → 7 ans

Années analysées



Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Transport d'Ekman

Hémisphère Sud

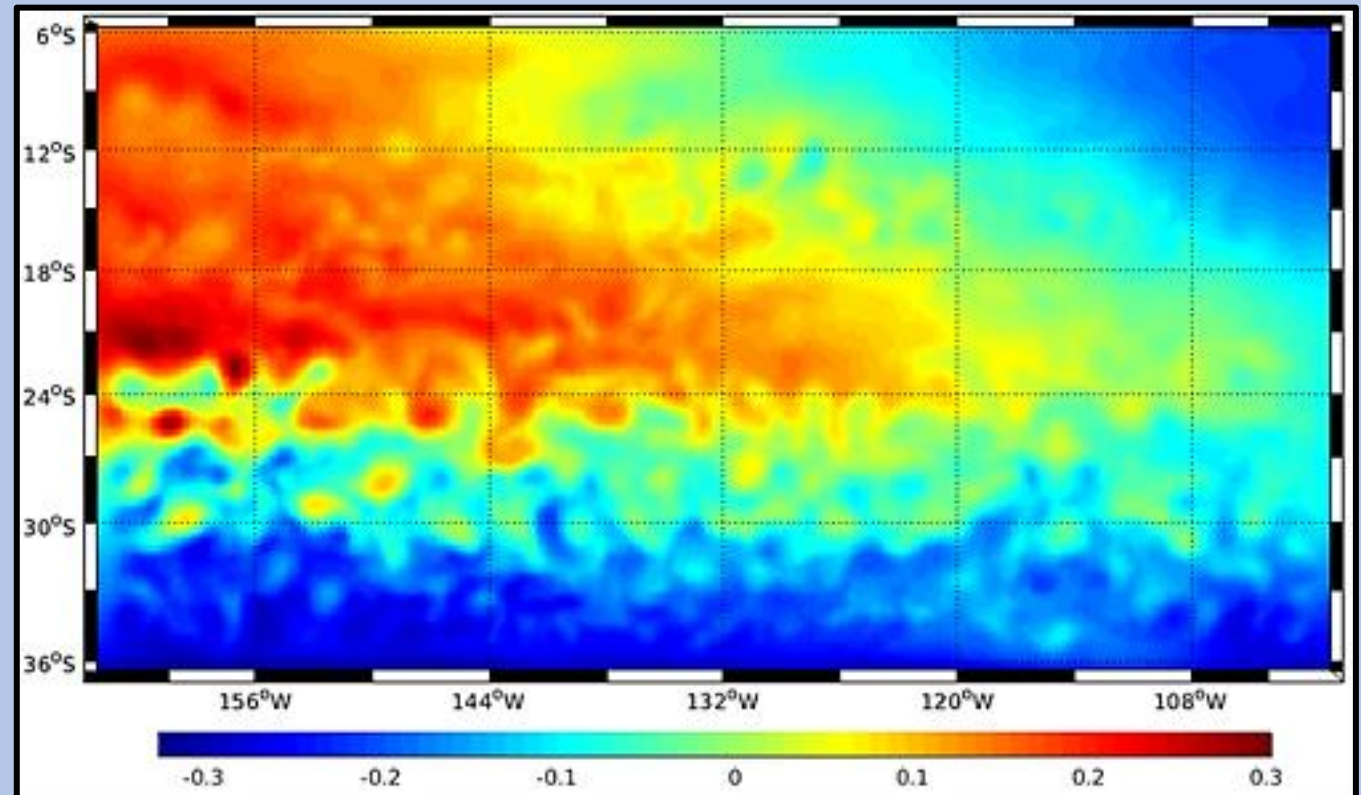


Fig. 4. Déformation de la surface libre η en m du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Transport d'Ekman

Hémisphère Sud

Forçage météorologique
anticyclonique

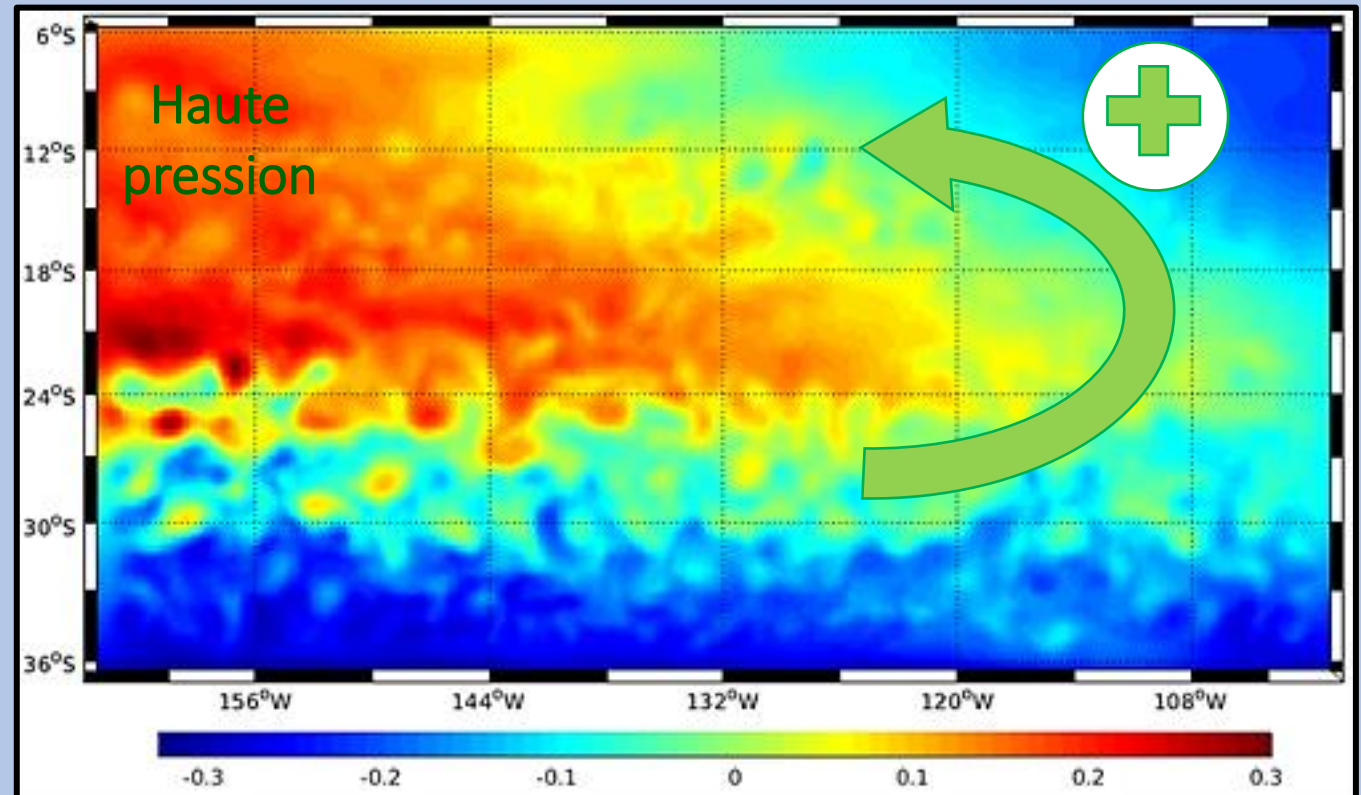


Fig. 4. Déformation de la surface libre η en m du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Transport d'Ekman

Hémisphère Sud

Forçage météorologique
anticyclonique

Transport d'Ekman à gauche du
vent

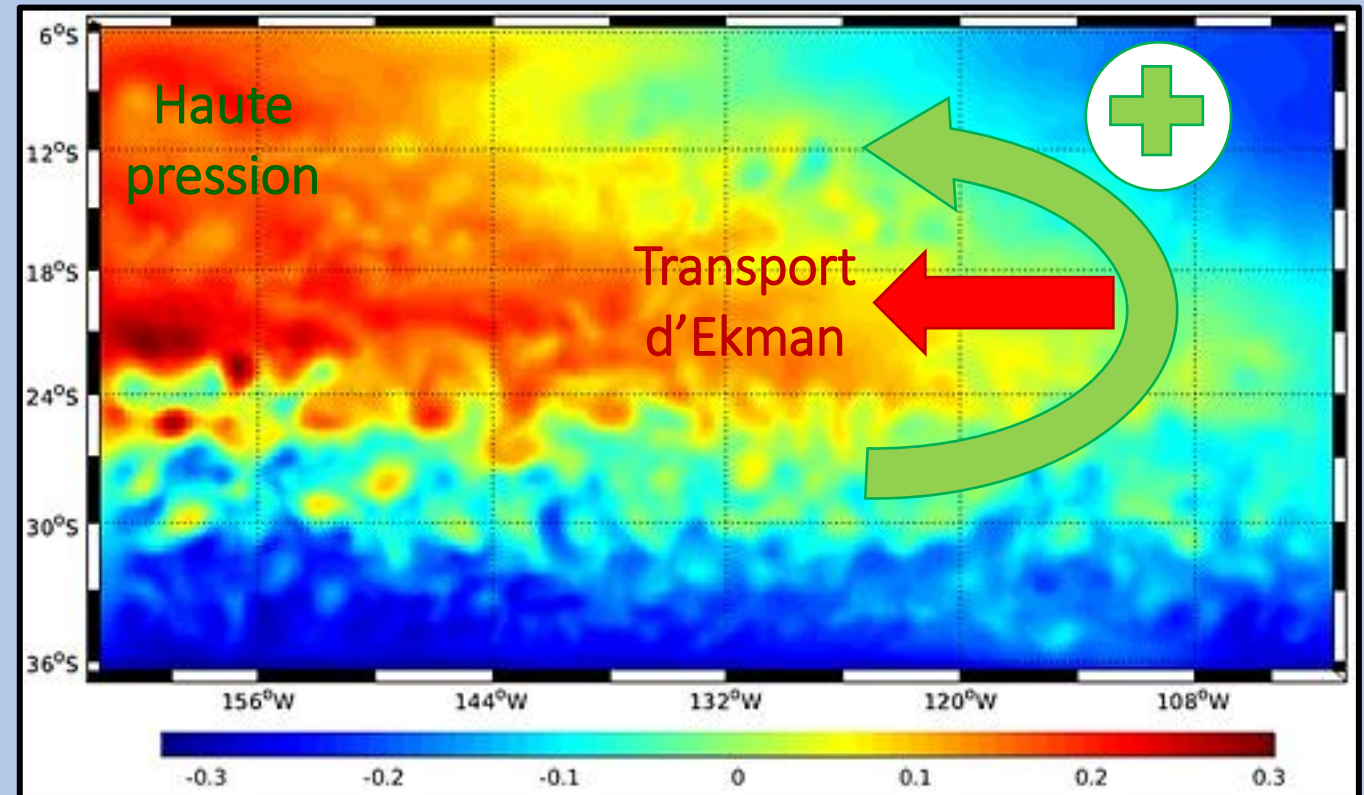


Fig. 4. Déformation de la surface libre η en m du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Transport d'Ekman

Hémisphère Sud

Forçage météorologique
anticyclonique

Transport d'Ekman à gauche du
vent

Convergence des masses d'eau
de surface

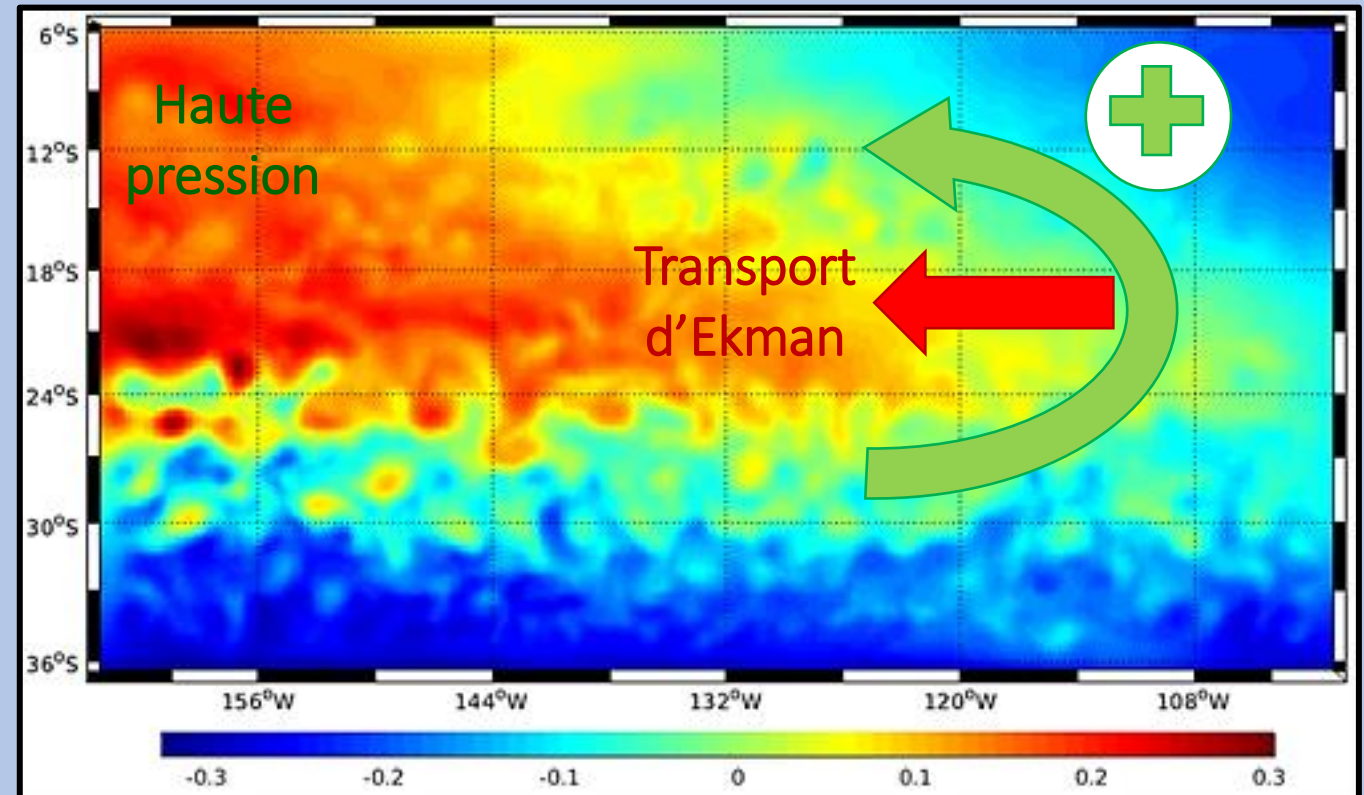


Fig. 4. Déformation de la surface libre η en m du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Transport d'Ekman

Hémisphère Sud

Forçage météorologique
anticyclonique

Transport d'Ekman à gauche du
vent

Convergence des masses d'eau
de surface

Déformation de la surface libre
 η élevé au centre

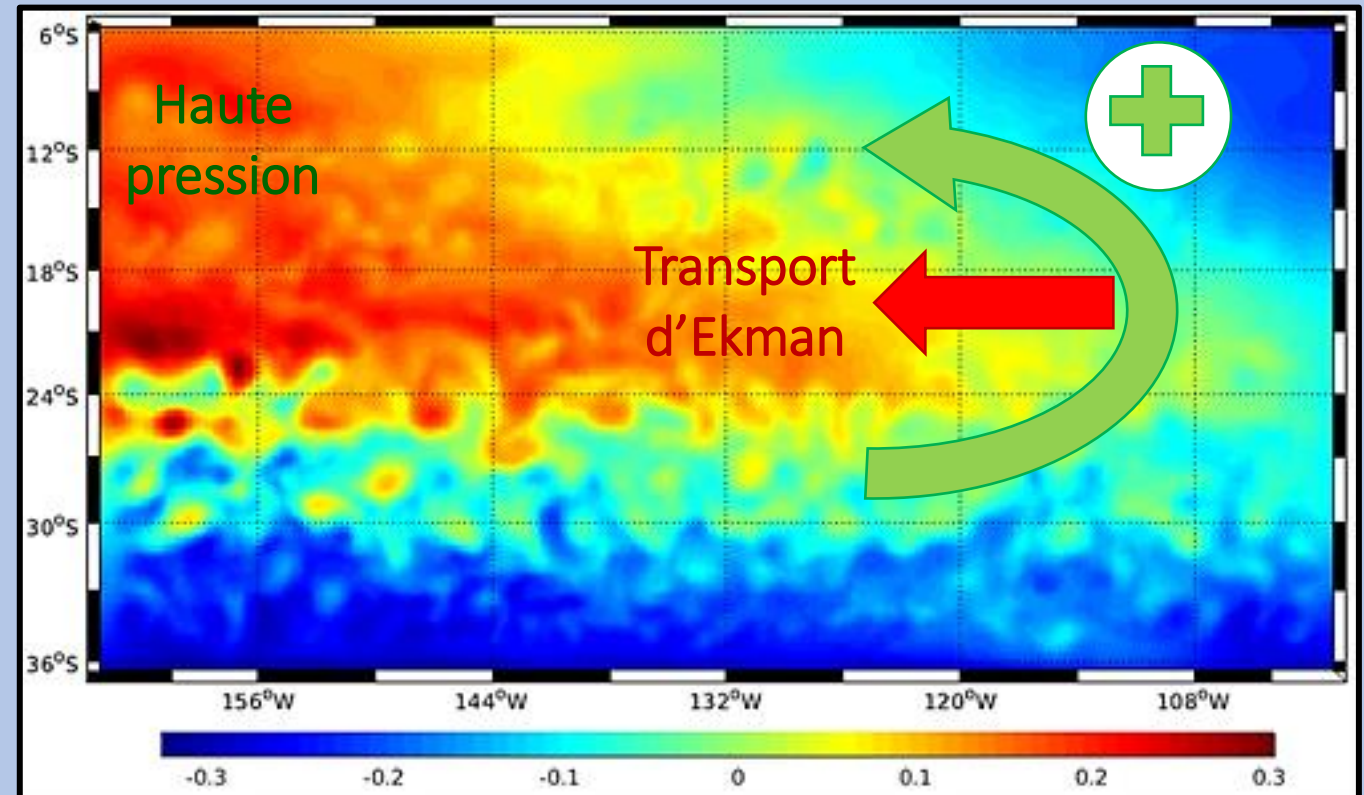


Fig. 4. Déformation de la surface libre η en m du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Transport d'Ekman

Hémisphère Sud

Forçage météorologique
anticyclonique

Transport d'Ekman à gauche du
vent

Convergence des masses d'eau
de surface

Déformation de la surface libre
 η élevé au centre

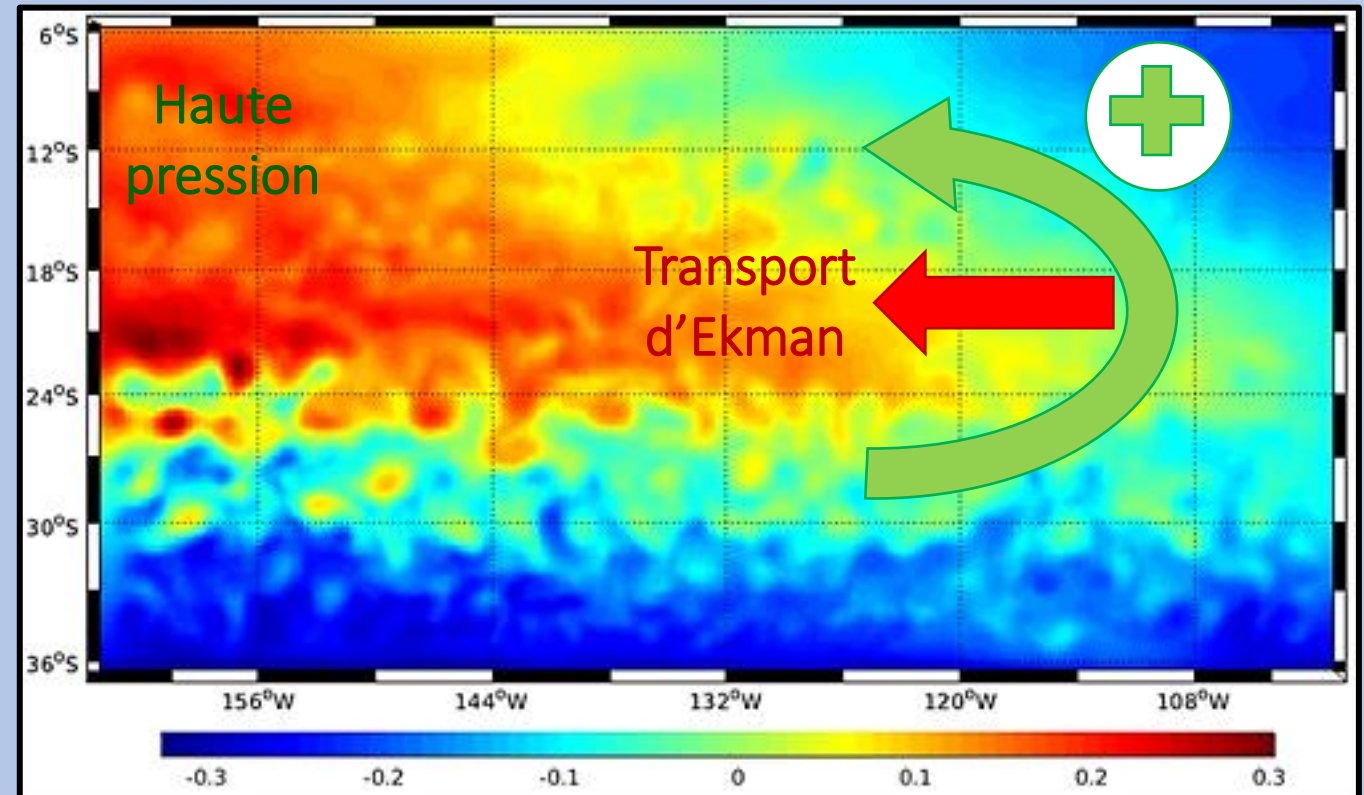


Fig. 4. Déformation de la surface libre η en m du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Transport d'Ekman



Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

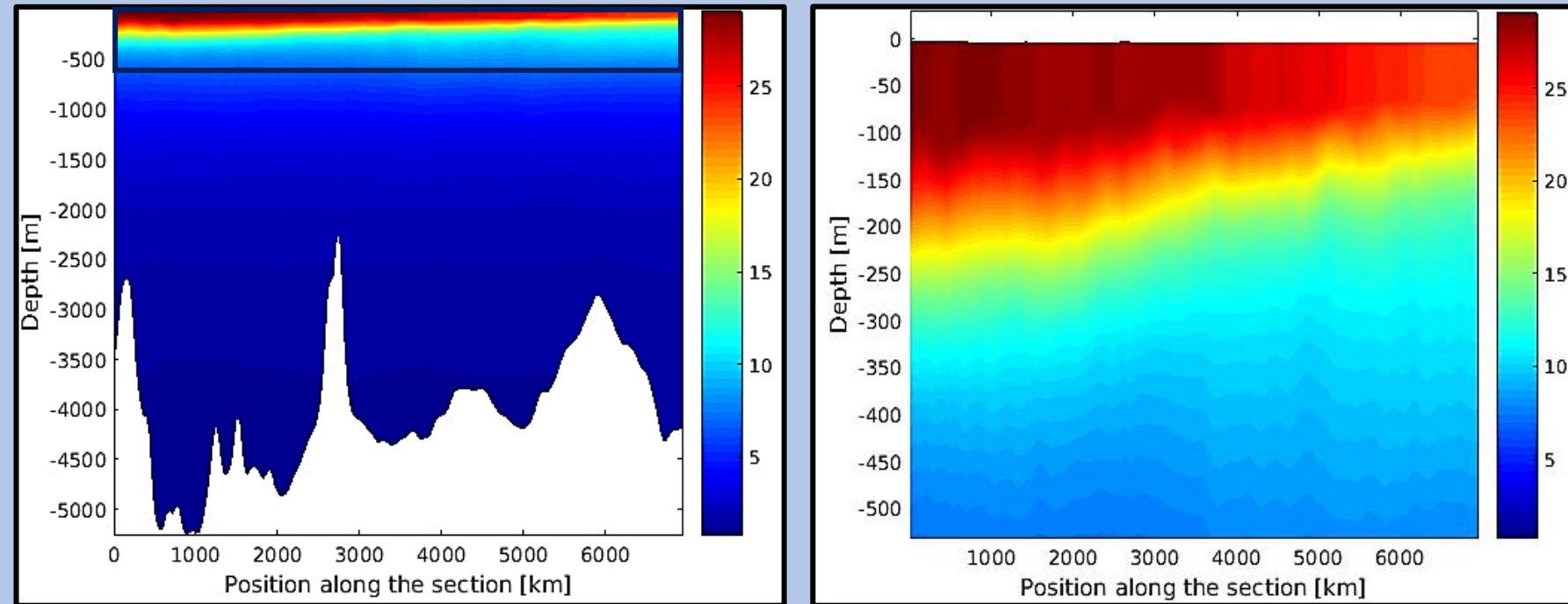


Fig. 5. Sections verticales de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenues à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Section sur l'ensemble du gyre ; (b) Zoom sur la section

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

Conservation de la masse

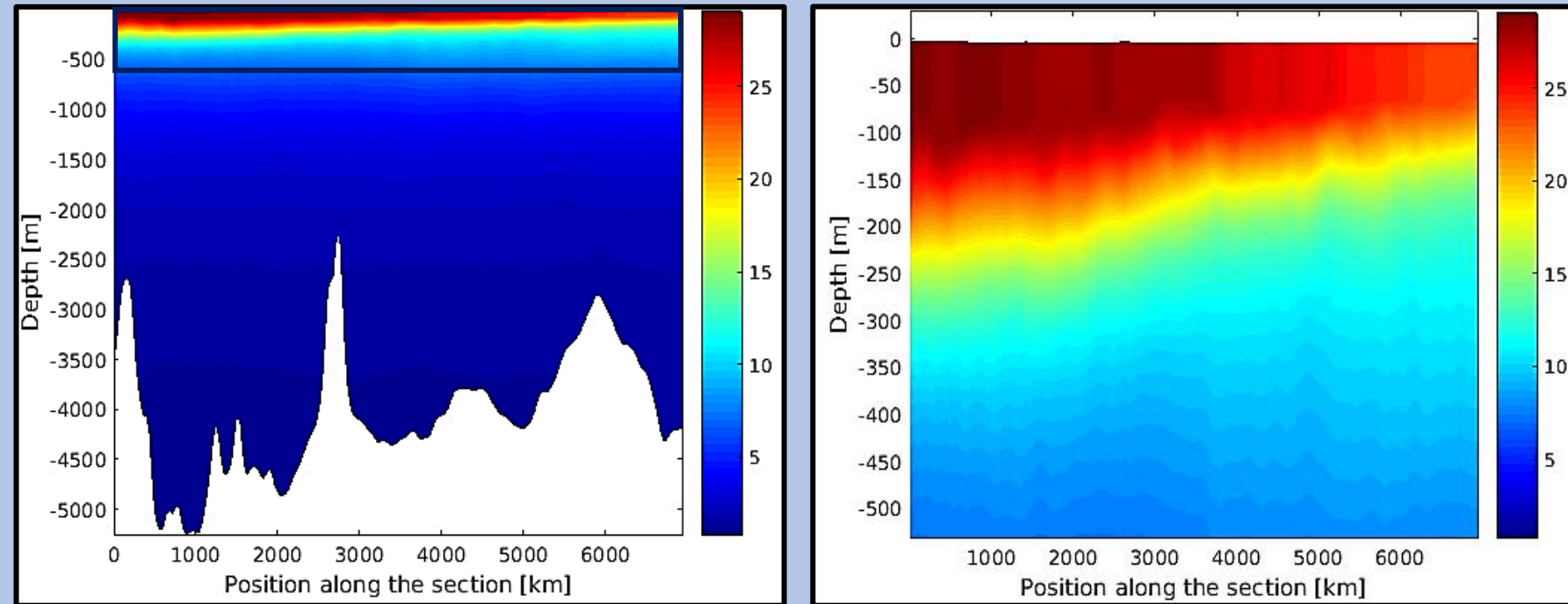


Fig. 5. Sections verticales de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenues à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Section sur l'ensemble du gyre ; (b) Zoom sur la section

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

Conservation de la masse

Pompage d'Ekman descendant

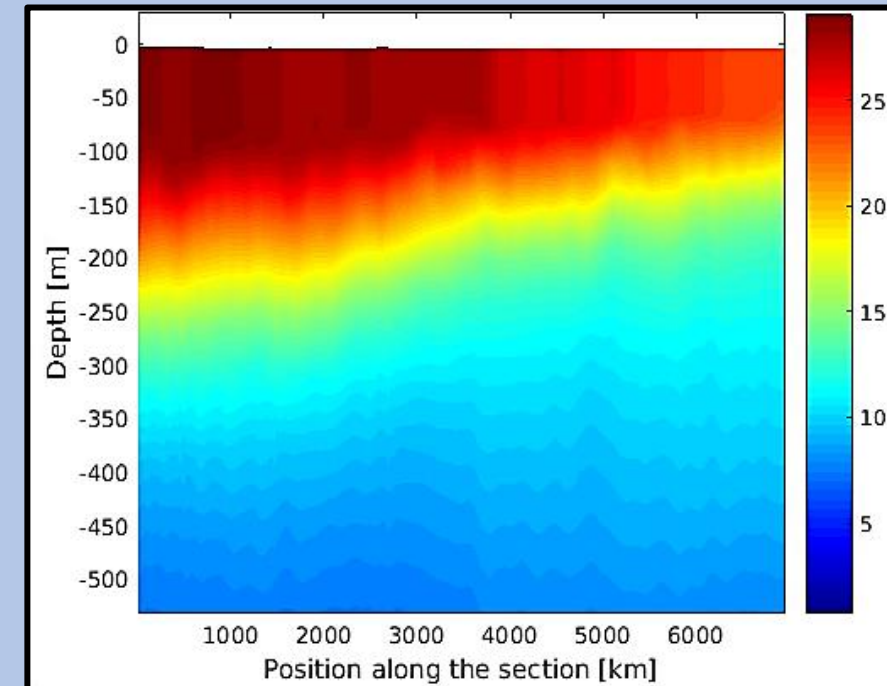
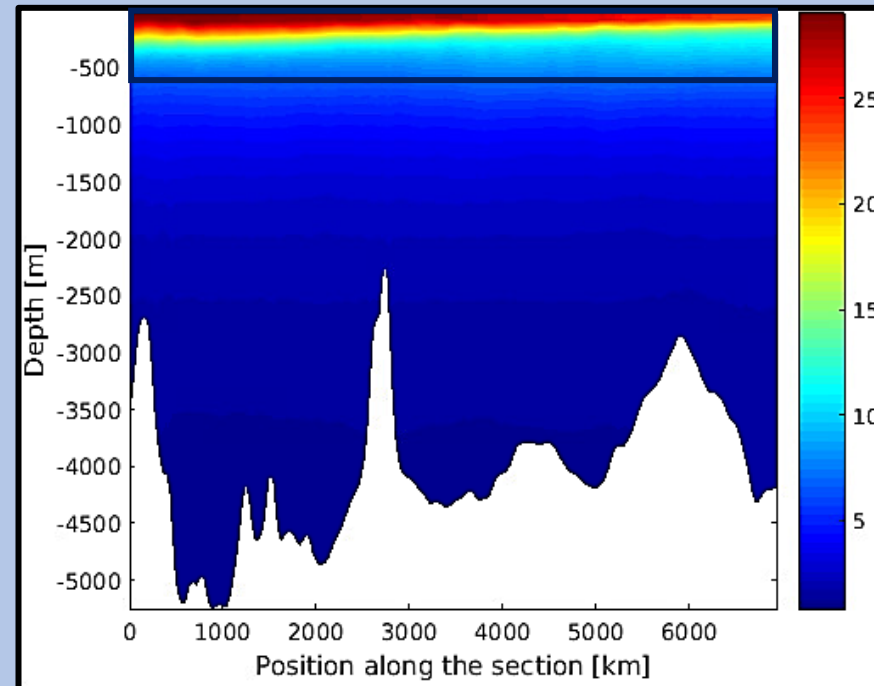


Fig. 5. Sections verticales de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenues à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Section sur l'ensemble du gyre ; (b) Zoom sur la section

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

Conservation de la masse

Pompage d'Ekman
descendant

Downwelling

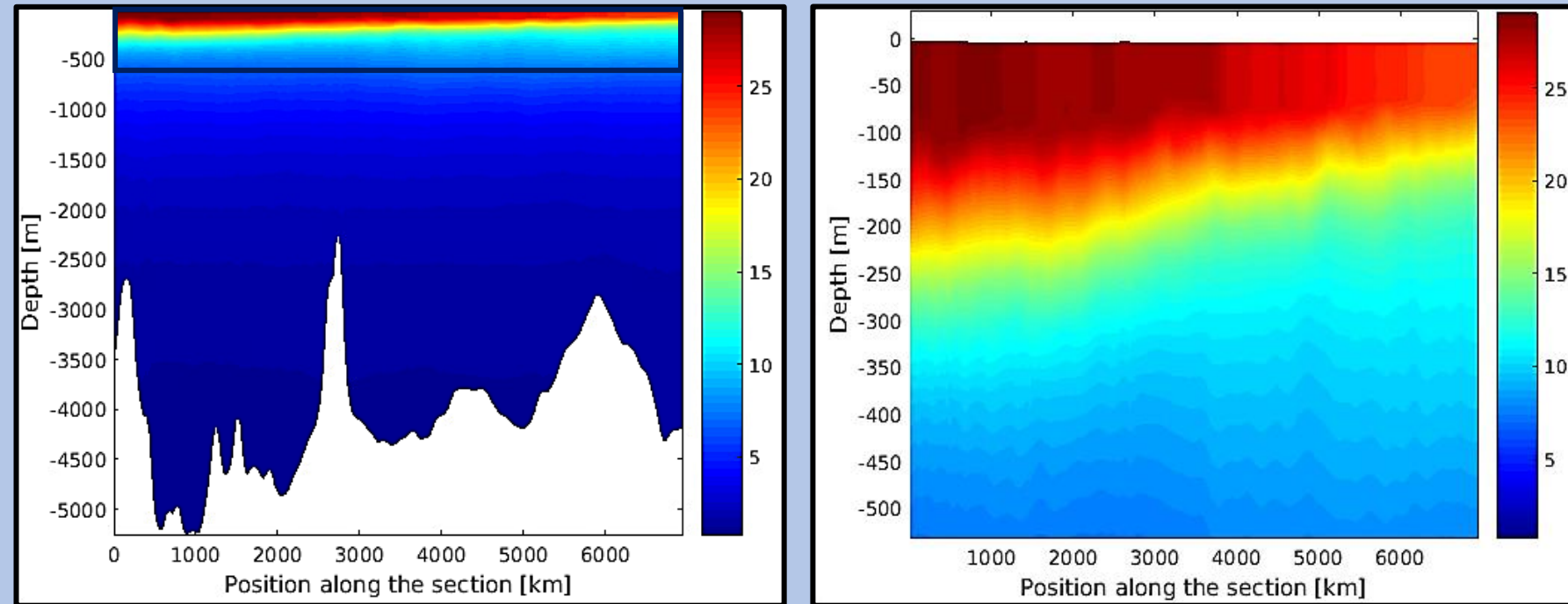


Fig. 5. Sections verticales de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenues à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Section sur l'ensemble du gyre ; (b) Zoom sur la section

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

Conservation de la masse

Pompage d'Ekman
descendant

Downwelling

Abaissement de la
thermocline

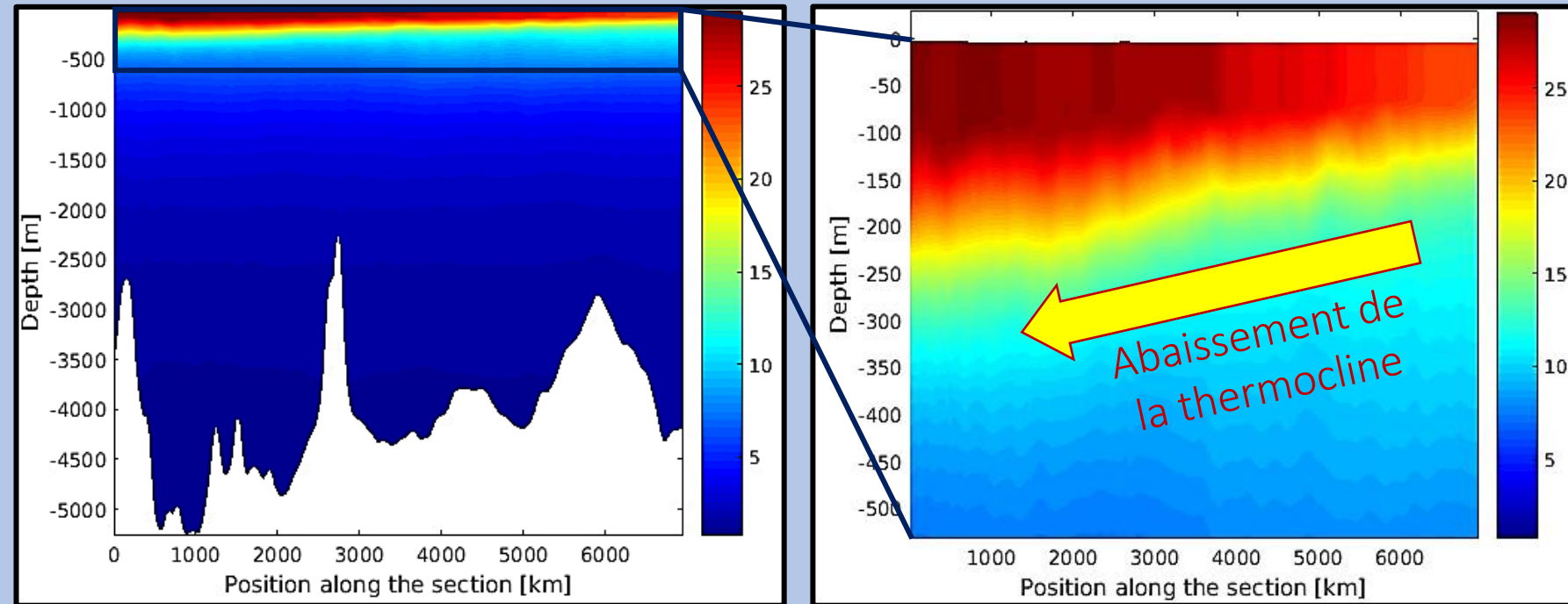


Fig. 5. Sections verticales de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenues à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Section sur l'ensemble du gyre ; (b) Zoom sur la section

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

Conservation de la masse

Pompage d'Ekman descendant

Downwelling

Abaissement de la thermocline

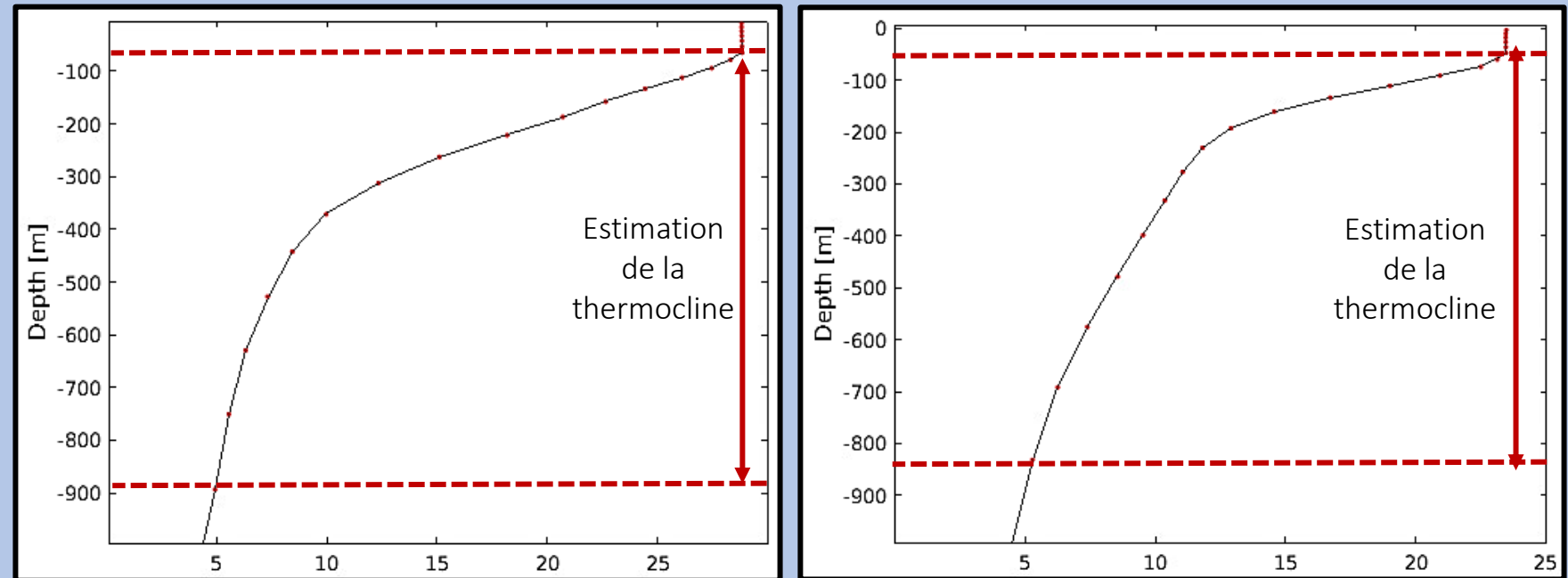


Fig. 6. Profils verticaux de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenus à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Profil au centre du gyre ; (b) Profil à l'extrémité du gyre

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

Conservation de la masse

Pompage d'Ekman descendant

Downwelling

Abaissement de la thermocline

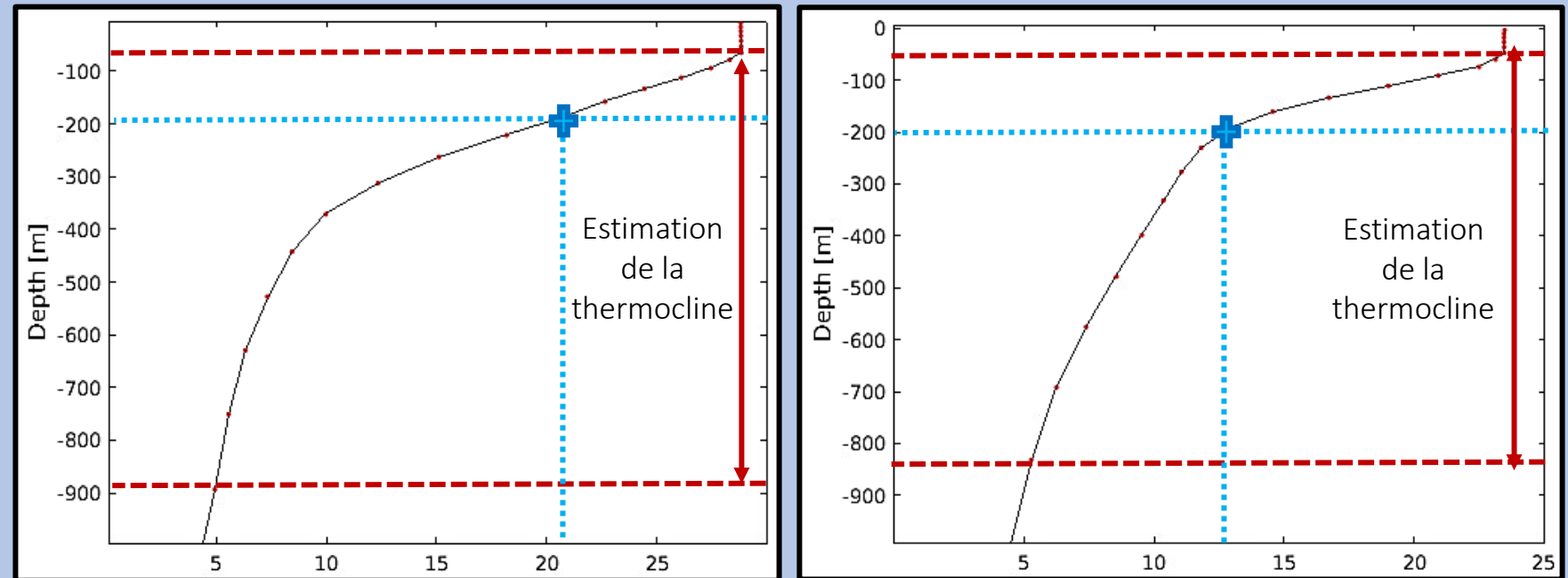


Fig. 6. Profils verticaux de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenus à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Profil au centre du gyre ; (b) Profil à l'extrémité du gyre

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Pompage d'Ekman

Convergence

Conservation de la masse

Pompage d'Ekman descendant

Downwelling

Abaissement de la thermocline

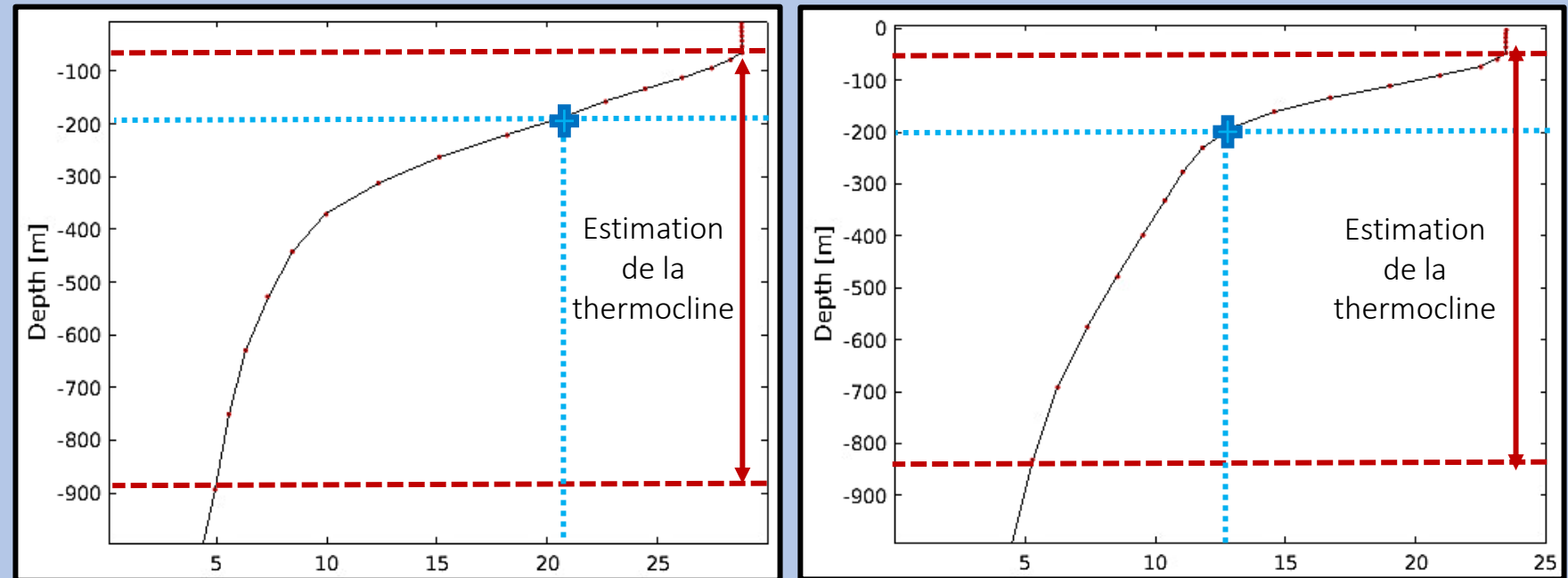


Fig. 6. Profils verticaux de la température du gyre subtropical du Pacifique Sud au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation, obtenus à partir de *croco_gui* sur Matlab.
(a) Profil au centre du gyre ; (b) Profil à l'extrémité du gyre

Pompage d'Ekman



Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Courant géostrophique

Équilibre
géostrophique

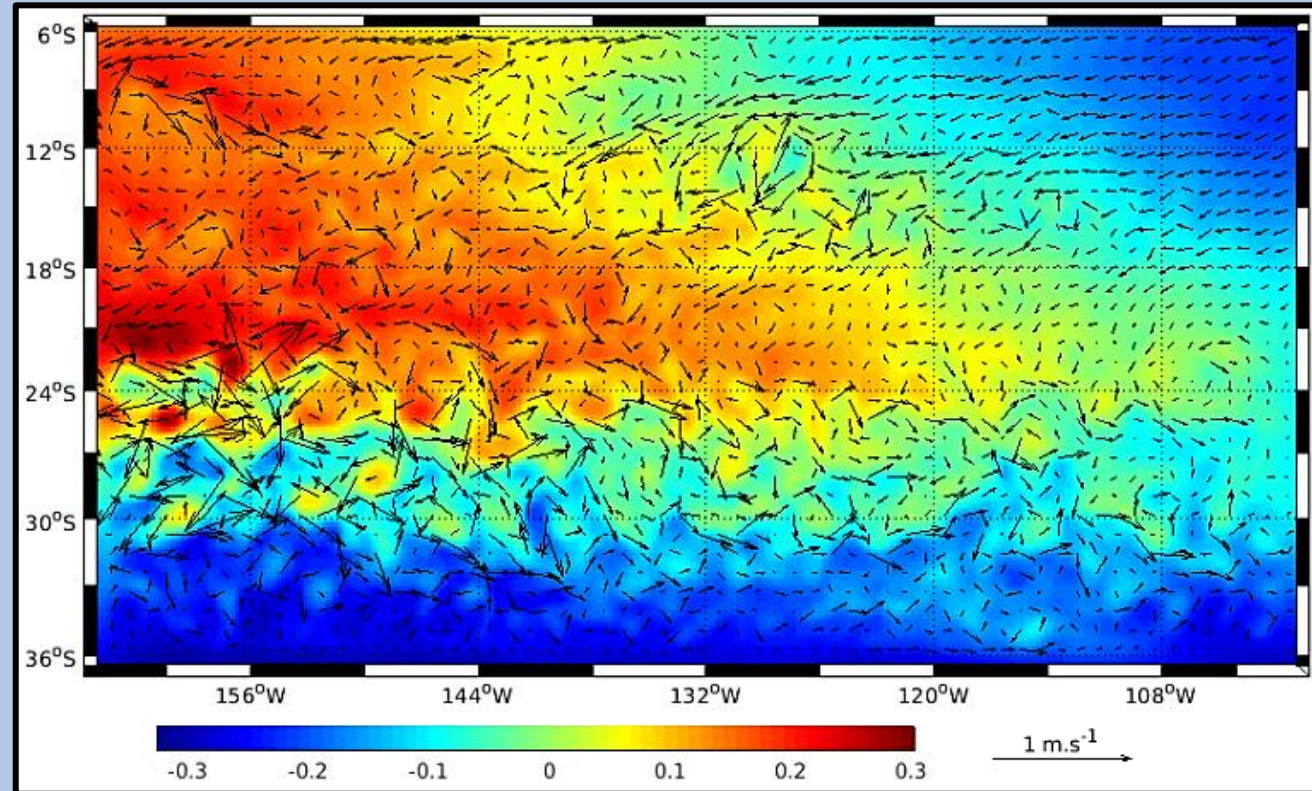


Fig. 7 Champ de vitesse en m/s du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Courant géostrophique

Équilibre
géostrophique

Résultante des forces de
pression des HP vers BP

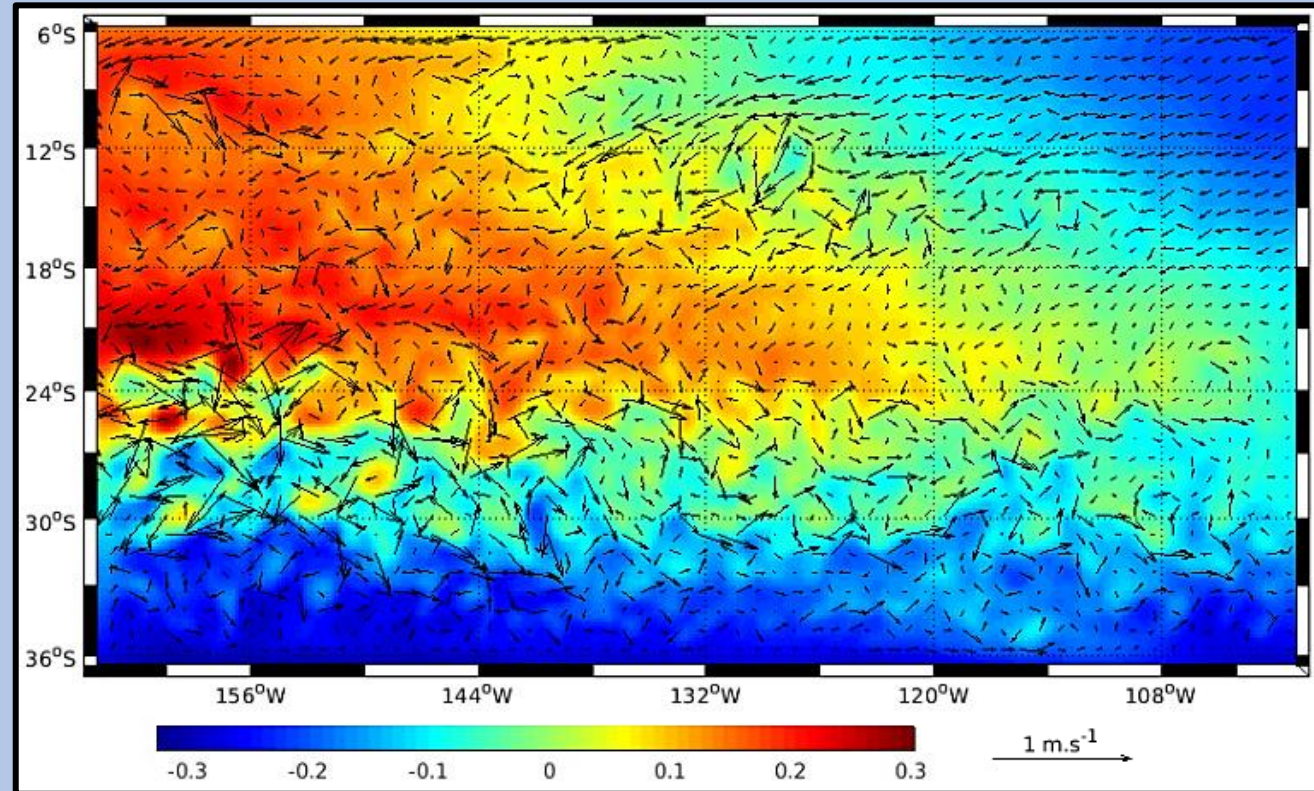


Fig. 7 Champ de vitesse en m/s du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Courant géostrophique

Équilibre géostrophique

Résultante des forces de pression des HP vers BP

Équilibre entre la force de Coriolis et la pression

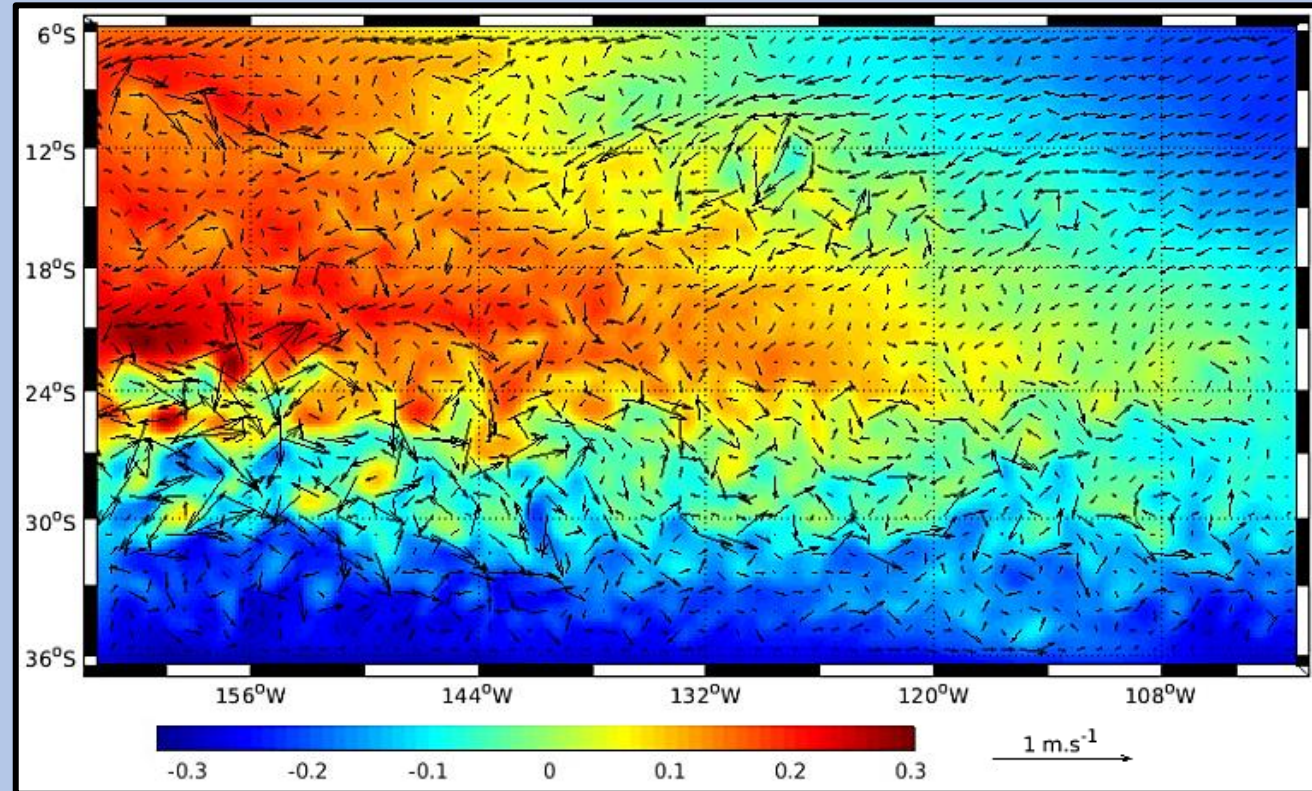


Fig. 7 Champ de vitesse en m/s du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Courant géostrophique

Équilibre géostrophique

Résultante des forces de pression des HP vers BP

Équilibre entre la force de Coriolis et la pression

Force de Coriolis à gauche du courant

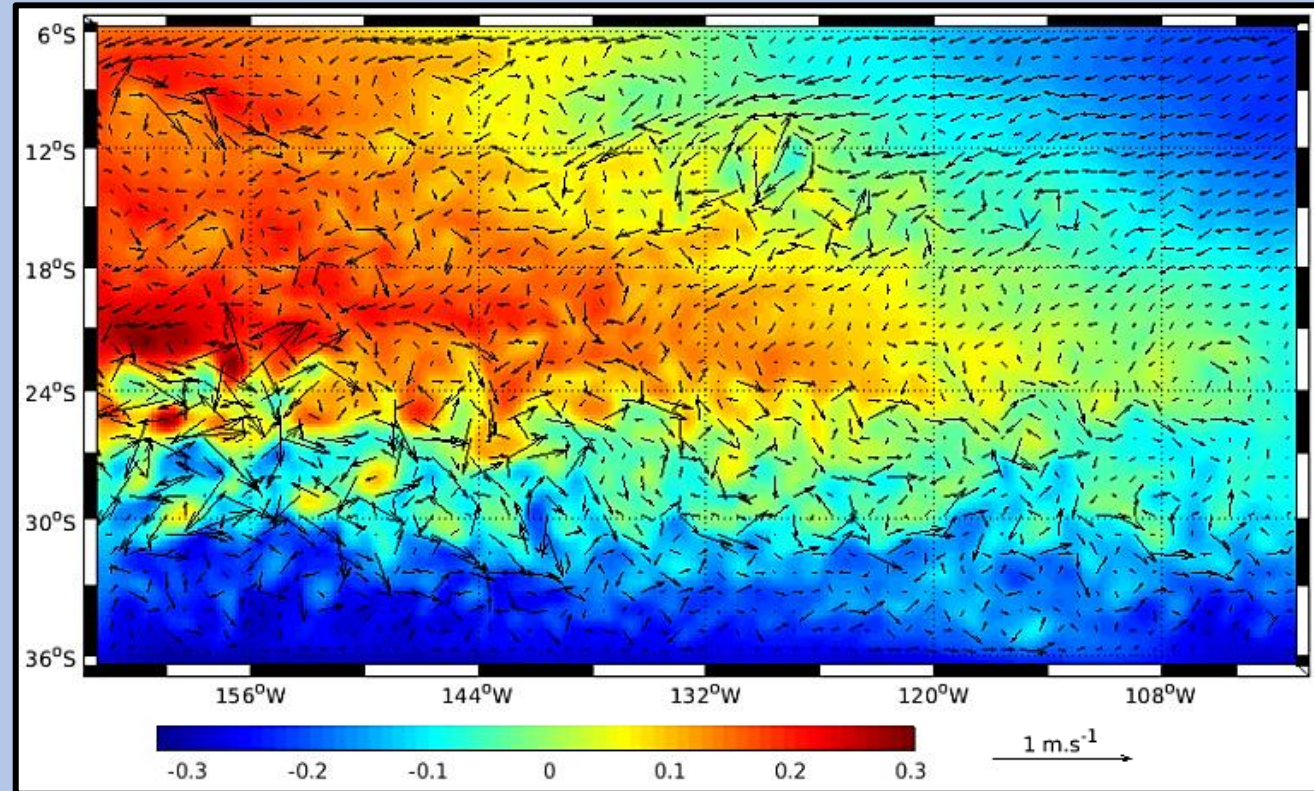


Fig. 7 Champ de vitesse en m/s du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Courant géostrophique

Équilibre géostrophique

Résultante des forces de pression des HP vers BP

Équilibre entre la force de Coriolis et la pression

Force de Coriolis à gauche du courant

Courant géostrophique anticyclonique

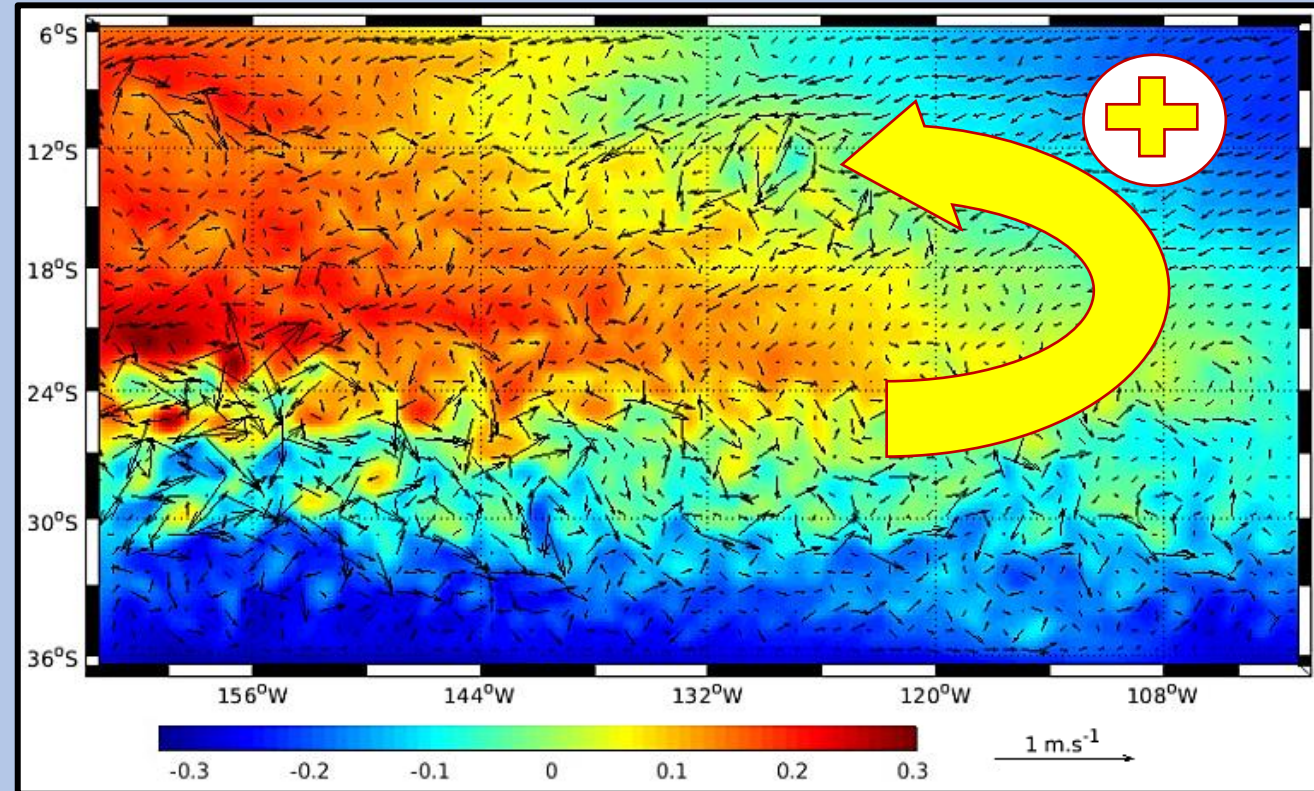


Fig. 7 Champ de vitesse en m/s du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Le gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé

Courant géostrophique

Équilibre géostrophique

Résultante des forces de pression des HP vers BP

Équilibre entre la force de Coriolis et la pression

Force de Coriolis à gauche du courant

Courant géostrophique anticyclonique

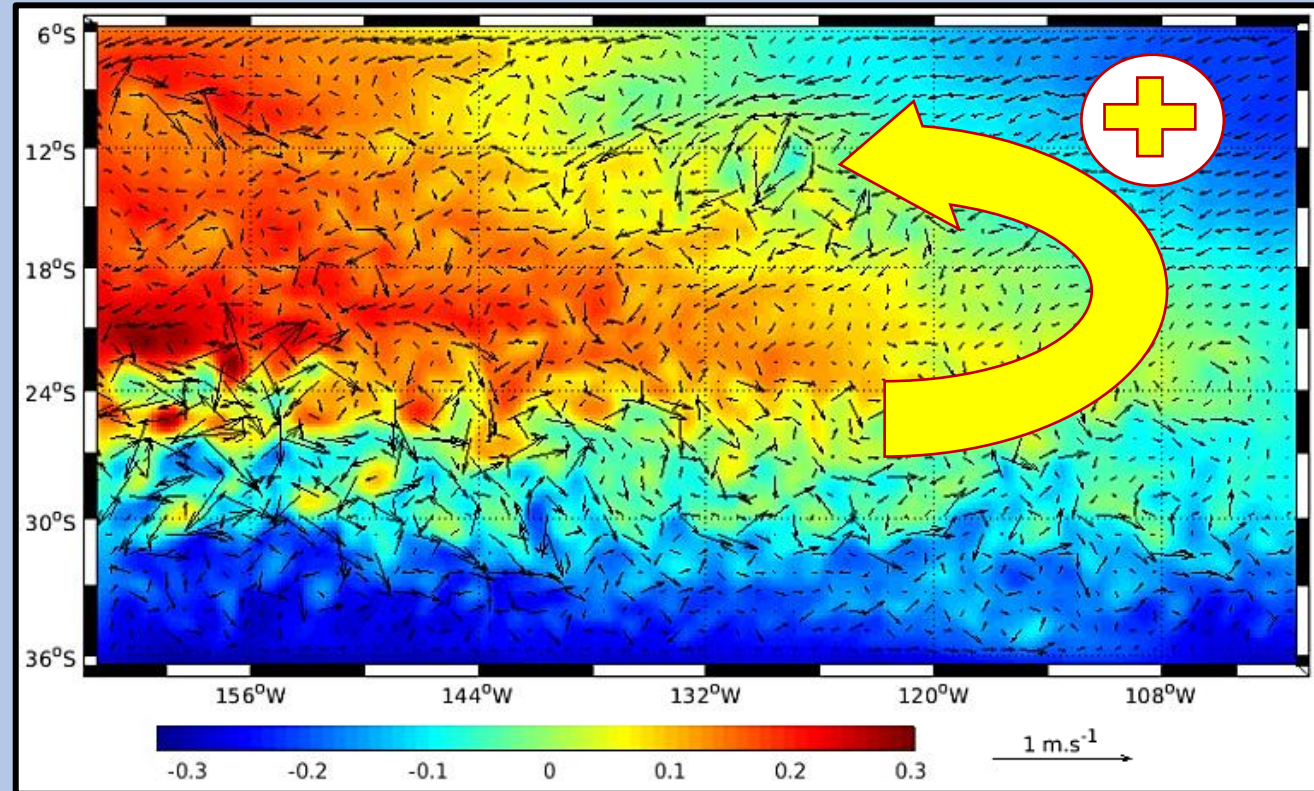


Fig. 7 Champ de vitesse en m/s du gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé au mois de janvier de la 3^{ème} année de simulation

Courant géostrophique



Etude décennale du gyre

Multidecadal Change of the South Pacific Gyre Circulation

DEAN ROEMMICH AND JOHN GILSON

Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, California

Etude décennale du gyre

Multidecadal Change of the South Pacific Gyre Circulation

DEAN ROEMMICH AND JOHN GILSON

Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, California

Étude de 2005

Objectif

Étudier les changements à long terme du gyre subtropical du Pacifique Sud

Données

Altimétrie satellitaire

Campagne WOCE *

Flotteurs-profileurs Argo

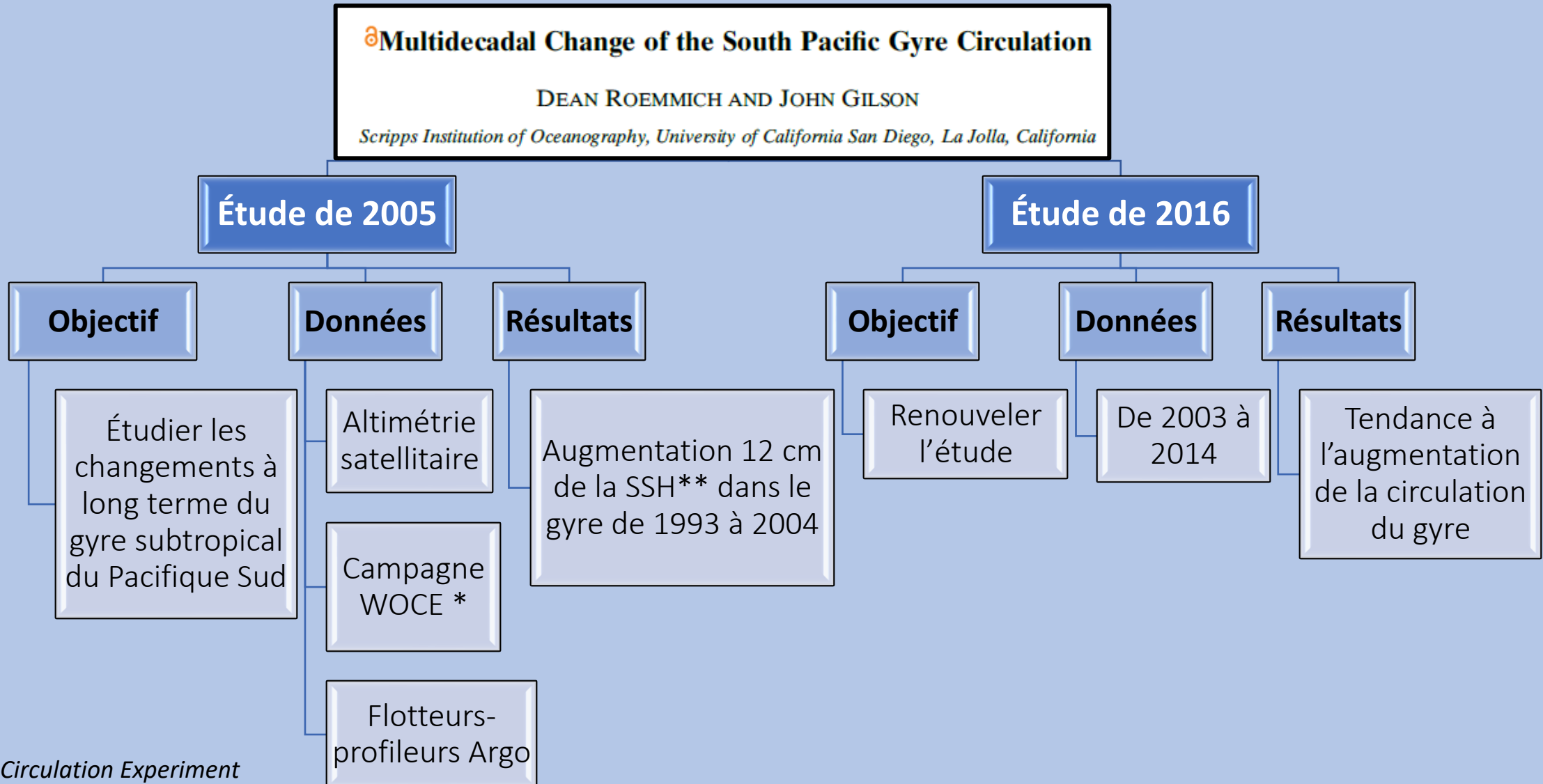
Résultats

Augmentation 12 cm de la SSH** dans le gyre de 1993 à 2004

* World Ocean Circulation Experiment

** Sea Surface Height

Etude décennale du gyre



* World Ocean Circulation Experiment

** Sea Surface Height

Comparaisons des évolutions du gyre

Objectifs

Modélisation sur CROCO
évolution décennale

Comparaison évolution du gyre

- Simulé
- De 2003 à 2014 des données in situ

Comparaisons des évolutions du gyre

Objectifs

Modélisation sur CROCO
évolution décennale

Comparaison évolution du gyre

- Simulé
- De 2003 à 2014 des données in situ

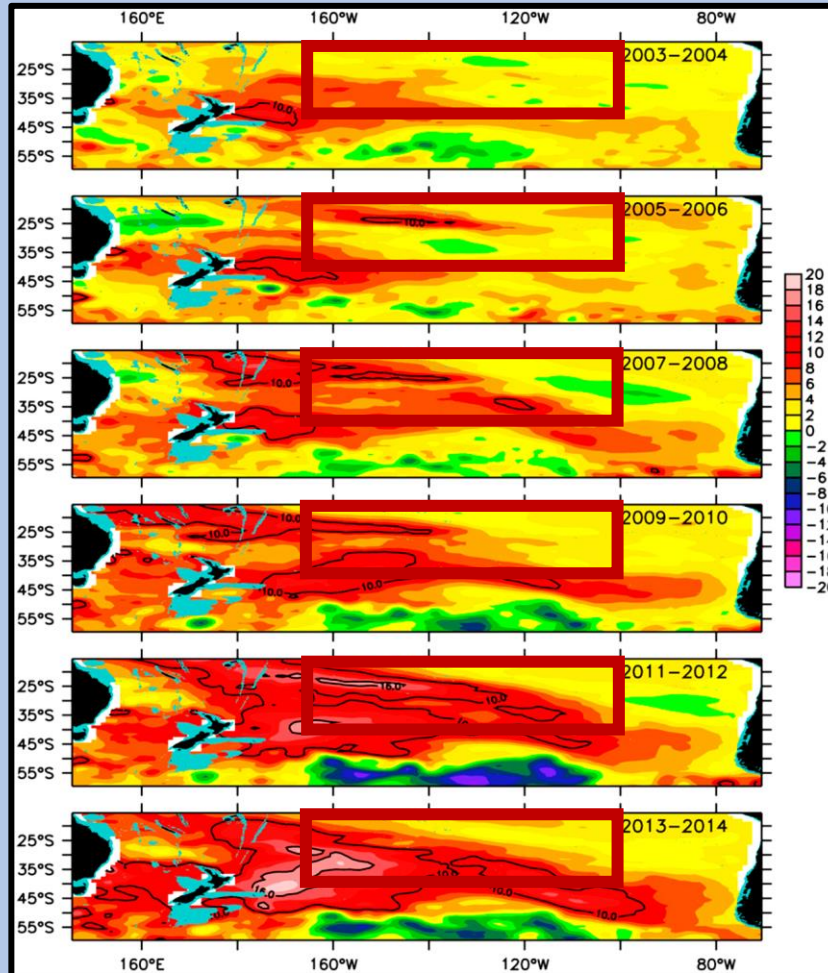


Fig. 8. Hauteur de la surface de la mer SSH (en cm) dans le Pacifique Sud subtropical, à partir des données *in situ*, pour des périodes moyennées de 2 ans allant de 2003 à 2014.

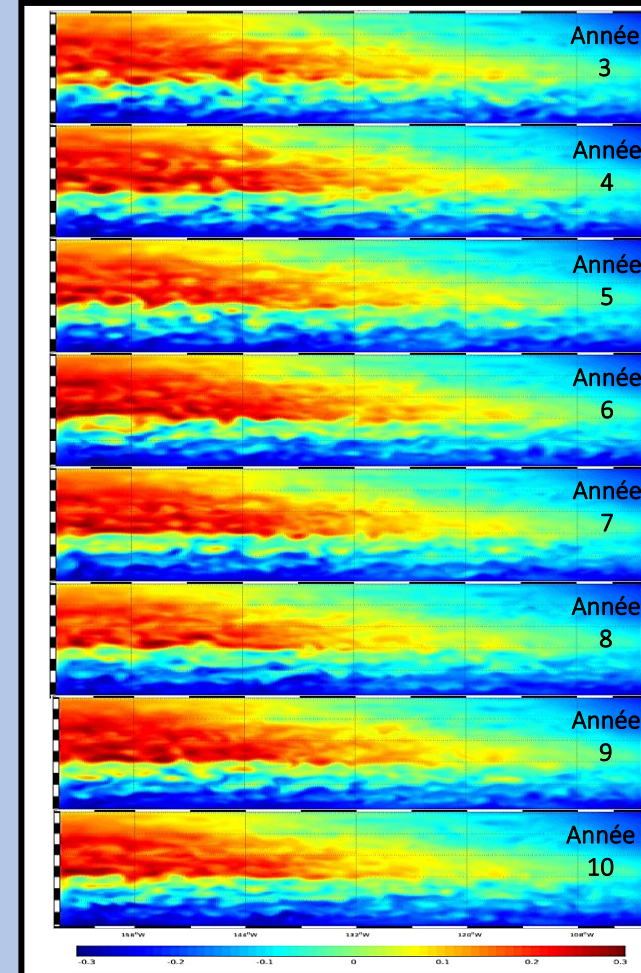


Fig. 9. Déformation de la surface libre η (en m) dans le gyre subtropical Pacifique Sud modélisée sur CROCO, pour une période de sept ans, allant de la 3^{ème} à la 10^{ème} année de simulation, au mois de juillet.

Comparaisons des évolutions du gyre

Objectifs

Modélisation sur CROCO
évolution décennale

Comparaison évolution du gyre

- Simulé
- De 2003 à 2014 des données in situ

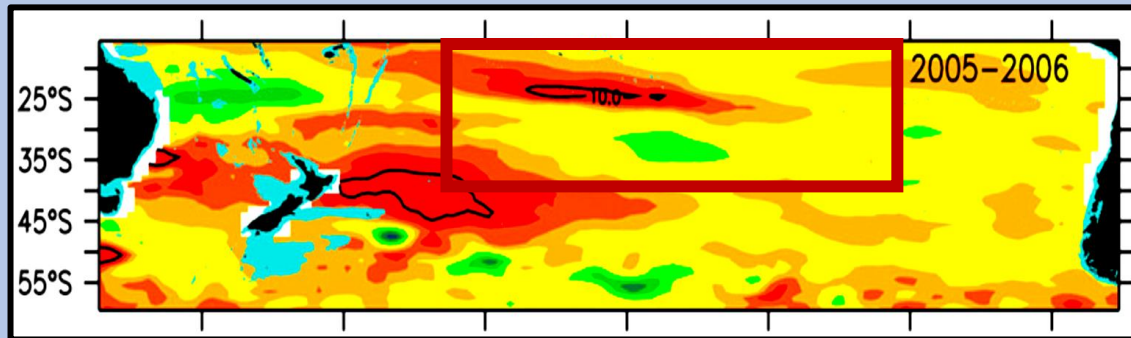


Fig. 10. Hauteur de la surface de la mer SSH (en cm) dans le Pacifique Sud subtropical, à partir des données *in situ*, pour des périodes moyennées de 2 ans de 2005-2006.

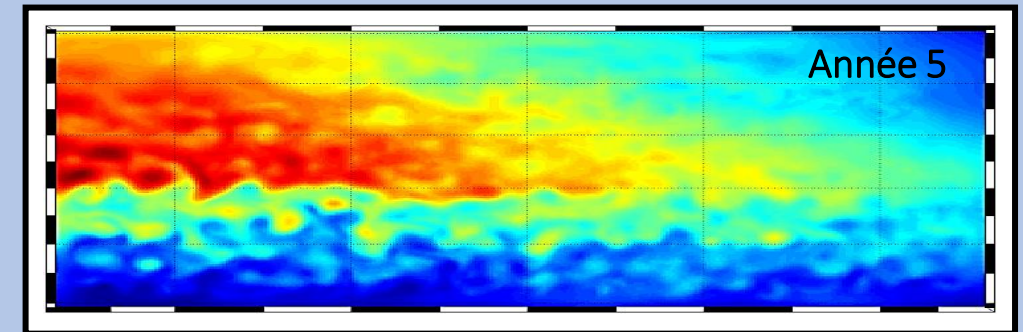


Fig. 11. Déformation de la surface libre η (en m) dans le gyre subtropical Pacifique Sud modélisée sur CROCO, pour la 5^{ème} de simulation, au mois de juillet.

Comparaisons des évolutions du gyre

Objectifs

Modélisation sur CROCO
évolution décennale

Comparaison évolution du gyre

- Simulé
- De 2003 à 2014 des données in situ

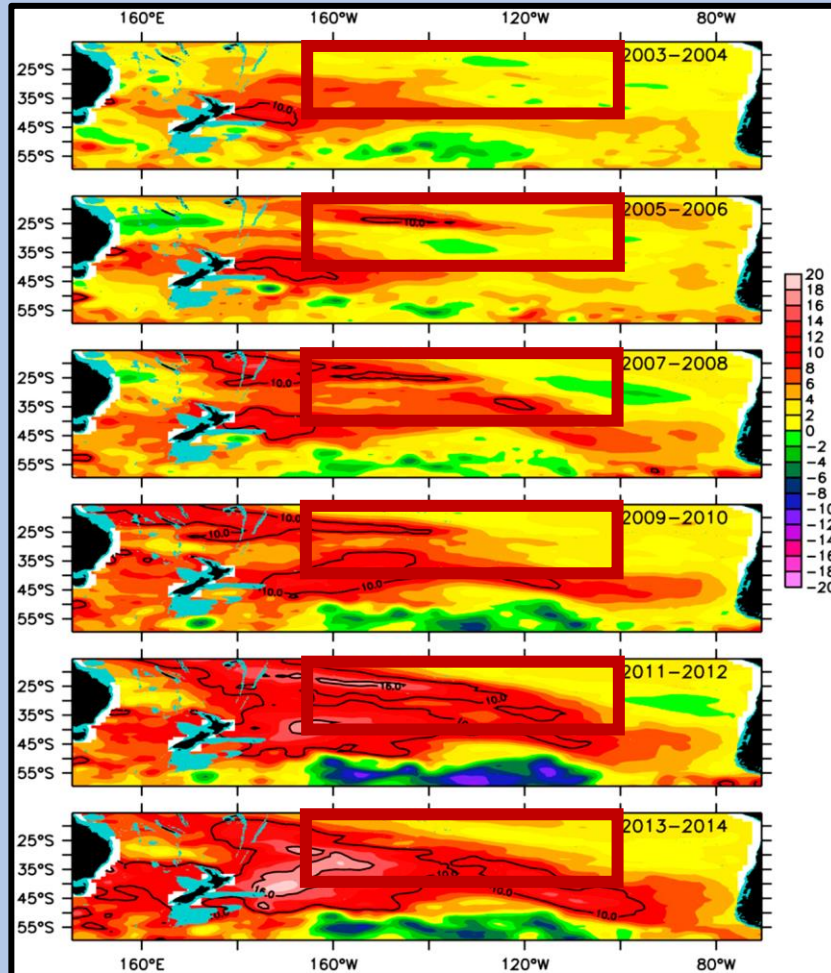


Fig. 8. Hauteur de la surface de la mer SSH (en cm) dans le Pacifique Sud subtropical, à partir des données *in situ*, pour des périodes moyennées de 2 ans allant de 2003 à 2014.

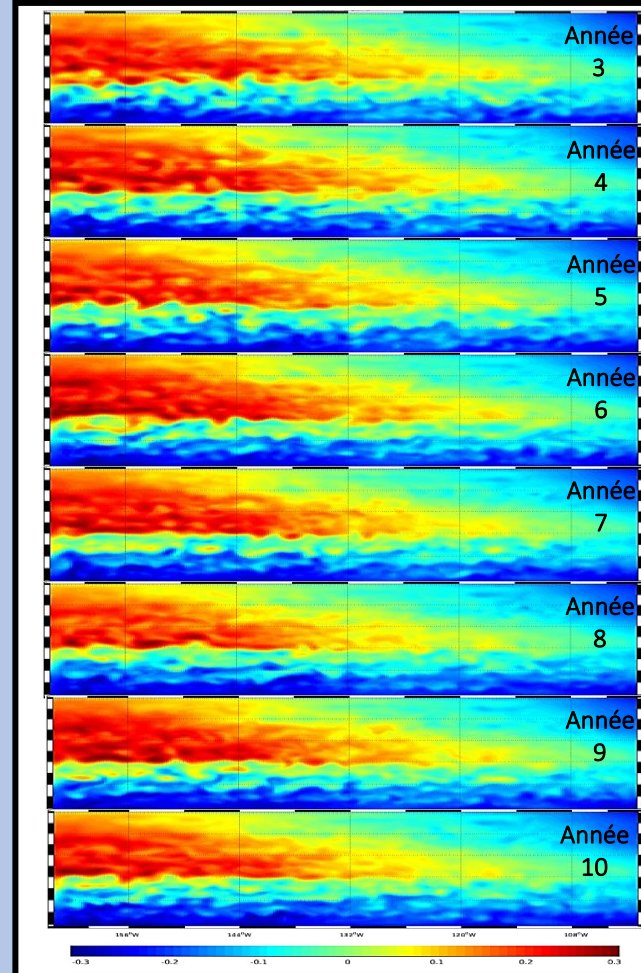


Fig. 9. Déformation de la surface libre η (en m) dans le gyre subtropical Pacifique Sud modélisée sur CROCO, pour une période de sept ans, allant de la 3^{ème} à la 10^{ème} année de simulation, au mois de juillet.

Interprétation des comparaisons des évolutions



Simulation d'un gyre anticyclonique dans l'hémisphère sud, tournant autour d'une zone de convergence de haute pression

Interprétation des comparaisons des évolutions



Simulation d'un gyre anticyclonique dans l'hémisphère sud, tournant autour d'une zone de convergence de haute pression



Écart entre l'évolution décennale du gyre à partir des données *in situ*, et l'évolution simulée par CROCO

Interprétation des comparaisons des évolutions



Simulation d'un gyre anticyclonique dans l'hémisphère sud, tournant autour d'une zone de convergence de haute pression



Écart entre l'évolution décennale du gyre à partir des données *in situ*, et l'évolution simulée par CROCO

(1) Variables

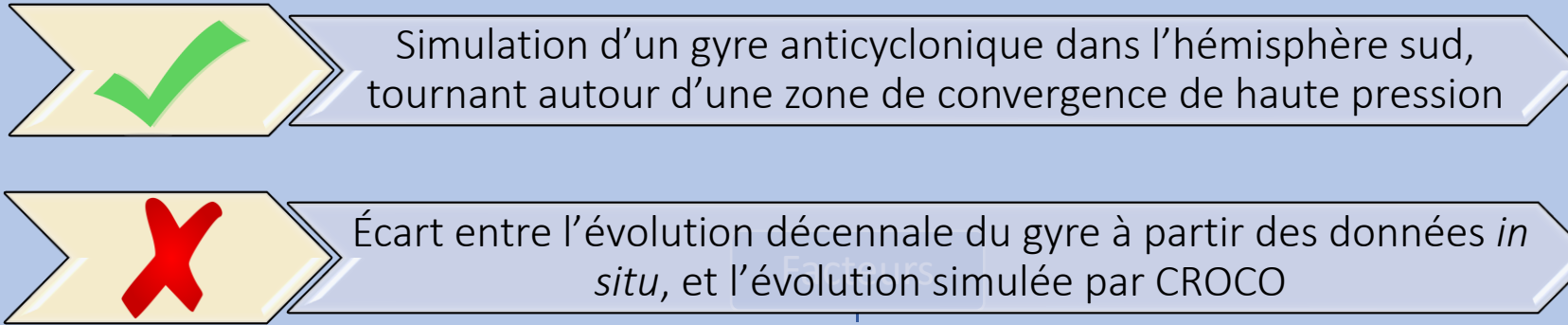
Article

SSH =
hauteur de la
surface des
eaux par
rapport à
l'ellipsoïde

CROCO

H = déformation
de la surface libre
par rapport à la
surface de l'océan
au repos

Interprétation des comparaisons des évolutions



(1) Variables

Article

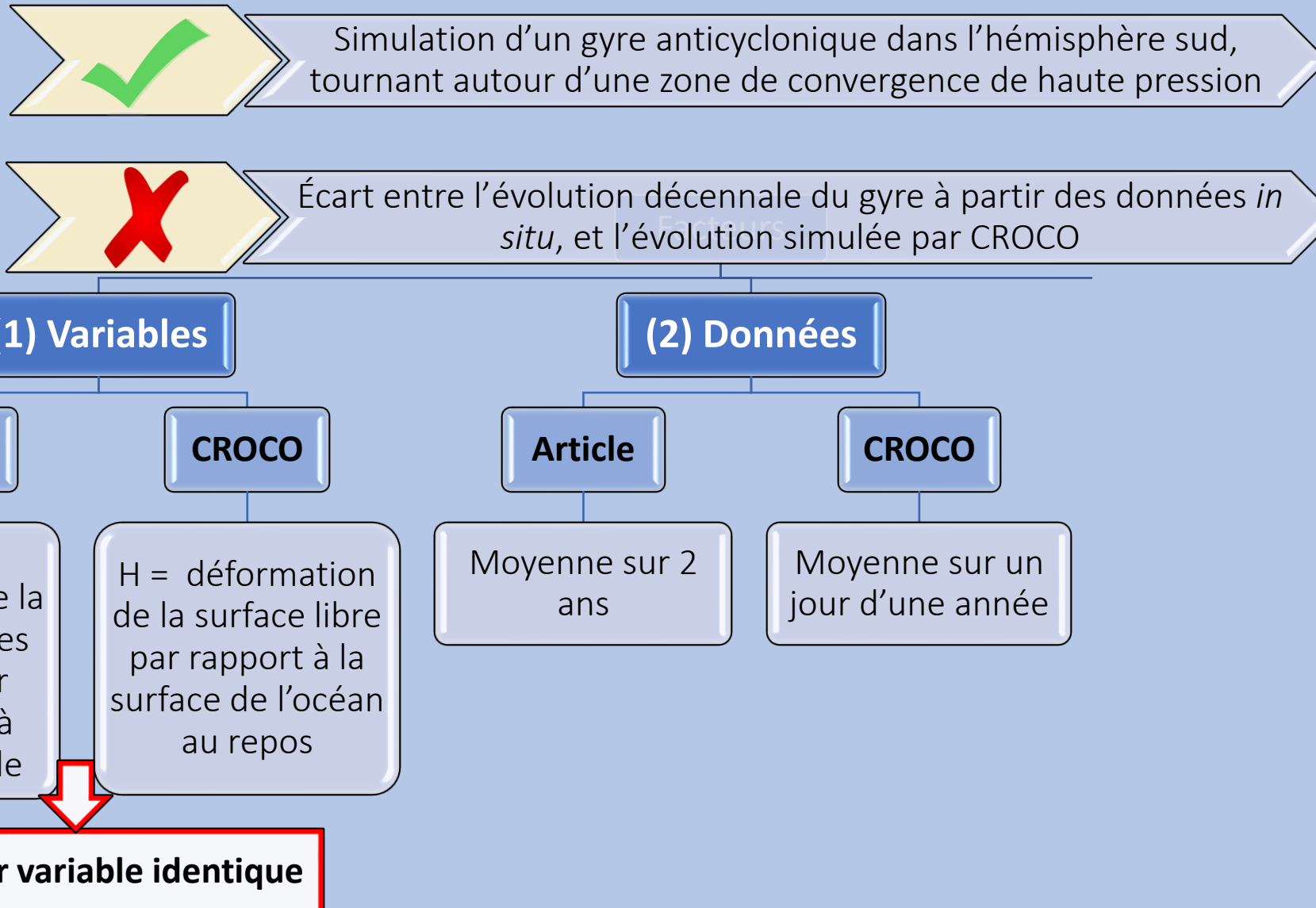
CROCO

SSH =
hauteur de la
surface des
eaux par
rapport à
l'ellipsoïde

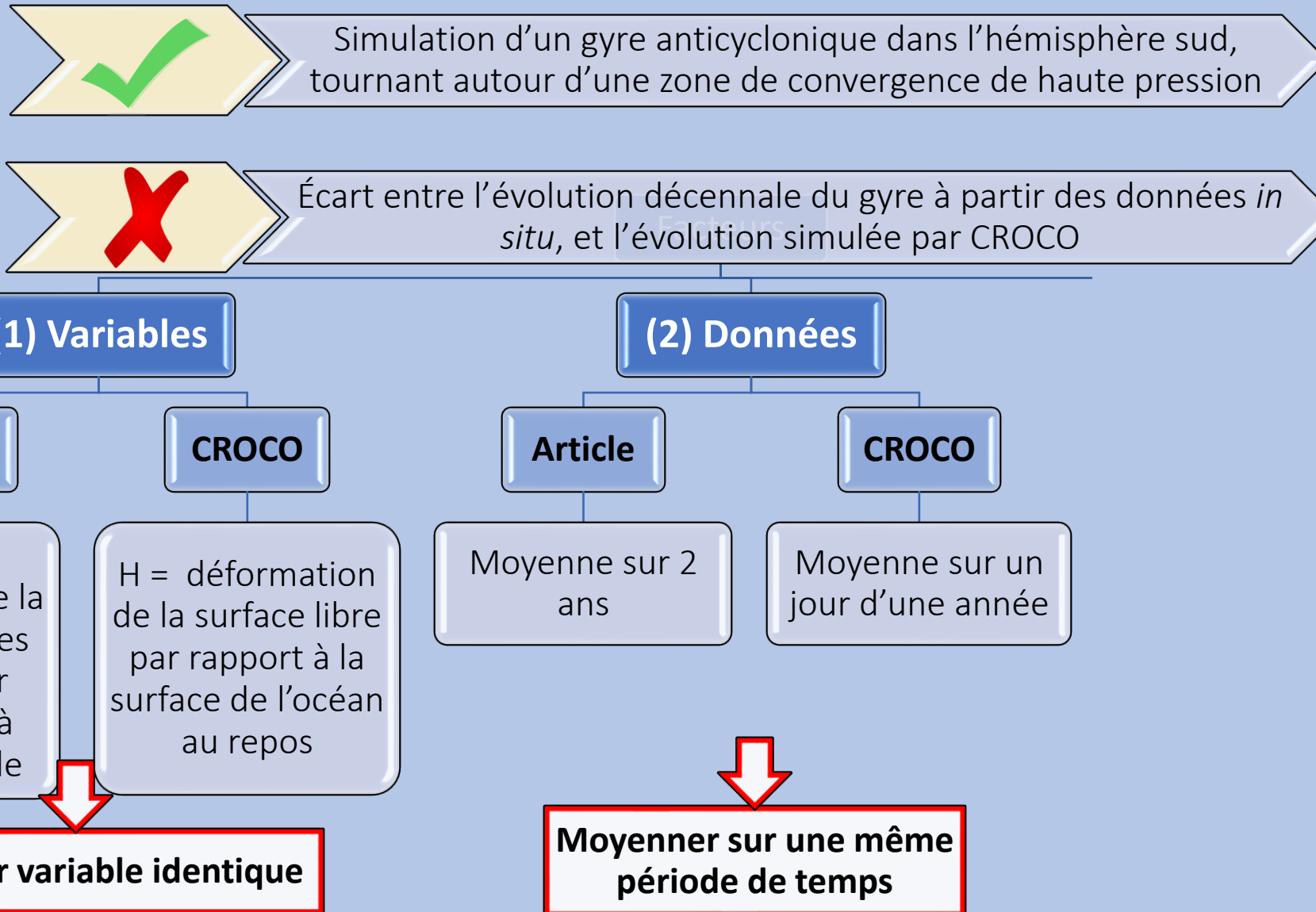
H = déformation
de la surface libre
par rapport à la
surface de l'océan
au repos

Choisir variable identique

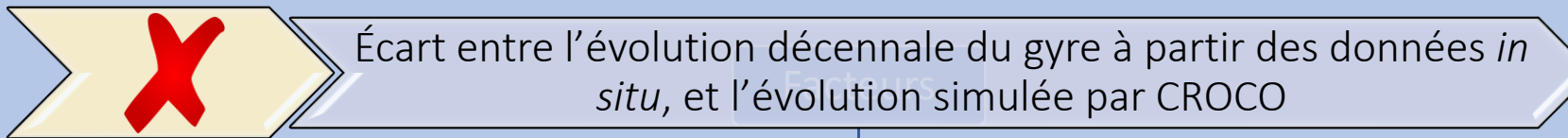
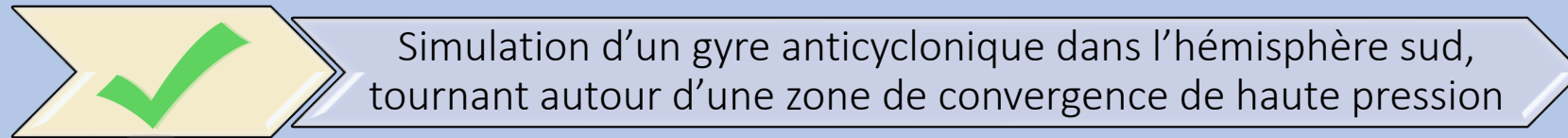
Interprétation des comparaisons des évolutions



Interprétation des comparaisons des évolutions



Interprétation des comparaisons des évolutions



(1) Variables

Article

SSH = hauteur de la surface des eaux par rapport à l'ellipsoïde

CROCO

H = déformation de la surface libre par rapport à la surface de l'océan au repos

Choisir variable identique

(2) Données

Article

Moyenne sur 2 ans

CROCO

Moyenne sur un jour d'une année

Moyenner sur une même période de temps

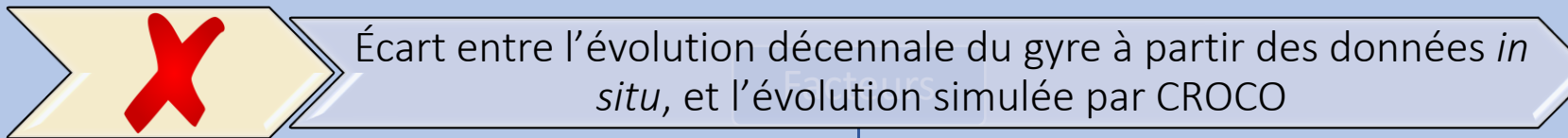
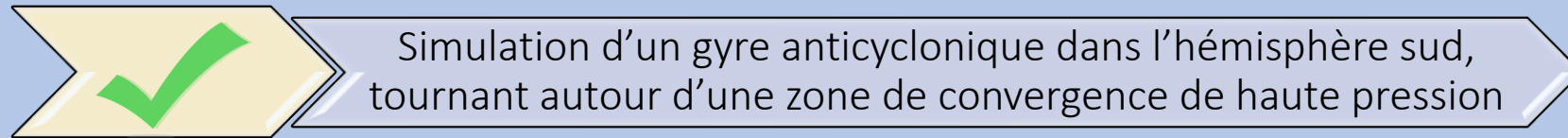
(3) Temps de simulation

CROCO

7 ans
→ trop court

Forçages climatiques historiques non pris en compte

Interprétation des comparaisons des évolutions



(1) Variables

Article

SSH = hauteur de la surface des eaux par rapport à l'ellipsoïde

CROCO

H = déformation de la surface libre par rapport à la surface de l'océan au repos

Choisir variable identique

(2) Données

Article

Moyenne sur 2 ans

CROCO

Moyenne sur un jour d'une année

Moyenner sur une même période de temps

(3) Temps de simulation

CROCO

7 ans
→ trop court

Forçages climatiques historiques non pris en compte

Simuler à l'échelle décennale voire inter-décennale

CROCO

- Plateforme de modélisation 3D
- Outil très performant

CROCO

- Plateforme de modélisation 3D
- Outil très performant

Simulation du gyre

- Fidèle à la théorie de la dynamique des océans
- Observation d'écarts
- Temps de simulation trop court par rapport à des phénomènes océanographiques décennaux

CROCO

- Plateforme de modélisation 3D
- Outil très performant

Simulation du gyre

- Fidèle à la théorie de la dynamique des océans
- Observation d'écarts
- Temps de simulation trop court par rapport à des phénomènes océanographiques décennaux

Perspectives

- Simulation identique sur des échelles de temps plus longues
- Gestion du coût de calcul

Merci pour votre attention

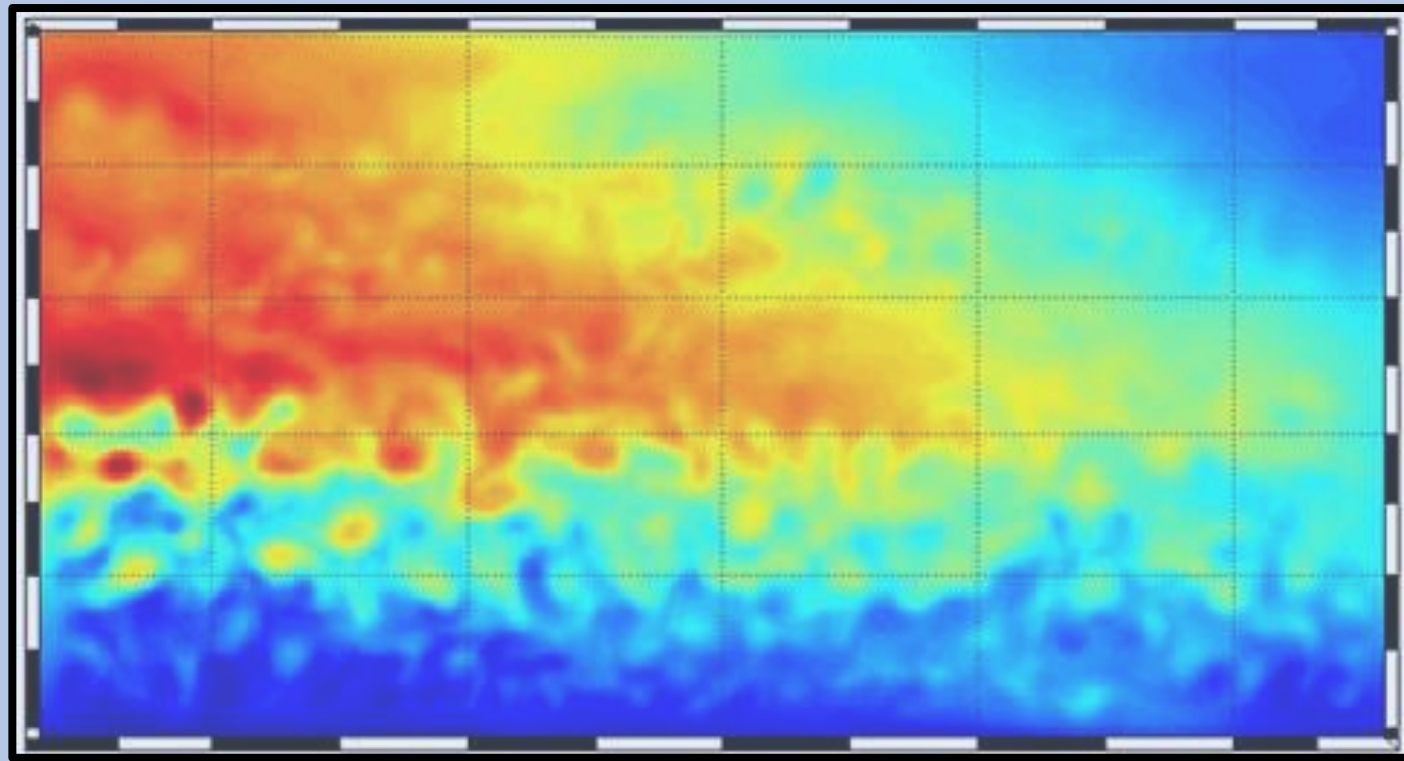


Fig. 12 Gyre subtropical du Pacifique Sud modélisé sur CROCO

Références bibliographiques

CAMBON G. et al., 2019. *Introduction to CROCO model* - [Disponible sur Internet](#).

DOGLIOLI, A., & MAZOYER, C., 2022. *Notes de Cours et Travaux Dirigés de Modélisation 3D Océanique* - Cours de Master 1 Sciences de la mer OSU PYTHEAS - [Disponible sur Internet](#).

JULLIEN, S., et al., 2022. *Technical and numerical doc - Release 1.2* - [Disponible sur Internet](#)

MELIKA, B., 2022. *OPB 206: Océanographie physique* - Cours de Master 1 Sciences de la mer OSU PYTHEAS.

RENAULT, L. [Projet] *CROCO – Modèle communautaire océanographique côtier et régional* - [Disponible sur Internet](#).

ROEMMICH, D., GILSON, J., DAVIS, R., SUTTON, P., WIJFFELS, S., & RISER, S., 2005. Decadal Spinup of the South Pacific Subtropical Gyre. *Journal of Physical Oceanography* :162-173.

ROEMMICH, D., GILSON, J., SUTTON, P., & ZILBERMAN, N., 2016. Multidecadal Change of the South Pacific Gyre Circulation. *Journal of Physical Oceanography* :1871–1883.

Annexes

Table 1 – Variables des équations primitives calculées par CROCO.

Variables	Noms	Variables	Noms
x, y, z	Axes du référentiel terrestre	u, v, w	Composantes du vecteur vitesse \vec{V}
f	Paramètre de Coriolis	p	Pression
ρ	Masse volumique	g	Force de gravité
T	Température	S	Salinité
A_h, A_v	Coefficient de viscosité turbulente sur l'axe horizontal et l'axe vertical	K_h, K_v	Coefficient de diffusivité turbulente