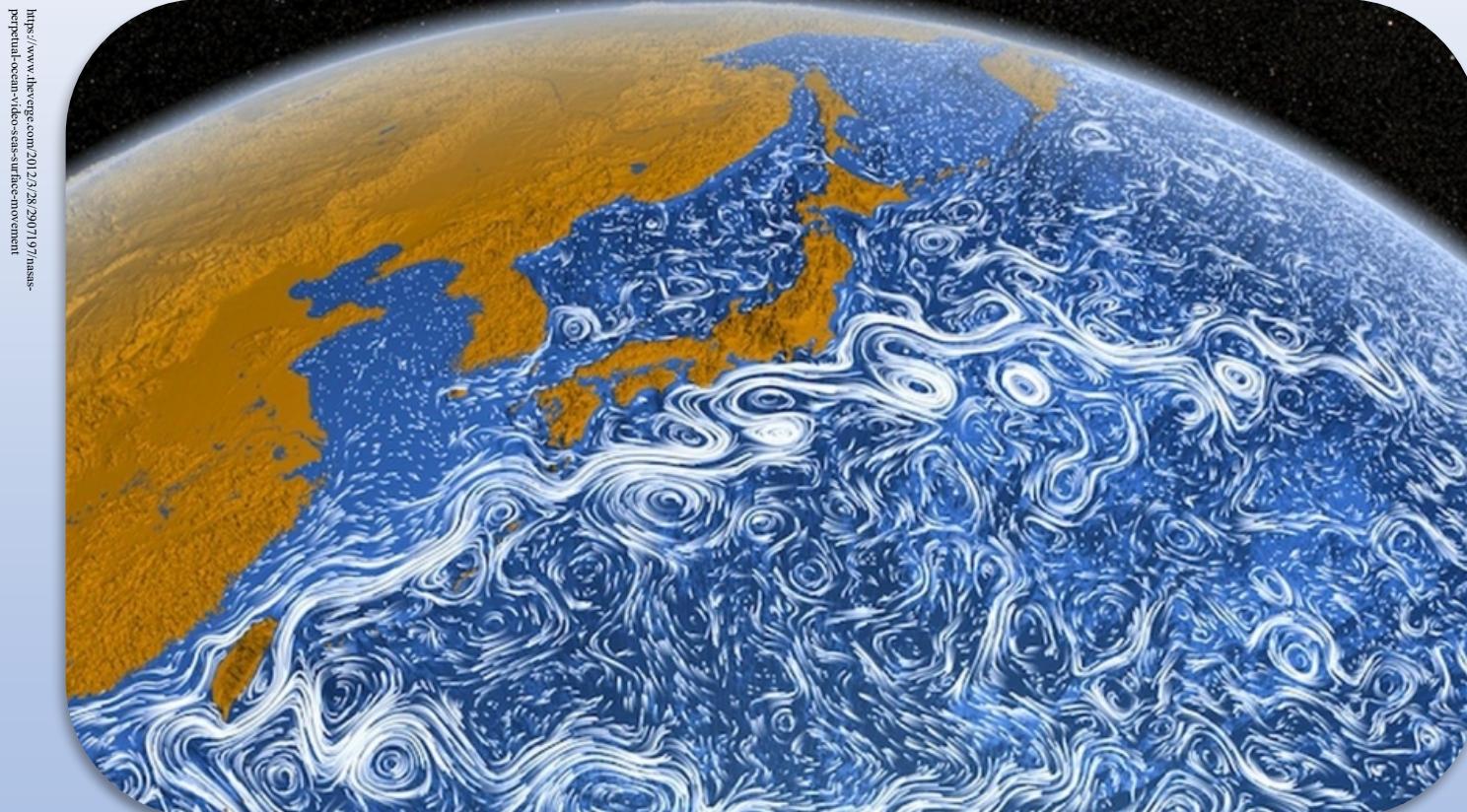


Modélisation de la région Oyashio-Kuroshio



Yutong Zhang
2021-2022 M1-Sciences de la mer
Tuteur : DOGLIOLI Andrea

Contexte

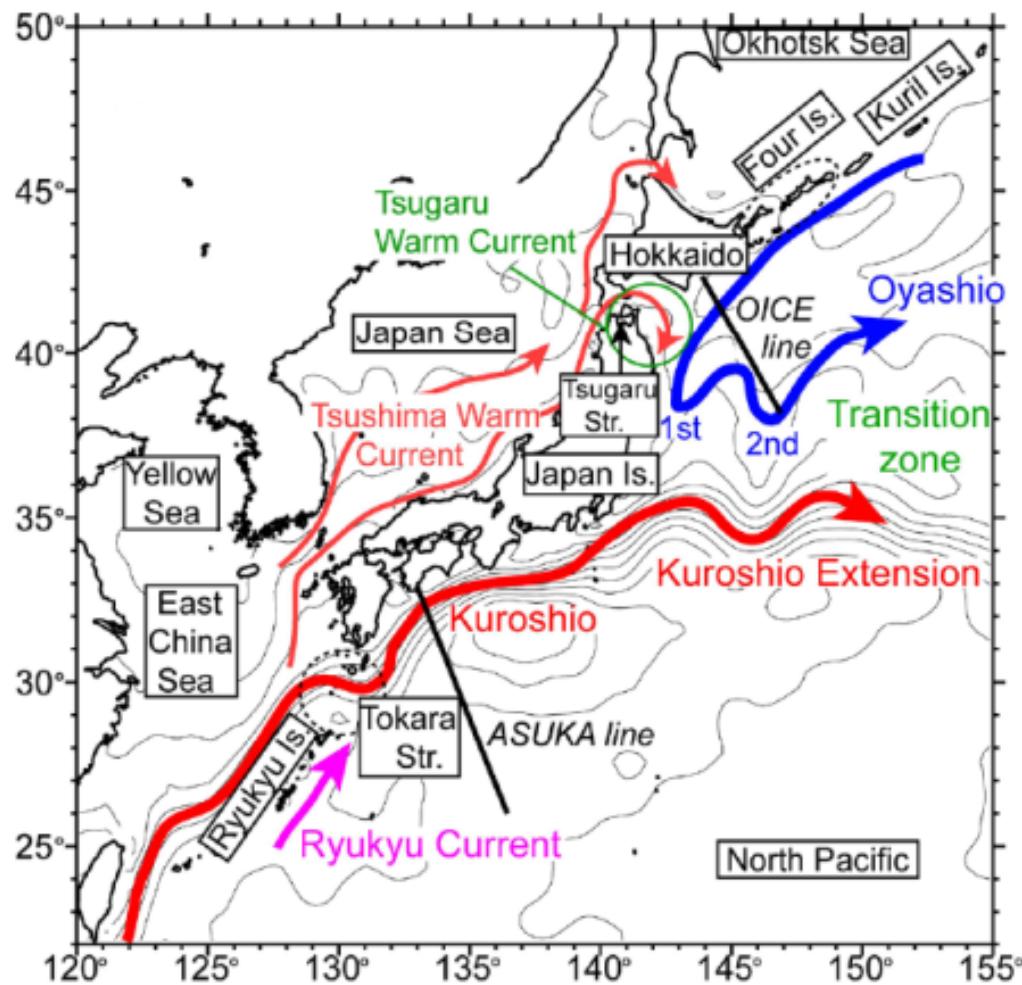


Figure 1. Vue schématique de la région Kuroshio-Oyashio (Kuroda H, et al. 2017), les courants principaux sont indiqués par des flèches.

Kuroshio

Courant très énergétique

Eaux chaudes, salines et oligotrophes

Transport de grandes quantités de l'eau (~ 42 Sv)

Oyashio

Température et salinité faible

Significatif pour les écosystèmes (*Upwelling*)

Région d'étude

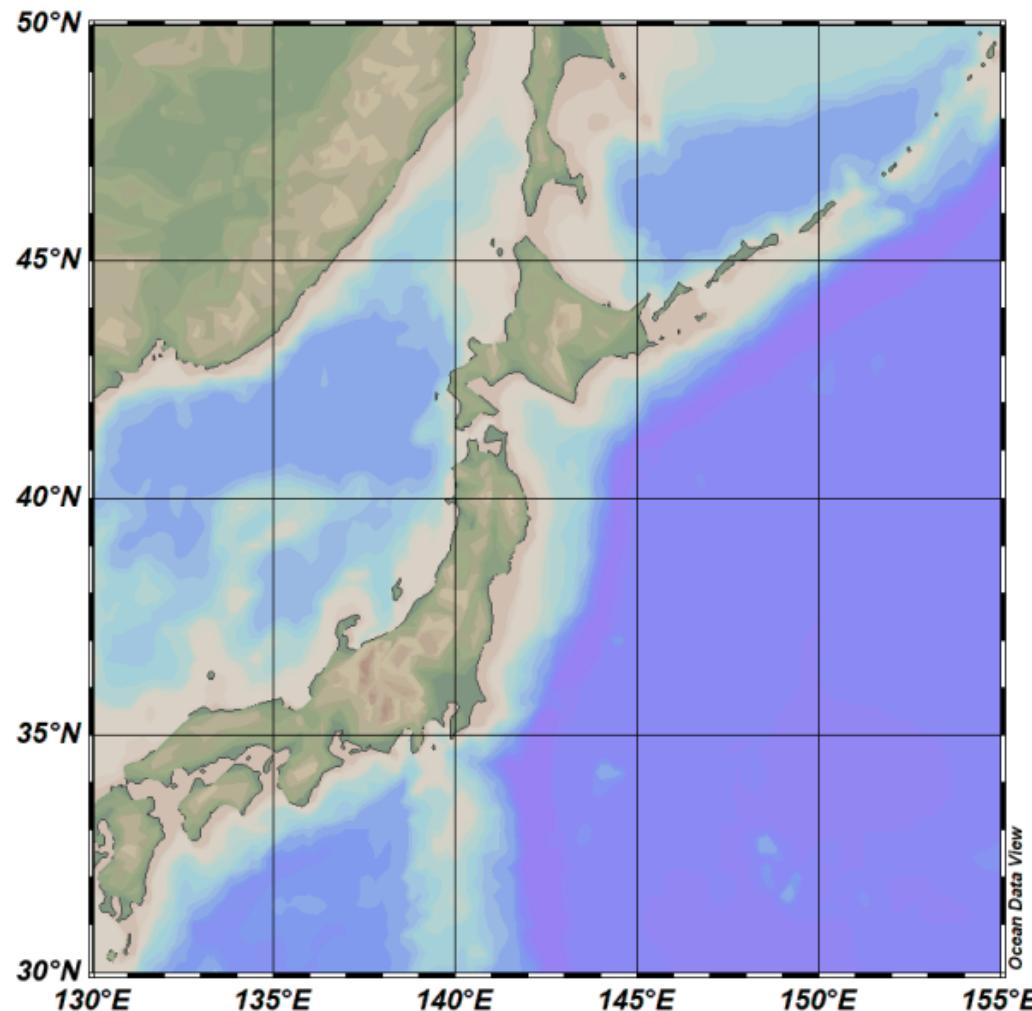


Figure 2. La carte de la région d'étude (30°-50°N, 130°-155°E)

Deux courants

Kuroshio (une partie) et Oyashio

Phénomènes

Vents d'ouest

Tourbillons méso-échelle

Intensification du bord d'ouest

Le front Kuroshio-Oyashio

L'extension du Kuroshio

Objectif

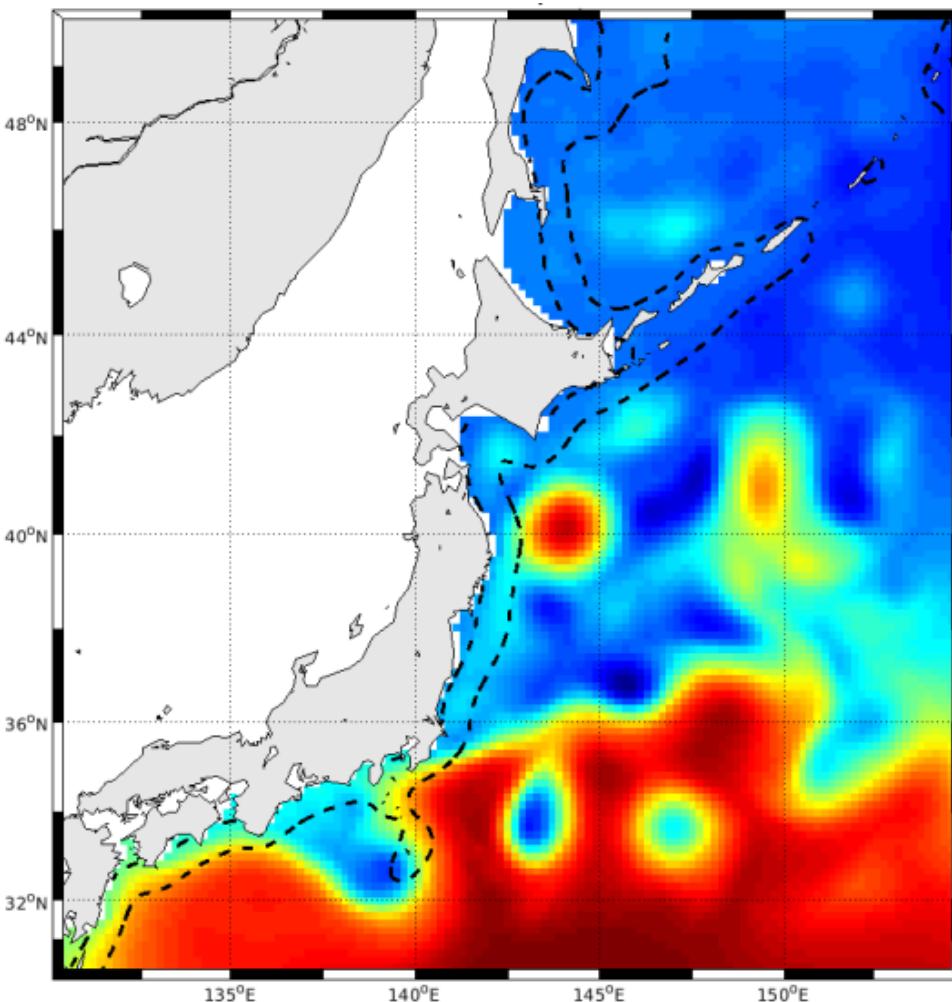
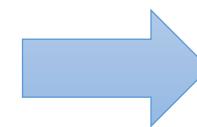
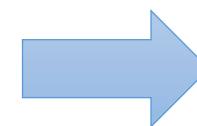


Figure 3. Un exemple de la formation des tourbillons
dans la région d'étude (Colorbar: SSH)



Caractéristiques dans cette région

SSH, trajectoire, l'énergie cinétique, tourbillons



Amélioration de la simulation

Les inconsistances par rapport aux littératures

ROMS modèle

Introduction



Les versions de *Roms_Agrif* et
ROMSTOOLS n'évoluent plus

*Nouveau modèle
océanique*



Les zones de l'échelles fines

ROMS modèle

Discrétisation

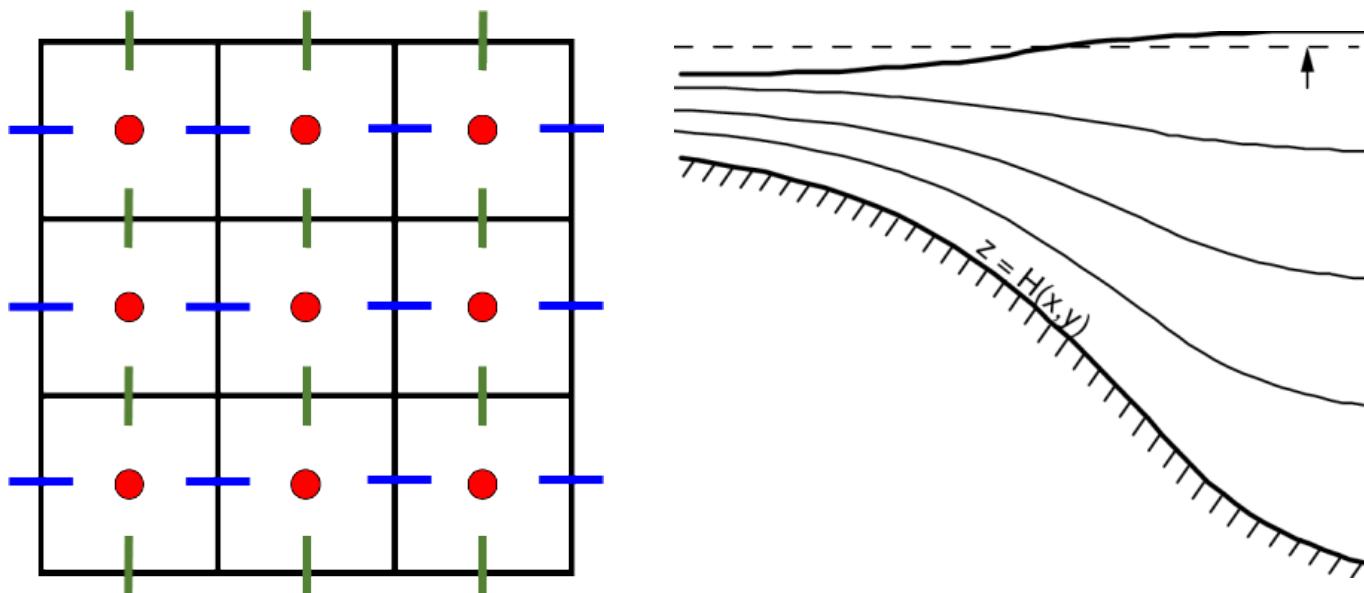


Figure 4. Schéma de la grille Arakawa C (gauche), et de la coordonnée- σ (droite).

Spatiale

Arakawa C (horizontal)

Coordonnée- σ (vertical)

Temporelle

Méthode time-splitting

Leap-frog & Asselin filter

ROMS modèle

Critère CFL

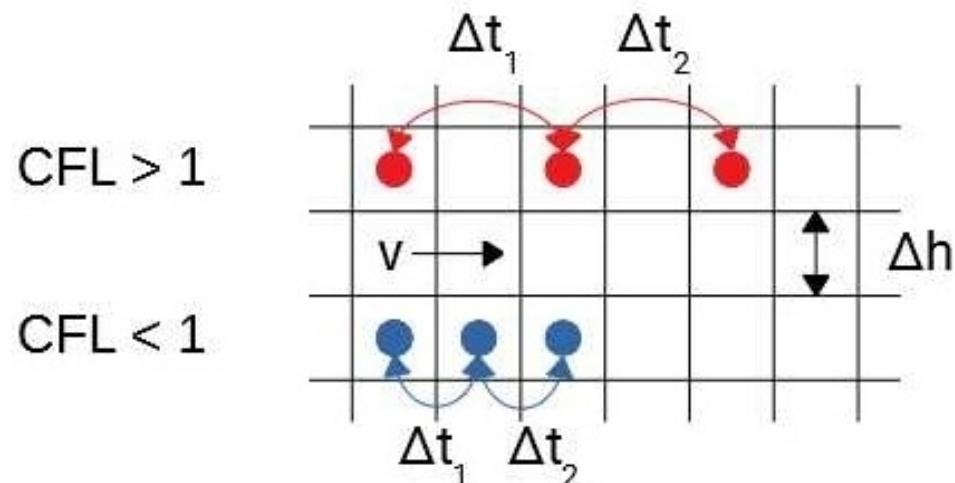


Figure 5. Schéma du critère CFL.



Un processus **ne se propage pas** de plus d'une maille à chaque pas de temps

$$\Delta t \leq \frac{1}{c} \times \left(\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

ROMS modèle

Paramétrisation

crocotools
param

Coordonnée	Frontière	Résolution
lonmin = 130; lonmax = 155; latmin = 30; latmax = 50;	Fermeture: Ouest Ouverture : Est, Nord, Sud	dl=1/5°

Grille

LLm	MMm	dx	dy	N	Hmax
124	132	dxmin=14.2497 km dxmax=19.2488 km	dymin=14.3071 km dymax=19.2319 km	32	7579.6 m

Pas de temps

NTIMES	NDTFAST	NRST	NAVG	NWRT	dt [sec]
1800	60	1800	180	180	1440

ROMS modèle

Base de données

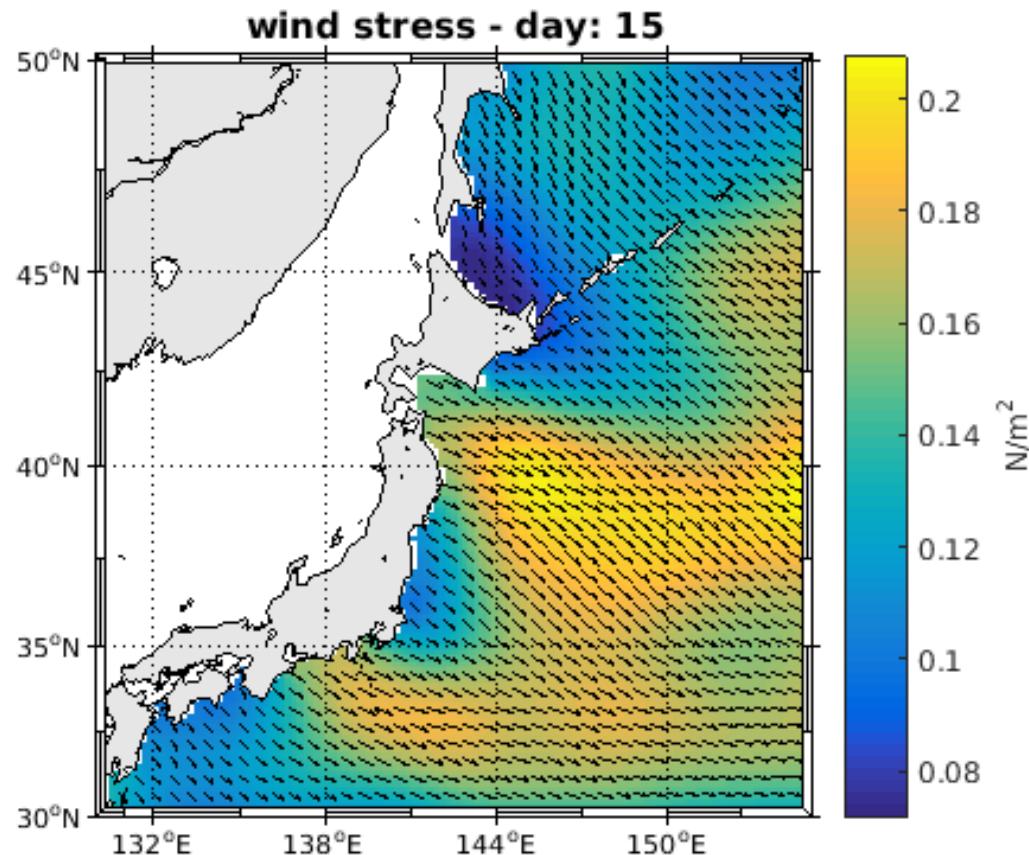
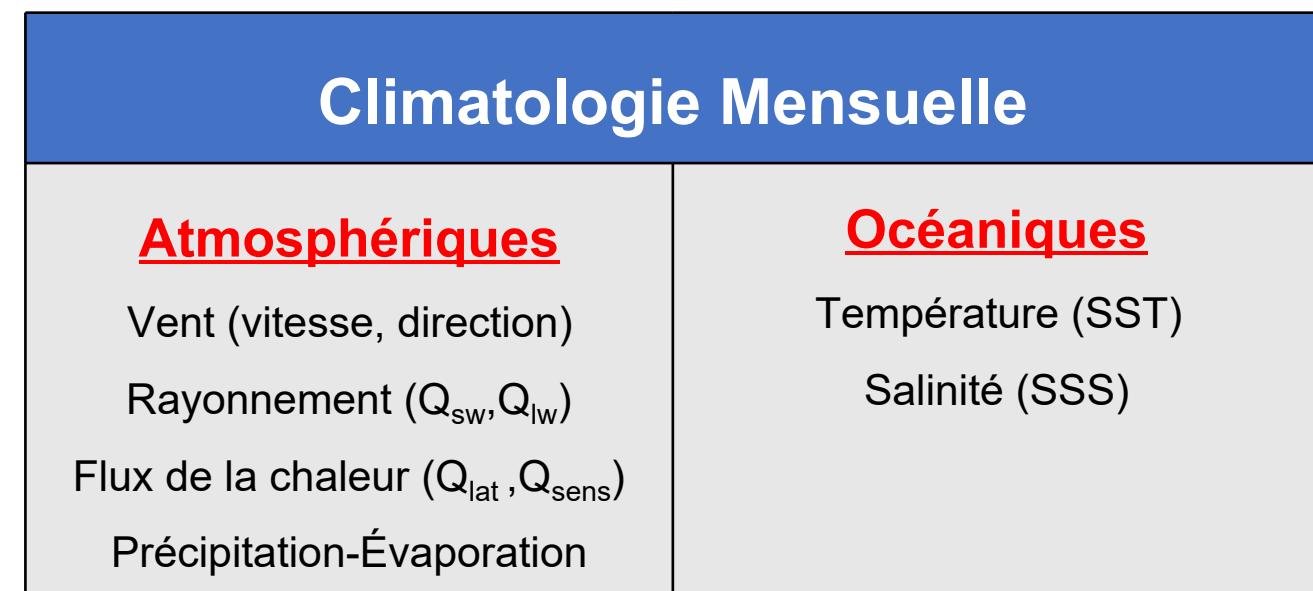
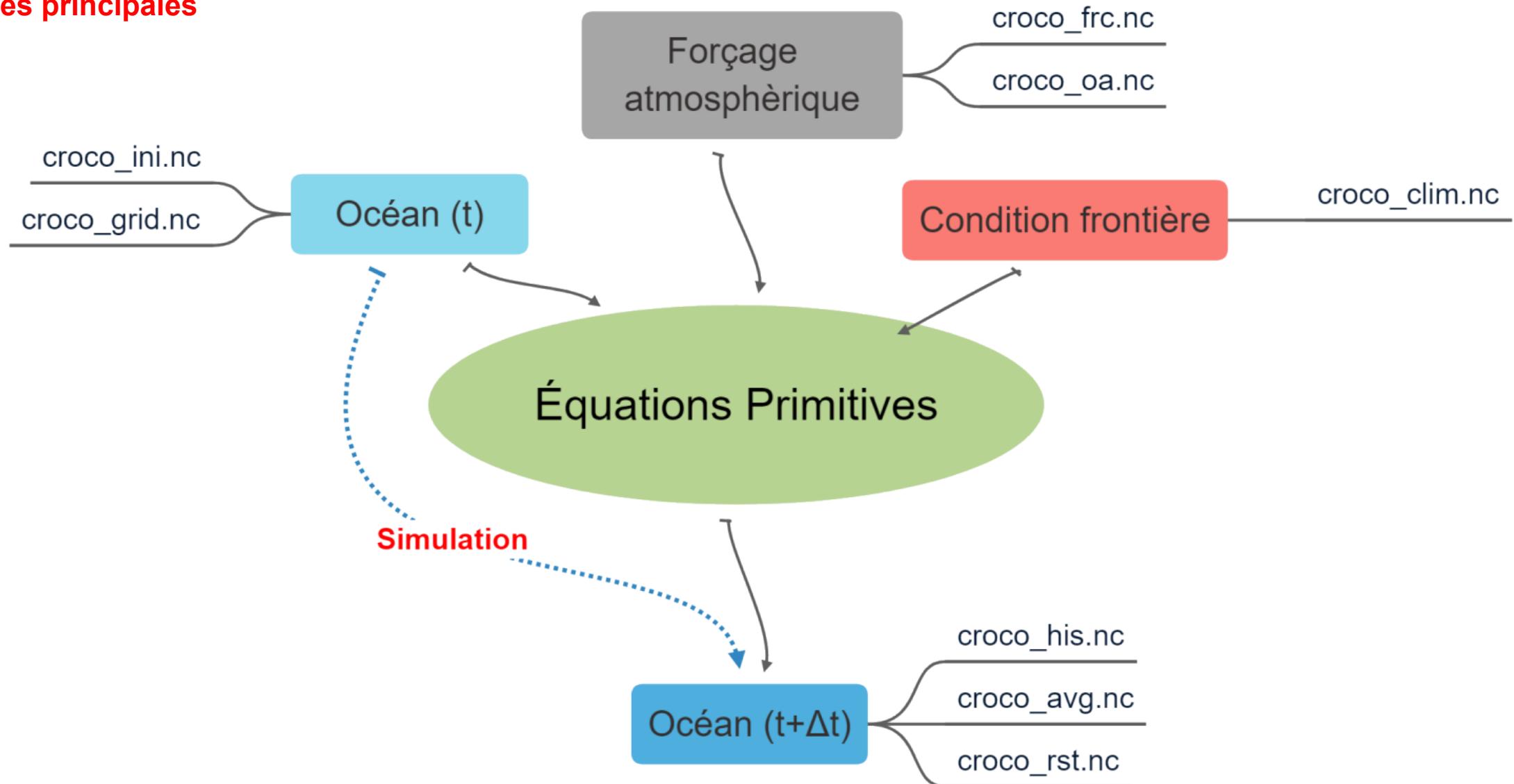


Figure 6. Un exemple de champ du vent (forçage atmosphère) dans la région d'étude



ROMS modèle

Idées principales



ROMS modèle

Diagnostic

Stabilité

La troisième année

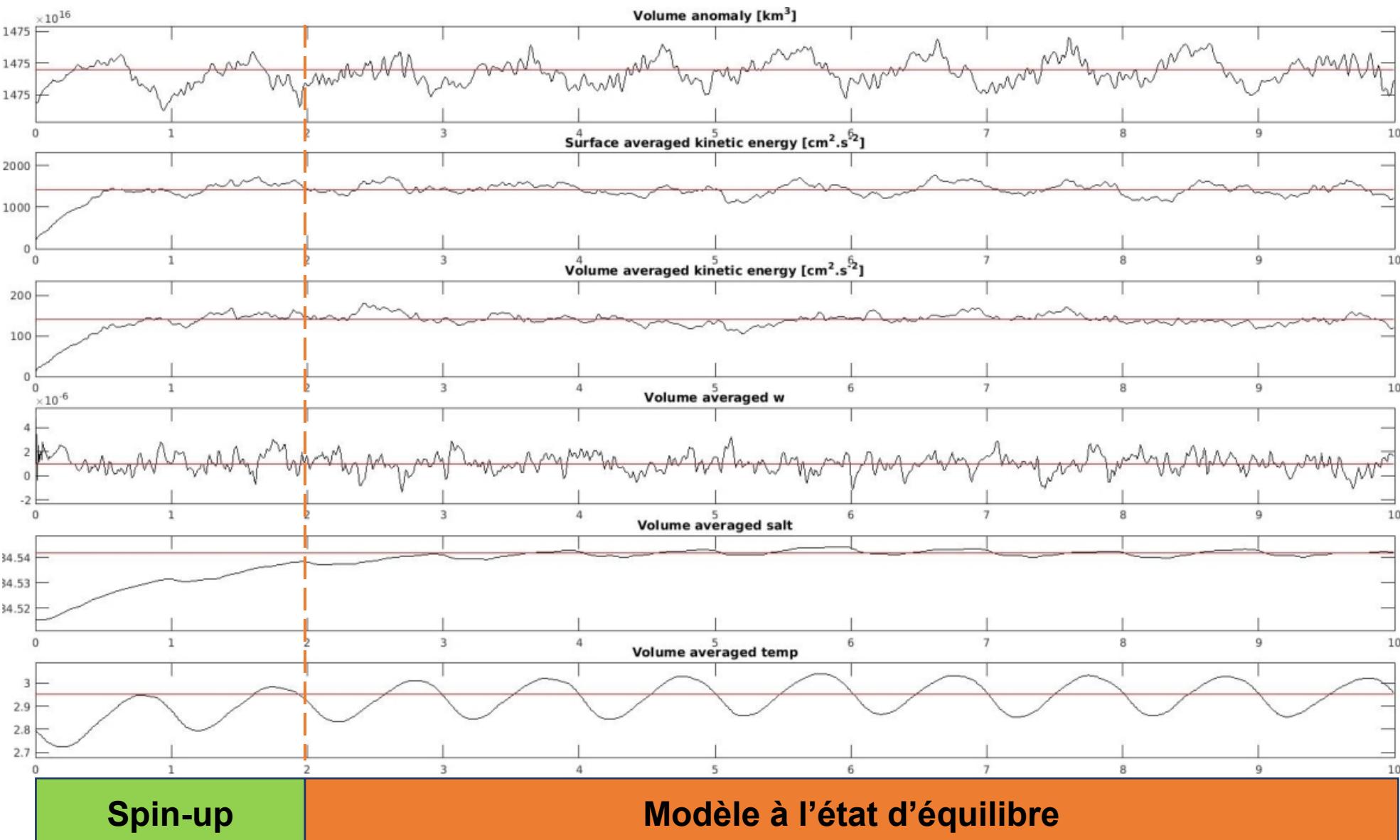


Figure 7. Le résultat du diagnostic de la simulation

Trajectoire

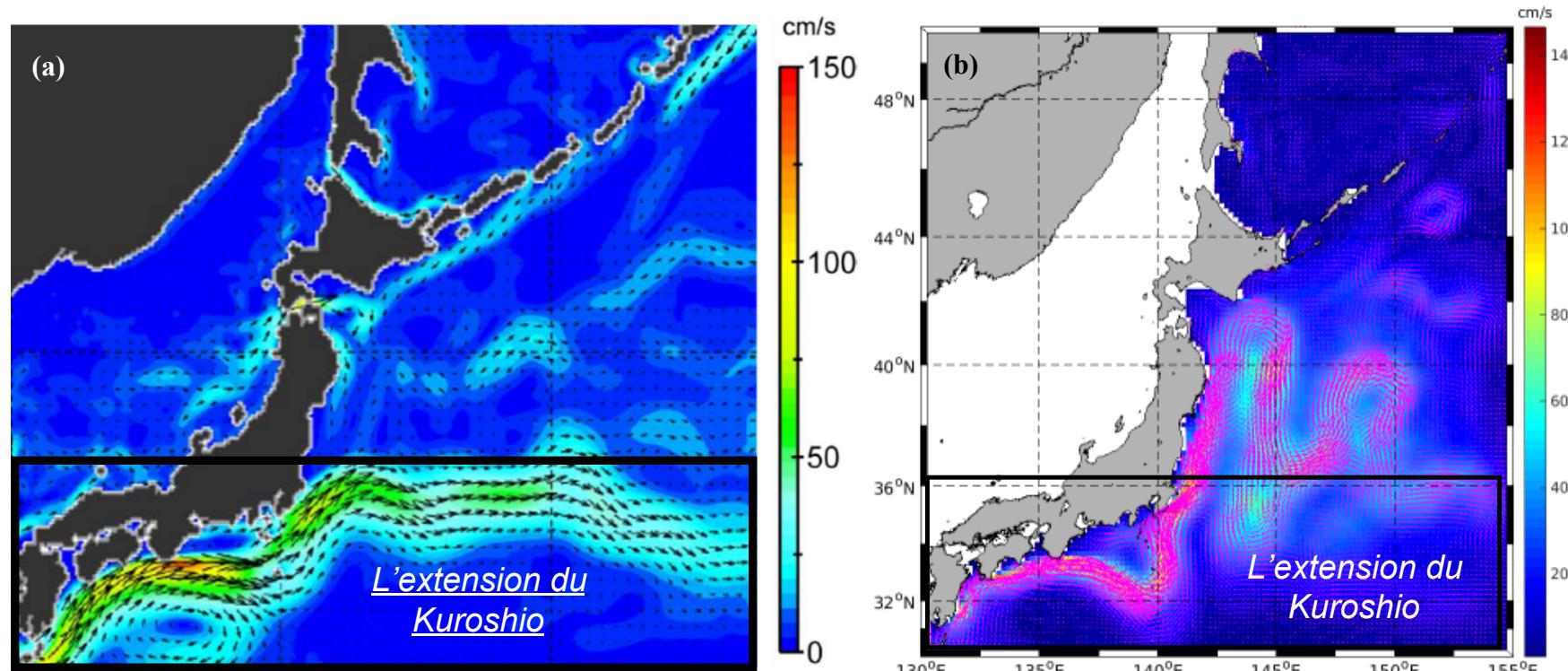


Figure 8 Climatologie du champ de la circulation de surface,(a) Données réanalyses (Kuroda H, et al. 2017), (b) Résultat de la simulation du ROMS.

L'extension du
Kuroshio peut être bien
observée à 36°N

Trajectoire

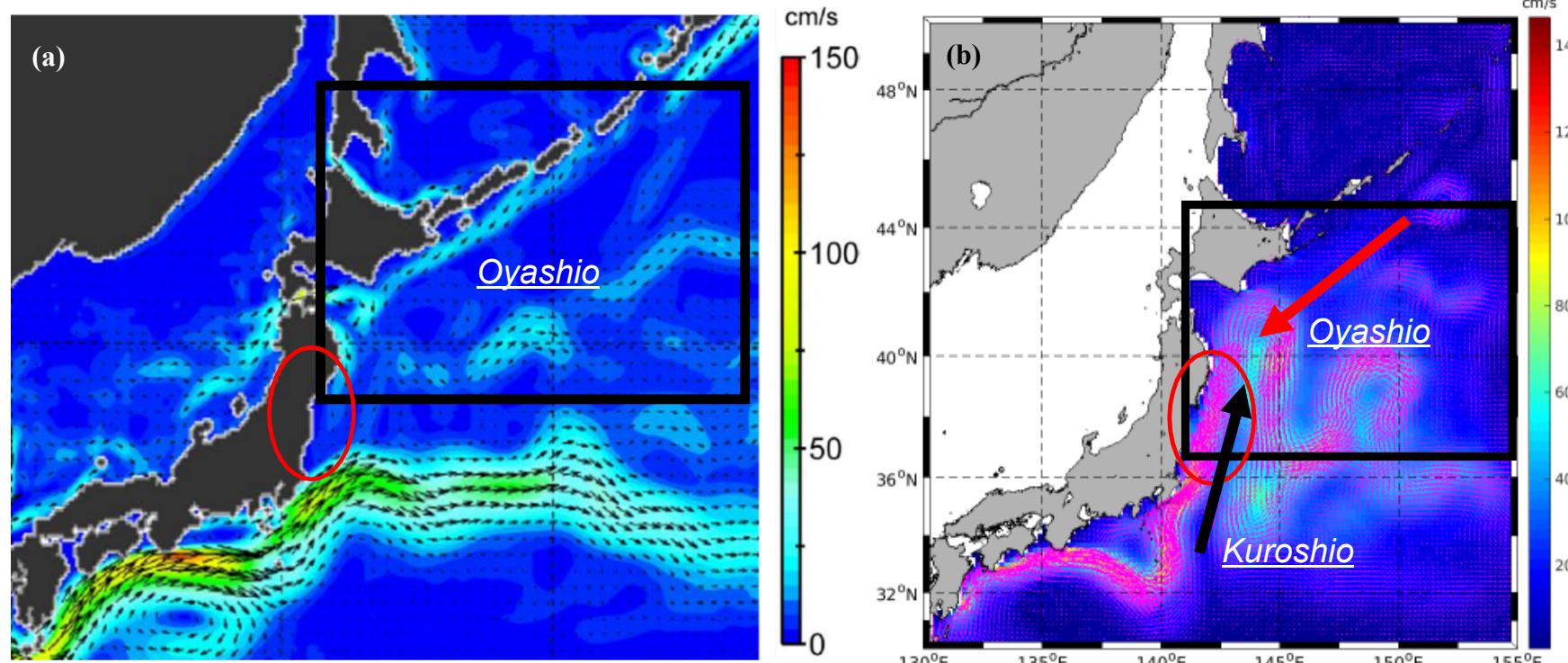


Figure 8 Climatologie du champ de la circulation de surface,(a) Données réanalyses (Kuroda H, et al. 2017), (b) Résultat de la simulation du ROMS.

Déplacement vers le **sud** de l'Oyashio

Déplacement vers le **Nord** du Kuroshio

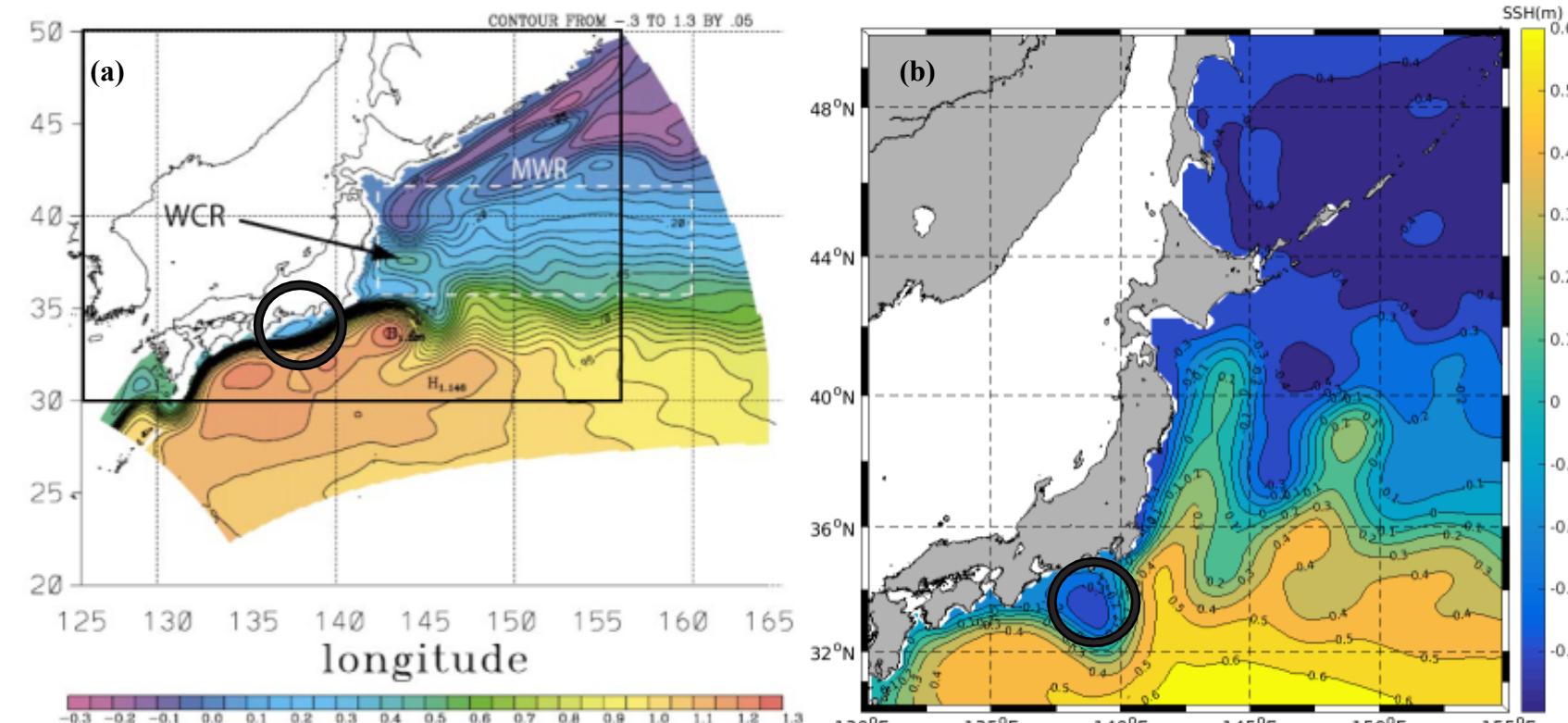
SSH

Figure 9 Climatologie de la hauteur de surface (SSH) moyennée, (a) Résultat du POM (Mitsudera H et al. 2004), (b) Résultat de la simulation du ROMS.

Un anneau noyau froid
éternel dans la zone
(135° - 140° E, 32° - 36° N)

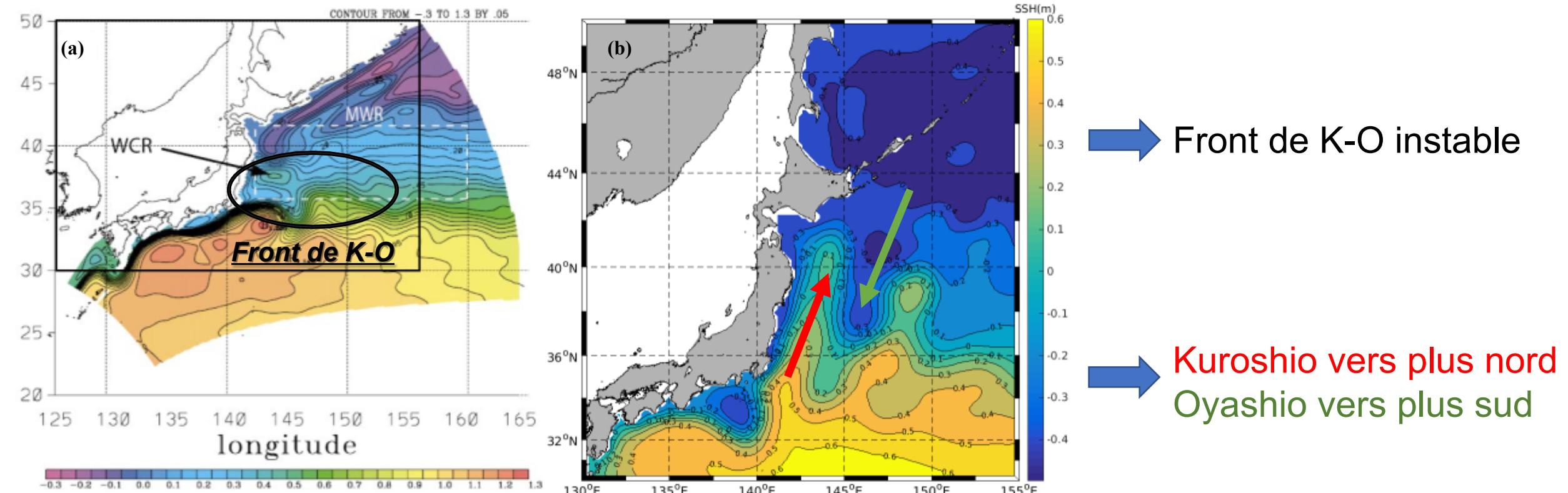
SSH

Figure 9 Climatologie de la hauteur de surface (SSH) moyennée, (a) Résultat du POM (Mitsudera H et al. 2004), (b) Résultat de la simulation du ROMS.

L'écart type de SSH

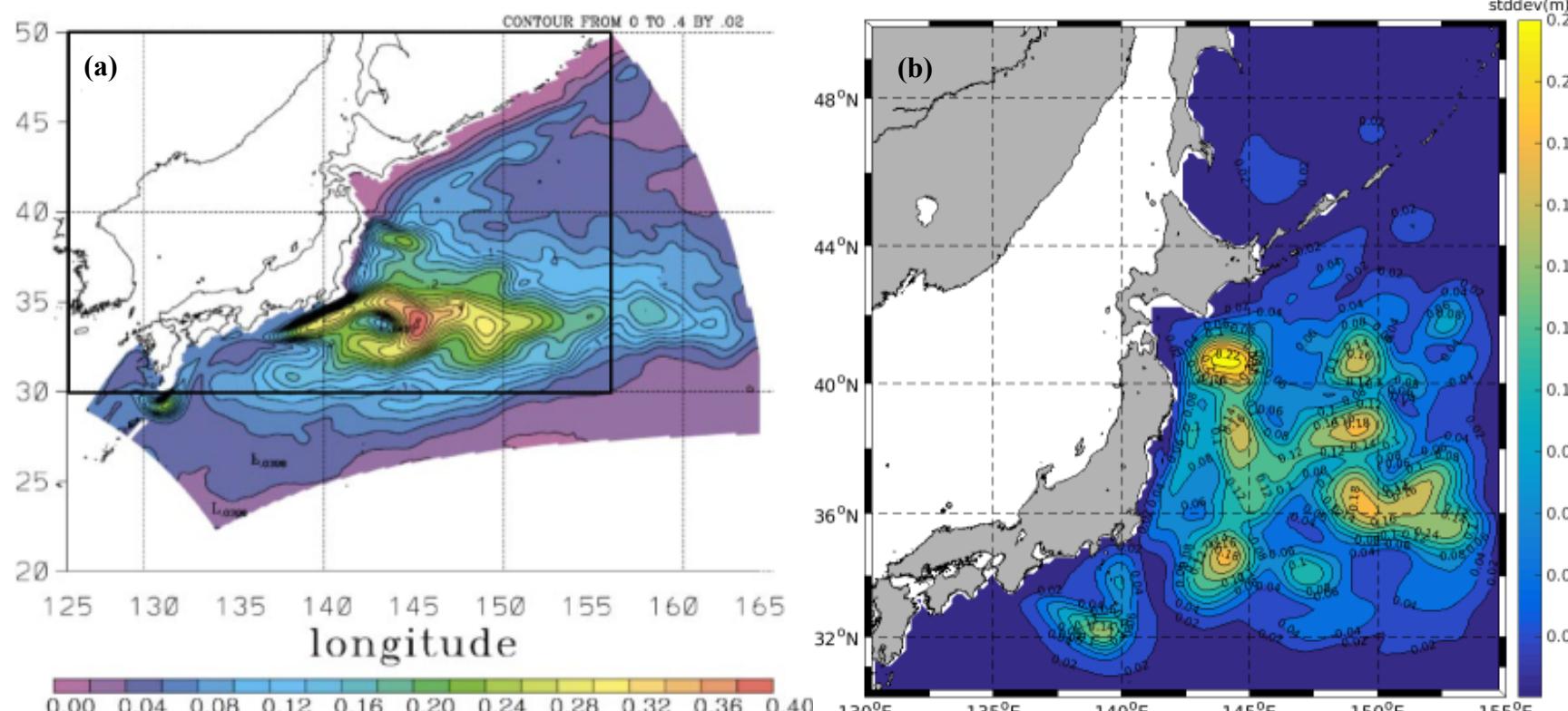


Figure 10 Climatologie de l'écart type de la hauteur de surface, (a) Résultat du POM (Mitsudera H et al. 2004), (b) Résultat de la simulation du ROMS.

L'écart type du SSH

L'instabilité de la région

L'écart type de SSH

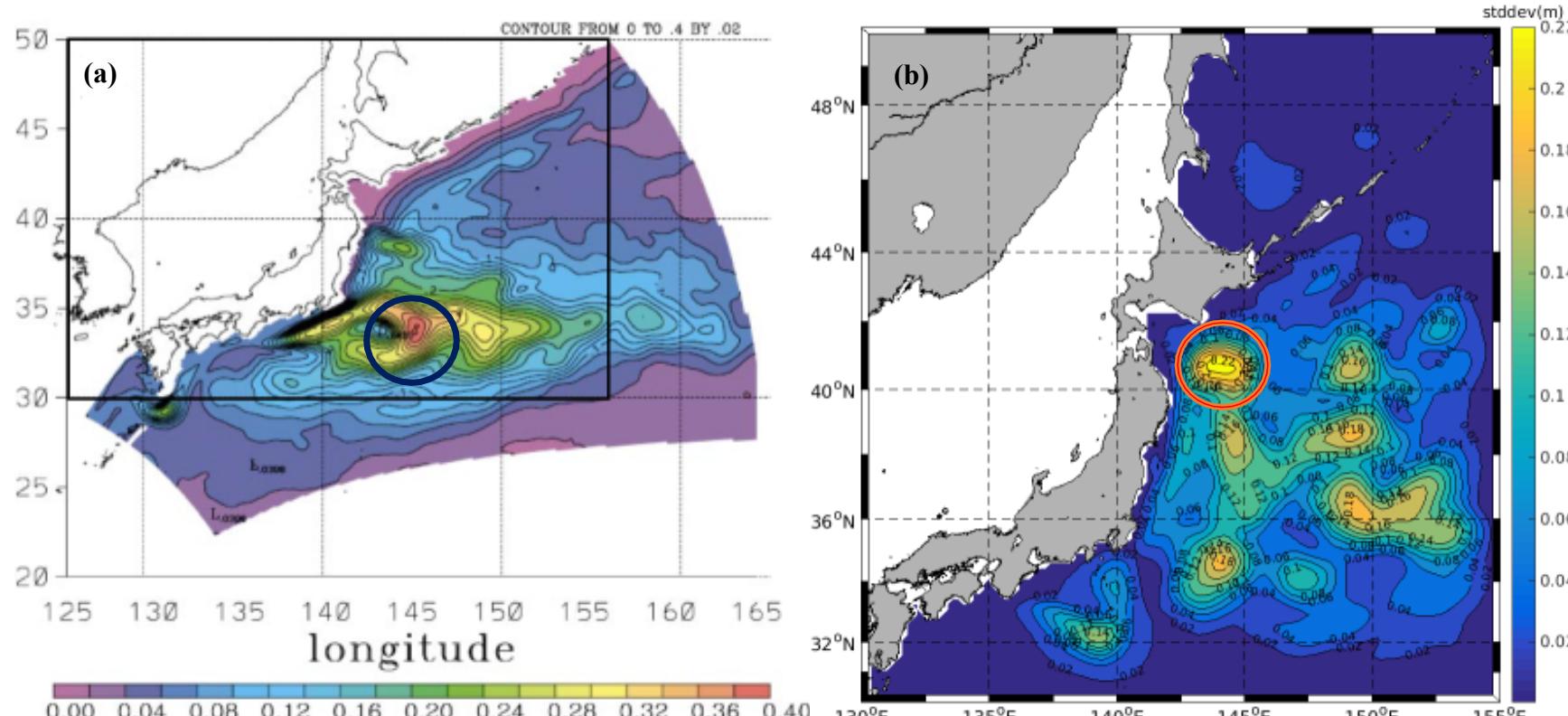
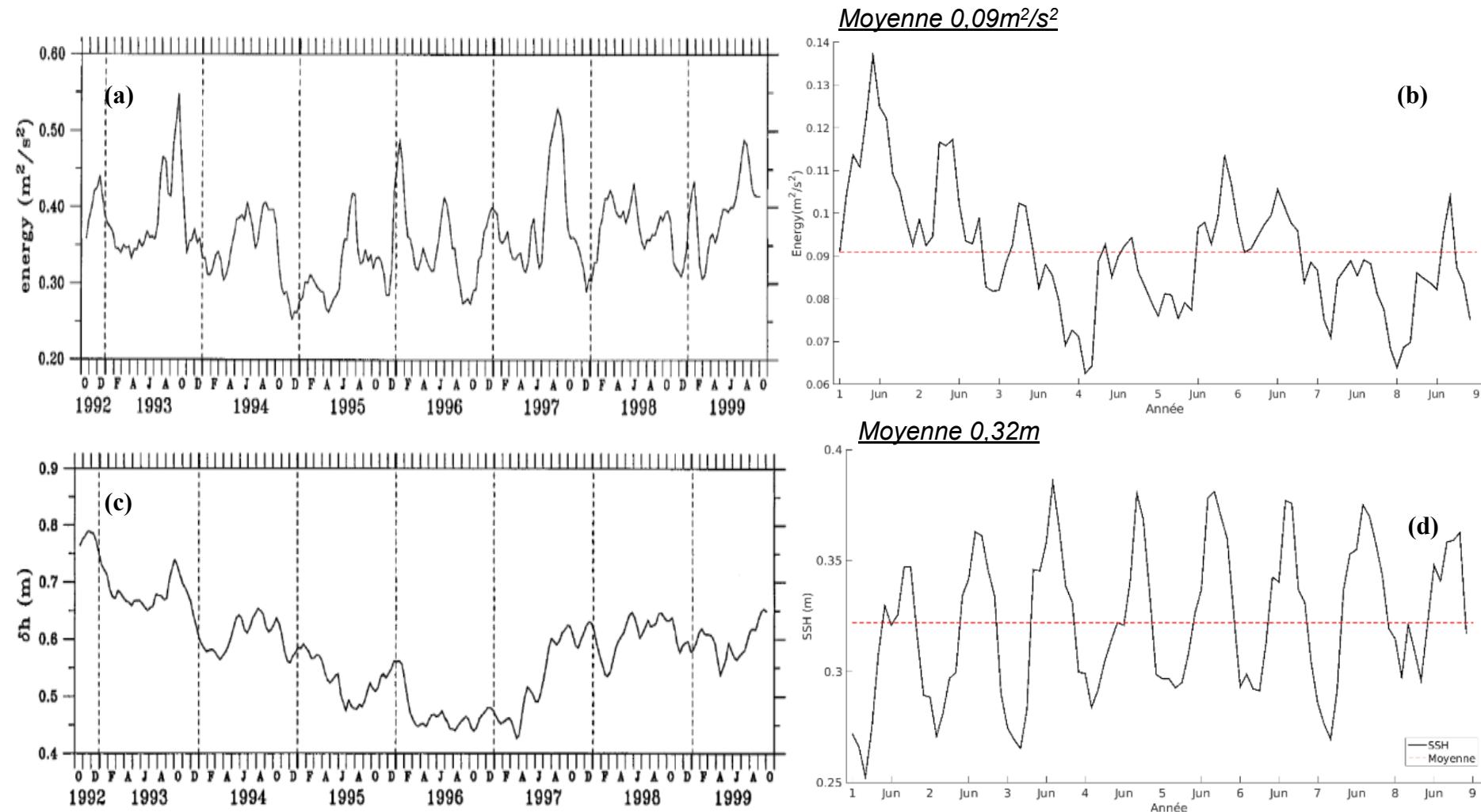


Figure 10 Climatologie de l'écart type de la hauteur de surface, (a) Résultat du POM (Mitsudera H et al. 2004), (b) Résultat de la simulation du ROMS.

La région la plus instable
se situe près de l'Oyashio
au lieu du Kuroshio

Séries temporelles de la région KE

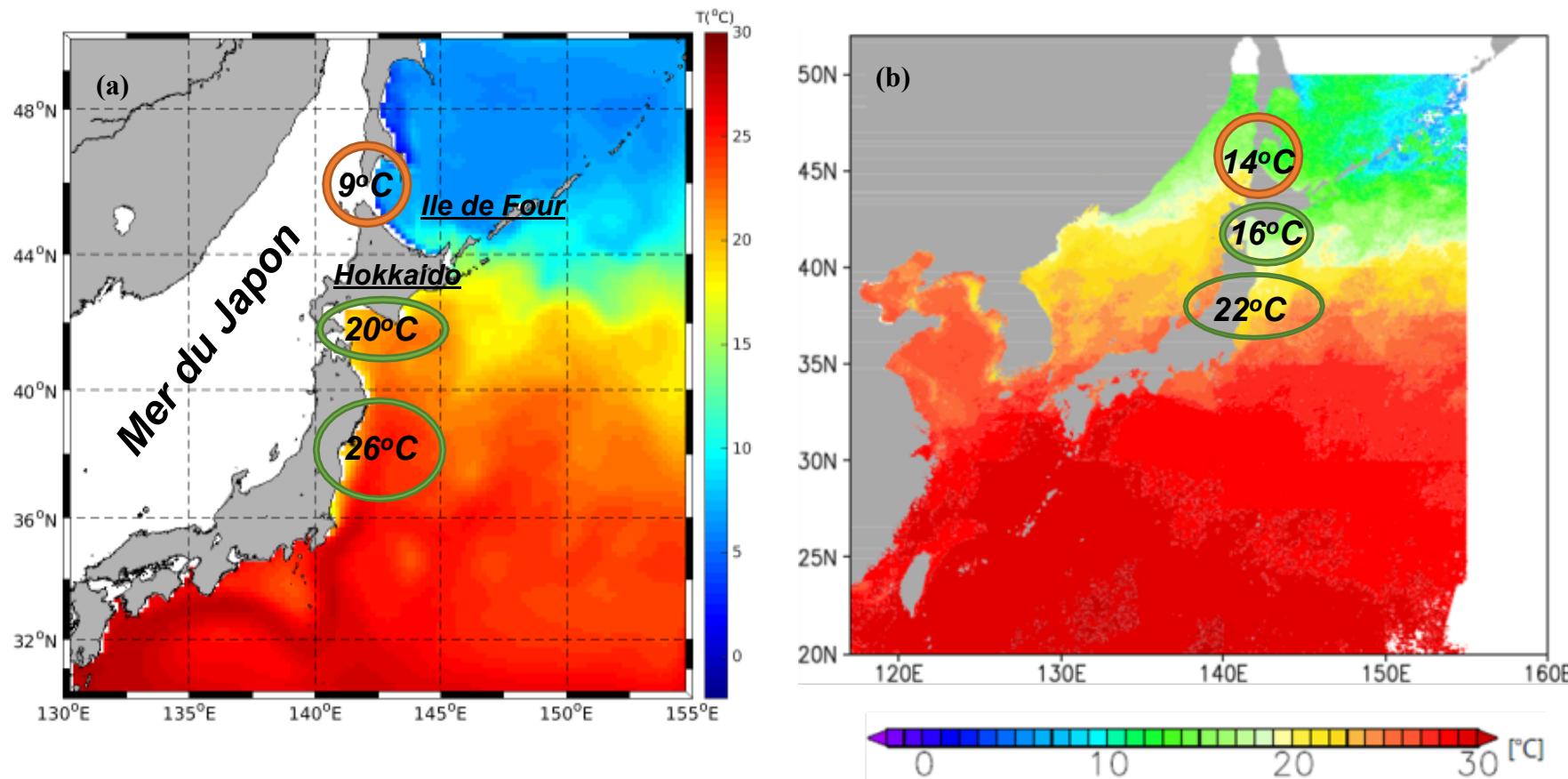


L'énergie **faible**
dans la région KE

Figure 11 Série temporelle de l'énergie cinétique moyennée (a et b) et la hauteur de surface (c et d).

Hypothèse 1

(La fermeture de la frontière)



Saison: été

Nord Hokkaido

SST diminué

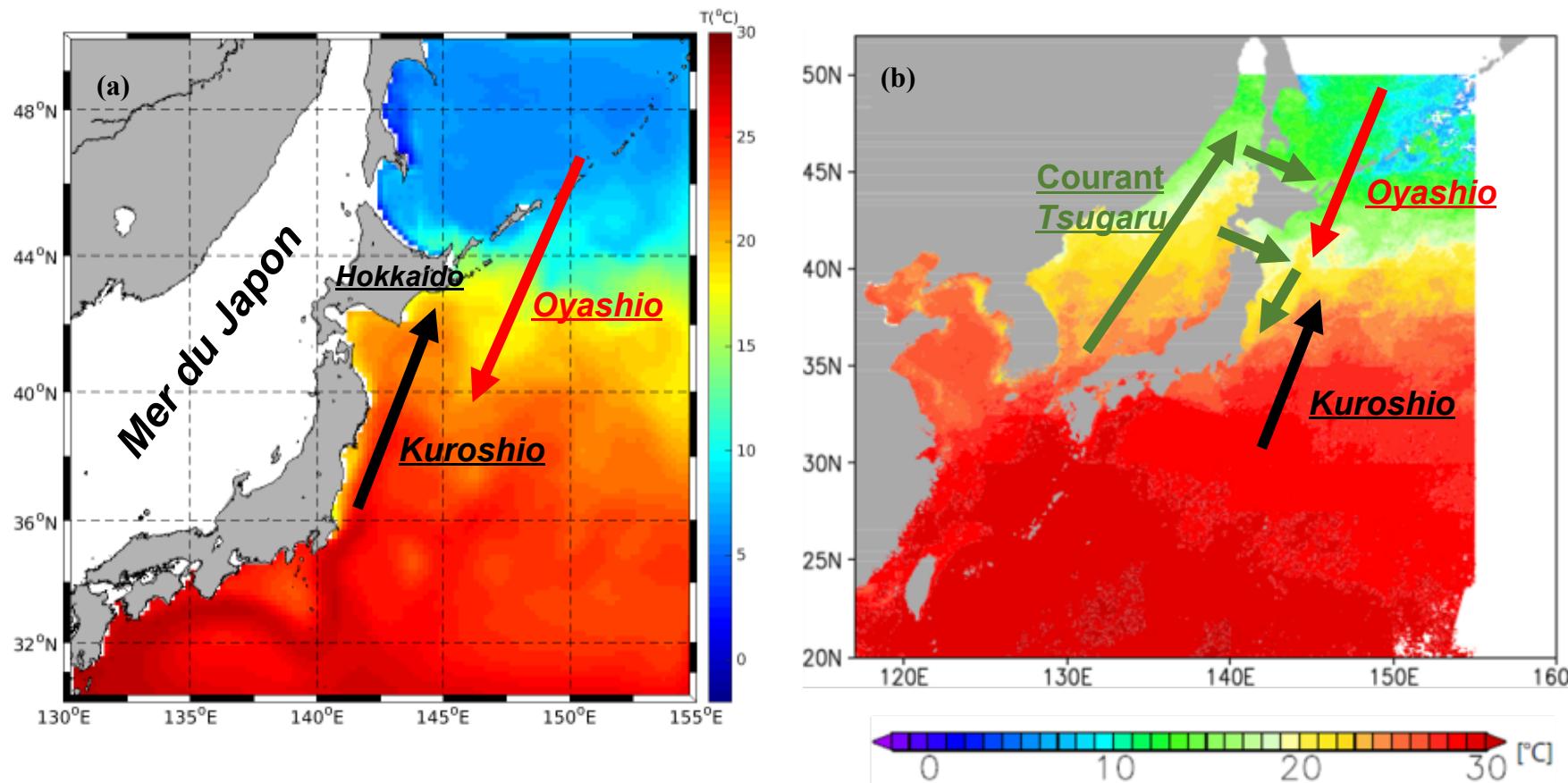
Sud Hokkaido

SST augmenté

Figure 12 La climatologie de la température de la surface (SST) en août (a) simulée par le modèle ROMS, (b) observation de la satellite .

Hypothèse 1

(La fermeture de la frontière)



Saison: été

L'impact du courant Tsugaru
n'est pas négligeable

Figure 12 La climatologie de la température de la surface (SST) en août (a) simulée par le modèle ROMS, (b) observation de la satellite .

Hypothèse 1

(La fermeture de la frontière)

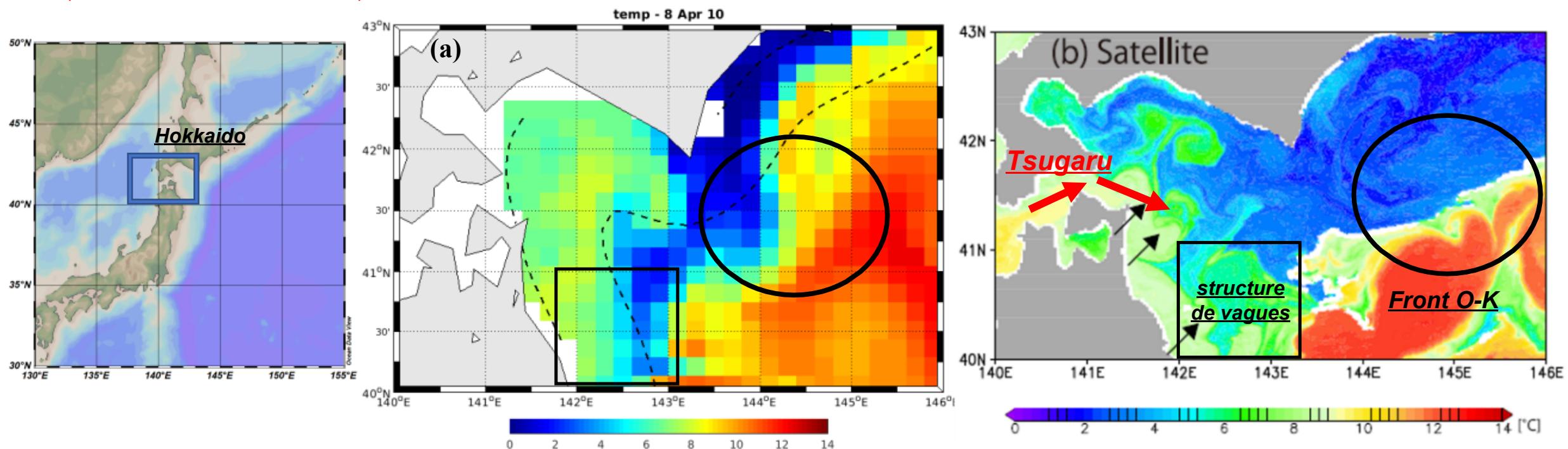


Figure 13 La température de surface (SST) au sud de l'île d'Hokkaido en avril, (a) représente le résultat de 8^{ème} année du modèle ROMS et (b) est l'observation par satellite (Sakamoto K, et al. 2019).

Front Oyashio-Kuroshio n'existe plus sans
l'impact du courant Tsugaru

Hypothèse 1

(La fermeture de la frontière)

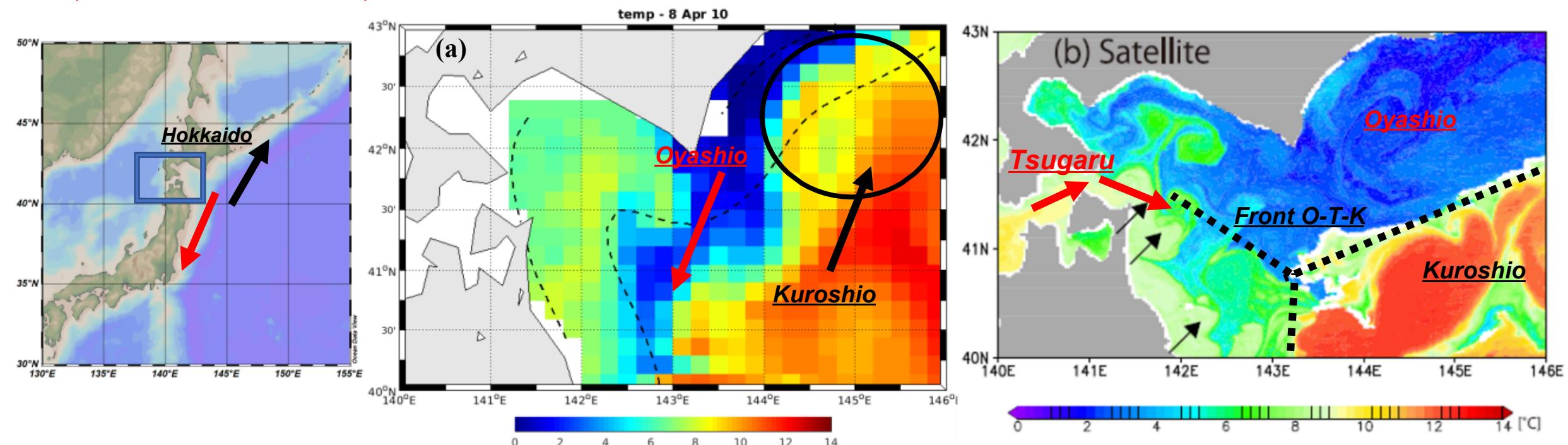


Figure 13 La température de surface (SST) au sud de l'île d'Hokkaido en avril, (a) représente le résultat de 8^{ème} année du modèle ROMS et (b) est l'observation par satellite (Sakamoto K, et al. 2019).

Kuroshio vers nord
Oyashio vers sud

Hypothèse 2

(Kuroshio raccourci)

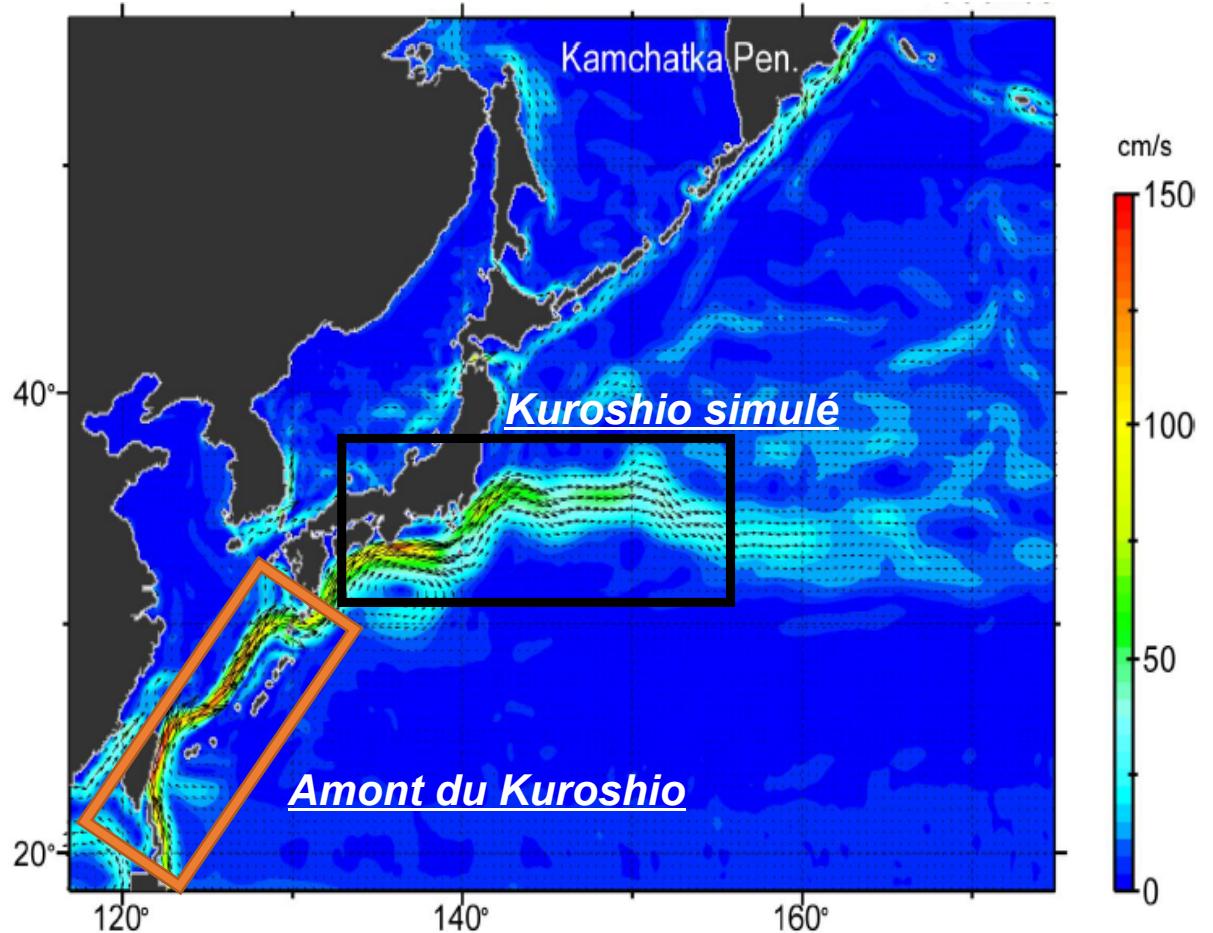


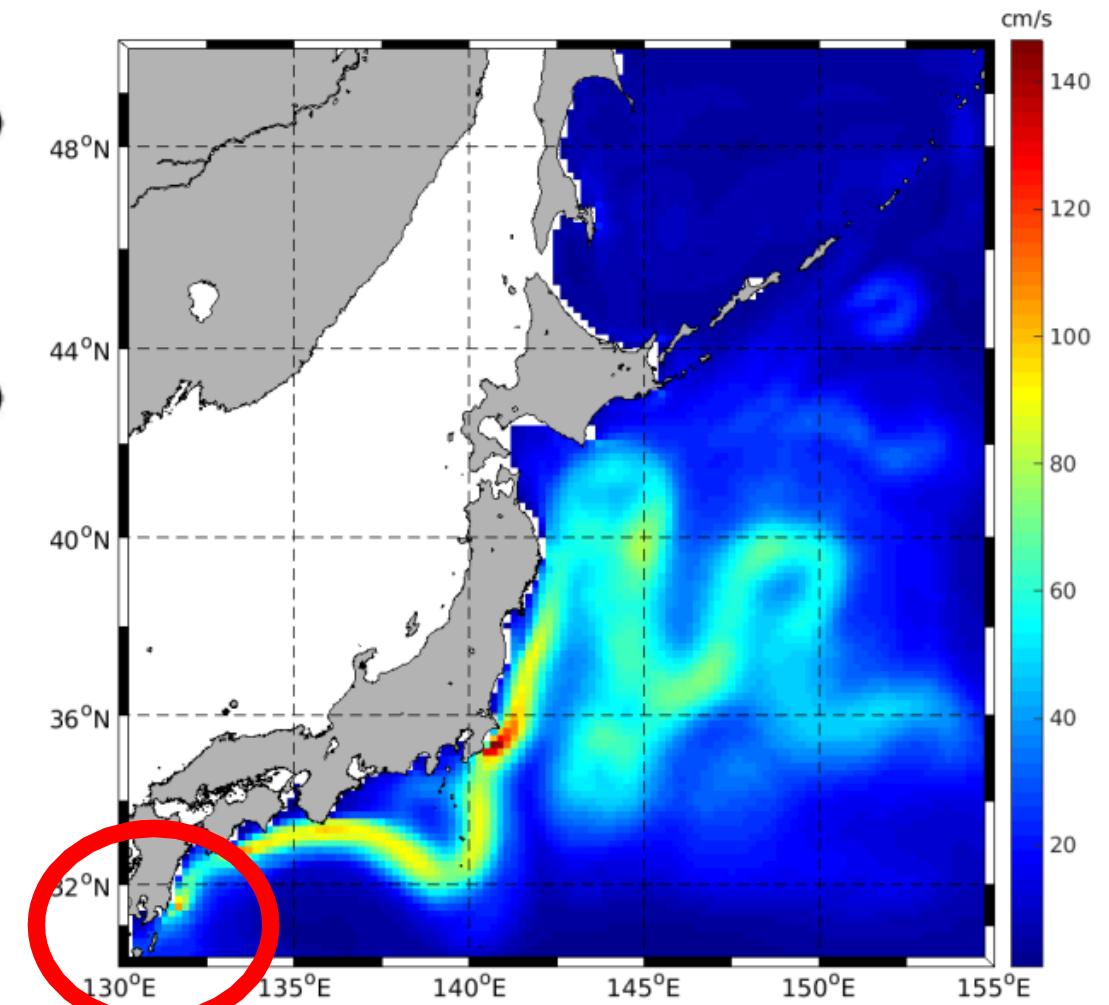
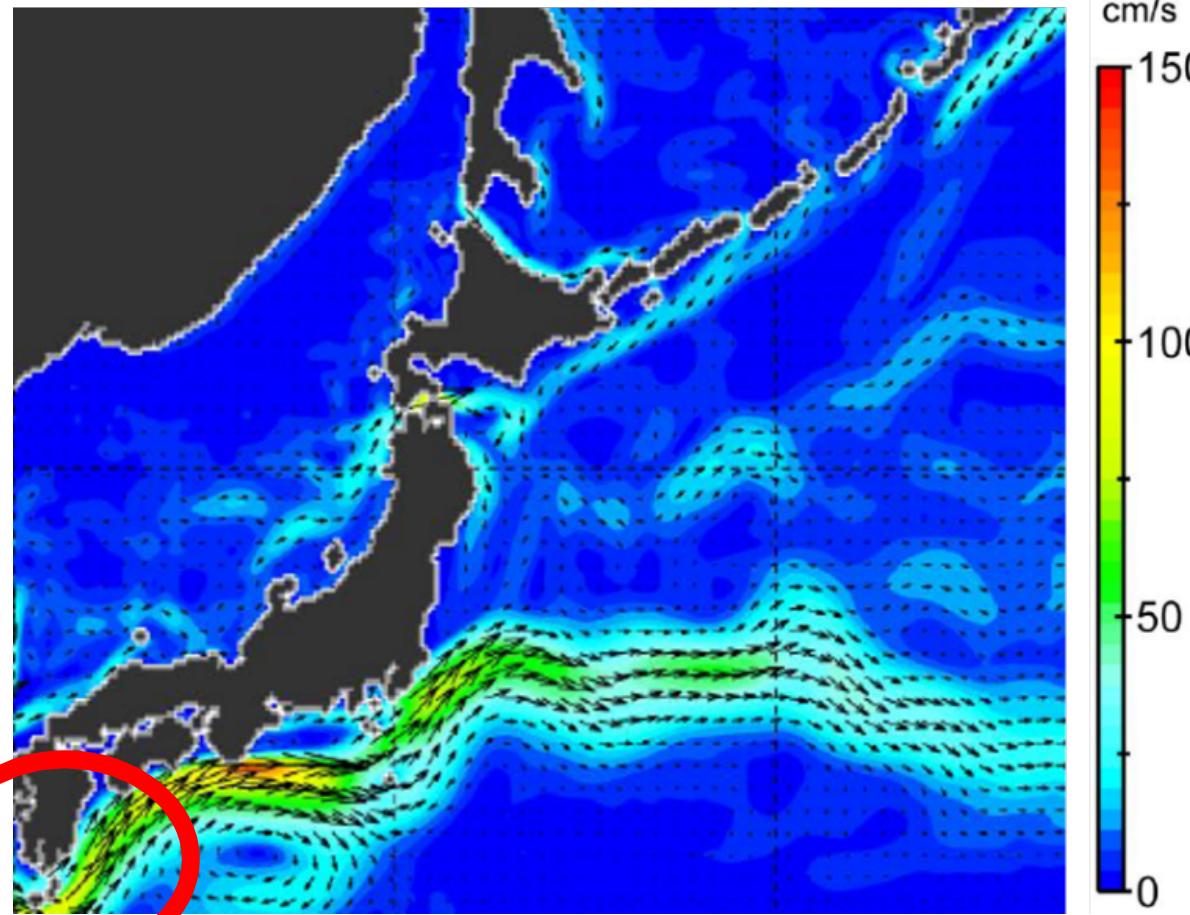
Figure 14 Climatologie de la vitesse du courant en utilisant les données réanalysées (Kuroda H, et al. 2017).

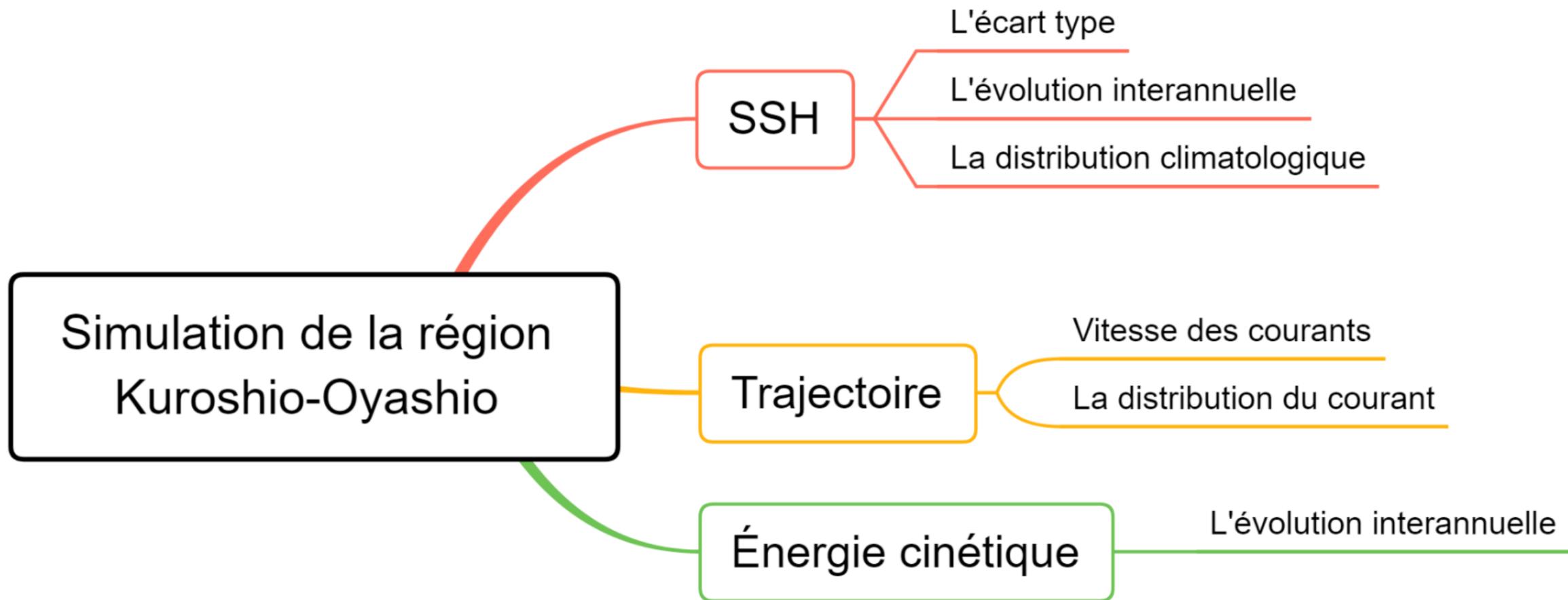
La trajectoire du Kuroshio commence par la région des Philippines

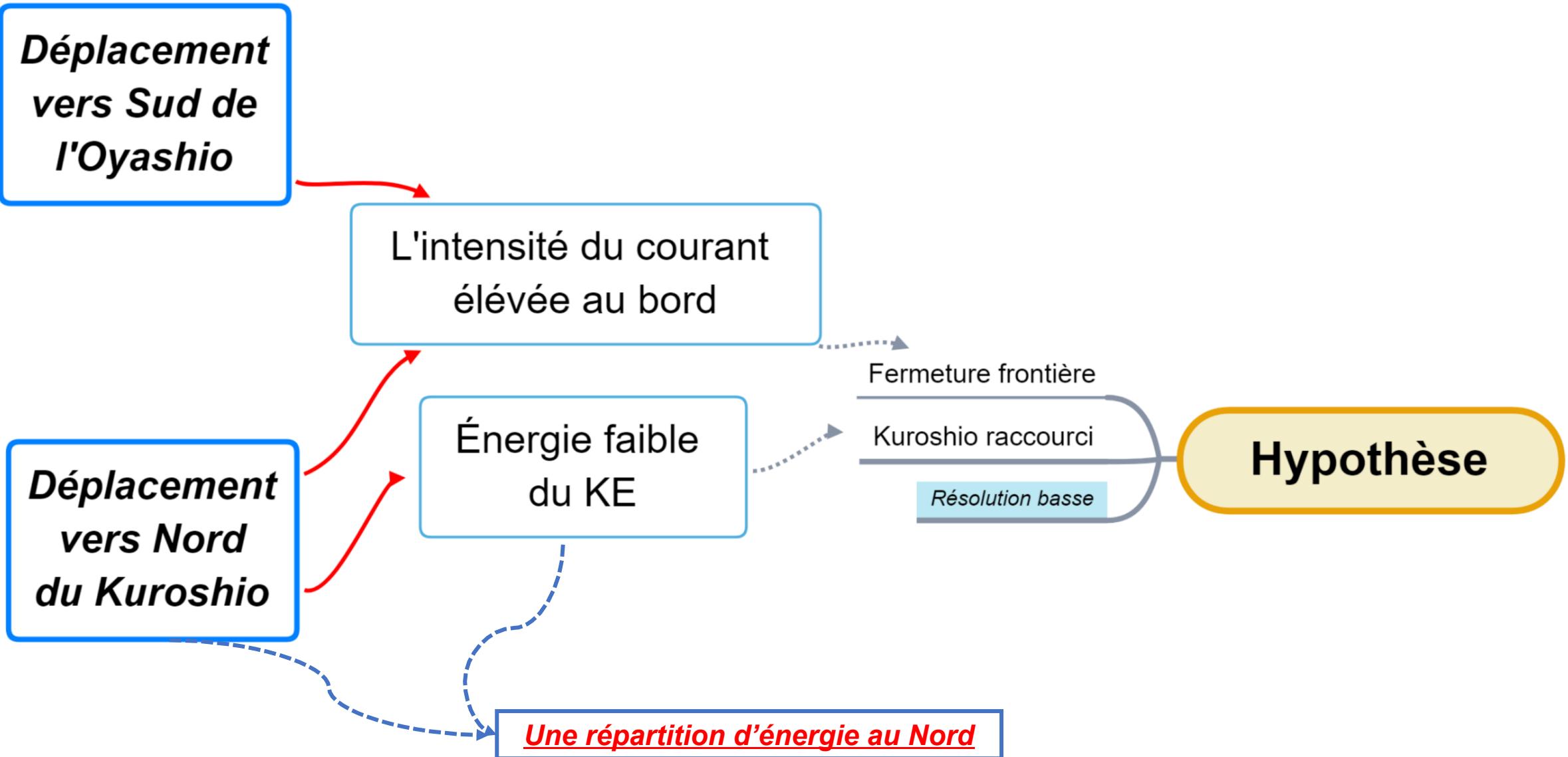
L'ensemble du courant présente une grande vitesse (**forte** énergie cinétique)

Hypothèse 2

(Kuroshio raccourci)

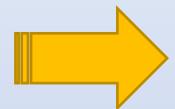




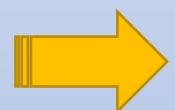


Ouverture

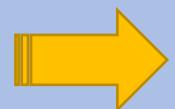
Les travaux à améliorer



Ouverture de la Frontière Ouest
La mer du Japon



Simulation (si possible) l'ensemble
de la trajectoire du Kuroshio
Ne corresponds pas le but principal du CROCO



Augmentation de la résolution
Coût du temps de calcul, fichiers de taille grande

Bibliographie

Qiu B. Interannual variability of the Kuroshio Extension system and its impact on the wintertime SST field[J]. Journal of Physical Oceanography, 2000, 30(6): 1486-1502.

Mitsudera H, Taguchi B, Yoshikawa Y, et al. Numerical study on the Oyashio water pathways in the Kuroshio–Oyashio confluence[J]. Journal of physical oceanography, 2004, 34(5): 1174-1196.

Kuroda H, Setou T, Kakehi S, et al. Recent advances in Japanese fisheries science in the Kuroshio-Oyashio region through development of the FRA-ROMS ocean forecast system: Overview of the reproducibility of reanalysis products[J]. Open Journal of Marine Science, 2017, 7(01): 62.

Sakamoto K, Tsujino H, Nakano H, et al. Development of a 2-km resolution ocean model covering the coastal seas around Japan for operational application[J]. Ocean Dynamics, 2019, 69(10): 1181-1202.

Nishikawa H, Nishikawa S, Ishizaki H, et al. Detection of the Oyashio and Kuroshio fronts under the projected climate change in the 21st century[J]. Progress in Earth and Planetary Science, 2020, 7(1): 1-12.

CROCO and CROCO_TOOLS are provided by <http://www.croco-ocea>

Thanks for your attention !

Merci pour votre attention !

Calcul de la température moyenne

```
%%% même méthodes pour les autres variables
clear;close all;
gridfile='CROCO_FILES/croco_grd.nc'; vlevel=-15; %%%niveau de surface
coef=1; [lat,lon,mask]=read_latlonmask(gridfile,'r');
temp_ave=mask.*0; %%%initiation de variable
t_nb=0; %%%compteur du calcul
for j= 3:10
for i= 1:12
hisfile=strcat('SCRATCH/croco_avg_Y',num2str(j),'M',num2str(i),'.nc');
for tindex=1:10
t_nb=t_nb+1; temps=get_hslice(hisfile,gridfile,'temp',tindex,vlevel,'temp');
temp_ave=temps+temp_ave;
end %% tindex normalement on prend 10 vu que on fait une simulation toutes les 3 jours
end %%%i 3 jours par un pas
end %%%j les nb du mois, on commence par la 3eme a
temp_ave=temp_ave./t_nb; figure(1);hold on;
m_proj('mercator','lat',[30 50],'lon',[130 155]);
m_pcolor(lon,lat,temp_ave); shading flat; m_gshhs_h('patch',[.7 .7 .7],'edgecolor','k');
m_grid('box','fancy','linestyle','--','gridcolor','none','backcolor','w','FontSize',15);
h=colorbar; set(get(h,'title'),'string','T(^oC)'); colormap('jet'); caxis([0 30])
```

Série temporelle du SSH moyené

```
clear; close all;
load ('ssh_aveclim.mat'); gridfile='CROCO_FILES/croco_grd.nc';
vlevel=-15; coef=1; %%% dans la région KE
[lat,lon,mask]=read_latlonmask(gridfile,'r'); latn=lat(:,1); lonn=lon(1,:);
indexlat=find(latn>=32&latn<=37); indexlon=find(lon>=141&lon<=155);
ssh_ave=zeros(length(indexlat),length(indexlon)); ssh_mois=[]; ssh_anom=mask.*0;
t_nb=0; %%% compteur du calcul
for j= 3:10
for i= 1:12
hisfile=strcat('SCRATCH/croco_avg_Y',num2str(j),'M',num2str(i),'.nc'); nc=netcdf(hisfile);
for tindex=1:10
t_nb=t_nb+1;
zeta=squeeze(nc{'zeta'}(tindex,:,:,:)); z1=zeta(indexlat,indexlon,1); ssh_ave=z1+ssh_ave;
end
moy=ssh_ave./t_nb; indexnan=find(~isnan(moy)); ssh_mois=[ssh_mois;mean(moy(indexnan))]; t_nb=0;
ssh_ave=zeros(length(indexlat),length(indexlon));
end %%% i 3 jours par un pas
end %%% j les nb du mois, on commence par la 3eme an
figure(1); plot(ssh_mois,'k-','linewidth',2);hold on;
mm=1:6:97;ss=['Jun']; plot(mm,ones(length(mm)).*mean(ssh_mois),'r--','linewidth',1);
set(gca,'xtick',mm,'xticklabel',{'1',ss,'2',ss,'3',ss,'4',ss,'5',ss,'6',ss,'7',ss,'8',ss,'9'});
xlabel('Année','FontSize',20); ylabel('SSH (m)','FontSize',20); legend('SSH','Moyenne');
```

Série temporelle du SSH stddev

```
load ('ssh_aveclim.mat'); gridfile='CROCO_FILES/croco_grd.nc';
[lat,lon,mask]=read_latlonmask(gridfile,'r');
ssh_std=mask.*0; ssh_ave=mask.*0; ssh_avean=mask.*0;
ssh_anom=mask.*0;
S=mask.*0; %%% dans la statistique
t_nb=0; %%%compteur du calcul
for j= 3:10
for i= 1:12
hisfile=strcat('SCRATCH/croco_avg_Y',num2str(j),'M',num2str(i),'.nc');
nc=netcdf(hisfile);
for tindex=1:10
t_nb=t_nb+1;
zeta=squeeze(nc{'zeta'}(tindex,:,:,:)); z1=zeta(:,:,1);
ssh_ave=z1+ssh_ave; ssh_avean=z1+ssh_avean;
end %%%
end %%%i 3 jours par un pas
ssh_anom=(ssh_avean./t_nb)-ssh_aveclim;
S=ssh_anom.^2+S; %%%d'apres la formule de stddev
t_nb=0; ssh_avean=mask.*0;
end %%%j les nb du mois
ssh_stddev=sqrt(1/7.*S); %%%calcul du stddev
```