

Cyclones

Cyclones et changement climatique

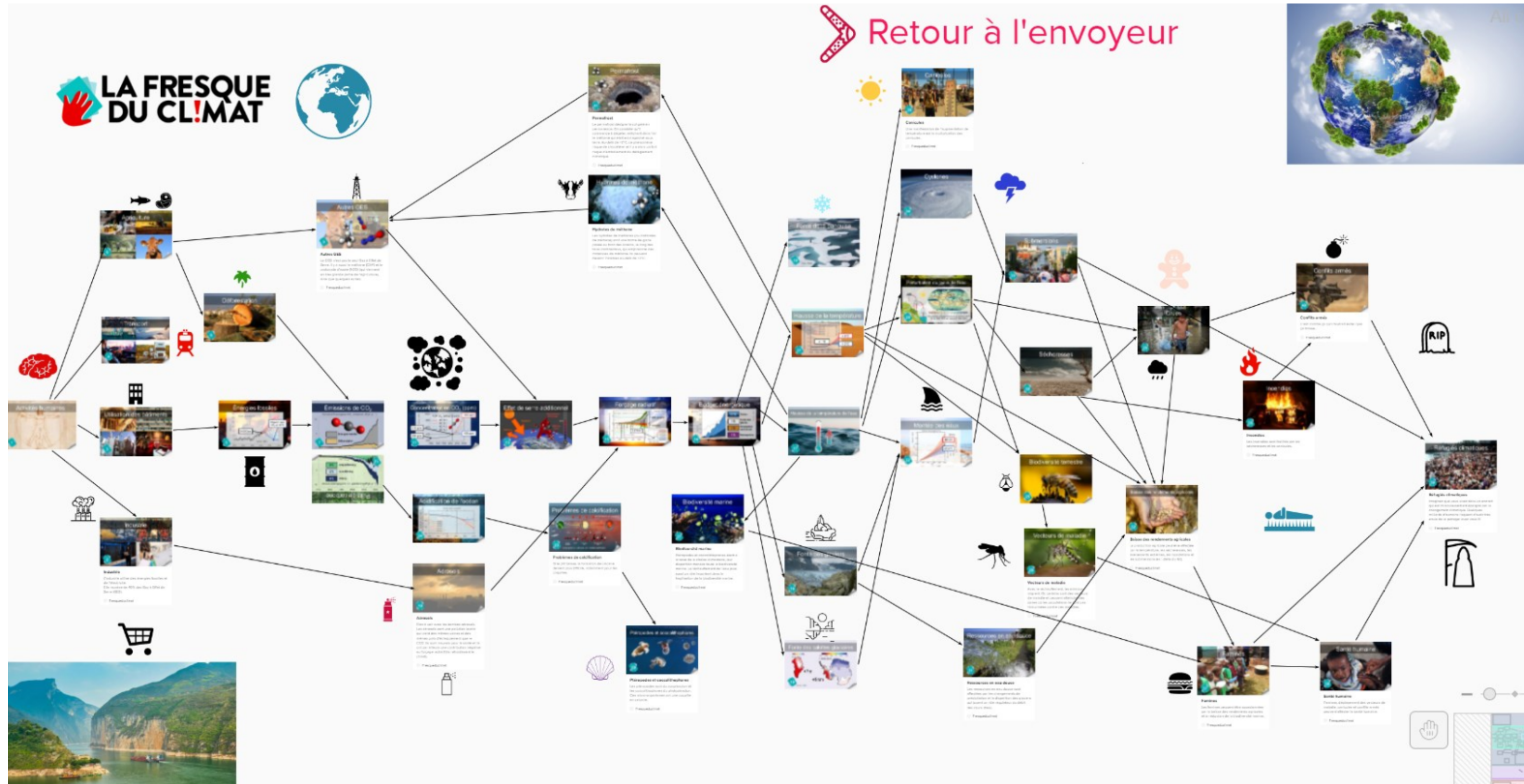
Approfondissement de la carte n°34 du jeu sérieux "La Fresque du Climat" pour décrire la physique des cyclones et l'impact du changement climatique sur leur effet

Qu'est qu'une CAM?

Une Conférence Active Multimédia (CAM) est une séquence pédagogique répondant aux critères suivants:

- **Courte:** 30 min doivent suffire pour la jouer
- **Active:** un jeu sérieux, par exemple une mini-fresque, y est central
- **Présentée:** un diaporama présentée par une ou plusieurs personnes
- **Reproductible:** une vidéo en ligne permet de rejouer le diaporama
- **Interactive:** des questions de compréhension motivent les échanges
- **Documentée:** des ressources en ligne permettent d'approfondir les notions
- **Autoporteuse:** la séquence forme un tout facilement exportable
- **Portable:** les ressources permettent de la rejouer avec peu de préparation

La fresque du climat



Carte cyclone (n°34) de la Fresque du Climat

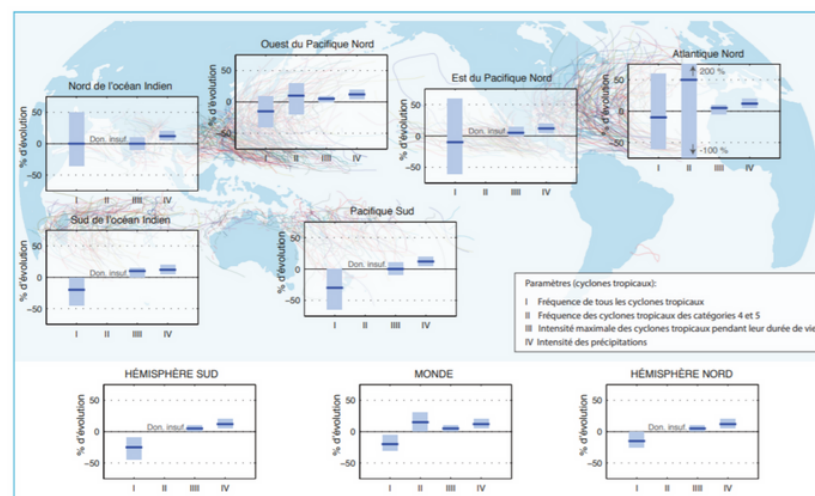


Descriptif:

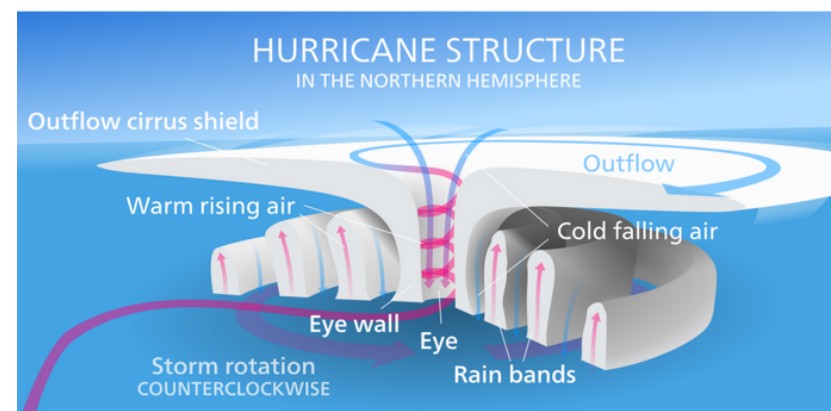
"Les cyclones s'alimentent de l'énergie des eaux chaudes à la surface de l'océan. Leur puissance a augmenté à cause du changement climatique."

Mini-fresque: à vous de jouer !

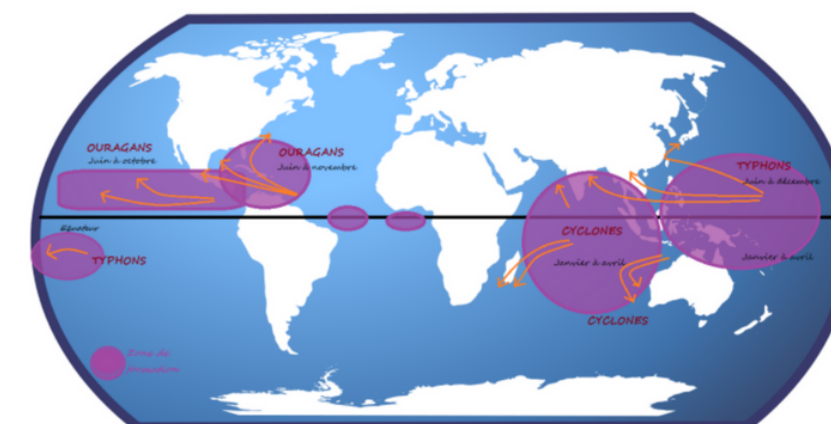
Cyclones et changement climatique



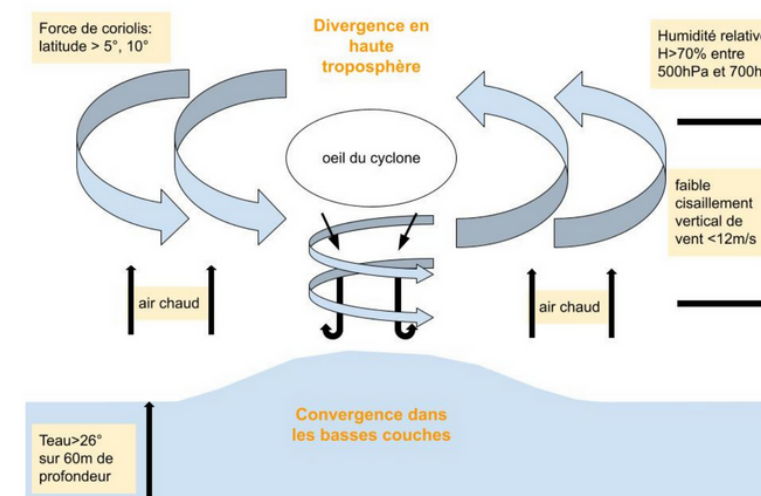
Structure d'un cyclone



Répartition des cyclones dans le monde



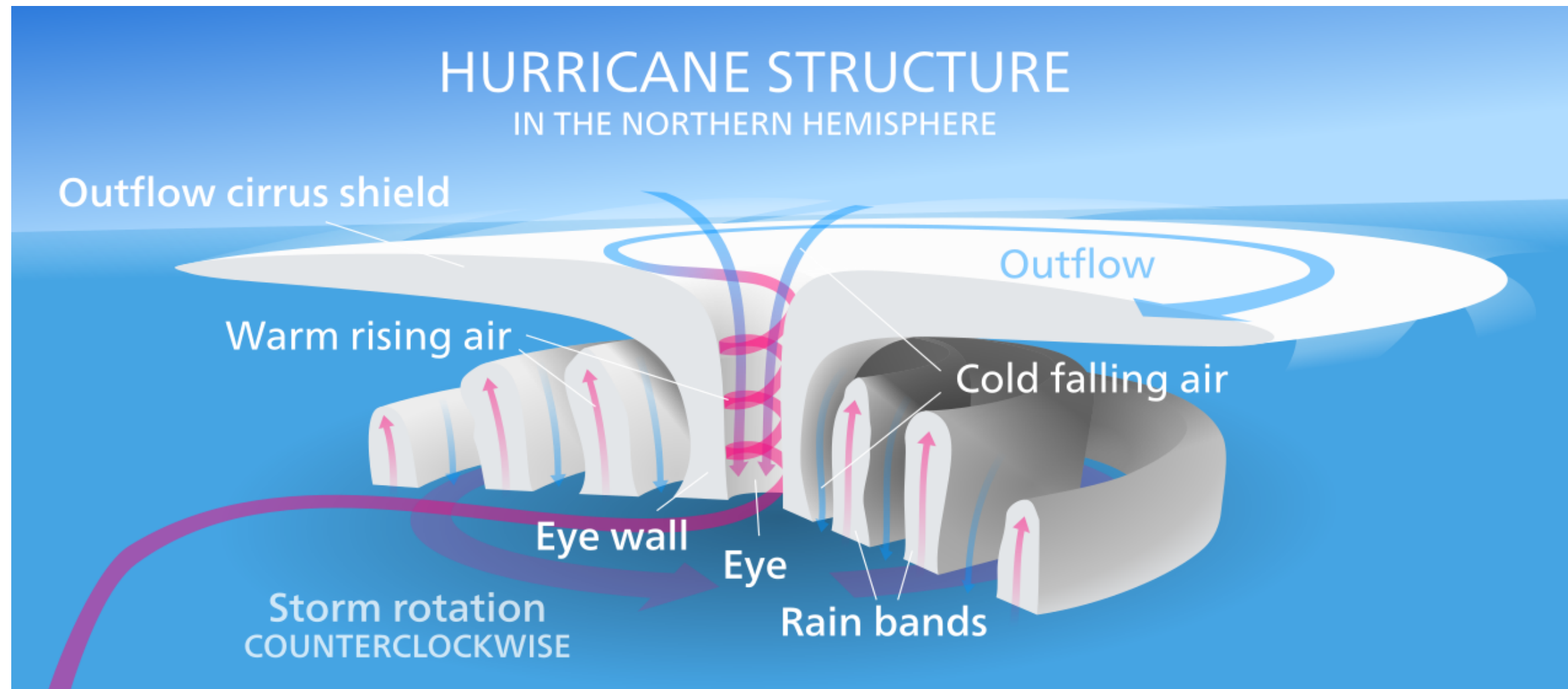
Formation d'un cyclone



Structure d'un cyclone

Un **cyclone** correspond à une forte **dépression** avec de **fortes précipitations et des vents violents**.

Diamètre de **500 à 1000 km** et vitesse de l'ordre de **20 à 30 km/h**.



Plusieurs zones :

Au centre du cyclone: Mouvements ascendants tourbillonnants.

-L'Oeil du cyclone : pas de pluie, vent faible et diamètre de 30 à 60 km.

-Le Mur du cyclone : entoure l'oeil, cumulonimbus de 12 à 15km. Vents les plus violents (>300km/h) et des fortes pluies.

Sommet/ Haute troposphère: Refroidissement de l'air
Divergence (vitesse radiale)
Circulation anticyclonique (vitesse tangentielle)

Surface :
Convergence des masses d'air (vitesse radiale)
Circulation cyclonique (vitesse tangentielle)

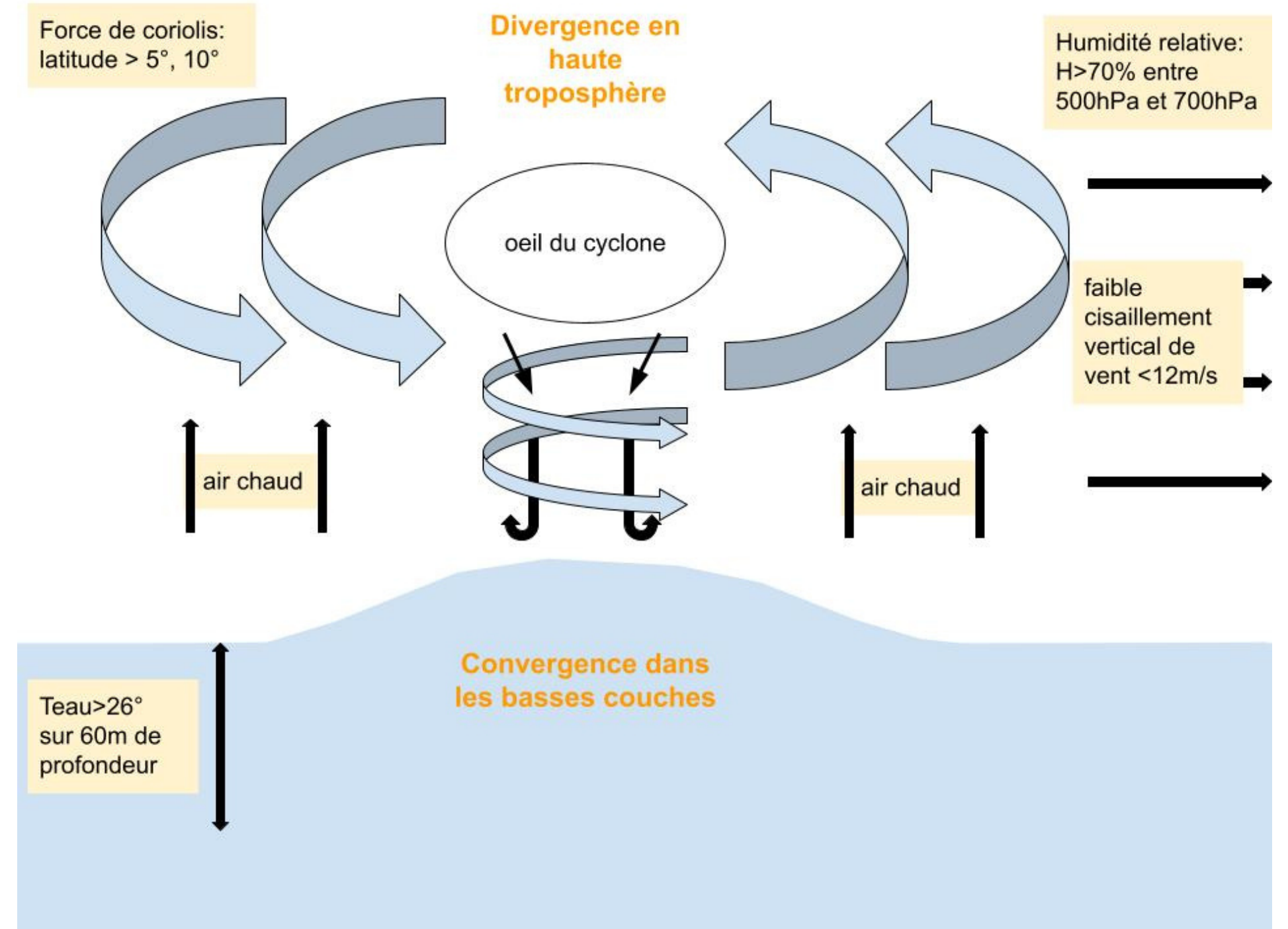
Conditions de formation d'un cyclone

Conditions Thermiques

Température de l'océan $> 26^{\circ}\text{C}$ et $h > 60\text{ m}$
Atmosphère instable
Forte humidité $H > 70\%$

Conditions Dynamiques

Force de Coriolis : latitude $> 5^{\circ}, 10^{\circ}$
Convergence dans les basses couches et
Divergence en haute troposphère
Faible cisaillement des vents sur la
verticale
Tourbillon relatif : cisaillement horizontal
du vent ==> caractère cyclonique



Cyclone : Une machine thermique

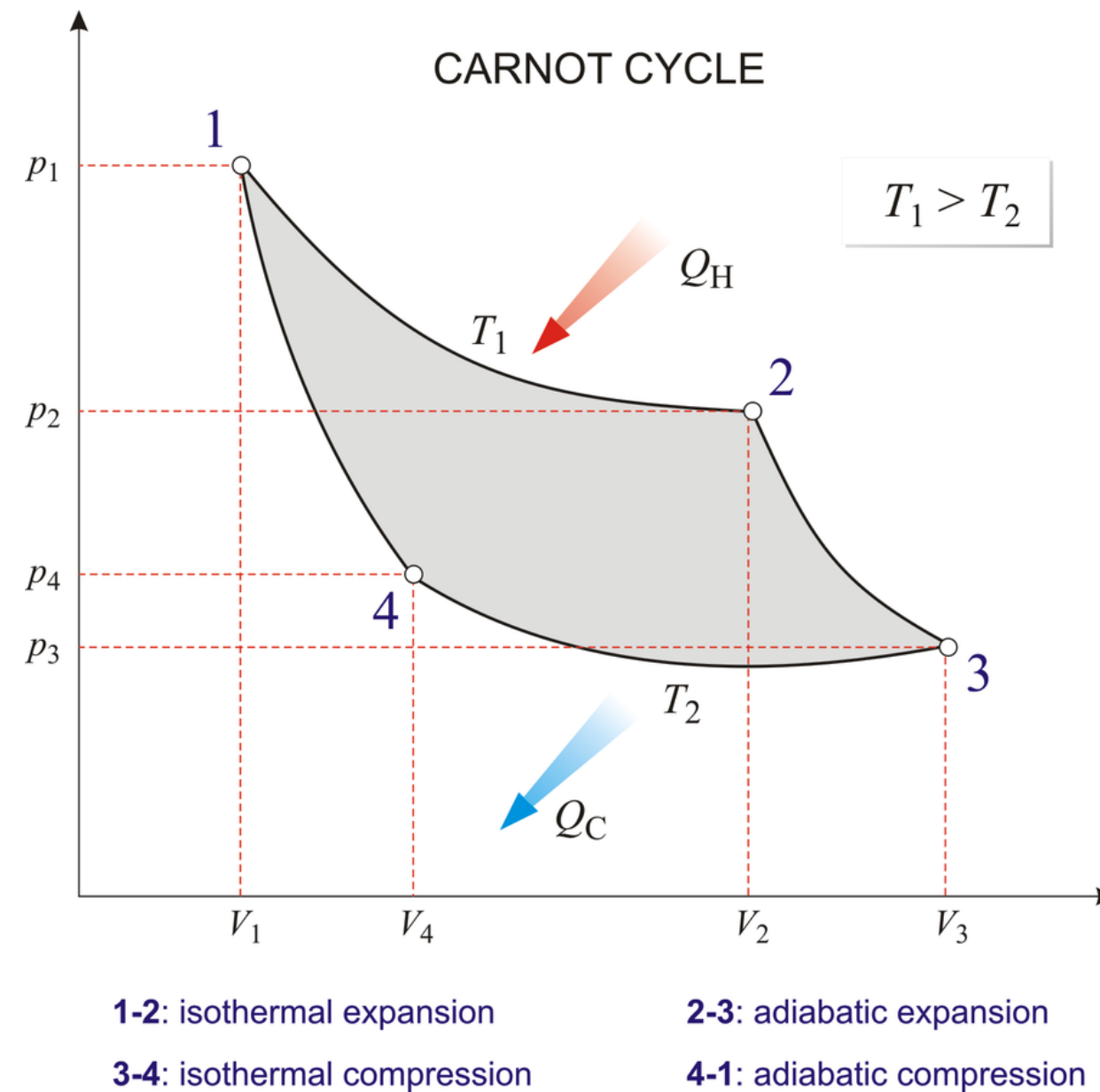
Cyclone tropical == **machine thermique**

Transferts énergétiques entre :

- Océan et Atmosphère
- Différentes latitudes
- Différentes altitudes

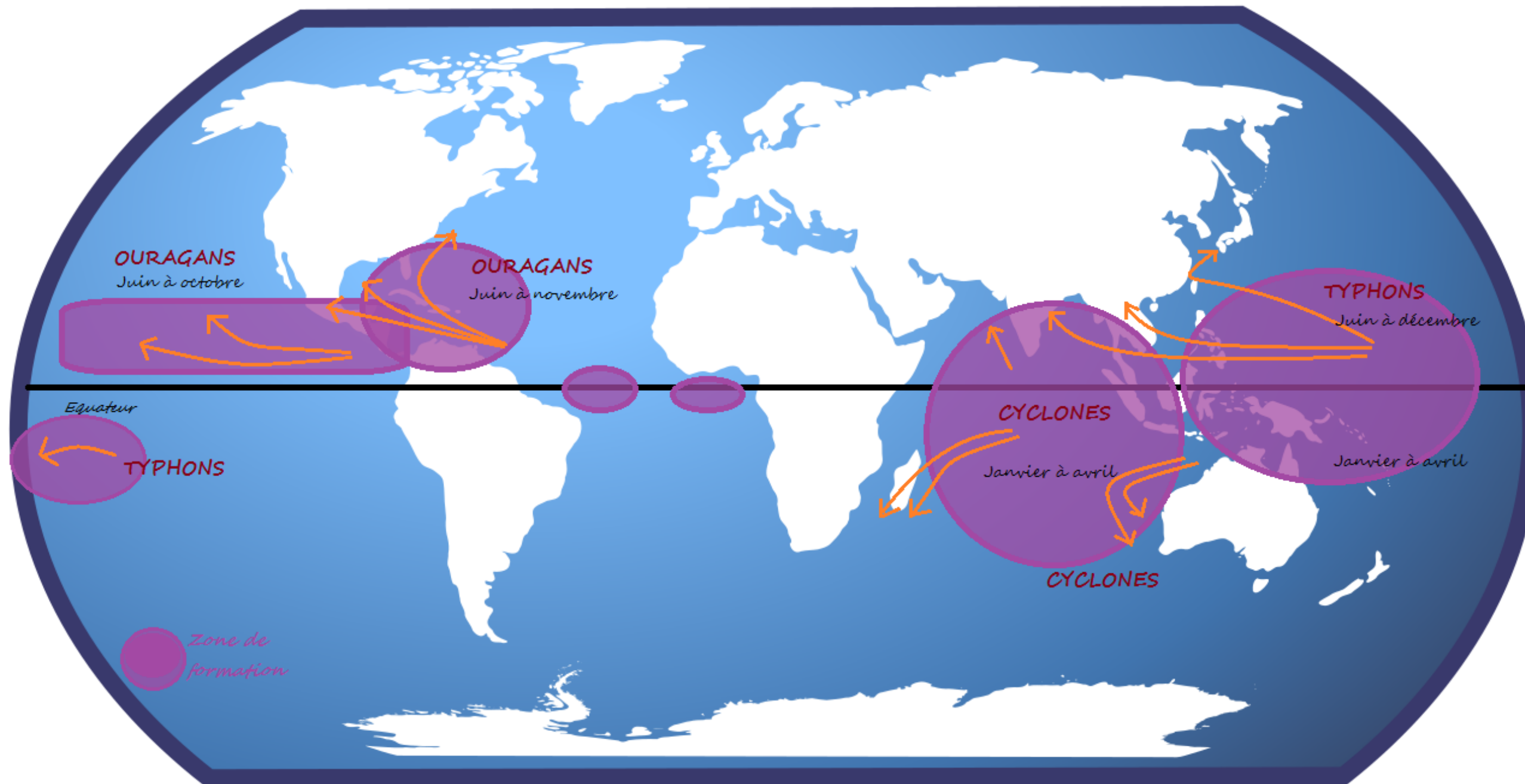
Cycle de Carnot

- détente isotherme
- détente adiabatique
- compression isotherme : perte de chaleur
- compression adiabatique



Où se forment les cyclones ?

Les cyclones tropicaux peuvent se former dans différentes parties du globe.
Leurs trajectoires suivent les courants chauds.



Naissance dans les **courants chauds**, tels que Gulf Stream ou Kuroshio

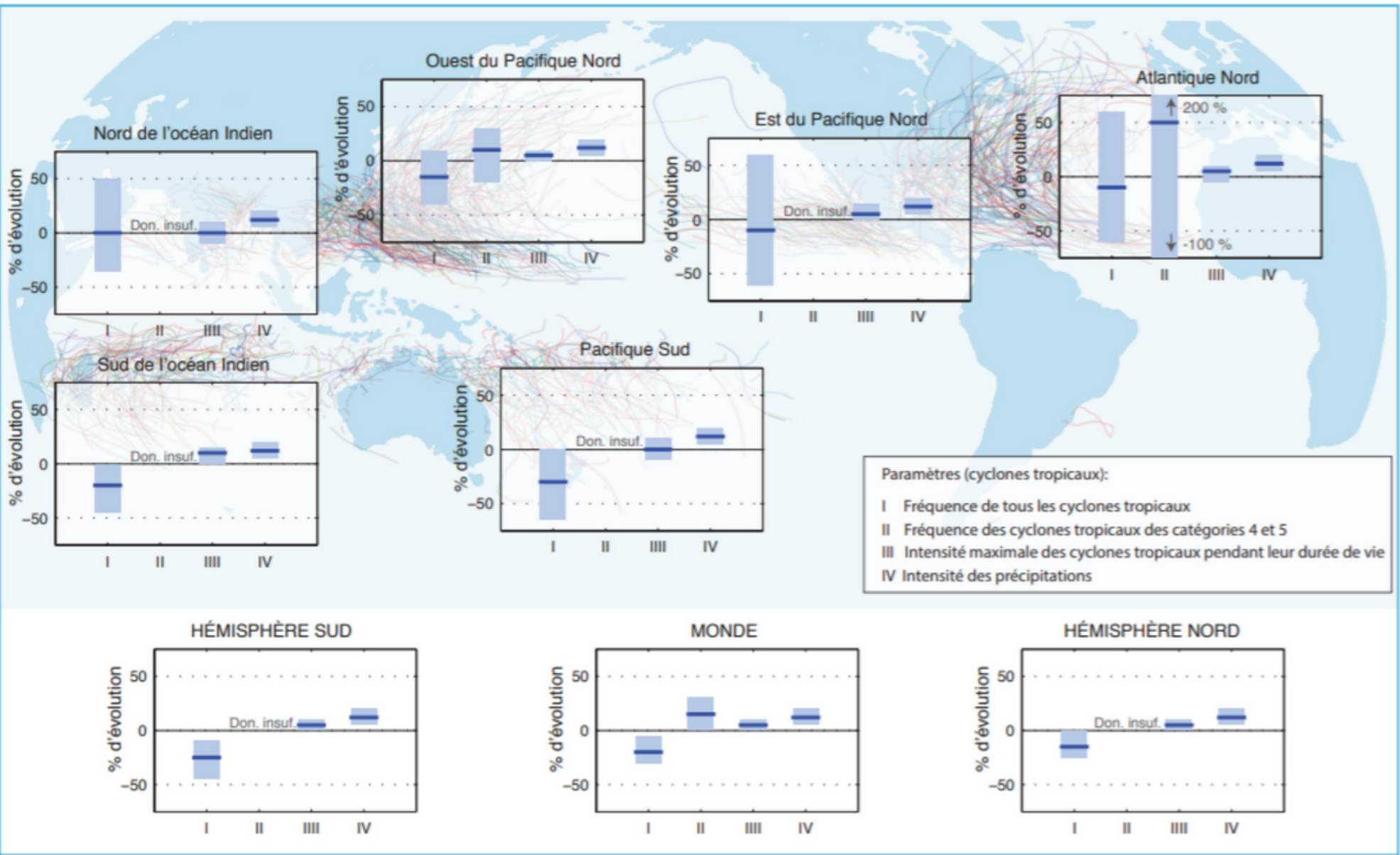
Sens de rotation : HN -Sens anti-horaire et HS-Sens horaire

Différentes appellations selon **zone géographique**

Différentes appellations selon **intensité et vitesse des vents**

Impact du réchauffement climatique sur les cyclones

Cyclones et changement climatique



- Beaucoup d'incertitudes
- Variabilité naturelle
- Manque de convergence des études
- Base de données depuis peu (1940)

Projections dans le futur :

Fréquence des cyclones →

Intensité des cyclones ↗

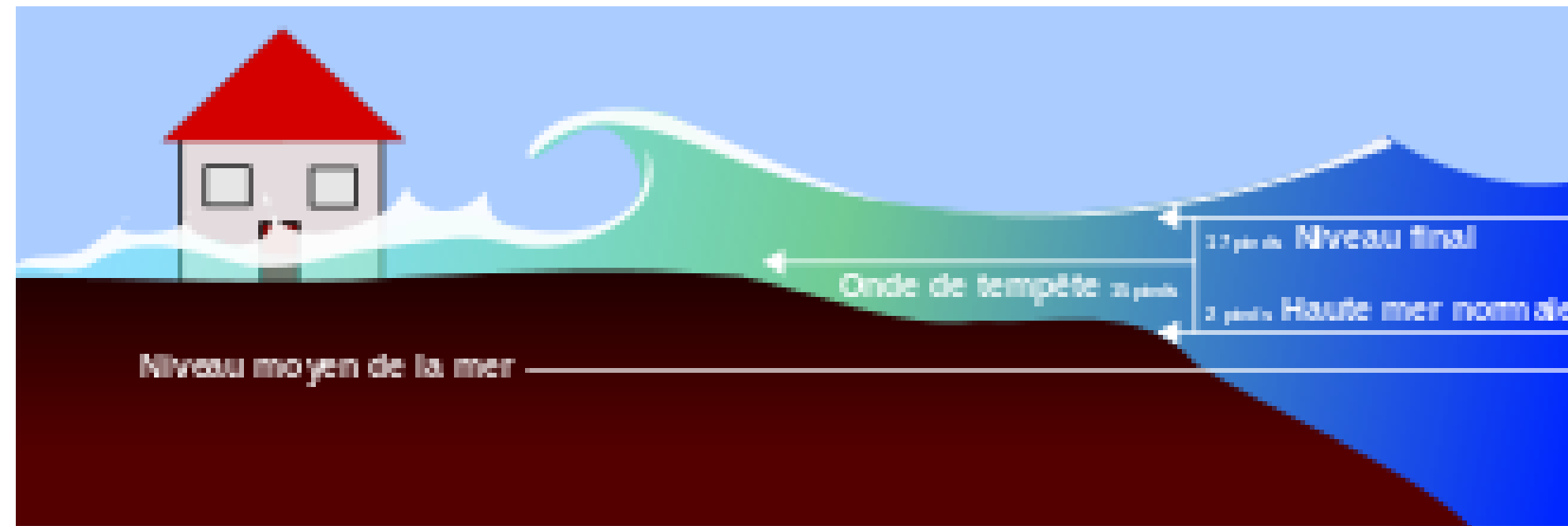
Impact du réchauffement climatique

L'intensité du cyclone est proportionnelle à la **différence de température entre la surface et la tropopause**:

$$\eta = \frac{\text{Puissance générée}}{\text{Flux d'énergie entrant}} = \frac{T_s - T_o}{T_s}$$

Le réchauffement climatique augmente la température de l'eau en surface...mais aussi de l'atmosphère

Impact des cyclones sur la vie humaine



Houle cyclonique

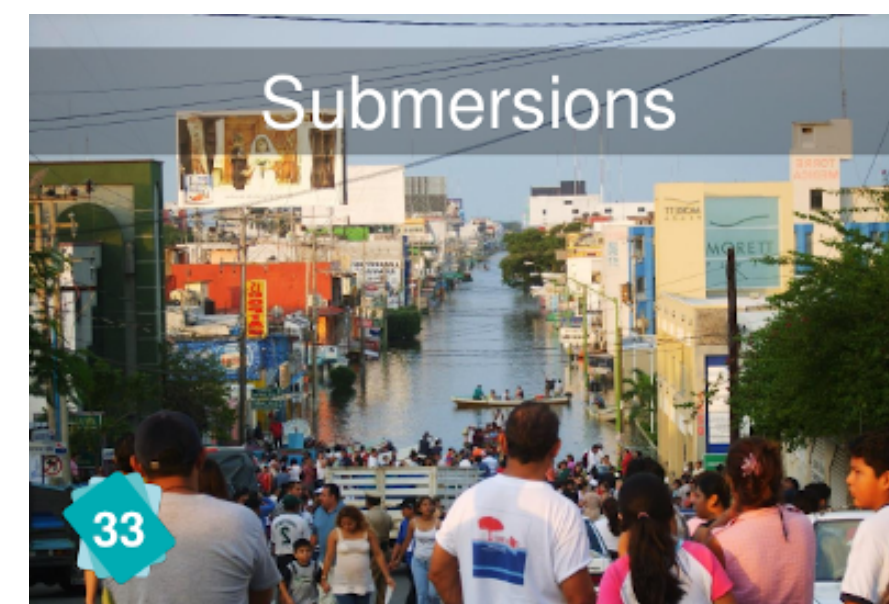
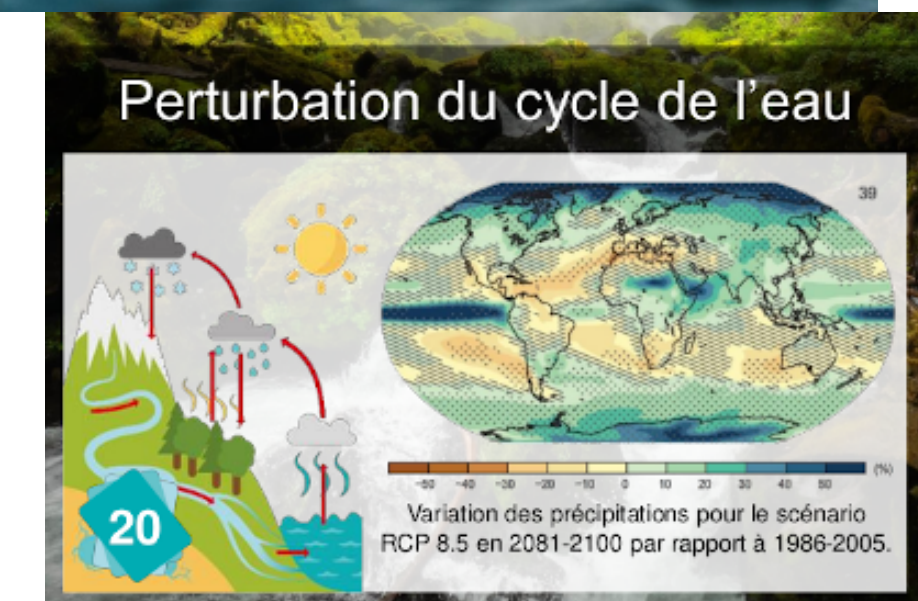
Vents violents et fortes précipitations

Marées de tempêtes et submersions

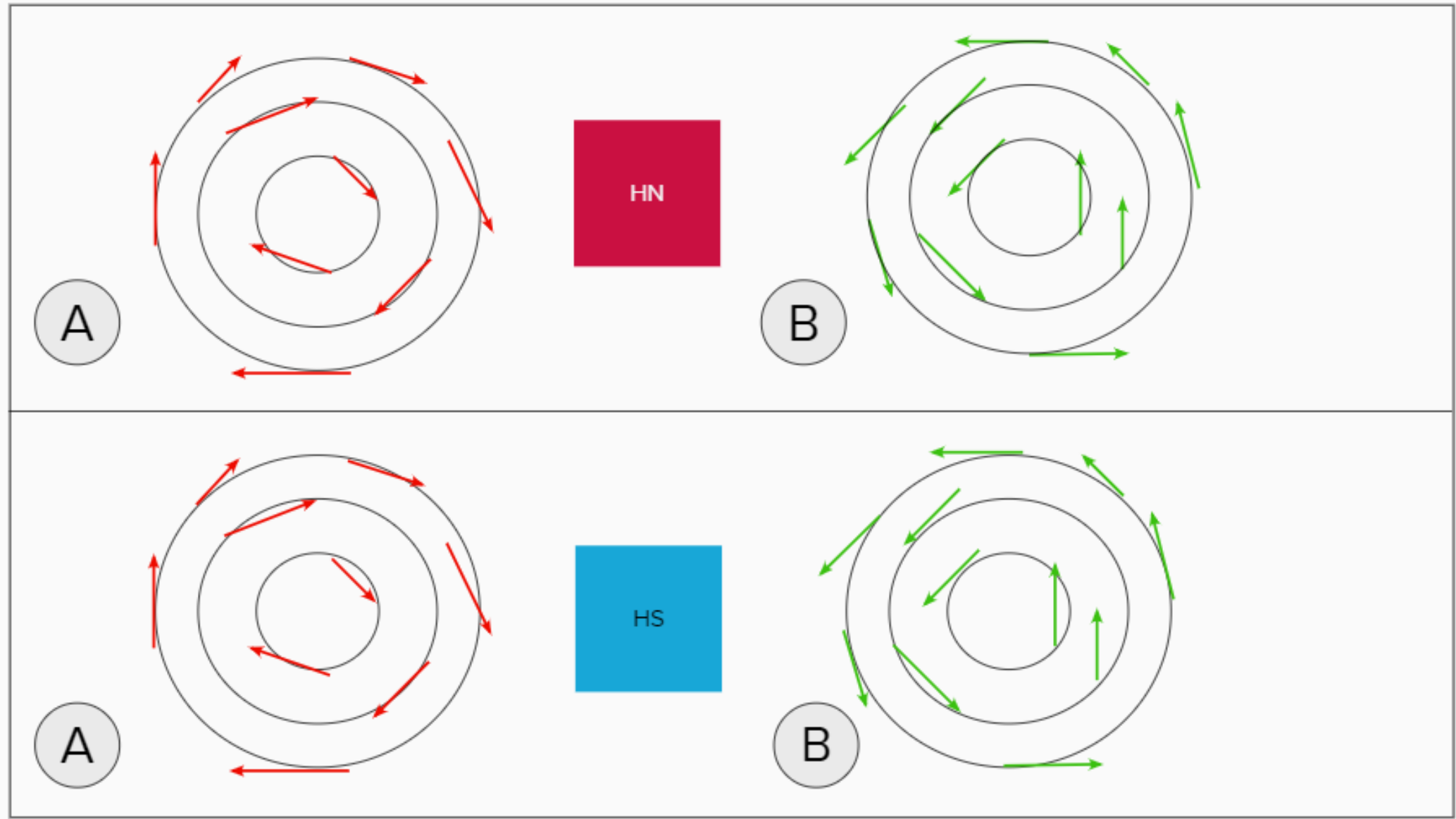
Ouragan Irma (2017, Atlantique Nord)
Vent jusqu'à 287 km/h

Ouragan Katrina (2005, Atlantique Nord)
Elevation de la mer jusqu'à 9m

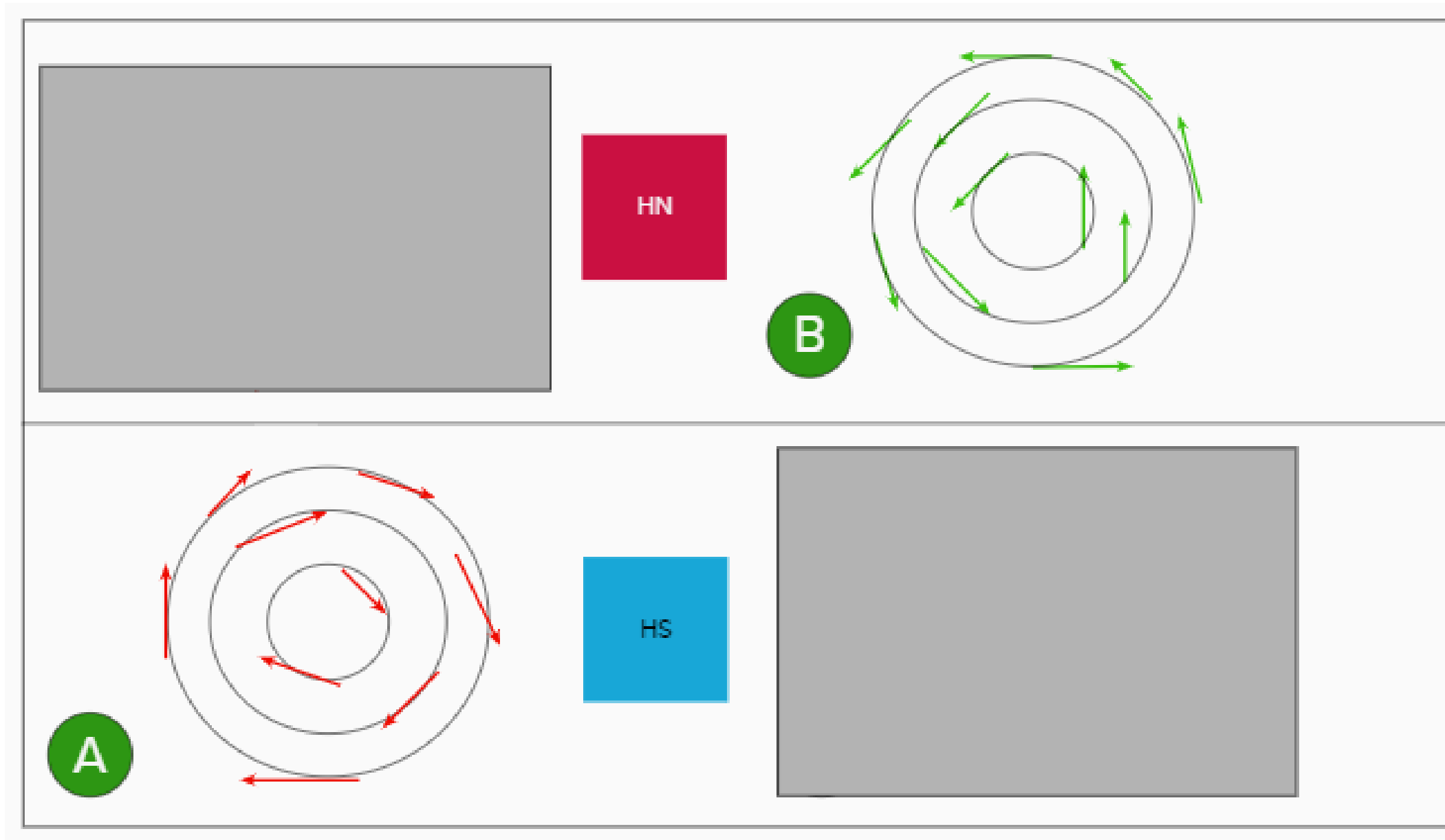
Liens possibles avec les autres cartes de la Fresque:



Question: dans quel sens (horaire ou trigo) tourne un cyclone dans l'hémisphère sud vs dans l'hémisphère nord ?



Question: dans quel sens (horaire ou trigo) tourne un cyclone dans l'hémisphère sud vs dans l'hémisphère nord ?



Vrai ou Faux?

1. Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C

Vrai ou Faux?

1. **Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C**

Vrai ou Faux?

1. **Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C**
2. Les cyclones se forment à des latitudes entre 0° et 10°

Vrai ou Faux?

1. **Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C**
2. **Les cyclones se forment à des latitudes entre 0° et 10°**

Vrai ou Faux?

1. **Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C**
2. **Les cyclones se forment à des latitudes entre 0° et 10°**
3. La fréquence d'apparition des cyclones va augmenter avec le changement climatique.

Vrai ou Faux?

1. **Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C**
2. **Les cyclones se forment à des latitudes entre 0° et 10°**
3. **La fréquence d'apparition des cyclones va augmenter avec le changement climatique.**

Vrai ou Faux?

1. **Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C**
2. **Les cyclones se forment à des latitudes entre 0° et 10°**
3. **La fréquence d'apparition des cyclones va augmenter avec le changement climatique.**
4. L'intensité des cyclones est prévue d'augmenter avec le changement climatique

Vrai ou Faux?

1. **Pour qu'un cyclone se forme, il faut que la température de l'eau soit supérieure à 26°C**
2. **Les cyclones se forment à des latitudes entre 0° et 10°**
3. **La fréquence d'apparition des cyclones va augmenter avec le changement climatique.**
4. **L'intensité des cyclones est prévue d'augmenter avec le changement climatique**

Bibliographie

- Météo France, *Les cyclones*, Phénomènes météo
- IPCC report , *Extremes Abrupt Changes ans Managing Risks*, 2013
- WMO, *Statement on Tropical Cyclones and Climate Change*, 2006
- T. Knutson and al, *Tropical Cyclones and Climate Change Assessment*, American Meteorological society 2020
- Olivier Praud, *Les cyclones dans la fresque du climat*, APP Climat 2020