

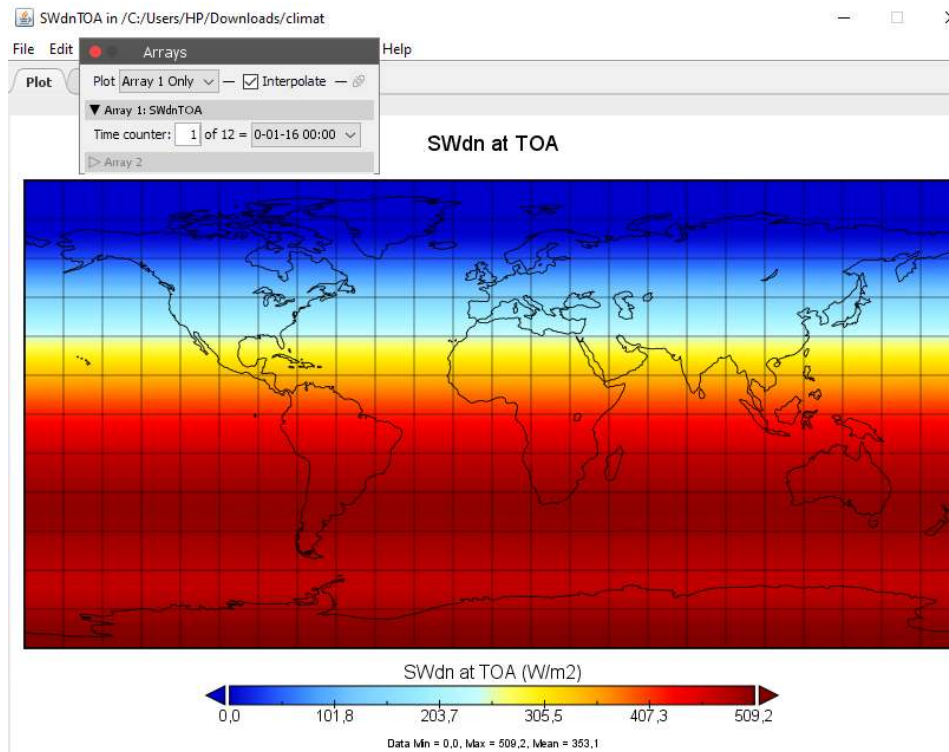
SALVAN Perrine  
BOUDIEB Myriam

## TP Circulation globale et prévision météorologique régionale

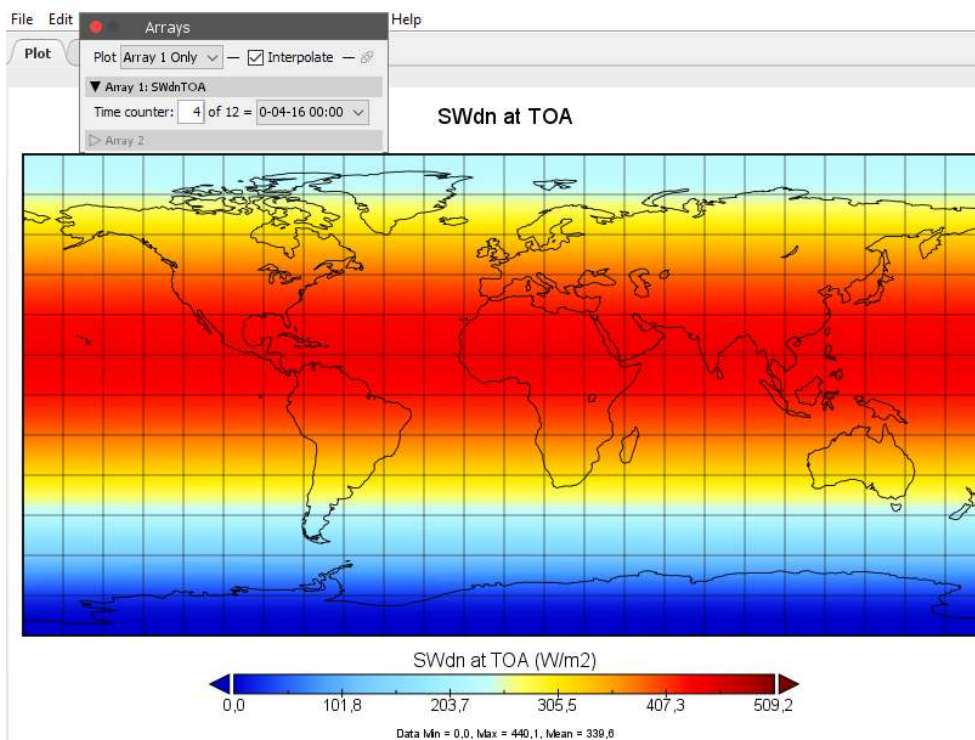


# 1-bilan radiatif

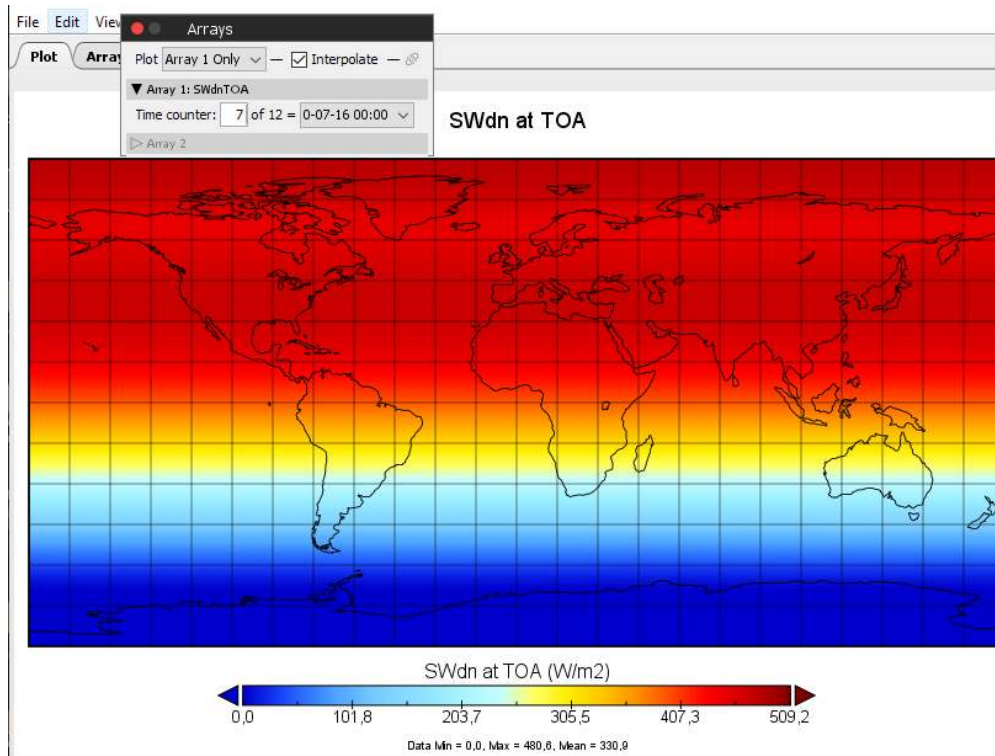
1. l'éclairement incident au sommet de l'atmosphère varie en fonction de la latitude et de la période de l'année.



Lors de la période hivernale, ici en janvier, nous pouvons observer sur la carte ci-dessus que la partie Sud de la Terre a un éclairement incident très important entre 350 et 510 W/m<sup>2</sup>. Le Nord lui a un éclairement plus faible allant de 0 à 300 W/m<sup>2</sup>. Et enfin, la zone subtropicale Nord a un éclairement incident intermédiaire autour de 305,5 W/m<sup>2</sup>.

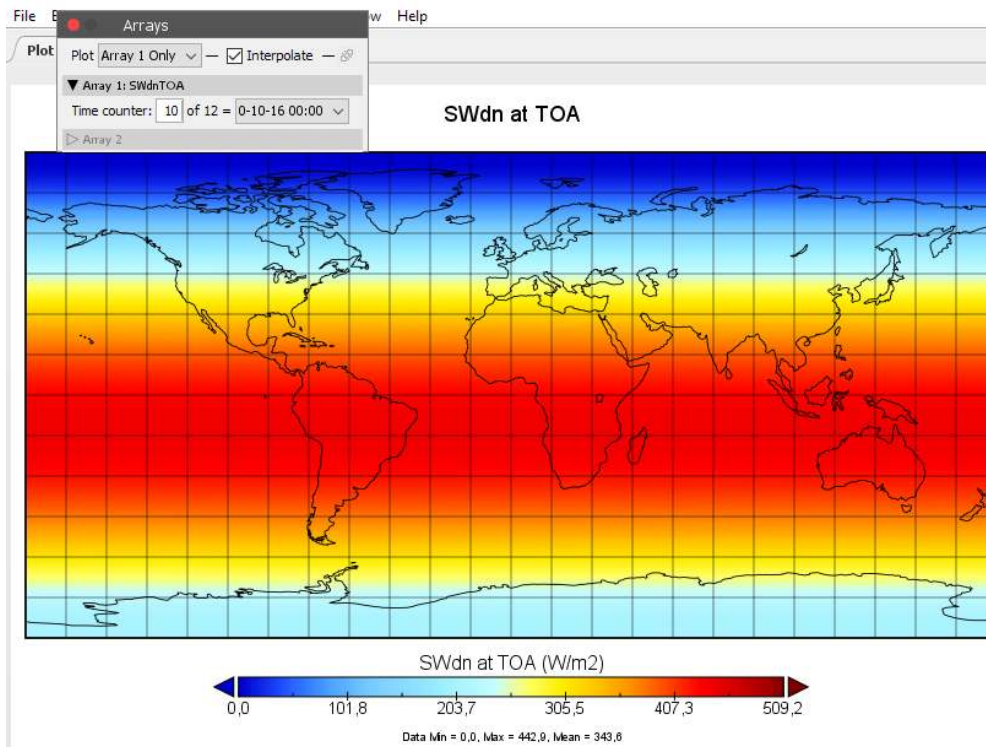


Le mois d'Avril correspond à un mois de la période printanière. L'éclairement incident lors de cette période est symétrique par rapport à l'équateur : les pôles reçoivent un plus faible éclairement entre 0 et 203 W/m<sup>2</sup>, les zones tempérées autour de 250 et 305,5 W/m<sup>2</sup> et à l'équateur entre 350 et 420 W/m<sup>2</sup>.



En été, ici nous prenons le mois de juillet. Nous pouvons voir que l'éclairement incident au sommet de l'atmosphère pour un mois d'été est l'opposé d'un éclairement incident lors d'une période hivernale.

En effet, l'éclairement le plus important est localisé entre l'équateur et le pôle Nord entre 350 et 500 W/m<sup>2</sup>. L'éclairement incident le plus faible lui se trouve au Nord. Et enfin, la zone subtropicale Sud a elle un éclairement intermédiaire.



Et enfin, l'éclairement incident au sommet de l'atmosphère en automne suit la même tendance que l'éclairement au printemps.

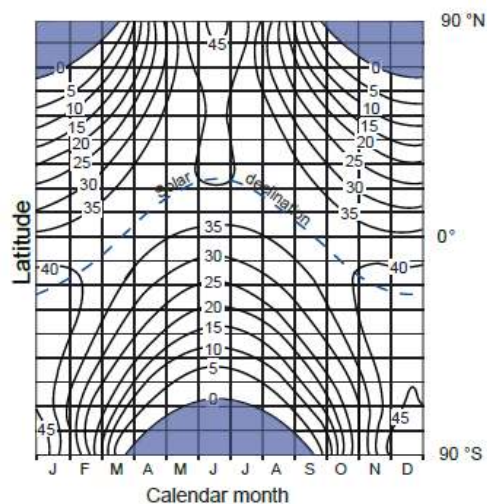
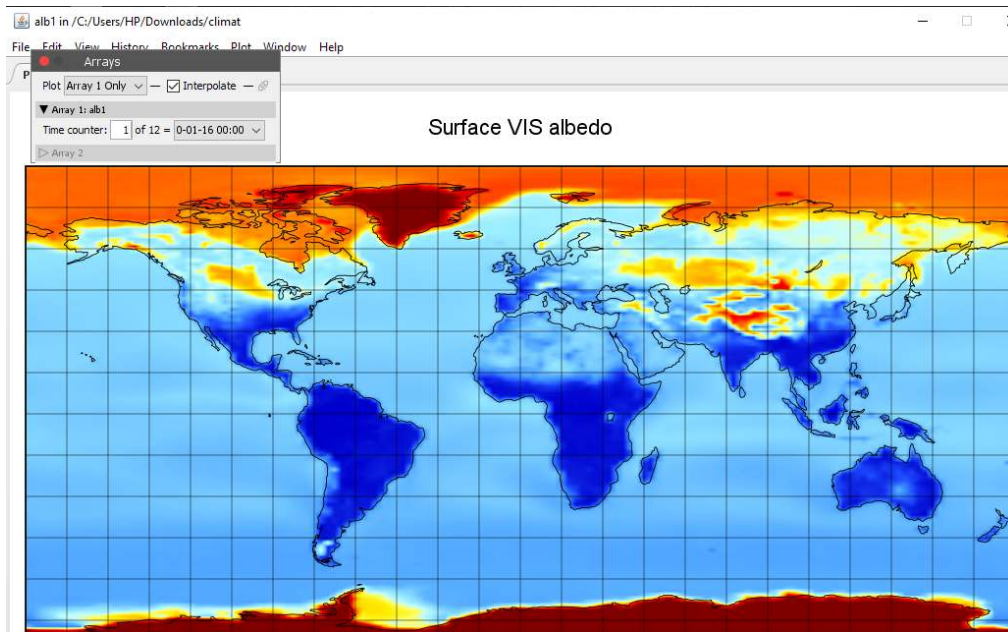


FIGURE 2 – Éclairement incident au sommet de l'atmosphère pour une surface horizontale, exprimé en MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup>. La ligne pointillée indique la déclinaison du Soleil, autrement dit la latitude pour laquelle le Soleil est au zénith à midi. L'intervalle en latitude est de 10°. On rappelle qu'un MJ m<sup>-2</sup> jour<sup>-1</sup> est égal à 11.57 W m<sup>-2</sup>.

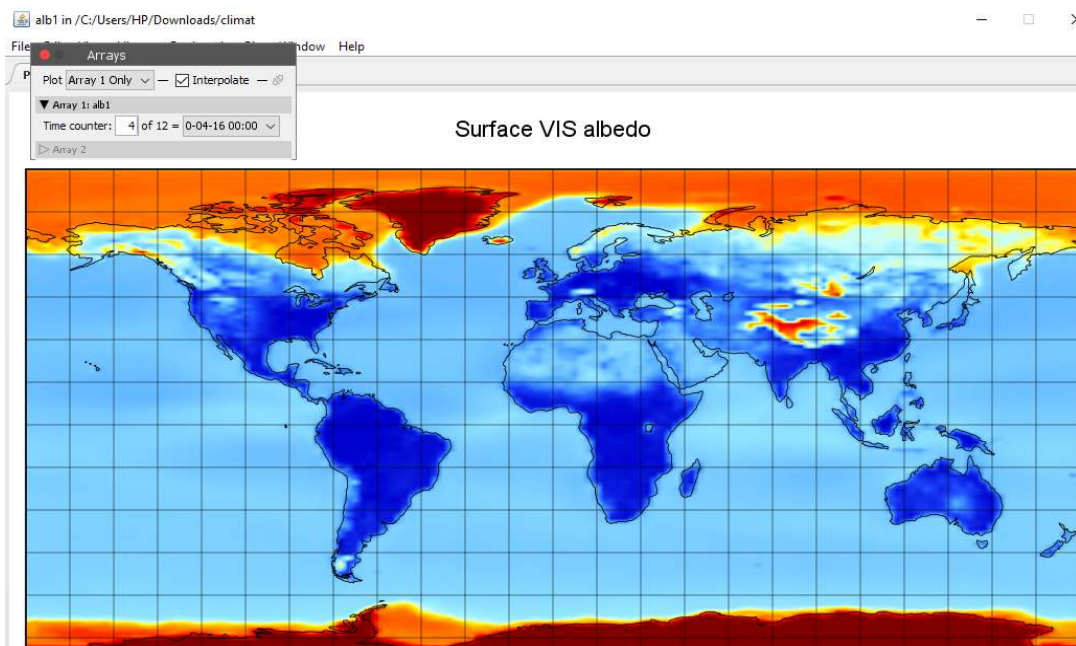
Si nous comparons nos résultats avec cette figure 2 qui elle est en MJ/m<sup>2</sup>/j, nous constatons que l'éclairement incident au sommet de l'atmosphère pour les cartes observées précédemment sont similaires à cette figure 2. Nous voyons en plus que les solstices d'été correspondent au jour de plus fort éclairement.

2. L'albédo est la capacité de la surface de la terre à réfléchir le rayonnement solaire induit. C'est aussi la fraction du rayon solaire induit réfléchi par la terre. Cette fraction est réfléchi par les éléments claires comme la neige ou la glace qui ont un fort albédo comparé aux forêts qui ont eux un faible albédo.

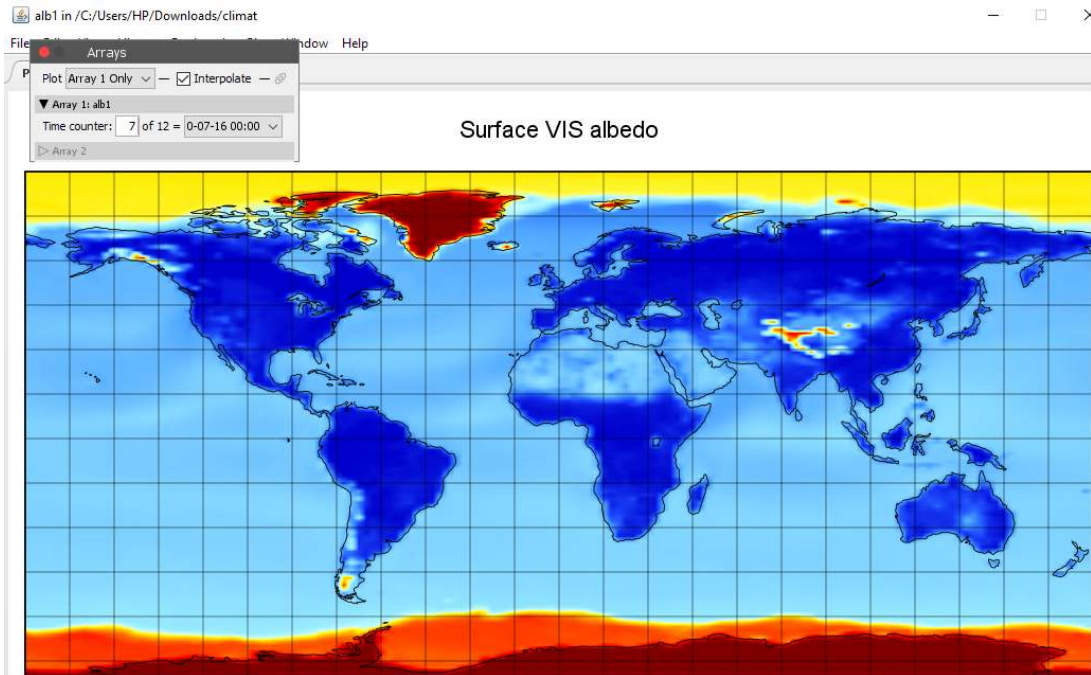
Variations saisonnières :



Nous prendrons dans un premier temps, le mois de janvier pour une saison hivernale Nord. Nous pouvons voir sur la carte que l'albédo est fort au niveau des pôles puisqu'il y a une présence importante de glaciers qui sont plus important au pôle Nord pour l'hiver Nord. De plus, l'albédo fort au niveau des continents corrélent avec la présence de neige et de calottes glaciaires sur ces continents.



Pour la saison printanière, nous pouvons constater que l'albédo s'intensifie et est plus important sur une plus grande partie au niveau du pôle Sud. Mais l'albédo diminue sur les continents les plus au Nord : ceci causé par la fonte des glaces.



Durant la saison d'été Nord, l'albédo est moins important au pôle Nord : autour de 0,6 et 1 sur le Groenland. Cette période d'été Nord correspond à la période hivernale Sud, pour cause, l'albédo est beaucoup plus important au pôle Sud et sur l'océan Austral, soit autour de 0,7 et 1. L'augmentation de l'albédo sur cette partie du globe est dû à la formation de glacier alors que la diminution au Nord est causée par leur fonte.

De plus, nous remarquons que pendant toute l'année, l'albédo est faible dans les forêts comme l'Amazonie dû à leur faible capacité à réfléchir. Et fort en Sibérie puisque nous avons la présence de glaciers permanent.

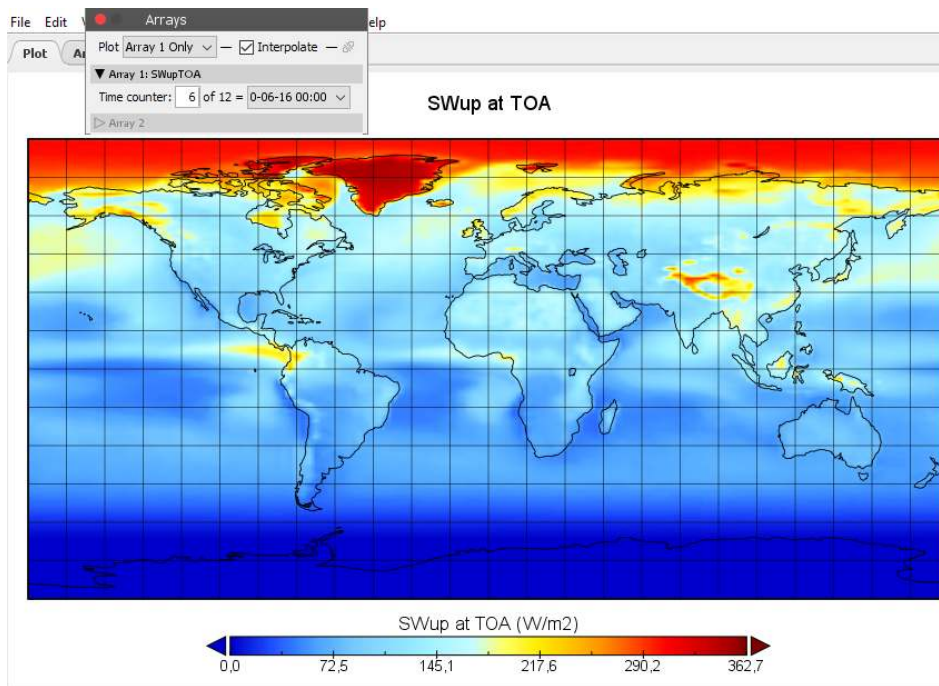
3.

Les facteurs contrôlant la quantité de rayonnement réfléchi sont l'albédo en surface, de l'atmosphère et aussi l'éclairement.

Premièrement, pour que l'éclairement réfléchi soit très important, il doit y avoir un fort éclairement incident sur la Surface de la Terre. Donc la réflexion sera plus forte dans l'Hémisphère Nord lors du solstice d'été Nord et plus forte dans l'Hémisphère Sud lors du solstice d'été Sud.

Deuxièmement, l'éclairement réfléchi est contrôlé par l'atmosphère, notamment les nuages qui ont la capacité de fortement réfléchir les rayons solaires.

Dans un troisième temps, à la surface de la Terre, les corps ayant un fort albédo réfléchissent d'avantage les rayons solaires que les corps ayant un faible albédo.



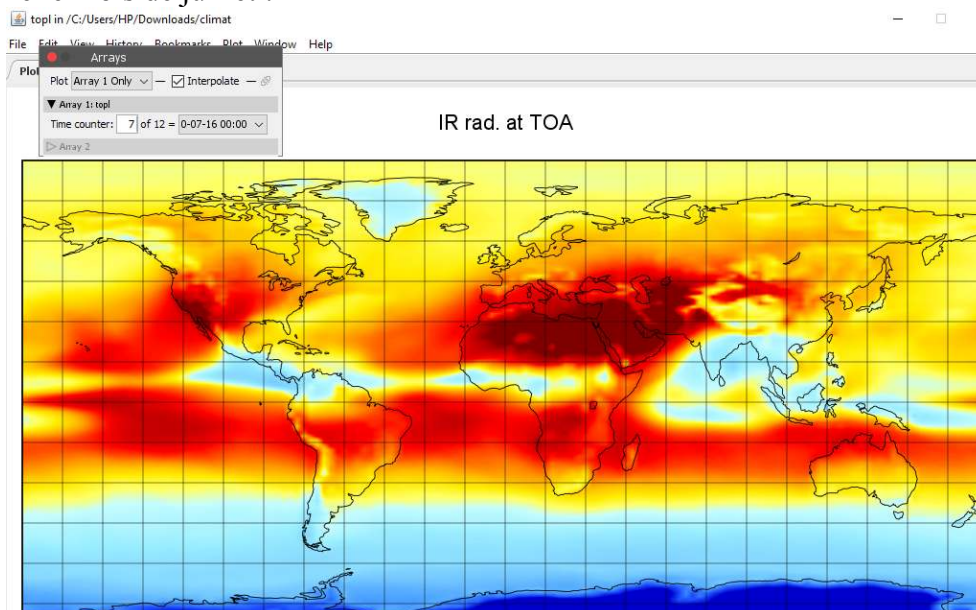
Par exemple nous considérons ici le mois de juin : l'éclairement incident étant plus fort dans l'hémisphère Nord c'est dans celui-ci que l'on retrouve le plus fort éclairement réfléchi. Les plus fortes réflexions sont à l'équateur avec les nuages de la zone de convergence intertropicale et sur les continents dans les zones de fort albédo comme sur les glaciers de l'Himalaya.

4.

Au sommet de l'atmosphère, l'émittance représente le flux d'énergie émis par la Terre en Infra Rouge (IR). En observant sa répartition géographique, nous pouvons constater que les rayons IR émis sont plus importants dans les faibles latitudes. L'émittance varie légèrement en fonction de la période de l'année, elle est plus importante en été dans les hautes latitudes qu'en hiver.

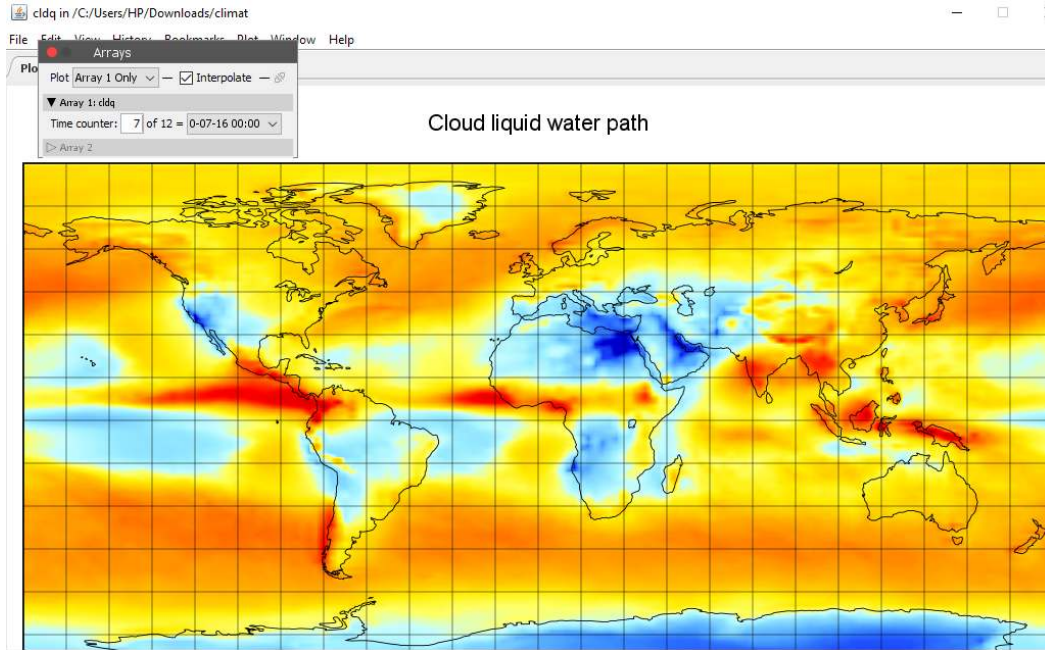
Pour cet aspect saisonnier, on en conclut que l'émittance est globalement contrôlée par l'éclairement incident.

De manière plus précise, si nous observons la répartition géographique de l'émittance sur un mois précis comme le mois de juillet :



Les zones à forte émittance de rayons IR sont localisées dans les zones à fortes latitudes.

Nous pouvons associer cette répartition par la répartition des nuages sur Terre.



En effet, les zones avec peu de nuages sont localisées au niveau : des pôles, les zones désertiques sèches subtropicales. Or l'effet de serre le plus important est la vapeur d'eau. Donc ces zones laissent passer les rayons IR émis par la Terre jusqu'au sommet de l'atmosphère provoquant un fort rayonnement IR émis au sommet de l'atmosphère.

Pour les zones d'intempéries comme les tropiques (ZCIT), la densité de nuages représente donc une forte concentration d'eau et représente alors un fort effet de serre : les rayons IR émis par la Terre sont alors en grande partie absorbés ce qui réduit l'émission au sommet de l'atmosphère comme nous le montre la carte des rayons IR.

De plus, les rayons IR émis au sommet de l'atmosphère sont les plus forts en juillet, notamment au niveau des zones désertiques. Le mois de juillet étant à la période la plus sèche, il y a donc encore moins de nuages correspondant à la période où l'effet de serre est la plus faible.

5.

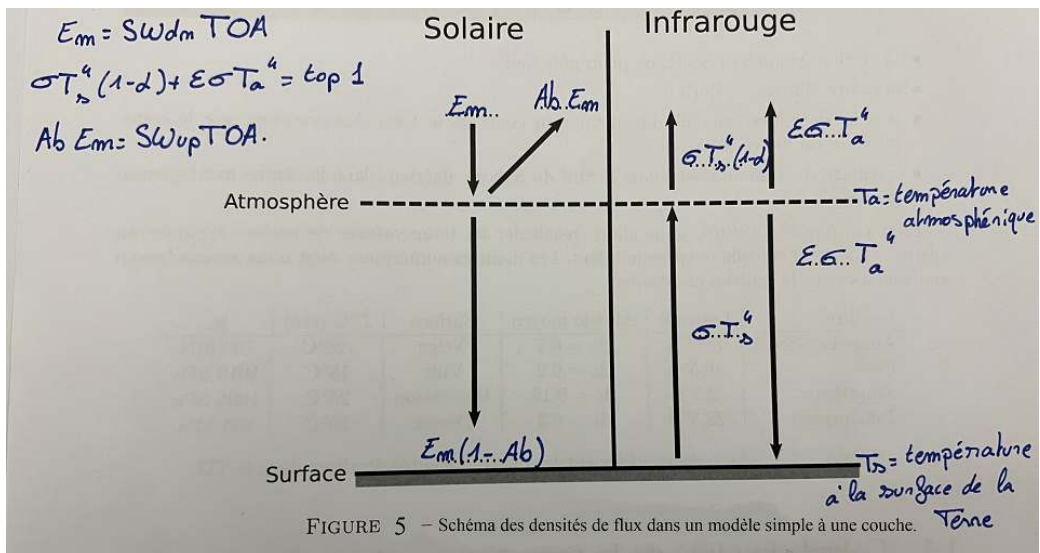
Les régions les plus déficitaires sont localisées au niveau des pôles alors que les zones excédentaires se trouvent dans les zones équatoriales.

Les zones à fort albédo sont déficitaires

6.

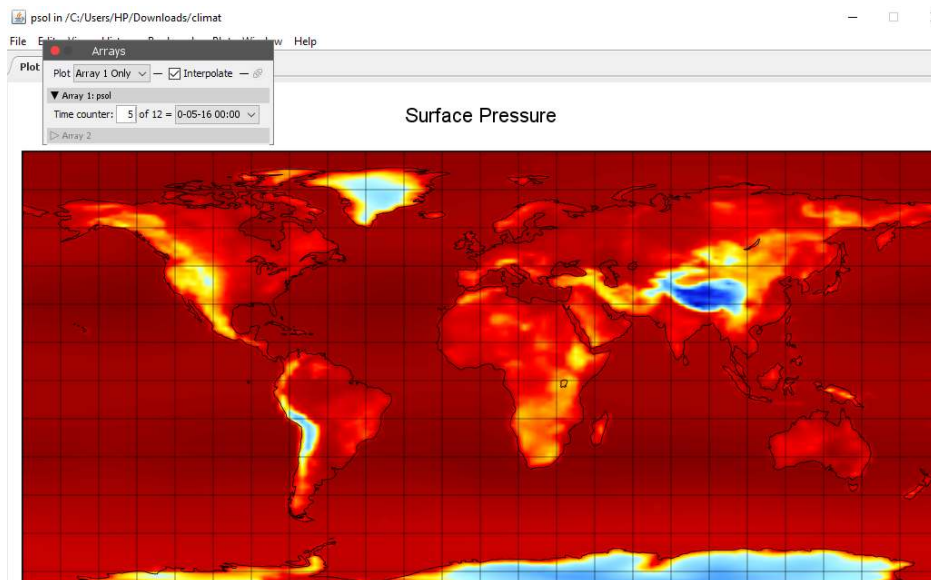
Un corps est à équilibre radiatif lorsque l'énergie émise est la même que celle reçue : le corps ne gagne ni ne perd d'énergie.





## équilibre hydrostatique et dynamique

7.



Ces variations de pressions sont dues aux différences d'altitudes.

La pression de surface est faible au niveau des hautes altitudes et forte au niveau des faibles altitudes comme par exemple le niveau des océans.

Nous voulons calculer l'altitude  $z$  du plateau Antarctique :

$$\Delta z = \frac{R \langle T \rangle}{g} \times \ln \left( \frac{P_0}{P_z} \right) \text{ avec } \Delta z = z - z_0, z_0 = 0m, P_0 = 1013 \times 10^2 Pa, R = 287 J/K/kg,$$

$$g = 9.81 m/s^2 \text{ et } \langle T \rangle = 0^\circ C = 273,15K$$

Enfin  $P_z = 68935,7 Pa$  d'après la moyenne zonale de psol en mai en Antarctique.

D'après ces données nous trouvons donc une altitude  $z$  :

$$z = 3076m$$

$$\text{soit } z = 3km$$

Nous allons comparer l'altitude du plateau Antarctique  $z$  calculé précédemment avec la courbe du géopotential de surface  $gz$  :

unité du géopotential :  $gz = m^2/s^2$

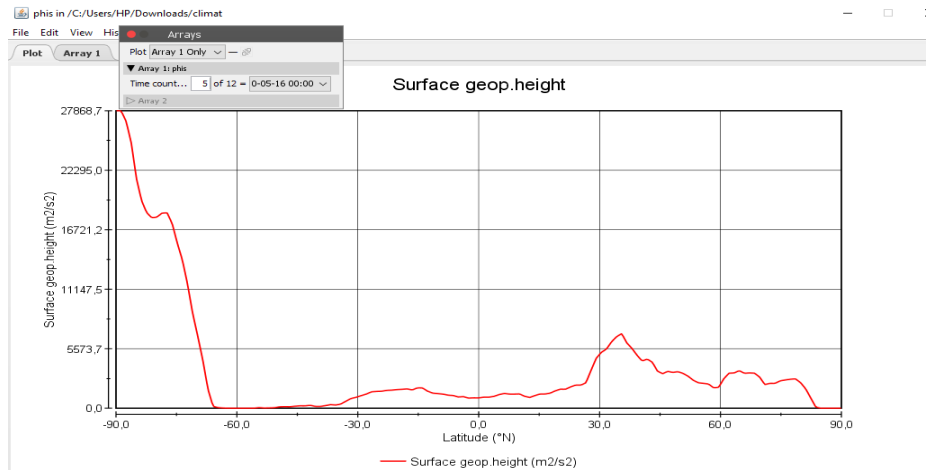
$$gz = 27868,7$$

$$z = \frac{27868,7}{g}$$

$$z = \frac{27868,7}{9,81}$$

$$z = 2840m$$

Soit  $z \approx 3km$



Notre résultat trouvé précédemment est donc cohérent avec le géopotential en surface  $gz$ .

8.

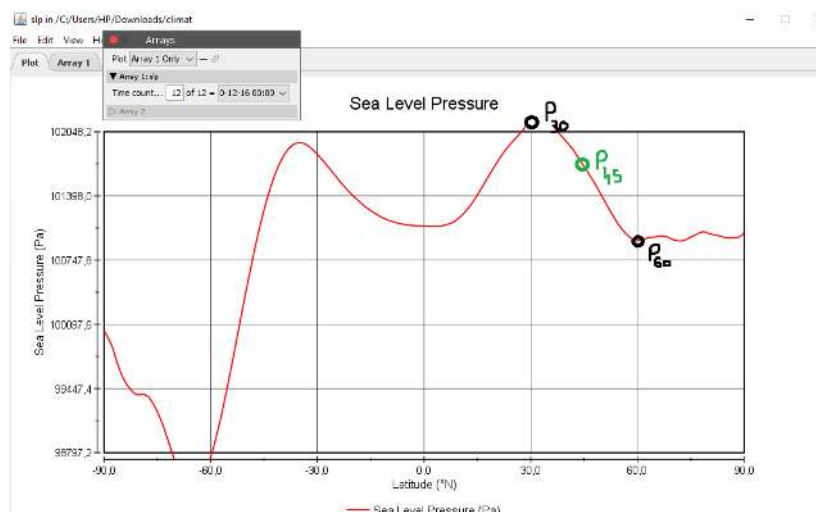
La variable psol correspond à la pression de surface tandis que slp correspond à la pression ramenée au niveau moyen des océans, ce qui permet d'enlever les effets liés à l'altitude. La pression n'est donc dépendante que du climat avec slp.

La ceinture anticyclonale subtropicale est observée par une ceinture de haute pression.

La dépression au niveau des moyennes latitudes est observé quant à elle par des zones de basse pression des zones tempérées.

slp moyenne zonale : on voit bien les ceintures anticyclonale et cyclonales

La différence maximale de pressions entre les latitudes  $30^\circ$  et  $60^\circ$  se trouve au mois de décembre. A cette période, le vent géostrophique est plus important car la différence de pression entre ces latitudes sont plus importantes.



Le vent géostrophique s'écrit :

$$\vec{V}_g = \frac{1}{\rho \times f} \wedge \nabla_h \vec{P}$$

Nous prenons ici le vent géostrophique horizontal :

Comme il n'y a pas de composante selon x, la norme du vent géostrophique s'écrit :  $\|\vec{V}_g\| = \frac{1}{\rho \times f} \times \frac{\partial P}{\partial y}$  avec f, le paramètre de Coriolis :  $f = 2 \times \Omega \times \sin(\phi)$

Afin d'avoir le vent géostrophique à 45°N, nous devons prendre des points intermédiaires à 30° et 60°.

Données :

$$P_{30} = 1021 Pa, P_{60} = 1008 Pa, \rho = 1 kg/m^3, \text{ la vitesse angulaire de la Terre : } \Omega = \frac{2 \times \pi}{3600 \times 24}$$

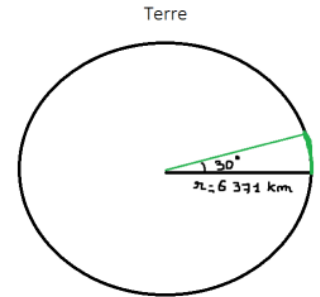
et  $\Delta y = 30^\circ$ . En convertissant les latitudes en mètres, nous obtenons :

$$\Delta y = \frac{\pi}{6} \times r \text{ avec } r, \text{ le rayon de la Terre : } r = 6371 \times 10^3 m.$$

Nous avons donc le vent géostrophique égale à :

$$\|\vec{V}_g\| = 3.79 m/s$$

Le vent géostrophique est le vent théorique calculé entre les différences de pression entre deux points.



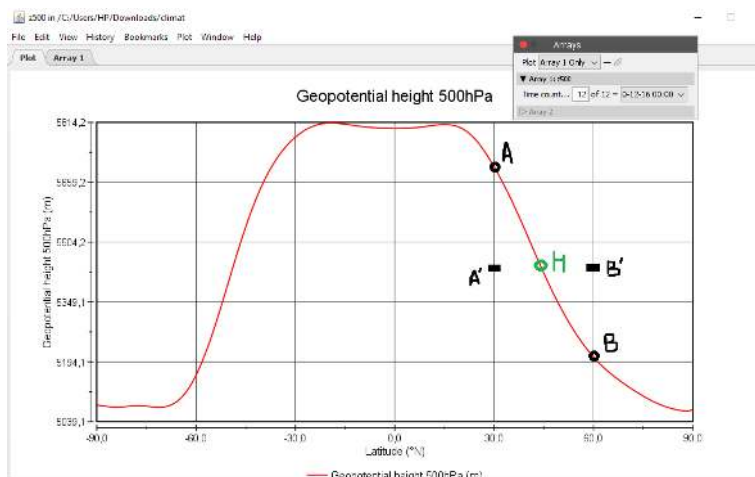
9.

Comme il fait plus chaud, l'air est plus dilaté et les isobares sont donc plus hautes. La pression est alors plus élevée en surface.

L'écoulement principal va être est-ouest puisqu'il va suivre les isobares.

C'est cohérent

10. Le mois où la différence d'altitude est la plus importante entre 30° ET 60° se trouve en décembre.



Nous allons maintenant déterminer le vent géostrophique horizontal au point M à une latitude de 45° : Nous savons que la norme de la pression horizontale s'écrit :

$$\|\vec{F}_{py}\| = \frac{-1}{\rho} \times \frac{\partial P}{\partial y}$$

car la force de pression n'a pas de composante selon x ici. On a donc :

$$\|\vec{F}_{py}\| = g \times \frac{Z_A - Z_B}{d_{A'B'}}$$

avec  $g=9,81 \text{ m/s}^2$   
 $z_A= 5670 \text{ m}$   
 $z_B= 5195 \text{ m}$   
 $dA'B'= 30^\circ = \frac{\pi}{6} \times r$

Et le paramètre de Coriolis  $f$  :  
 $f = 2 \times \Omega \times \sin(\phi)$

avec  $\Omega = \frac{2 \times \pi}{3600 \times 24}$

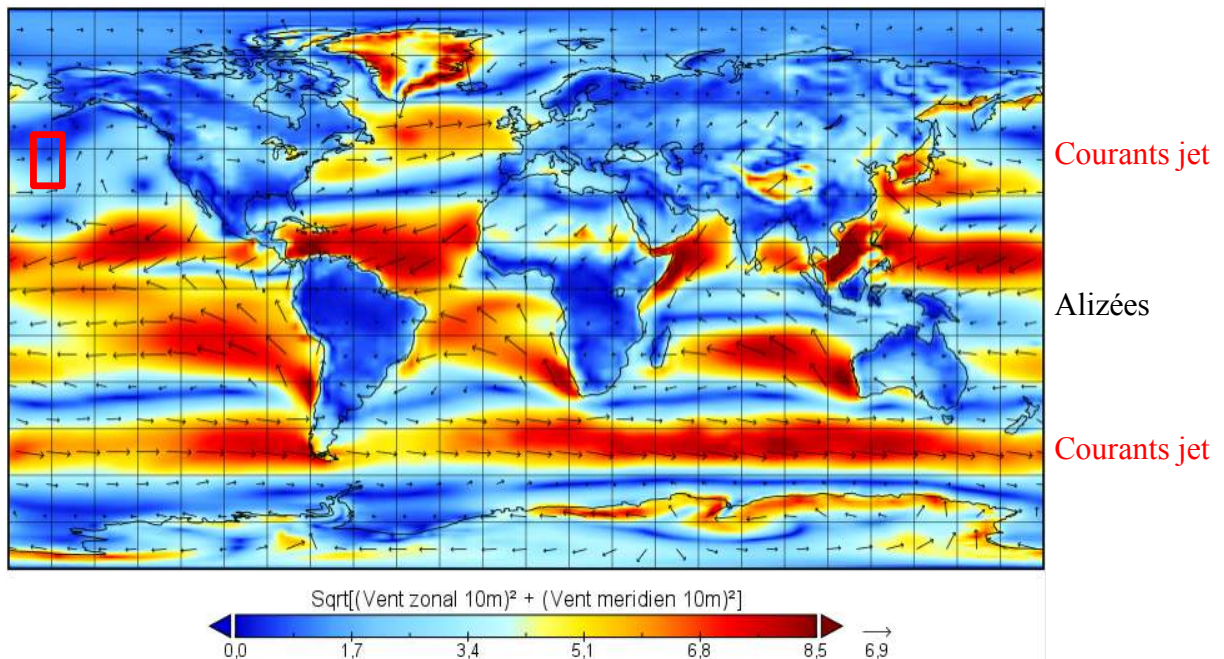
Nous pouvons donc maintenant calculer le vent géostrophique horizontal  $\|\vec{V}_g\|$  :

$$\|\vec{V}_g\| = \frac{-1}{\rho \times f} \times \frac{\partial P}{\partial y}$$

soit  $\|\vec{V}_g\| = \frac{1}{f} \times \|\vec{F}_{py}\|$

Ce qui nous donne donc que  $\|\vec{V}_g\| = 13.58 \text{ m/s}$

11. Les alizées sont au niveau de la zone de convergence intertropicale et les courants jets sont au niveau des moyennes latitudes : au nord & sud vent allant de l'ouest vers l'est / alizée : vent d'origine Nord-Est au nord et Sud-Est au sud



12. Les deux cartes sont corrélées : de manière générale on voit que l'humidité spécifique la plus importante est à l'équateur tout comme les températures les plus chaudes. Au cours de l'année, il y a une variation de la latitude des humidités spécifiques les plus hautes tout en restant proche de l'équateur et des zones subtropicales : plus vers les hautes latitudes en juillet, puis on redescend vers le sud. La variation des températures adopte elle aussi la même tendance. La zone de forte variation d'humidité spécifique est restreinte aux tropiques cancer et capricorne.

13. Les nuages se situent principalement au niveau de l'équateur et au-dessus des océans sauf l'océan Arctique au pôle Nord.

14. La région la plus pluvieuse se situe au niveau de l'équateur, là où il y a le plus de nuages. Cette zone : la zone intertropicale correspond également à la zone où les alizées convergent.

## 2. Prévision météorologique régionale

Premièrement, nous avons dans cette partie, noté les prévisions météorologiques pour Paris. Ensuite, nous avons noté nos propres observations chaque jour pendant une semaine : du dimanche 27/03 au Samedi 2/04.

<b>Analyse des météogrammes</b>	
Dim.27/03	Aucun Nuage Vent d'origine Nord-Est soufflant au maximum à 4m/s en milieu de journée. Température entre 5° et 15° avec un taux d'humidité de 48 %.
Lun.28	Aucun nuage et aucune pluie. Faible vent d'origine Nord, Nord-Est avec une moyenne de 1m/s dans la journée. Température entre 3°C et 16°C avec un taux d'humidité autour de 70 % en début de matinée et 25 % en journée.
Mar.29	Présence importante de nuages hauts mais pas de pluie. Vent d'Est qui s'intensifie au cours de la journée, pour atteindre 5m/s en soirée. Température variant entre 4°C et 14°C. Taux d'humidité importante autour de 75 % en soirée.
Mer.30	Couche de nuages importante toute la journée. Vent du Nord, Nord-Est augmentant tout au long de la journée : allant de 1m/s à 6m/s. Précipitation dans la journée allant jusqu'à 0.90mm/h entre 18h et 20h. Faible température entre 5°C en début de journée, 8°C en mi-journée et 4°C en soirée.
Jeu.31	Quantité moins importante de nuages. Pas de précipitations. Vent fort venant du Nord autour de 6m/s. Faible température entre 4°C et 2°C en fin de soirée. Taux d'humidité de 80 % puis diminue autour de 50 % en fin de soirée.
Ven.1/04	Nuages importants en mi-journée puis de plus fins en fin de journée. Origine du vent tournant du Nord-Ouest en début de journée pour atteindre le Nord en fin de journée. Vent fort atteignant une vitesse de 9m/s en fin de matinée. Très faible température : -2°C le matin, puis variant entre 2 et 0°C Un taux d'humidité aux alentours de 90 % au cours de la journée avec des précipitations pluvieuse et neigeuse entre 10h et 16h allant jusqu'à 1cm/h de neige et 0.80mm/h de précipitation aux alentours de 12h.
Sam.2	Couverture nuageuse de nuages de faible altitude. Vent fort venant du Nord ayant une vitesse moyenne de 8.5m/s Faible température autour de 0°C toute la journée Taux d'humidité important à 80 %. Pas de précipitations.

<b>Phénomènes, éléments ou paramètres remarquables</b>	
Dim.27/03	Belle journée ensoleillée sans nuage avec une excellente visibilité. Vent modéré venant de l'Est.
Lun.28	Belle journée ensoleillée avec une excellente visibilité. Vent modéré venant du Nord, de l'Est. Température plus chaude le midi. Puis ciel recouvert de nuages dans l'après-midi.
Mar.29	Journée grise. Vent de l'Est souffle assez fort provenant du Nord avec quelques variations. Journée parsemée d'averses avec de fortes pluies début d'après-midi.
Mer.30	Journée grise avec une faible visibilité. Forte pluie. Vent faible du Nord-Est.

Jeu.31	Journée grise avec une faible visibilité. On a pu ressentir une fine pluie durant une grande partie de la journée avec par moment de fortes averses. En fin d'après-midi la pluie s'est arrêté et on a eu le droit à quelques éclaircit avant que le ciel se recouvre en fin de soirée. Vent du Nord-Est avec de forte rafales. Enfin on a pu ressentir une chute des températures.
Ven.1/04	Journée grise avec une faible visibilité. Neige en tout au long de la matinée puis fine pluie jusqu'en fin d'après-midi. Vent fort d'origine Nord avec de fortes rafales. Les températures étaient bien en dessous des normales de saisons
Sam.2	Journée plutôt ensoleillée avec un ciel bleu en matinée qui s'est couvert au cours de la journée. Les températures étaient encore une fois bien en dessous des normales de saisons. La visibilité était bonne et le vent du Nord avec de grosses rafales.

### **Comparaison prévision / observations :**

Globalement les prévisions de la semaine étaient bonnes, les tendances observées au cours de la semaine étaient prévues. Avec un début de semaine sous le beau temps, de fortes températures pour la saison et une dégradation au cours de la semaine : baisse des températures, apparition d'un vent fort et de pluie voir de neige.

Si nous rentrons plus dans les détails, nous observons que les nuages et les précipitations sont arrivées plus tôt que prévu : la couverture nuageuse est arrivée en fin de journée du 28 mars mais était prévue pour le 29 mars, les précipitations, elles étaient prévues pour le 30 mars mais sont arrivées le 29 mars.

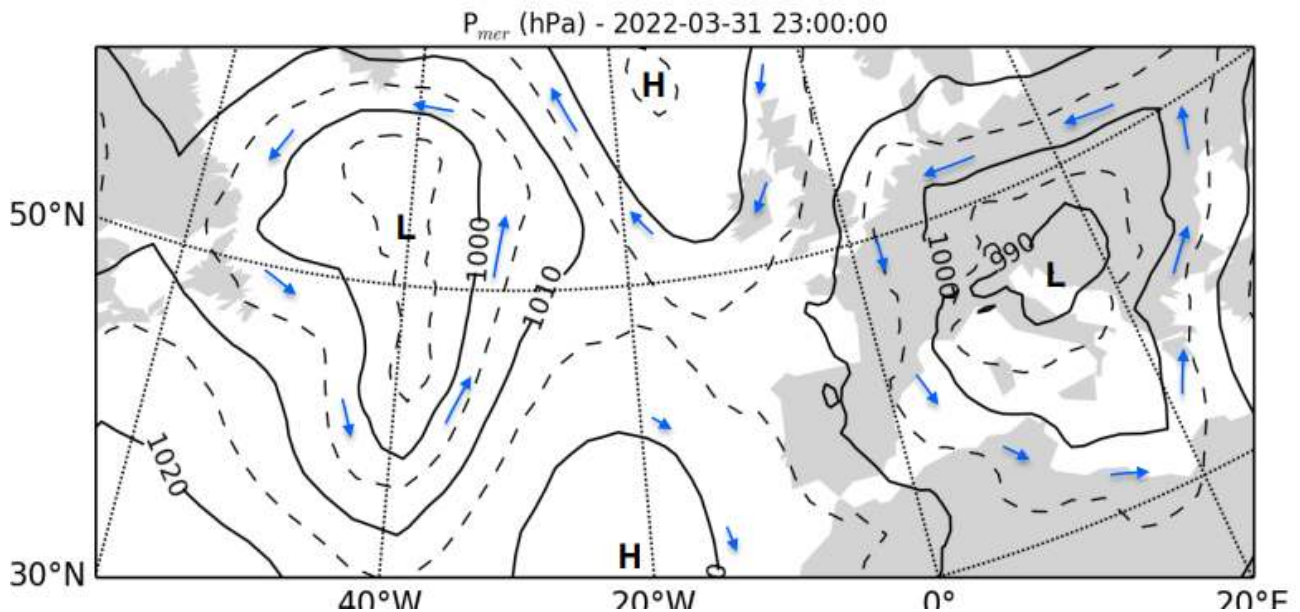
De plus sur la journée de plus faible pluie du le 31 mars, les prévisions ne prévoyaient pas de précipitations. Les précipitations sont en général prévues plus faible que ce qui tombe dans la réalité comme le 1 avril : il a neigé pendant presque toute la journée alors que seule la mi-journée avait été prévue comme pluvieuse et neigeuse.

Pour ce qui est des températures et vitesses de vent les prévisions étaient bonnes, pour l'orientation des vents nous observons quelques variations car nous avons pu constater que l'orientation des vents pouvaient fortement varier au cours de la journée.

Nous observons en général que plus nous nous éloignons du jours 1 du météogramme moins les prévisions sont précises.

Dans un second temps, nous devons choisir un jour dans notre semaine d'observation afin d'analyser les cartes météorologiques correspondante.  
Nous avons donc choisi le 31/03 où nous avons approfondi nos analyses sur les cartes de z500 et T500, de Pression au niveau de la mer et de nuages à 23h.

### Carte pmer : les vents



Sur la carte de P<sub>mer</sub>, nous nous sommes concentrées sur l'étude du vent géostrophique et sur les zones Basses et Hautes pressions.

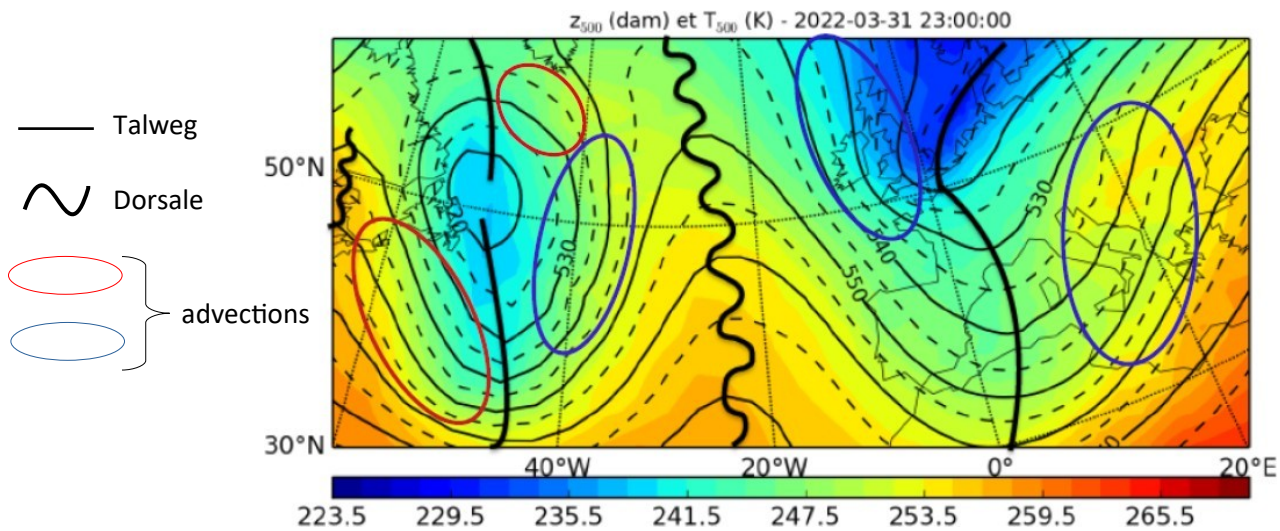
Les vents suivent les isobares et y sont plus forts lorsque les isobares sont plus serrées.

De plus, comme nous sommes dans l'Hémisphère Nord, les vents autour des zones de Basses pressions tournent dans le sens trigonométrique et horaire autour des zones de Hautes pressions.

Nous avons repéré ces zones de Hautes et Basses Pression à l'aide des isobares.



## Carte $Z_{500}$ et $T_{500}$ :



Puis, nous avons indiqué sur une nouvelle carte représentant les isothermes à  $T_{500}$  et les isohypses à  $Z_{500}$ , les dorsale et talweg ainsi que les advections thermiques.

Les advections thermiques sont des transferts de chaleurs sur une même altitude (suivant les isohypses) : soit du chaud vers le froid indiqué par des cercles rouges, soit du froid vers le chaud représenté par des cercles bleus.

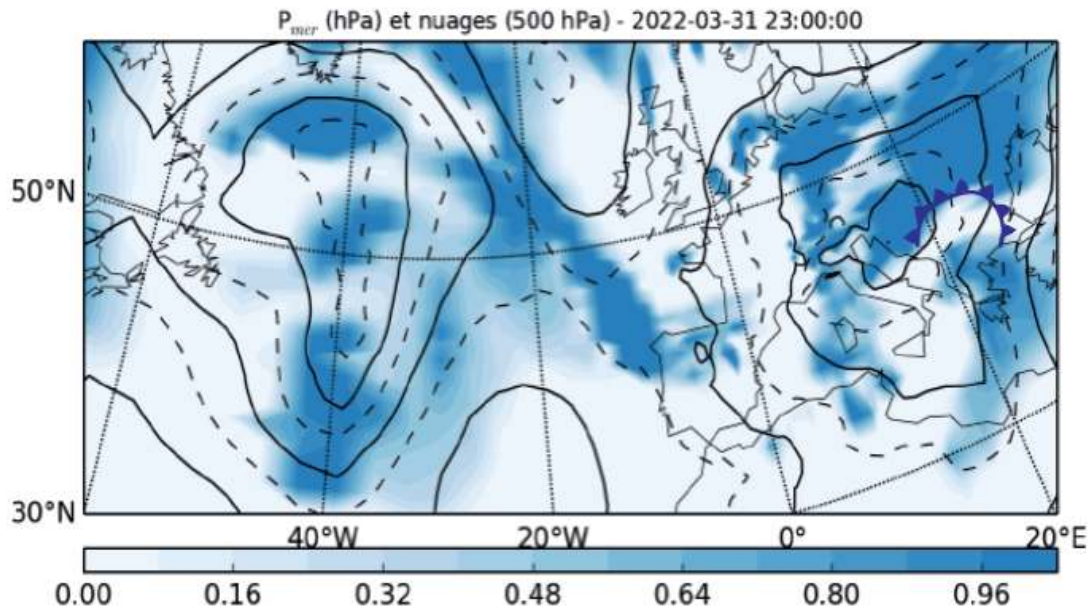
Les advections rouges, chaudes, montrent par le déplacement du au vent des masses d'air chaud qui rencontrent des masses d'air froid. A l'inverse les advections bleues, froides, montrent des masses d'air froid qui rencontrent des masses d'air chaud.

Les advections thermiques font monter de l'air chaud.

Ces advections, si elles sont importantes, peuvent provoquer des fronts météorologiques chauds ou froids en fonction du type d'advection.

Les fronts sont donc des zones de contacts entre deux masses d'air ayant des propriétés physiques différentes. Leur particularité est que les fronts sont indiqués sur les cartes d'isohypse et d'isotherme par des masses d'air chaude et froide perpendiculaires aux isohypses. Les fronts provoquent la formation de nuages visibles sur les cartes de nuages.

### Carte pmer et nuages :



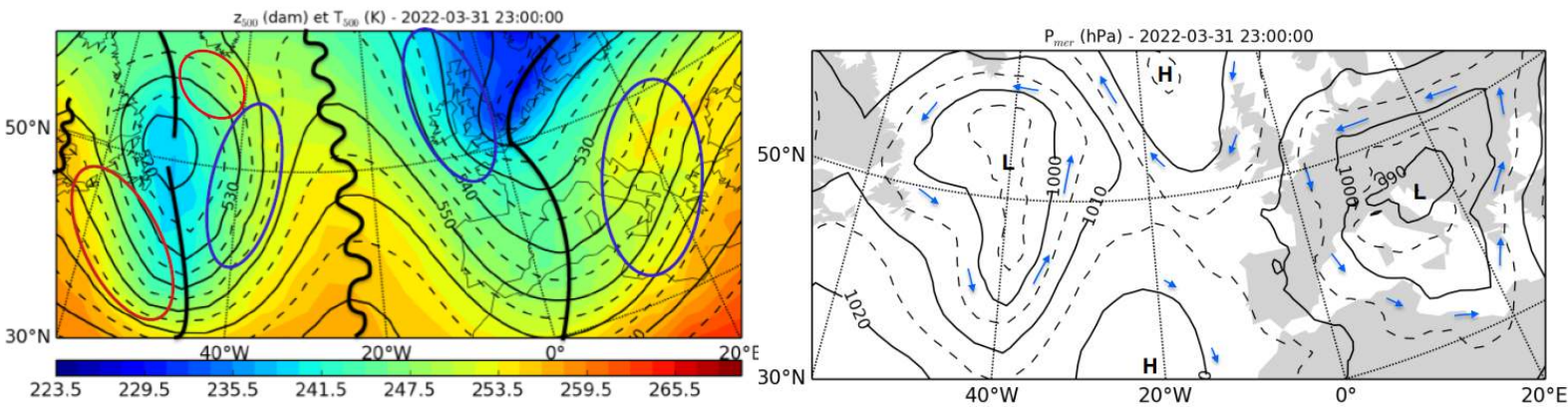
Pour identifier ces fronts nous avons procédé en deux étapes :

- Nous avons regardé quelles sont les advections qui montrent des isothermes perpendiculaires aux isohypes.
- Pour vérifier si ces advections correspondent bien à des fronts météorologiques : nous avons regardé s'il y a des nuages qui suivent ces fronts.

Avec la carte météorologique Pmer et nuages à 500hPa, nous pouvons voir que la formation de certains nuages est liée à la présence de fronts : nous avons donc observé que les nuages au Nord de la Grèce, sont formés à partir d'un front froid.

Pour les autres nuages, nous ne connaissons pas l'origine de leur formation. Néanmoins, nous pouvons émettre l'hypothèse que certains nuages résultent d'anciens fronts comme les nuages localisé entre l'Islande et l'Espagne qui ont la particularité d'être alignés entre eux.

## Combinaison des cartes :



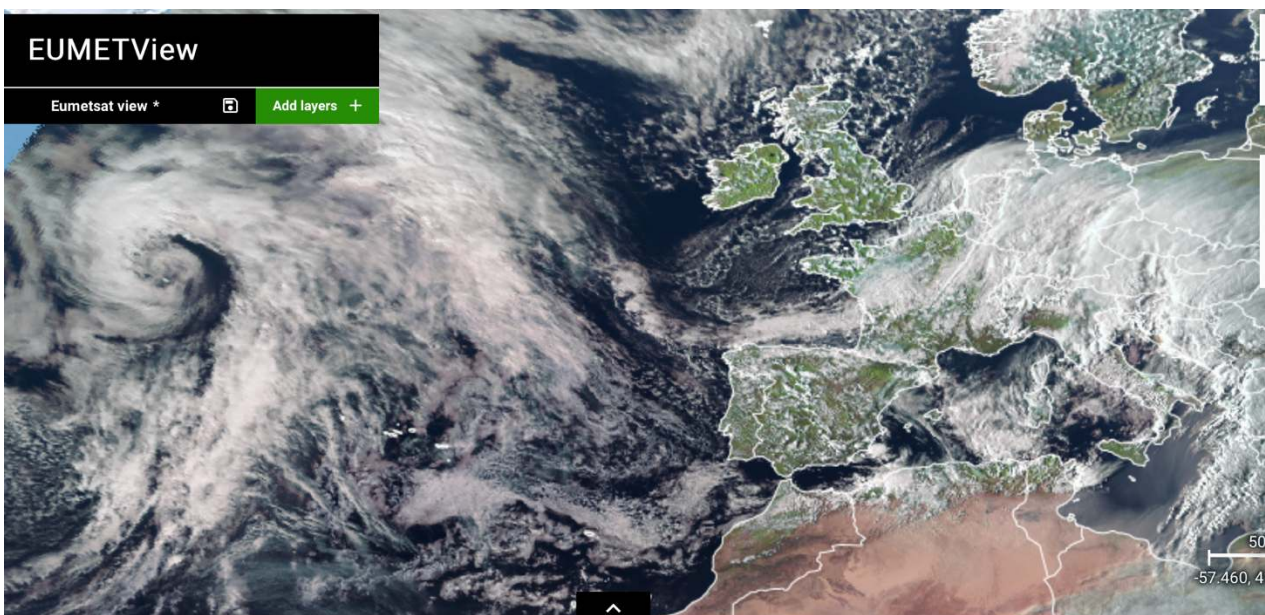
En comparant la carte des isothermes et isohypses et la carte des pressions mises au niveau de la mer, nous pouvons voir que les dépressions indiquées sont localisées au niveau des Talwegs. Les Talwegs indiquent donc une zone de creux dépressionnaires. Inversement, les dorsales localisées au niveau des hautes pressions indiquent une zone d'ascension de pressions.

## Comparaison prévisions observations :

Pour finir nous avons comparé notre interprétation des cartes de prévision du 31/03 à 23h avec des cartes d'analyse et des images satellites de la météo observée.

### Images satellite :

Comme il fait nuit à 23h, nous avons regardé des images satellite à 16h qui sont plus facilement interprétable que des images de nuit soit en infra-rouge.

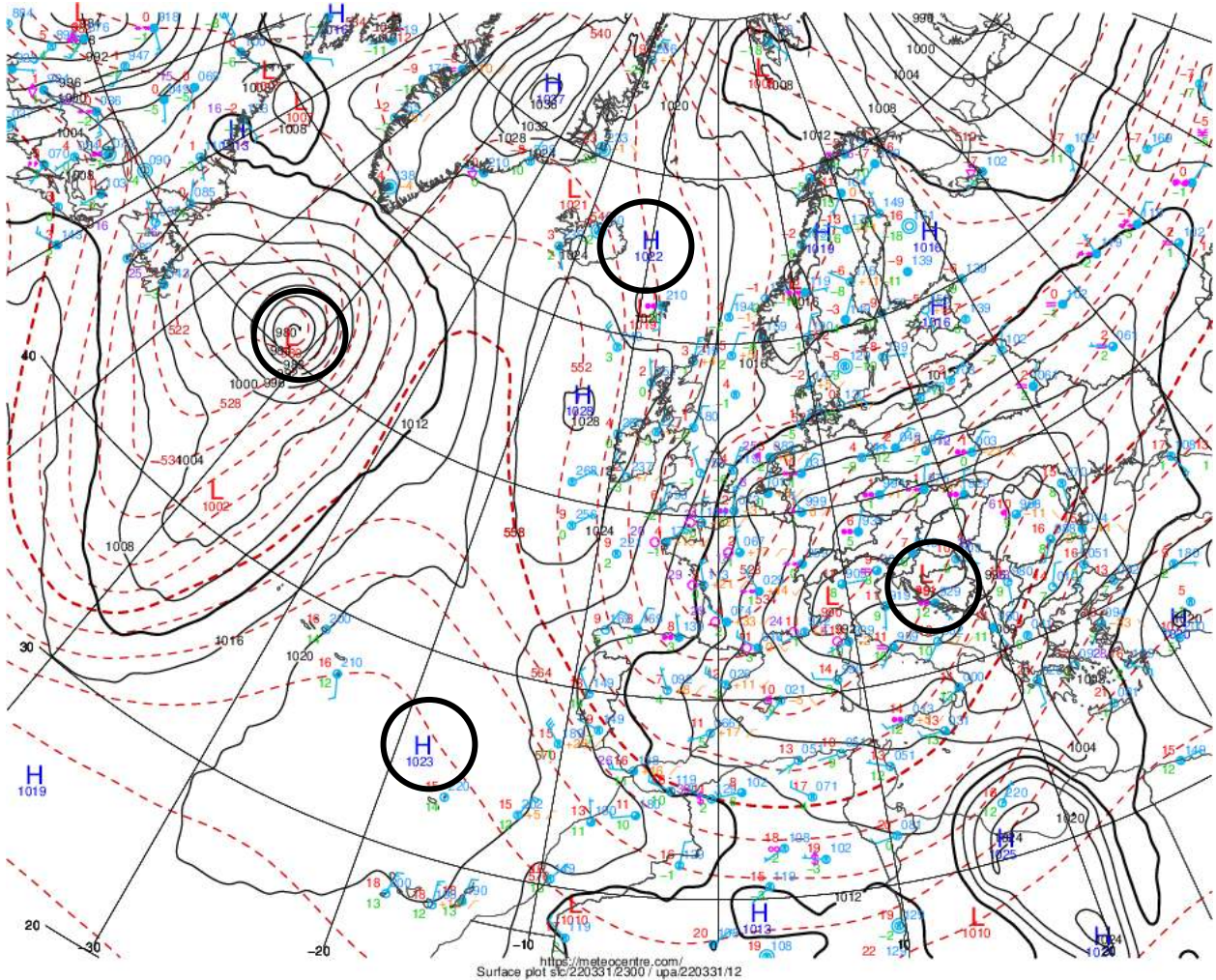


Sur cette image on repère très facilement la zone de basse pression que l'on a repérée dans l'océan Atlantique. En effet nous pouvons voir dans cette zone des nuages cycloniques.

Notre front froid est plus difficilement repérable mais nous pouvons le deviner autour de l'Italie. En effet il est un peu plus à l'Ouest qu'à 23h mais cela est cohérent si l'on observe la carte des nuages de 15h et 17h.

Enfin on retrouve cet étrange bandeau de nuage entre l'Islande et le Nord-Ouest de l'Espagne.

Carte d'analyse :



La carte d'analyse à 23h de MétéoCentre étant assez complexe, nous nous sommes concentrées sur les points essentiels et les plus remarquables.

Tout d'abord si l'on regarde les zones de hautes pressions et de basse pression on voit une cohérence avec les 4 déterminées sur les cartes de prévision : les H (high) et L (low) associés sont repérés à l'aide de cercles noirs sur la carte.

Si on observe les vents on voit que leur orientation est légèrement déviée par rapport à nos prévisions et ne sont pas parfaitement parallèles aux isobares. Cela est dû aux forces de frottement, le vent se dirige plus vers les basses pressions.