



PRODIG

XXXVe COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE  
CLIMATOLOGIE

Toulouse – France 6-9 juillet 2022

# ASPECTS DU TOPOCLIMAT DE LA REGION DE ZAHLE (LIBAN ORIENTAL)

**Zein Al Dine. R, Dahech. S**

**Université Paris Cité, PRODIG, UMR 8586**

**[rabihzeineddin@hotmail.com](mailto:rabihzeineddin@hotmail.com); [salem.dahech@gmail.com](mailto:salem.dahech@gmail.com)**

## Brises thermiques

Vents « *d'origine thermique et d'échelle locale dont l'extension horizontale peut varier de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres* » (Carrega, 1994)

Phénomènes de “beau temps”

Contrastes terre/ mer; ville/ campagne; vallée/montagne

## Impacts

- ✓ Favorables aux fortes concentrations des polluants atmosphériques (Simpson, 1997); un système en boucle.
- ✓ Stagnation de l'air frais près de la surface et l'installation d'une inversion thermique dans certaines conditions topographiques
- ✓ Effet sur le confort thermique;

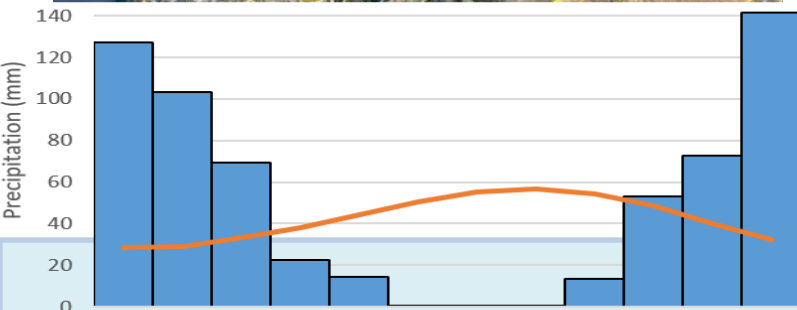
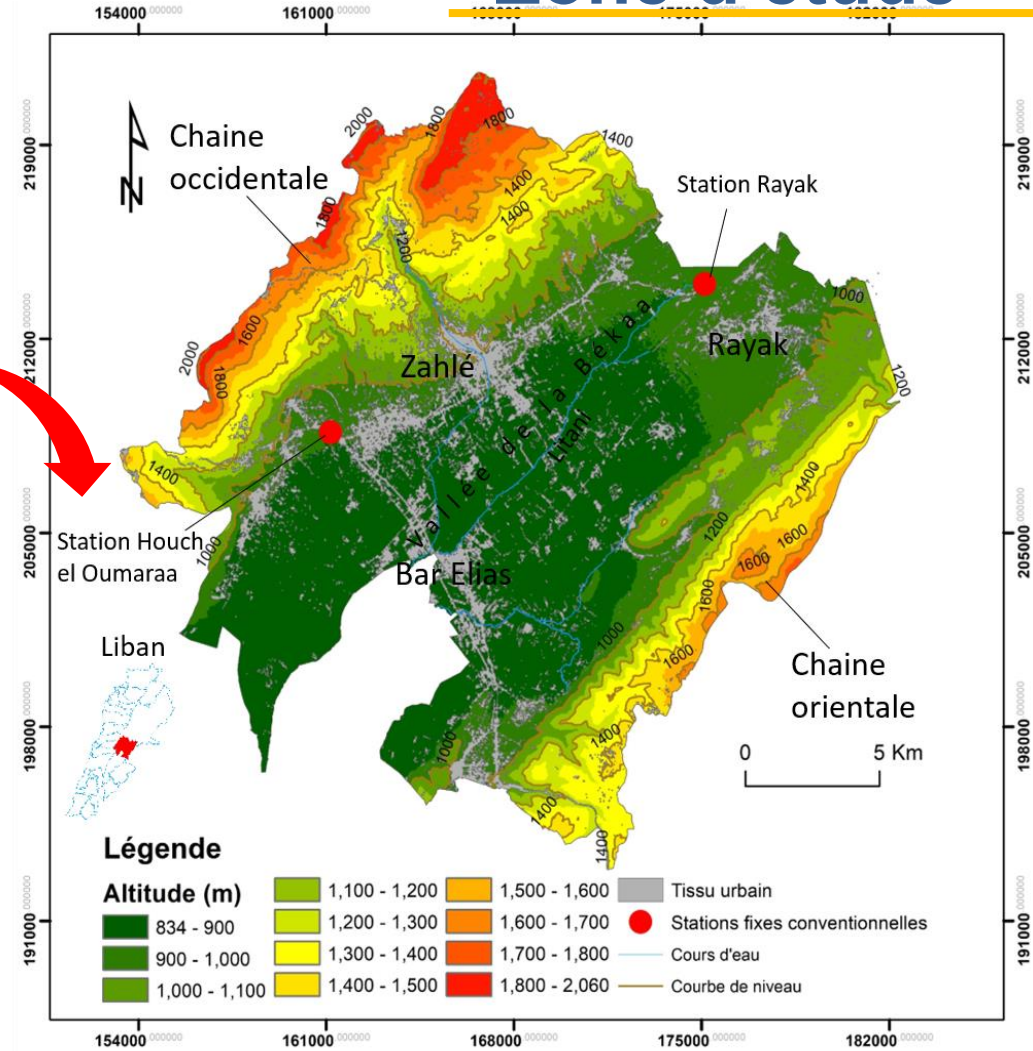
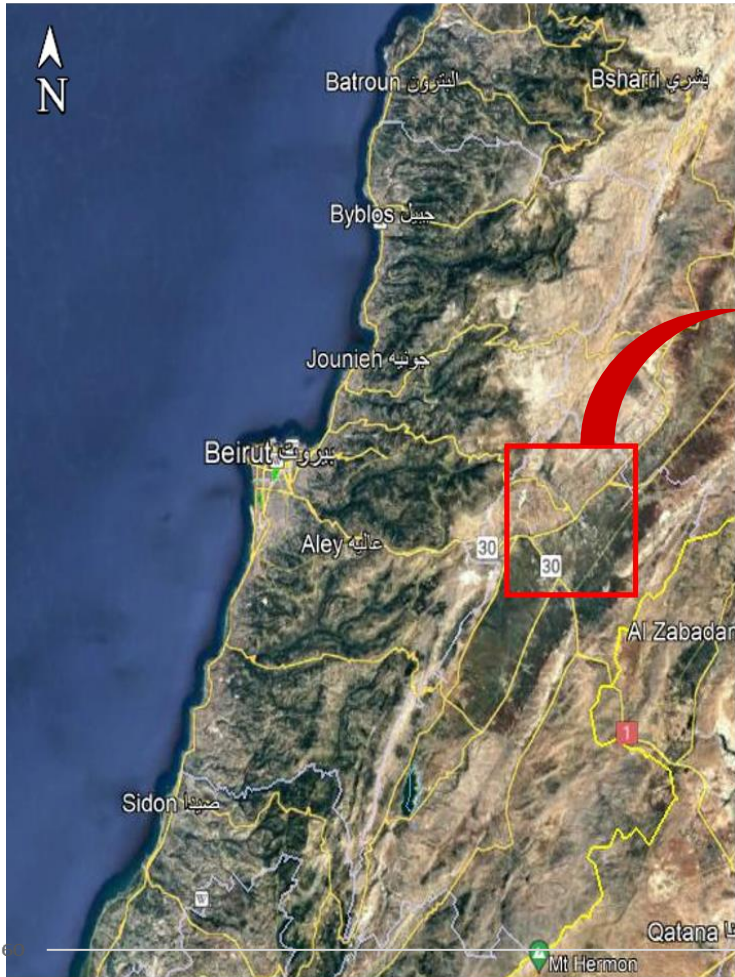
## Un volet théorique

Étudier les caractéristiques des différentes brises terre/ mer; ville/ campagne; vallée/montagne et de l'ICU.

## Un volet appliqué

Les impacts sur la réparation de la pollution de l'air et du confort thermique à Zahlé (ville industrielle, 200000 habitants).

# Zone d'étude



Localisation (à gauche) et topographie (à droite) de la zone d'étude. Sources : image google earth, DEM du Liban (SRTM)

## ➤ Données conventionnelles

### 1. Données météorologiques des stations Rayak et Houch el Oumaraa (source: NOAA) :

- Vitesses du vent ;
- Directions du vent ;
- Pression atmosphérique;
- Température de rosée.
- Période : estivale (J,J et A)
- Entre 1994 et 2021 pour Houch el Oumaraa et entre 1994 et 2009 pour Rayak
- Pas de temps : horaire ou Tri-horaire

### 2. Données météorologiques complémentaires des stations Dahr El Baidar et aéroport de Beyrouth (source: NOAA) :

- idem

### 3. Données satellitaires

- DEM du Liban image SRTM
- ASTER TIR



## Mesures de terrain:

- Mesures itinérantes
- Un réseau de trois stations Davis
- Mesures nocturnes de la température verticale de l'air par temps radiatif afin d'étudier l'effet d'inversion thermique



A gauche : capteur de température de type Tinytag plus 2 utilisé dans les mesures verticales ; à droite : capteur monté sur un drone de type DJI Phantom 3 pro

## Méthodologie:

Données tri-horaires (vent et pression atmosphérique)

Stations météorologiques fixes

1<sup>er</sup> filtre:  
vitesses

$\leq 11\text{m/s}$

2<sup>ème</sup> filtre:  
Directions

Alternance de directions

3<sup>ème</sup> filtre:  
Pression

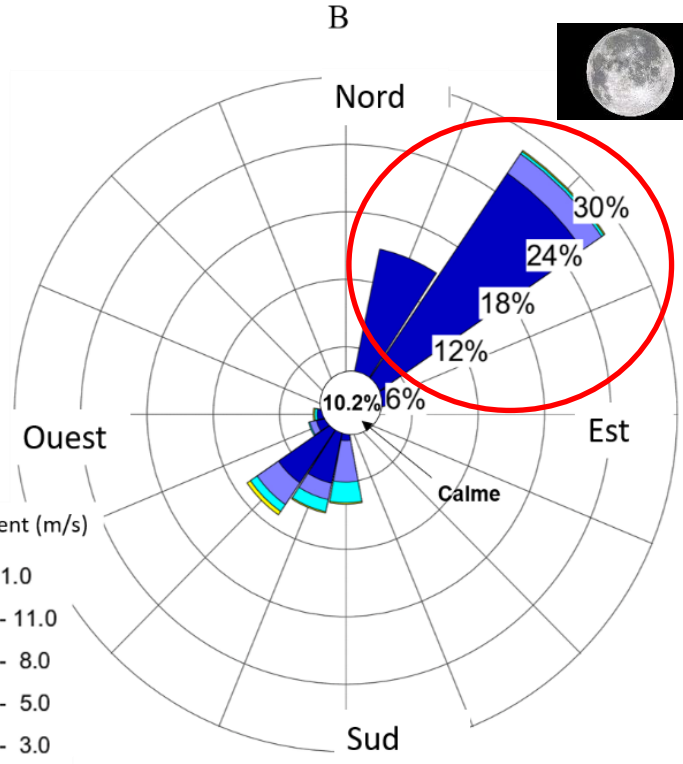
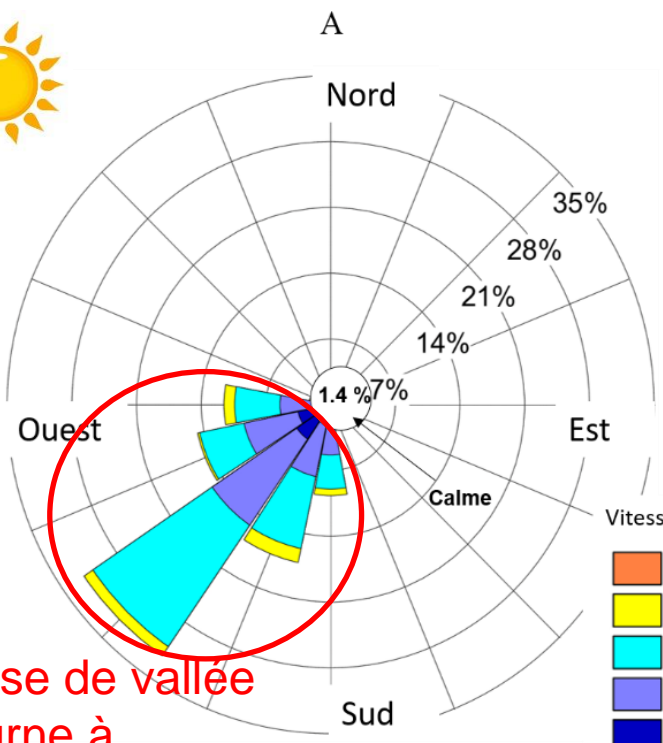
Elimination des situations dépressionnaires

4<sup>ème</sup> filtre: Heure d'installation des brises

Brises montagne, vallée, mer, campagne

# Les brises à Rayak:

# Résultats

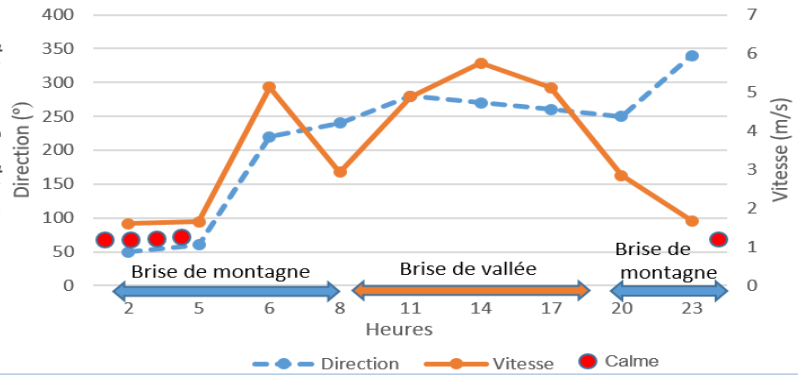


Brise de vallée diurne à dominance SO

Brise de montagne nocturne à dominance NE

Roses estivales du vent par tranches de vitesse à Rayak le jour (heures locales : 8, 11, 14, 16, 17, 18 h, A) et la nuit (20, 21, 22, 23, 2, 3, 5 h, B).

Anémogramme estival montrant l'alternance entre brise de montagne et brise de vallée à Rayak



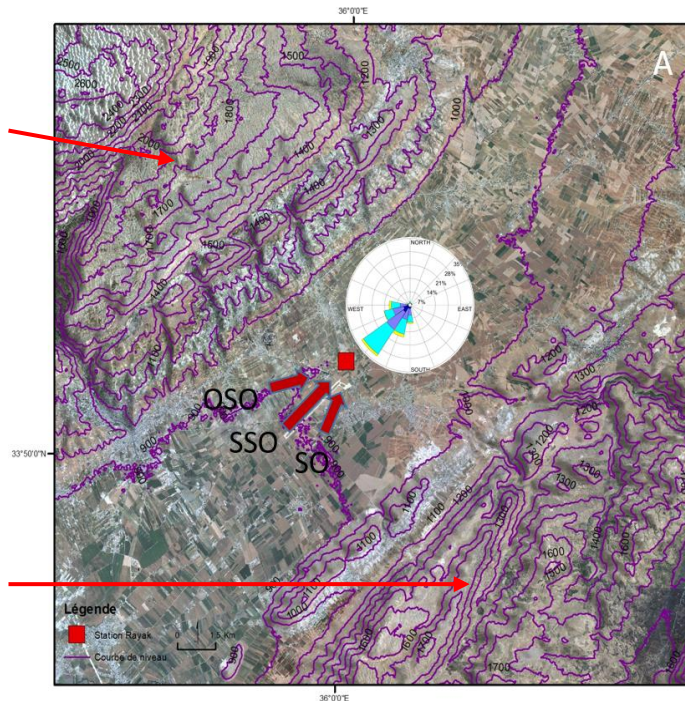
- Brise de vallée entre 8 h et 18 h
- Brise de montagne entre 20 h et 6 h
- Renverse matinale entre 6 h et 8 h
- Renverse nocturne entre 18 h et 20 h



## Les brises à Rayak

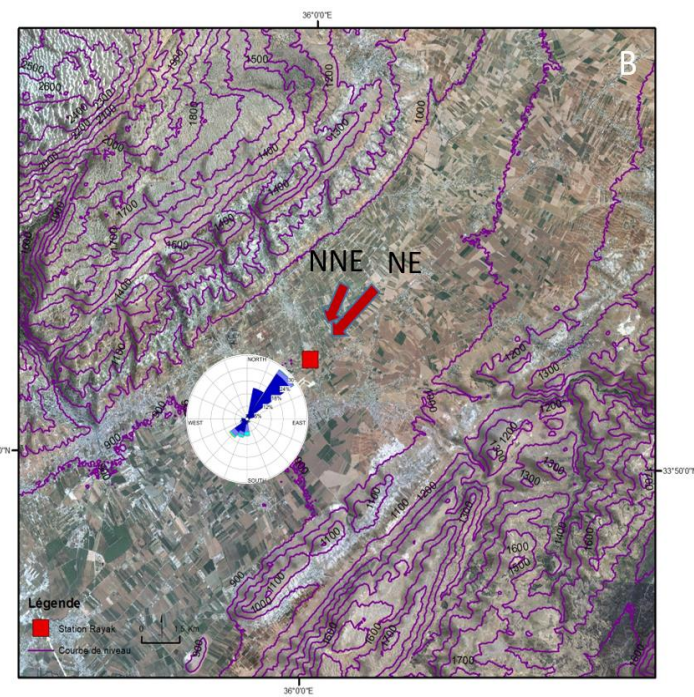
Canalisation des brises par la topographie de la vallée

Chaine occidentale



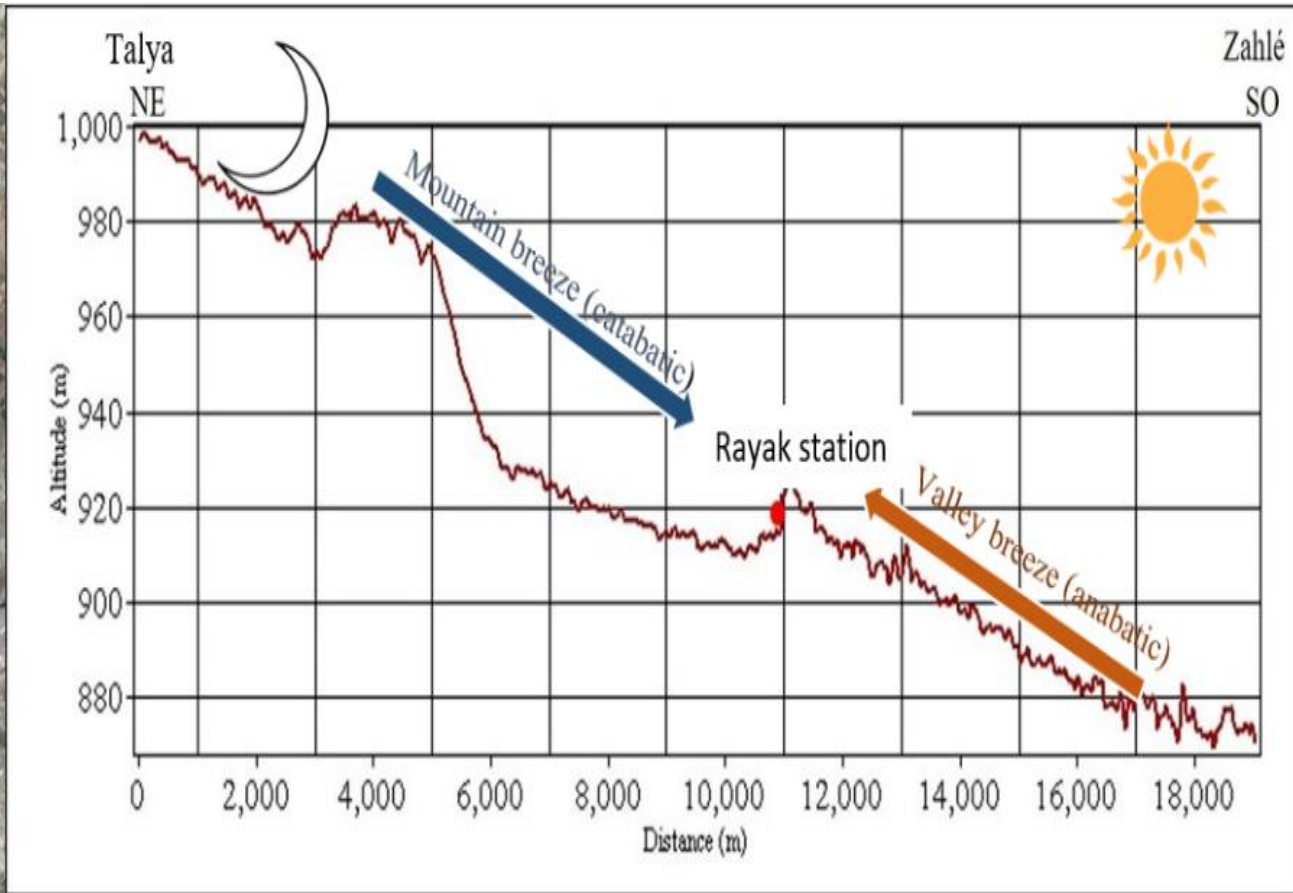
Chaine orientale

Brise de vallée

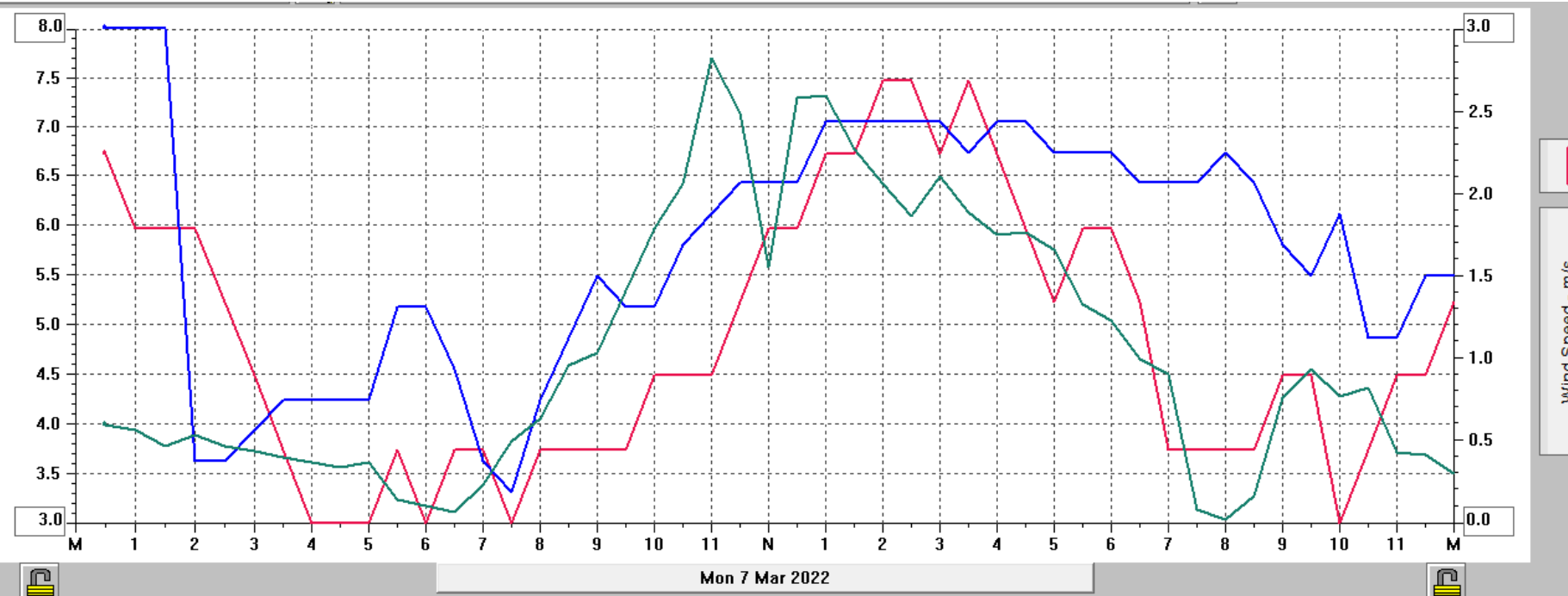
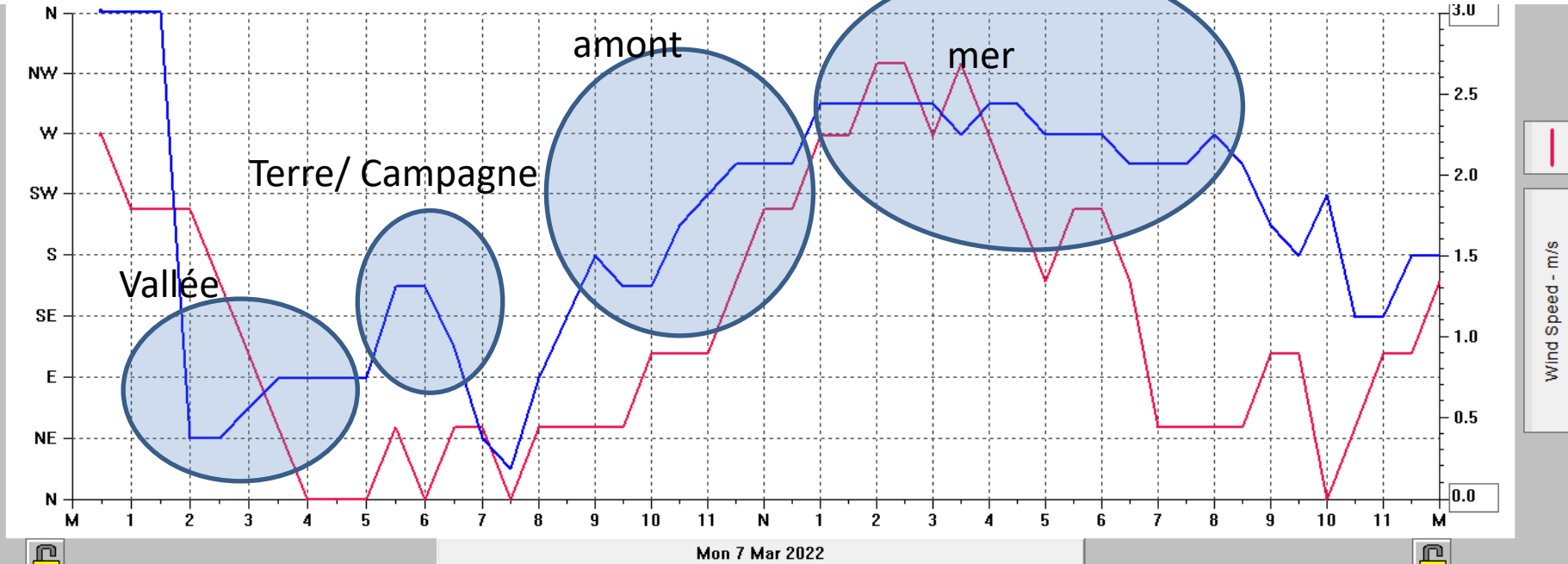


Brise de montagne

## Les brises à Rayak



Topographie dans la vallée de Zahlé près de Rayak



Vent et point de rosée par journée de brise dans la vallée



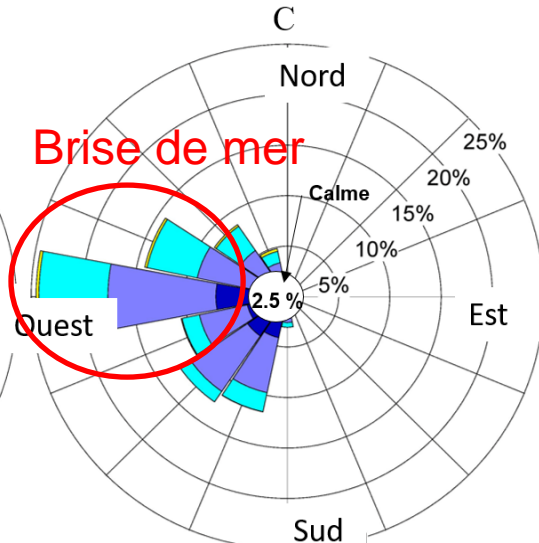
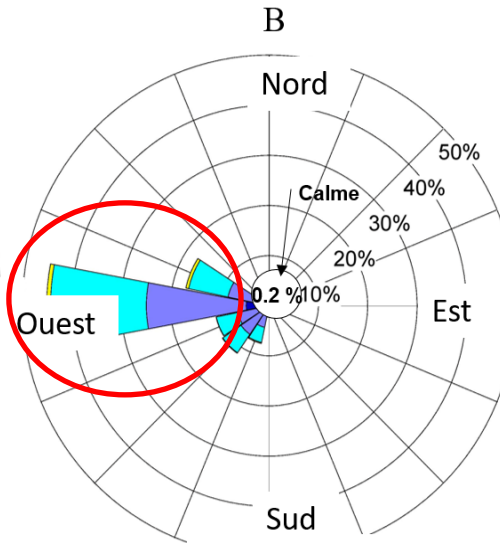
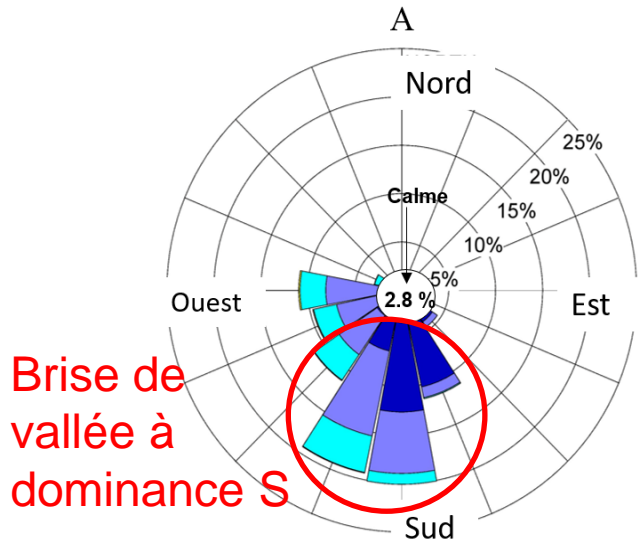
## Les brises à Houch el Oumaraa:

Brise de mer  
direction O

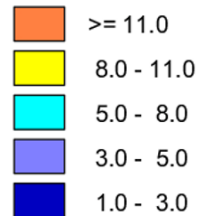
Entre 8h  
et 14 h

À 14 h

Entre 14h  
et 19 h



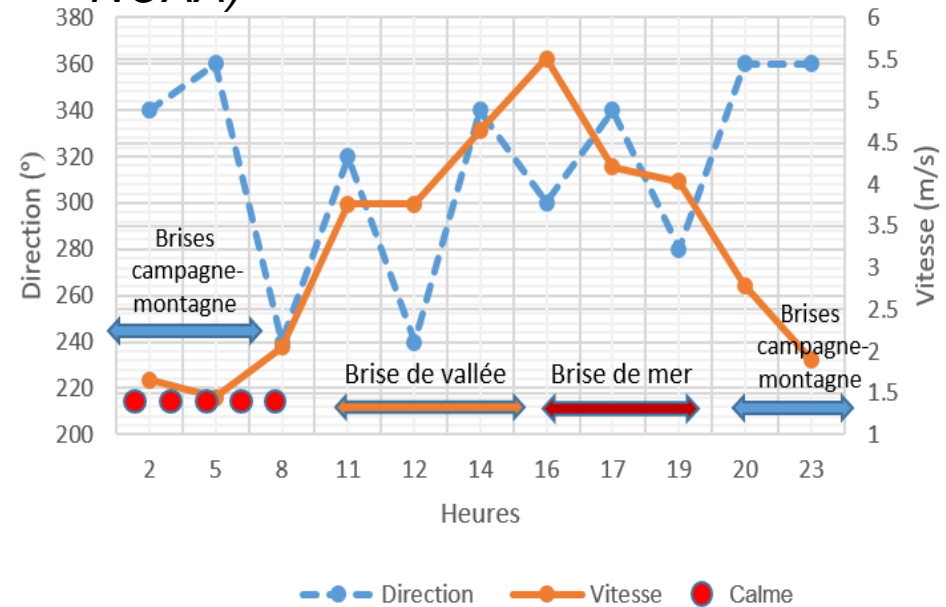
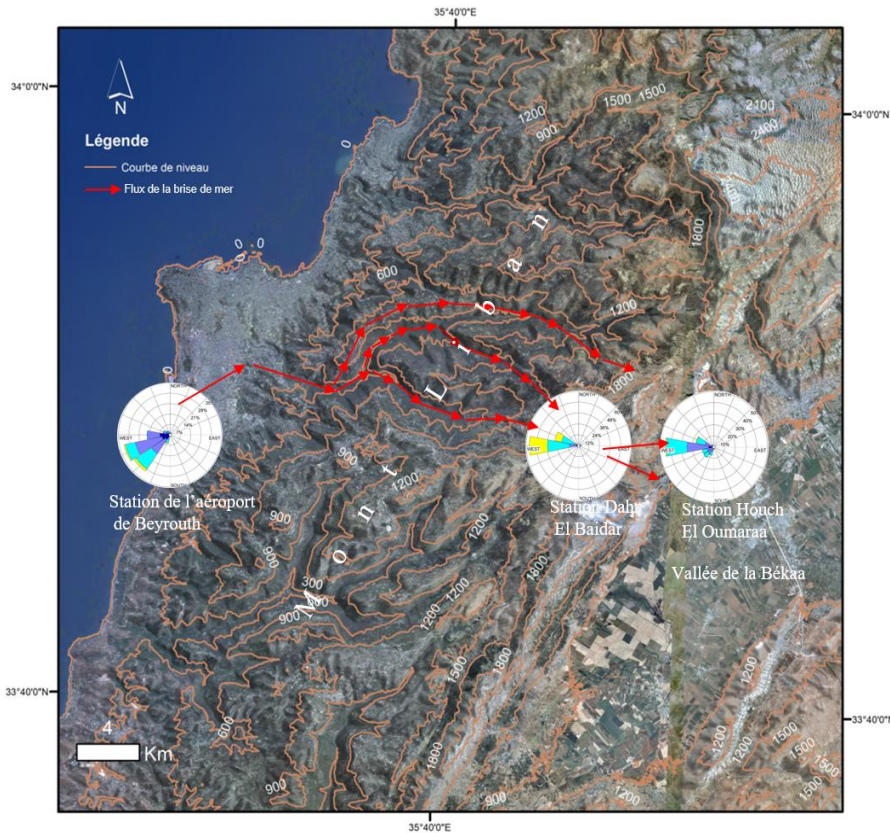
Vitesse du vent



# Les brises à Houch el Oumaraa:

## Résultats

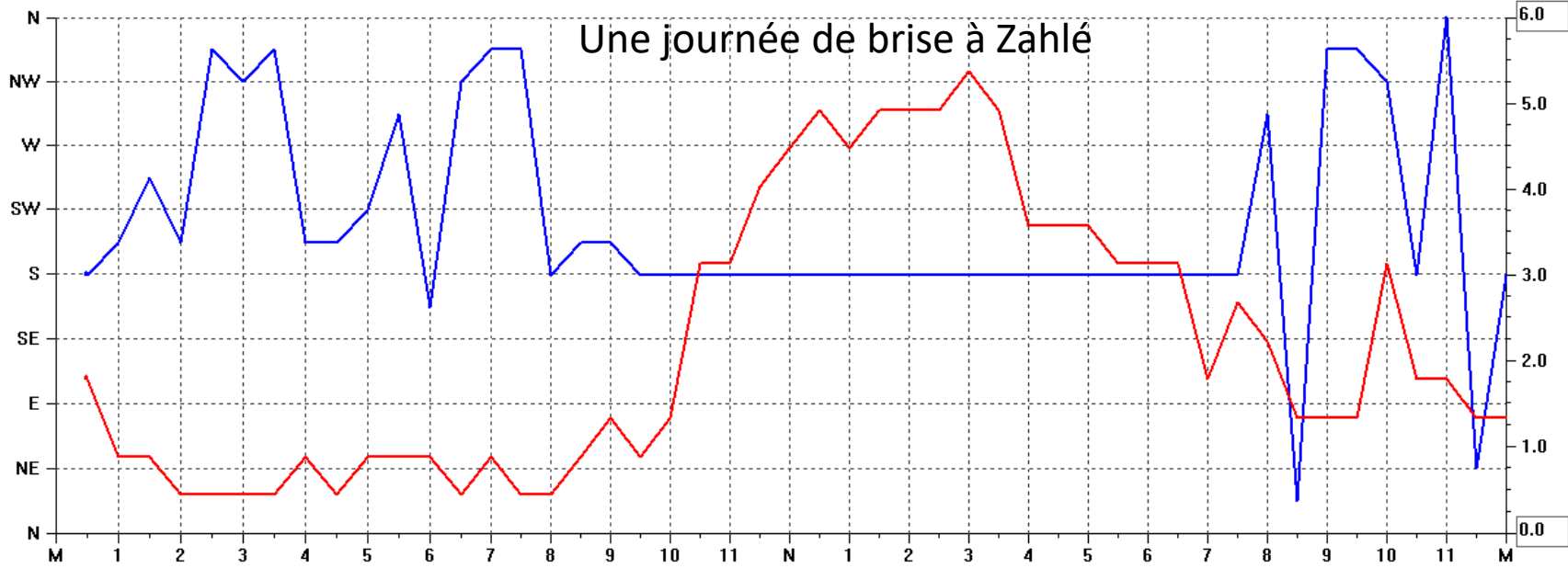
Anémogramme estival de la période comprise entre 1994 et 2021 (données NOAA)



*Canalisation du flux de la brise de mer (sources : DEM du Liban image SRTM, google earth)*

- Brise de vallée de 8h à 14h
- Brise de mer de 14 à 19h
- Brises campagne-montagne de 20h à 8h

# Une journée de brise à Zahlé



Mon 7 Mar 2022

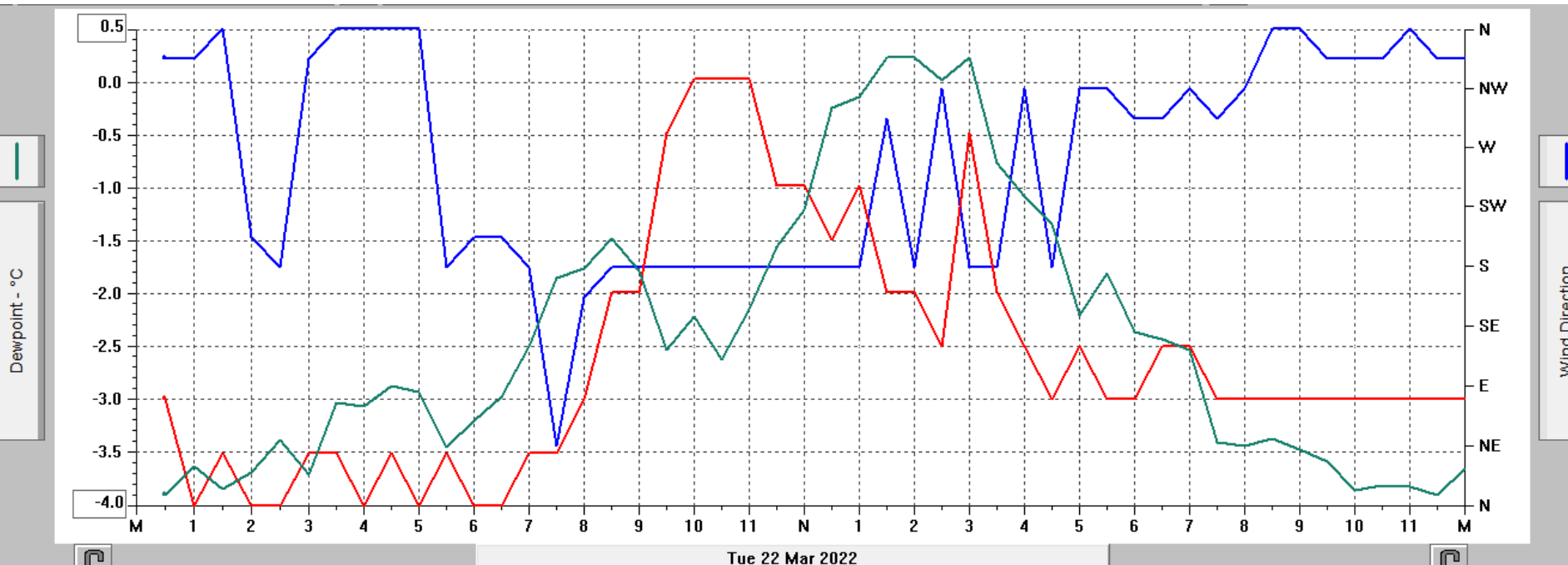
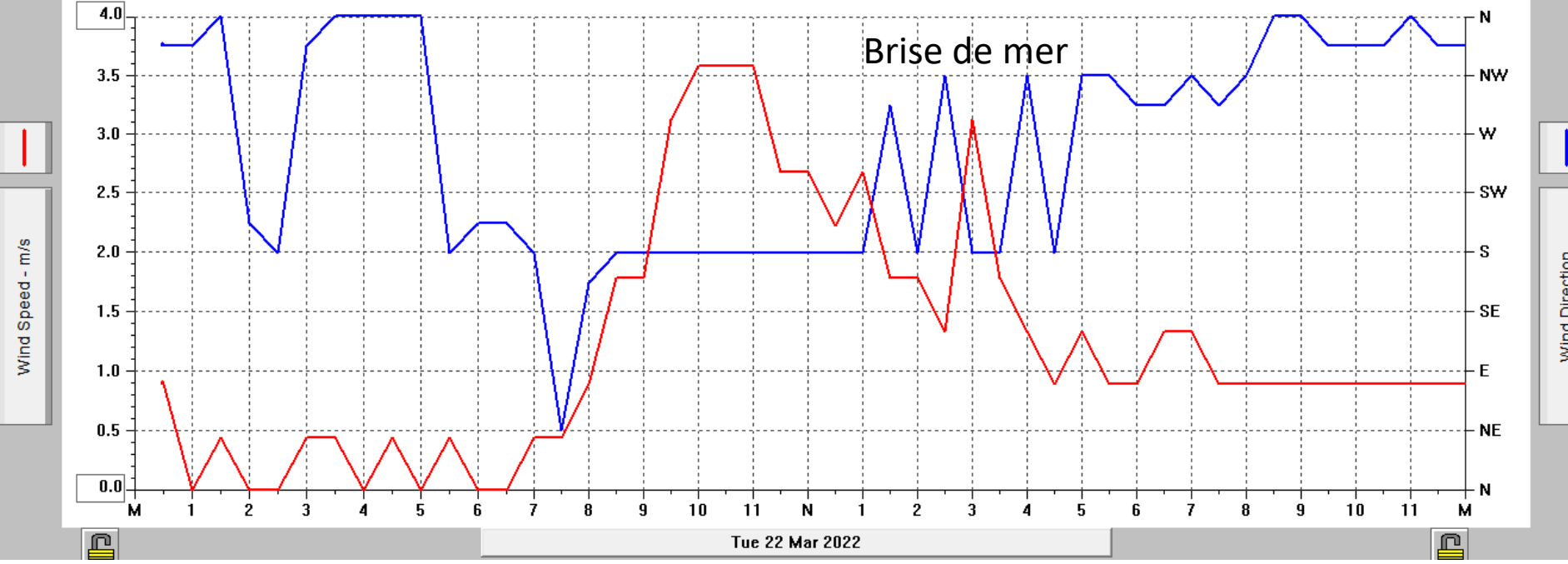






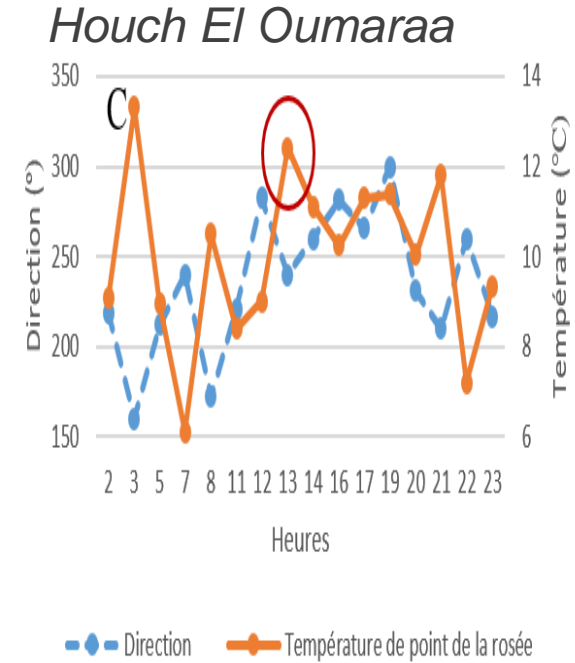
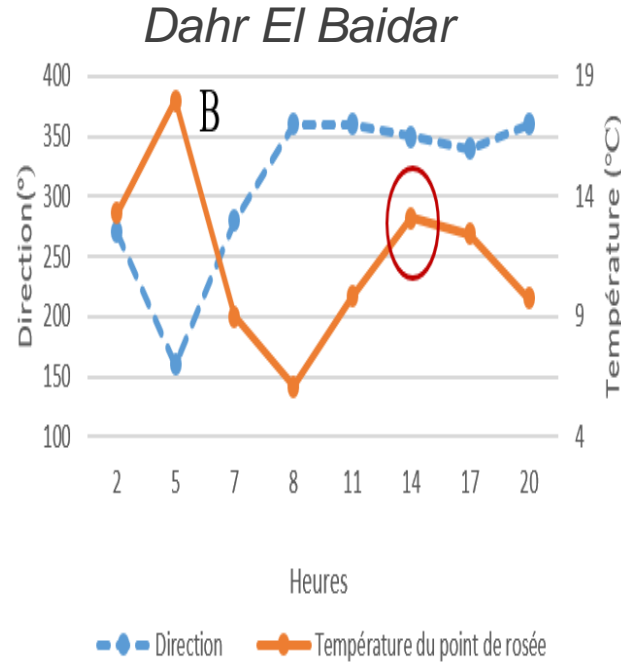
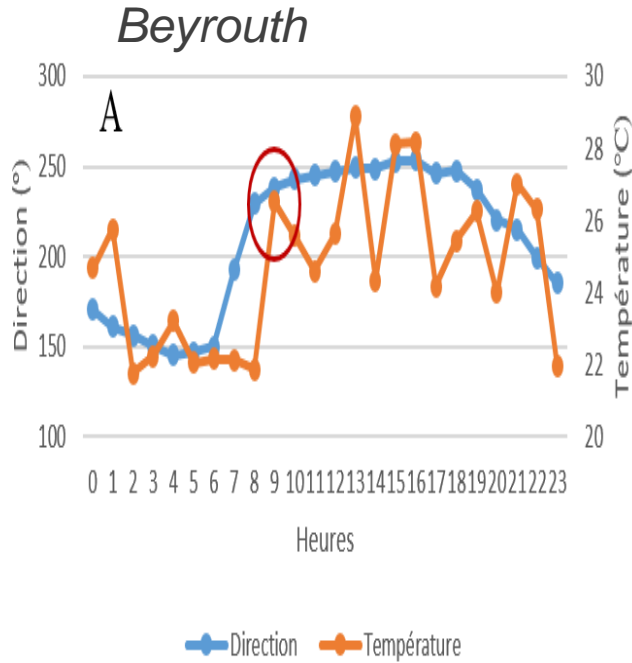
[Cliché Nassif.seif](#)

Brise de mer



Vent et point de rosée par journée de brise dans la ville de Zahlé

## Les brises à Houch el Oumaraa:

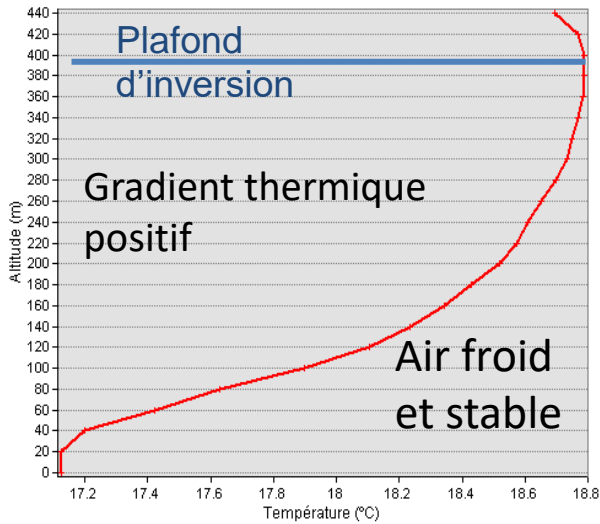


*Evolution de la température du point de rosée avec la direction du vent durant la journée à : A : Beyrouth, B : Dahr El Baidar et C : Houch El Oumaraa, source des données : NOAA (heures locales)*

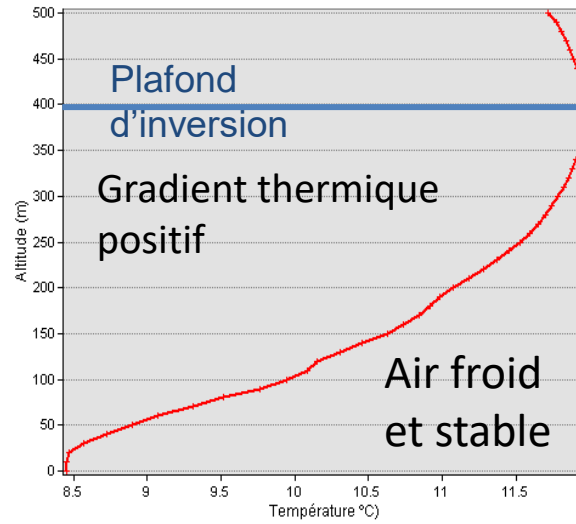
# Inversions thermiques

# Résultats

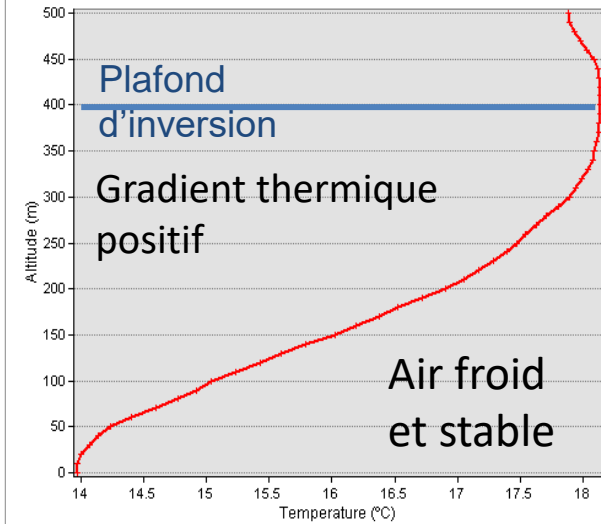
24-4-2022 5h



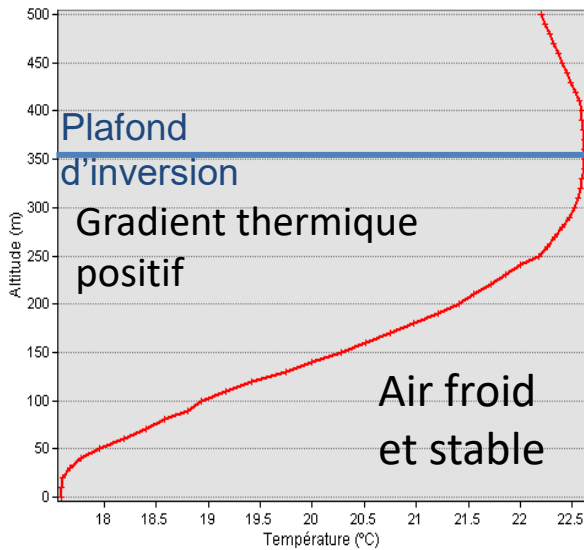
12-5-2022 5h



9-6-2022 5h

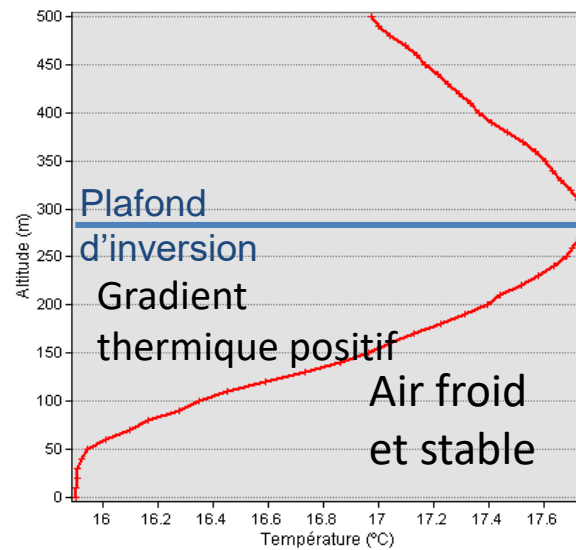


12-6-2022 5h

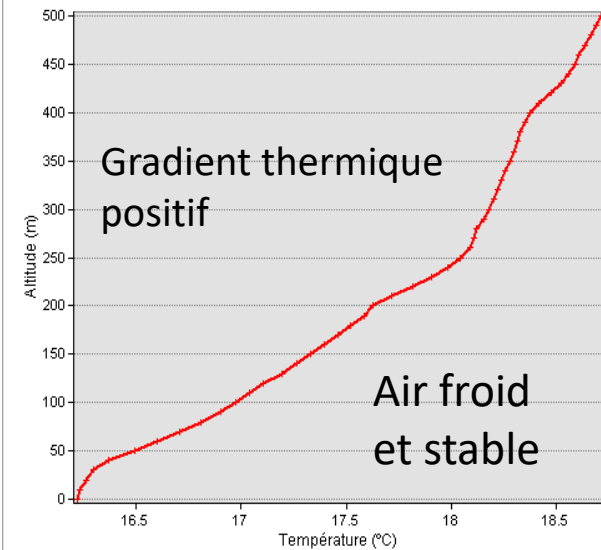


18

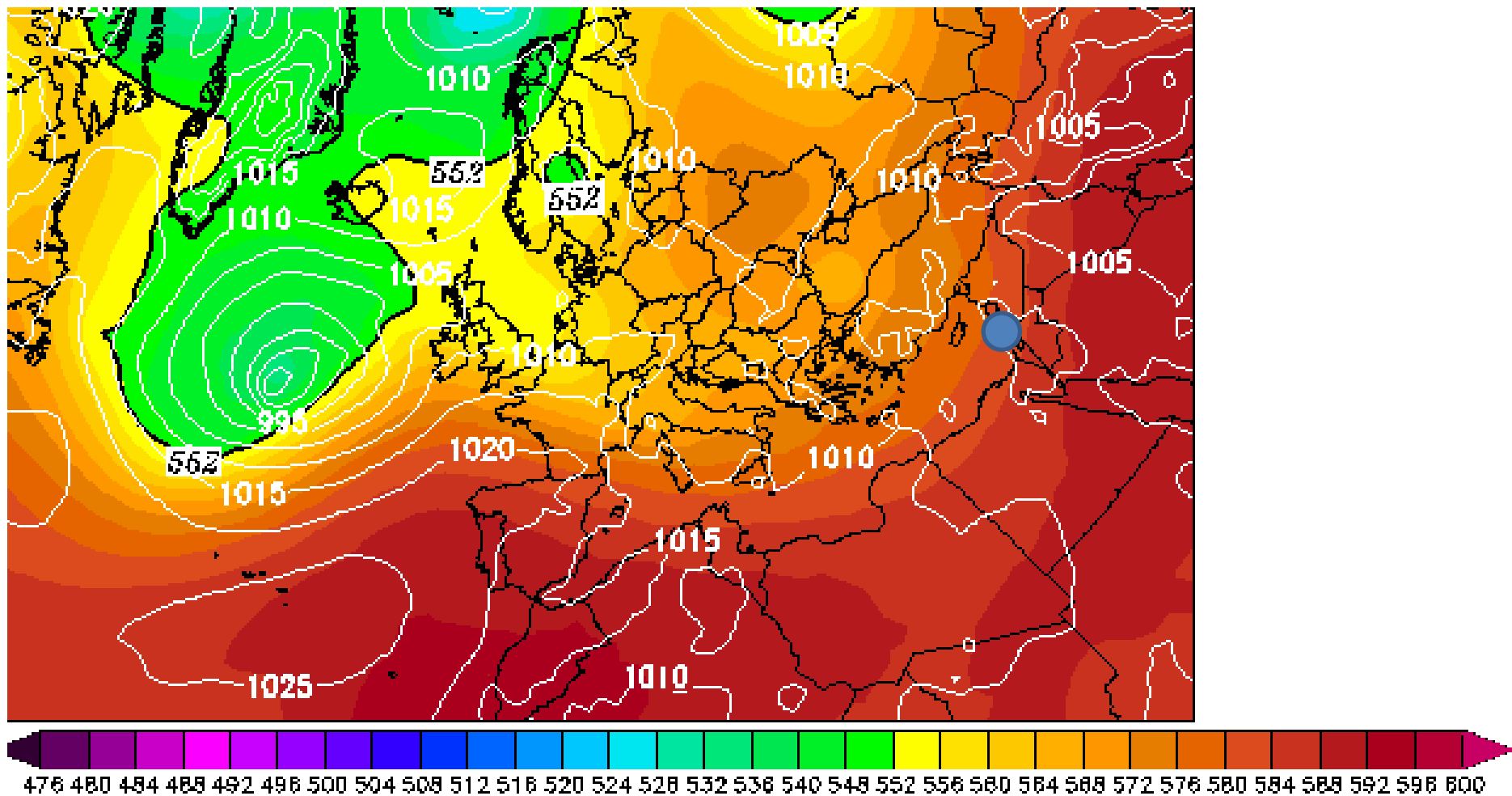
26-6-2022 5h



2-7-2022 5h

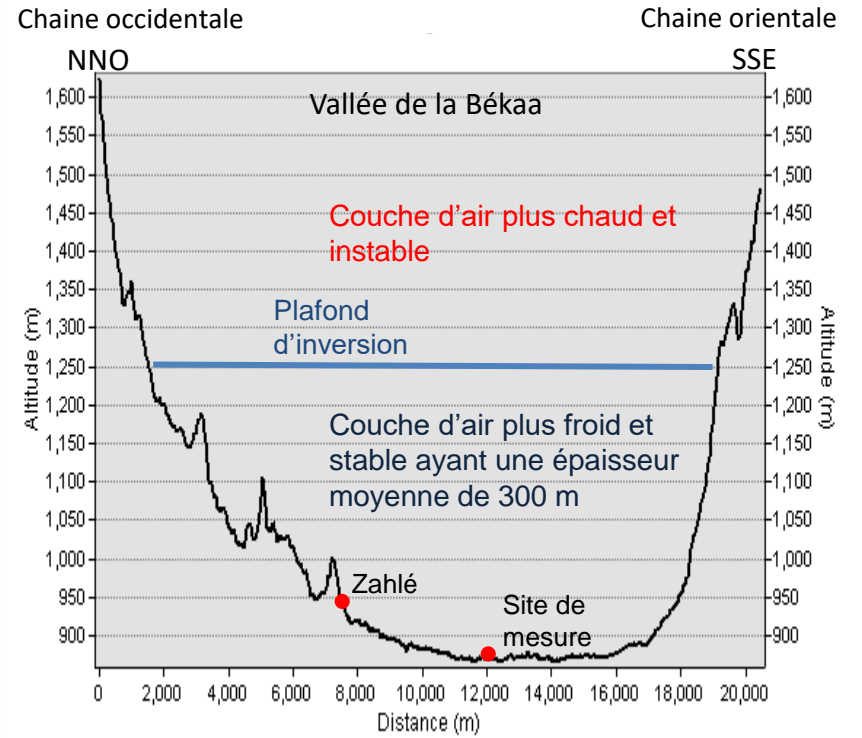
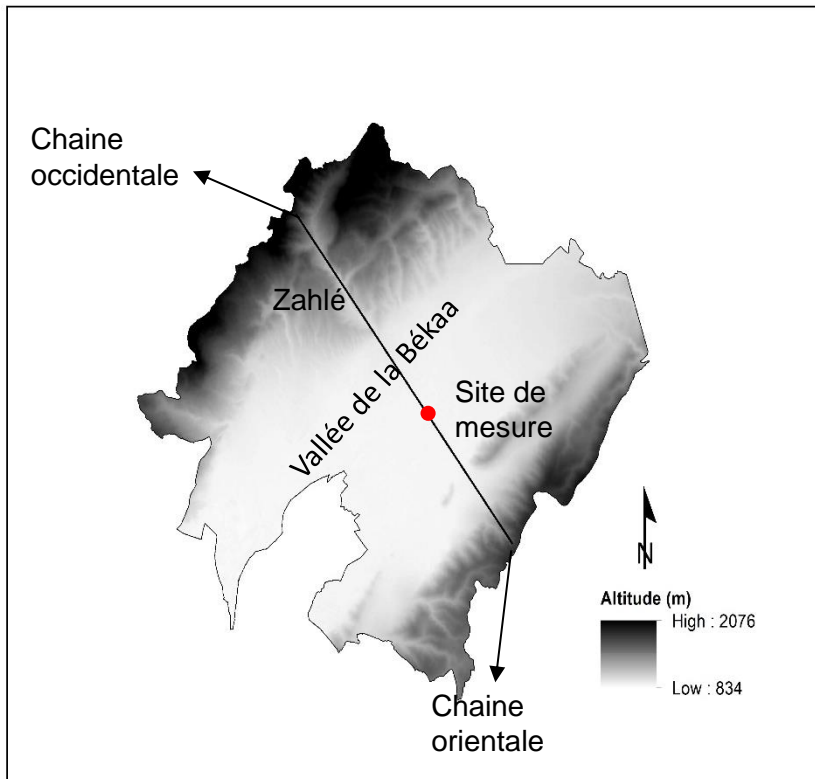


# Exemple la situation du 9 juin 2022





## Inversions thermiques





La vallée de la Békaa à Zahlé est soumise au jeu des brises thermiques remarquables par temps radiatif : **vallée -montagne-mer-campagne**, elles sont canalisées par la topographie de la vallée

**Installation des inversions thermiques** nocturnes par temps radiatif.

**L'épaisseur moyenne de la couche froide est d'environ 200 à 400 m** durant les journées de mesure.

Des informations utiles pour comprendre la répartition de la pollution de l'air