

# LA LUTTE CONTRE LE GEL



**journée technico-économique de l'amande**  
**Carpentras**  
**21 Février 2018**





# LES MÉCANISMES DU GEL

- Les mécanismes en jeu
- Différence entre gelées de printemps et gel d'hiver ?
- Gelées blanches et gelées noires ?

# LES MÉCANISMES DU GEL :

## Le rayonnement nocturne



- Refroidissement du sol si la nuit est claire.

3 flux d'énergie:

- **La conduction thermique dans le sol**

D'où l'importance de la nature et du travail du sol (argile, sable, humidité, labour, enherbement, paille).

- **Le rayonnement du sol vers l'atmosphère**

Influence du vent ou de l'absence de mouvement d'air sur le refroidissement.

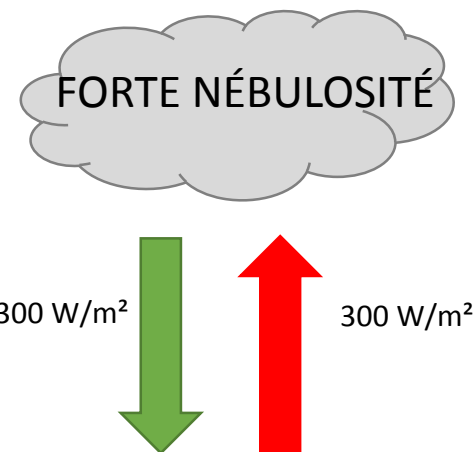
- **Le rayonnement de l'atmosphère vers le sol.**

Influence de la nébulosité et de l'humidité de l'air.

- Mais aussi refroidissement de l'organe végétal.

### BILAN EQUILIBRE

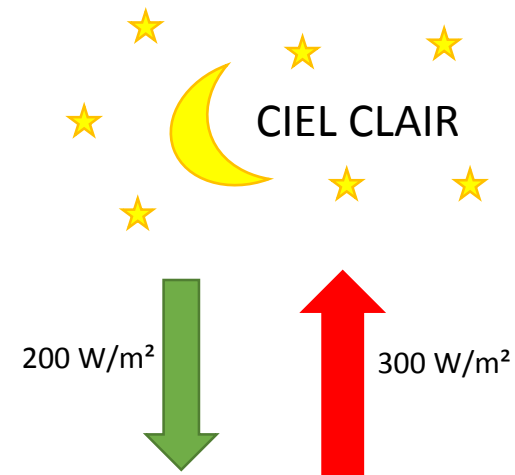
Pas de refroidissement en surface



### BILAN NEGATIF

Perte de 100W/m<sup>2</sup>

Refroidissement en surface (sol, végétal).



Conduction du sol

# LES MÉCANISMES DU GEL :

## Le gel par évaporation

Dépôt de rosée /givre  
sur les végétaux

- Facteur aggravant  $T^{\circ}\text{air} < T^{\circ}\text{rosée}$



Baisse de l'humidité

- Élément déclencheur (Épisode de vent)



Évaporation de la rosée  
sur les végétaux

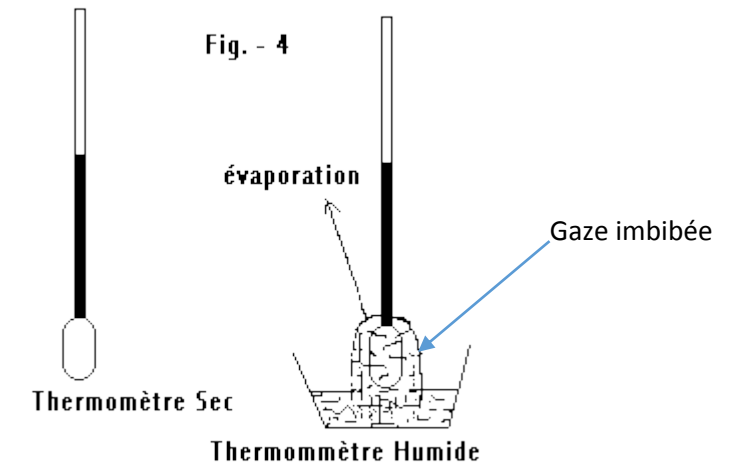
- Perte d'énergie et donc de température du végétal

Importance du thermomètre humide

Principe du thermomètre humide.

Si l'air s'assèche ( $HR < 60\%$ ), il y a évaporation au niveau de la gaze imbibée et donc un refroidissement localisé.

Plus l'écart sec/humide est important, plus l'air est sec.

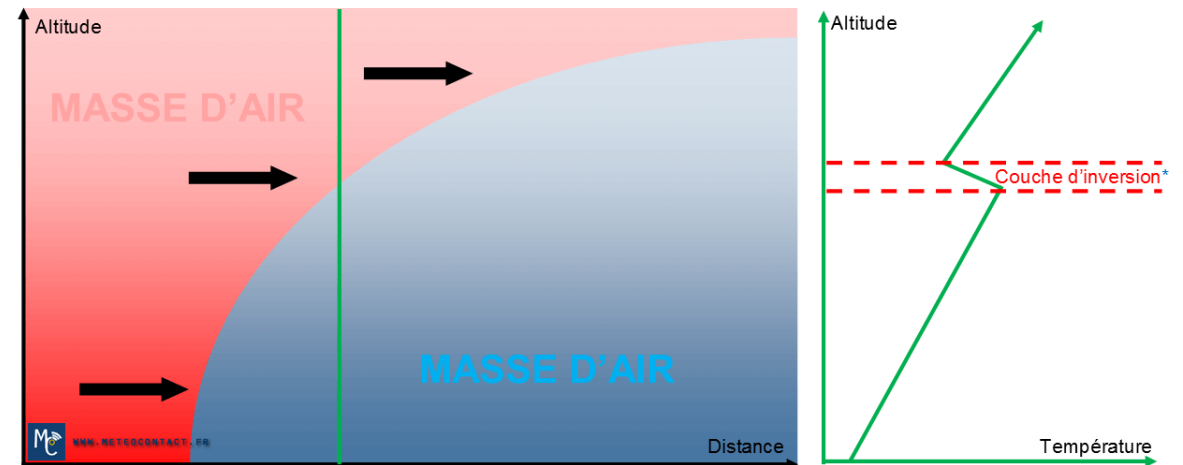


# LES MÉCANISMES DU GEL :

## L'advection (gel par masse d'air)



- Refroidissement général de l'atmosphère
- Caractéristique de l'air:
  - Température homogène et froide
  - Humidité relativement faible
  - Présence de vent (vitesse > 10 km/h).



Source: Météo contact

\*Interface air chaud-air froid

# ANALYSE DE NUIT DE GEL:

Définir le type de gelée



✓ Situation au soir :

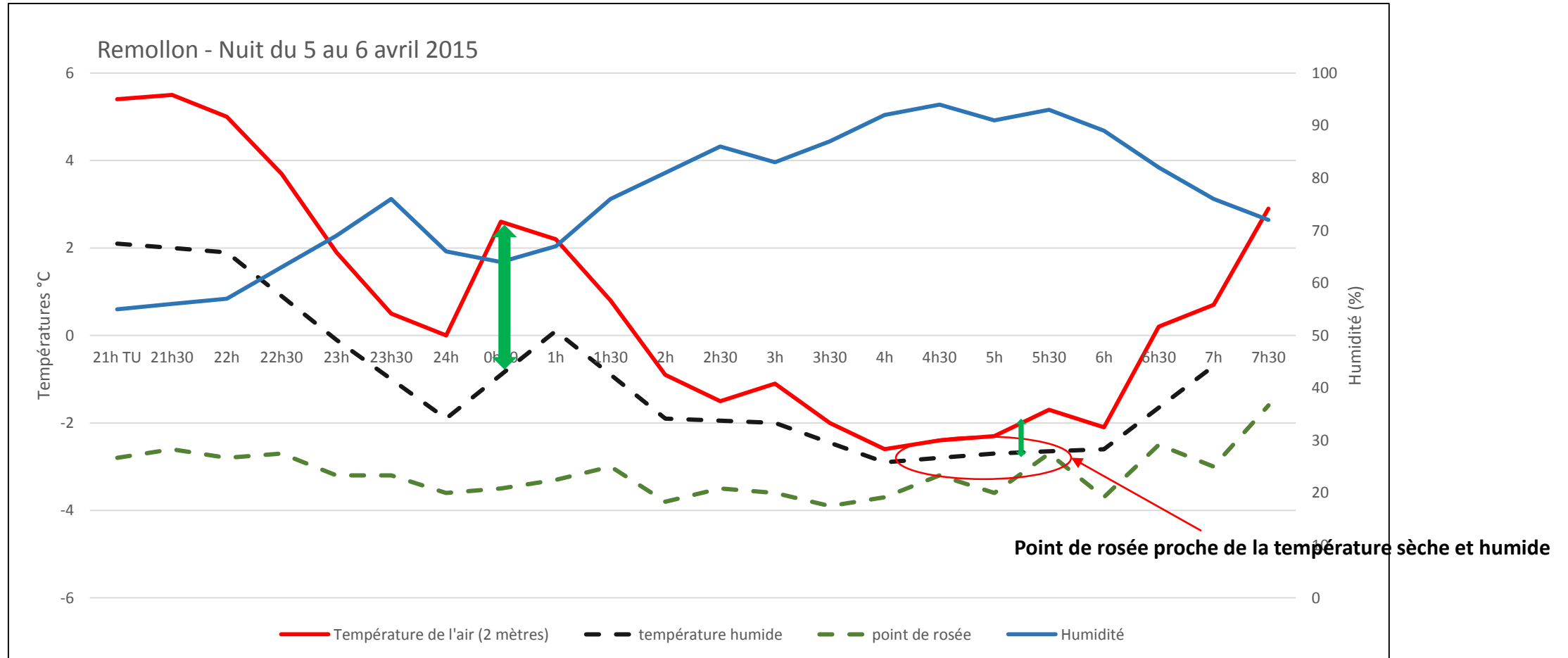
Paramètre important: **Température de point de rosée.**

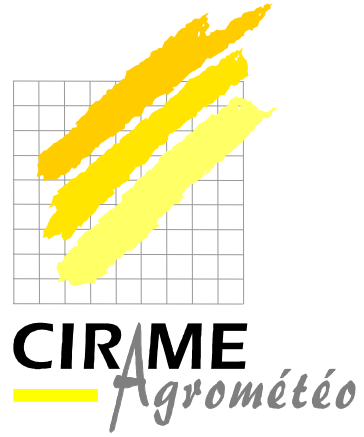
Si  $T_r$  est positif alors : **gelée radiative**

Si  $T_r$  est inférieur à  $-4$   $-5^{\circ}\text{C}$  : nous sommes plutôt en situation **de gel d'hiver (masse d'air).**

Si  $T_r$  est compris entre  $0$  et  $-4^{\circ}\text{C}$  alors **il faut restez vigilant.**

# ANALYSE DE NUIT DE GEL: gelée radiative





# LA LUTTE CONTRE LE GEL

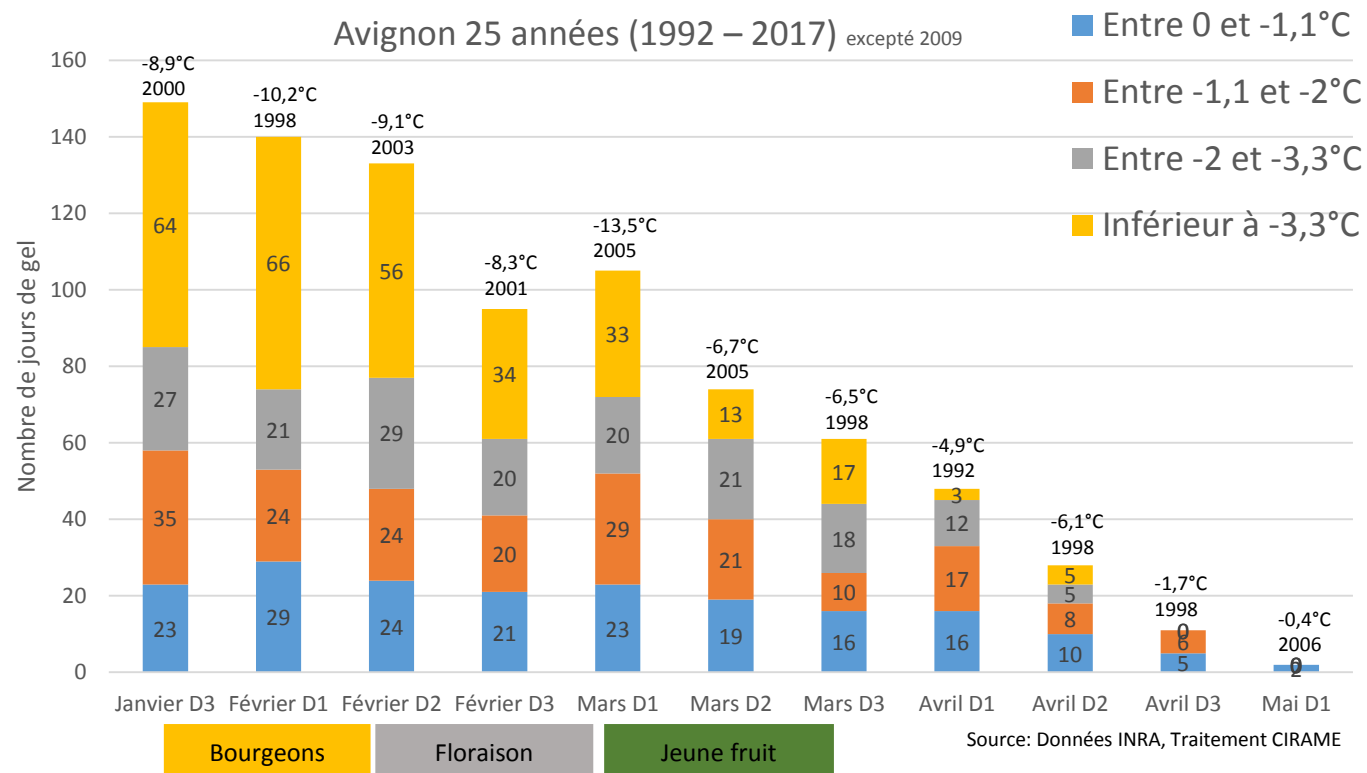
- La sensibilité de l'amandier au gel
- La lutte passive
- La lutte active: Les différentes techniques
- Et pour l'amande ?



# L'AMANDIER:



## Sensibilité au gel



A partir des indices actinothermiques à 40cm (température à l'air libre).

Seuil critique de températures pour l'amandier

Stades phénologiques	Seuil de températures (°C)
Bourgeons	-3,3°C
Floraison	-2 à -3°C
Jeune fruit	-1,1°C

Source : Référentiel technique pour la culture de l'amandier en Provence Alpes-Côte d'azur, (Chambre d'agriculture, 2017).

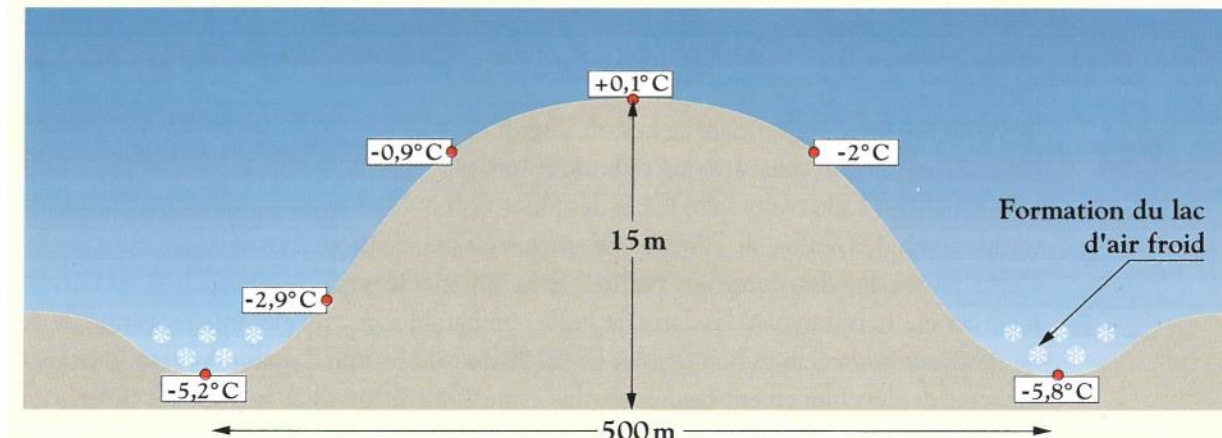
# LUTTE CONTRE LE GEL:

## Lutte passive



- Choix végétal: variétés à floraison tardive
- Entretien du sol: Un sol tassé, humide et nu rayonne davantage qu'un sol enherbé.
- Choix de la parcelle:
  - Topographie du terrain
  - Obstacles: Haies, talus, chemin de fer surélevé

Minimums observés autour du mamelon d'Avize



Source: Les gelées de printemps, le vigneron champenois

# LUTTE CONTRE LE GEL:

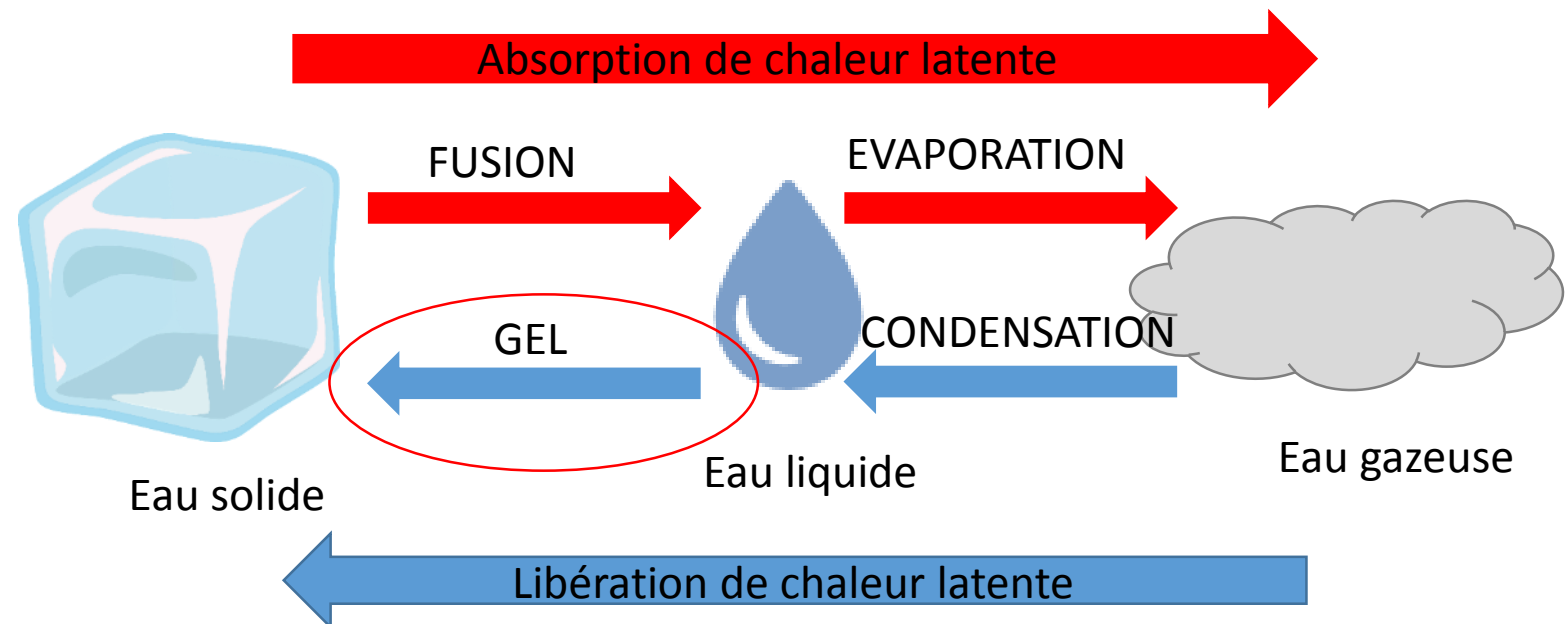
## Lutte par aspersion



- ✓ **Principe:** Recouvrir les organes végétaux d'un fourreau de glace constamment humidifié.
- ✓ Il faut donc faire de la glace en permanence en arrosant pendant toute la durée du gel.

L'énergie apportée sera de 1 cal/g par degré au dessus de 0°C.

Ce n'est pas la glace qui protège contre le gel, mais bien l'eau qui dégage de la chaleur en gelant.



# LUTTE CONTRE LE GEL:

## Lutte par aspersion



### ✓ Situation favorable

**Humidité de l'air:** Un air humide est favorable à cette méthode de lutte.

**Absence de vent:** Même faible un vent sera défavorable

- Irrigation non homogène
- Il contribue à amener un air sec et froid

**Installation irréprochable:** irrigation homogène, réserve en eau suffisante. (apport de 4 mm/h).

**Une maîtrise totale:** Un déclenchement non approprié peut entraîner des dégâts.

# LUTTE CONTRE LE GEL:

## Lutte par aspersion



### ✓ Gestion de la lutte

Déclenchement avant que la température critique ne soit atteinte par le **thermomètre humide** (0,5° à 1°C).

Arrêt à glace fondante avec une température supérieure à 2°C avec le soleil.

### ✓ Limites et coûts

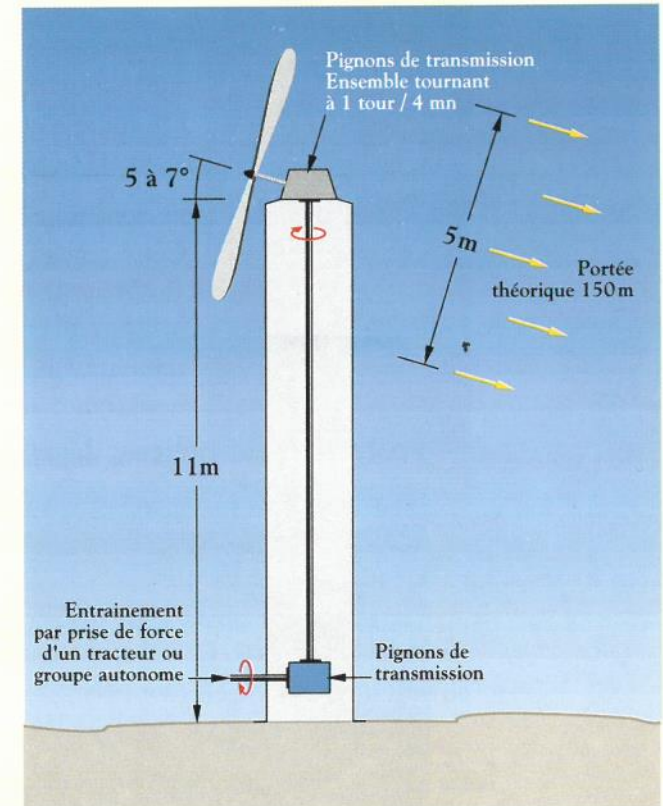
- Risque d'asphyxie racinaire et maladies cryptogamiques.
- Lutte consommatrice en eau
- Investissement élevé (réseau d'irrigation, pompage etc...) (4500 à 8500 euro /ht/ha).

# LUTTE CONTRE LE GEL:

## Lutte par brassage d'air



- ✓ **Principe:** mélanger l'air plus chaud du haut avec la couche du froid en bas.
- ✓ Efficace dans le cas d'une inversion thermique
- ✓ **Gestion de la lutte:** Démarrer soit au dessus de  $0^{\circ}\text{C}$ , soit à  $3$  ou  $4^{\circ}\text{C}$  au dessus du seuil critique. (Gain moyen de  $1,5^{\circ}\text{C}$  mais refroidissement temporaire si le végétal est mouillé).
- ✓ Coûts: 28500 - 32500 euro/HT pour 4-5 hectares



Source: Les gelées de printemps, le vigneron champenois

# LUTTE CONTRE LE GEL:

## Le réchauffage direct de l'air



- Bougie de 6 litres (environ 11 euro/bougie).
- Durée : environ 8 heures.

Température en dessous de 0°C	-2°C	-3°C	-4°C	-5° à -6°C	-6° à -7°C
Nombre de bougies nécessaires à l'Hectares	200	250/300	300/350	350/400	400/500
Prix (€ HT)	2200	2750/3300	3300/3850	3850/4400	4400/5500

- Main d'œuvre importante



Source: Stoppel

# LUTTE CONTRE LE GEL:

## Le réchauffage direct de l'air



### Le frostbuster

- Principe: Souffler de l'air chaud en déplaçant l'appareil en continu sur le vergers.
- Consommation à l'heure: 40 à 45 kg de propane (2,43 euro/kg -> 100 euro à l'heure)
- Intervalle: 7 à 10 minutes avec une vitesse de 4 à 8 km/h
- Capacité maximale: 8 hectares
- Coût de l'appareil: environ 15000 euro



Source: agrofrost.eu



# LUTTE CONTRE LE GEL:

## Le réchauffage direct de l'air



### Le frostbuster

- Principe: Souffler de l'air chaud en déplaçant l'appareil en continu sur le vergers.
- Consommation à l'heure: 40 à 45 kg de propane (2,43 euro/kg -> 100 euro à l'heure)
- Intervalle: 7 à 10 minutes avec une vitesse de 4 à 8 km/h
- Capacité maximale: 8 hectares
- Coût de l'appareil: environ 15000 euro



Source: agrofrost.eu

Suivez-nous sur [www.agrometeo.fr](http://www.agrometeo.fr)

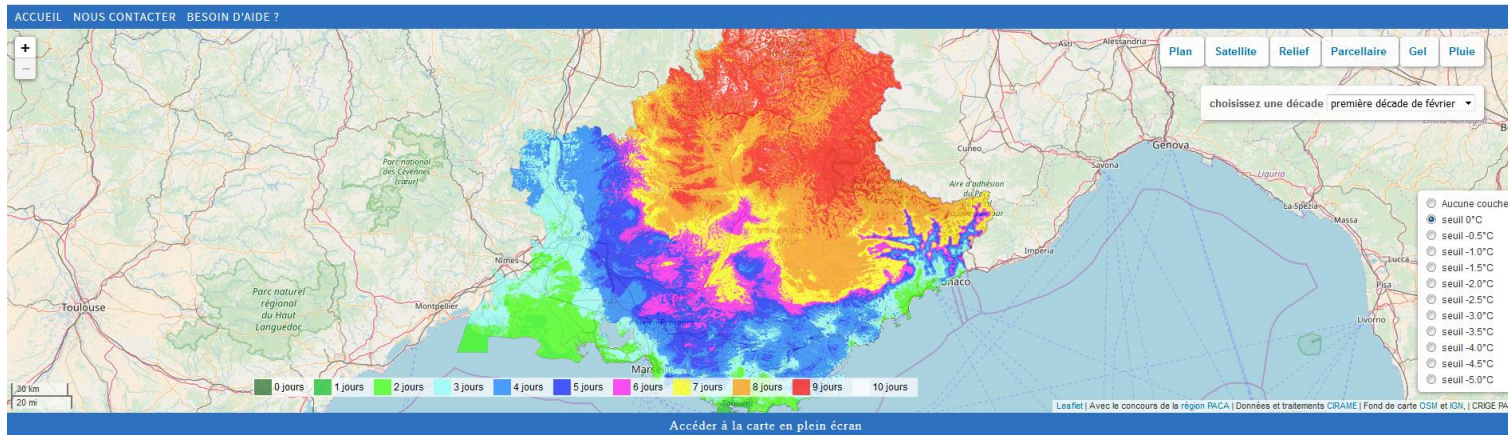
et



Suivez nous sur twitter



Abonnez vous sur facebook



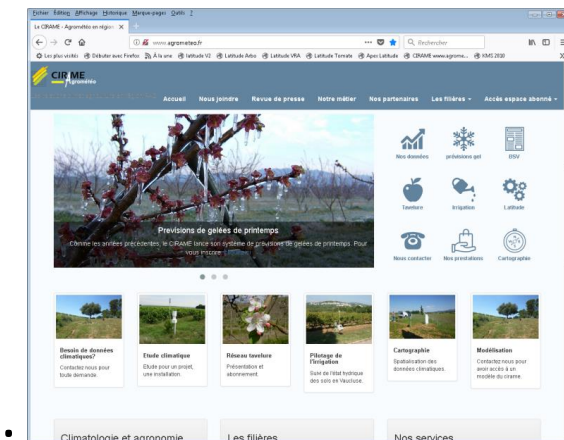
Cartographie du nombre moyen de jours de gel accessible sur [www.agrometeo.fr/cartographie.asp](http://www.agrometeo.fr/cartographie.asp)

## Prévisions de gelées de printemps

Lieu: CARPENTRAS LA TAPY Prévisions pour la nuit du 18/02/2018 au 19/02/2018

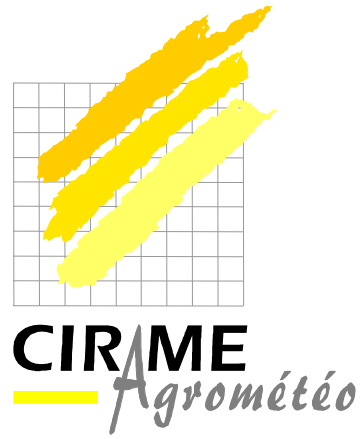
dernière mise à jour du site: Le 18/02/2018 à 18H

Date	Heure	Températures (°C)						Informations
		2 mètres sous abri	Au sol	Point de rosée	Humidité (%)	Vent (km/h)	Nebulosité (%)	
18/02/2018	22 h	1.6	-0.3	-0.5	85	7.2	0	Restez vigilant !
18/02/2018	23 h	0.9	-0.7	-0.5	89	7.2	0	Restez vigilant !
18/02/2018	24 h	1.1	-0.7	-0.5	88	3.6	13	Restez vigilant !
19/02/2018	1 h	0.8	-0.8	-0.8	88	3.6	0	Restez vigilant !
19/02/2018	2 h	0.6	-0.9	-0.9	89	3.6	2	Restez vigilant !
19/02/2018	3 h	0.4	-0.9	-0.8	90	3.6	30	Restez vigilant !
19/02/2018	4 h	1.2	0.5	-0.6	87	3.6	100	Rien à signaler
19/02/2018	5 h	1.6	1.4	-0.4	86	0	90	Rien à signaler
19/02/2018	6 h	1.7	1.3	-0.1	88	3.6	100	Rien à signaler
19/02/2018	7 h	1.6	1	0	89	3.6	89	Rien à signaler
19/02/2018	8 h	2.6	3.1	0.2	84	3.6	0	Rien à signaler
19/02/2018	9 h	3.5	6.9	0.9	83	0	0	Rien à signaler



Nombreuses informations sur le gel.





**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

# BIBLIOGRAPHIE



- Les gelées de printemps, Le Vigneron champenois (Association viticole champenoise, 1991).
- Gel printanier : Un point sur les techniques de lutte (CTIFL, ACMG, CIRAME, 2010).
- Référenciel technique pour la culture de l'amandier en Provence Alpes-Côte d'azur, (Chambre d'agriculture, 2017).
- Monographie de l'amandier (CTIFL, 1997).
- Plaquette d'informations (Stopgel, Ets Vernet, Filextra et agrofrost.eu).