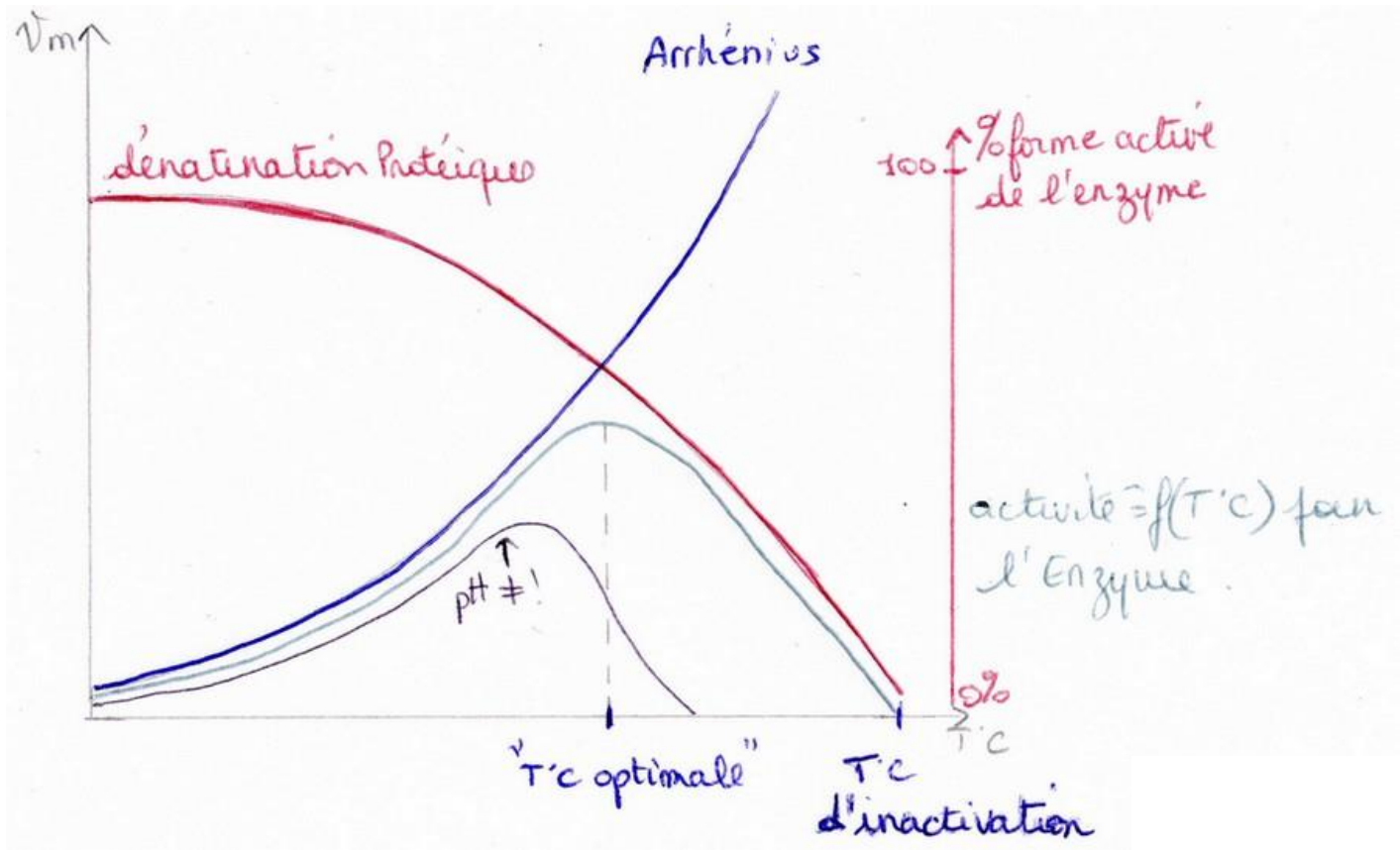




# Réponses des plantes à la température, temps thermique et bonnes pratiques

Boris Parent

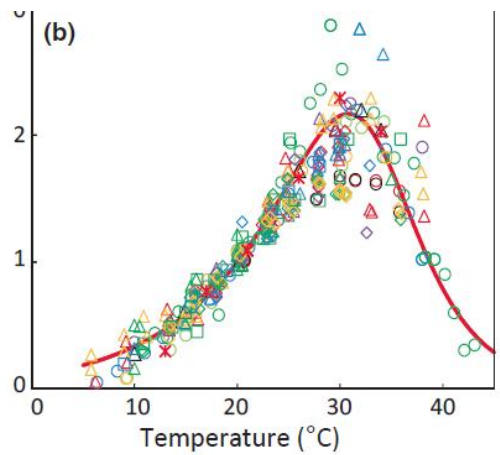
# Réponses à la température: Les bases



La réponse de la vitesse de réaction enzymatique à la température (en cloche) est le fruit d'une activation de réaction et d'une dénaturation protéique.

$$F(T) = \frac{ATe^{\left(\frac{\Delta H^\ddagger}{RT}\right)}}{1 + e^{\left[\frac{\Delta S_D}{R} \left(1 - \frac{\Delta H_D}{\Delta S_D T}\right)\right]}}$$

# Réponses à la température: Les bases

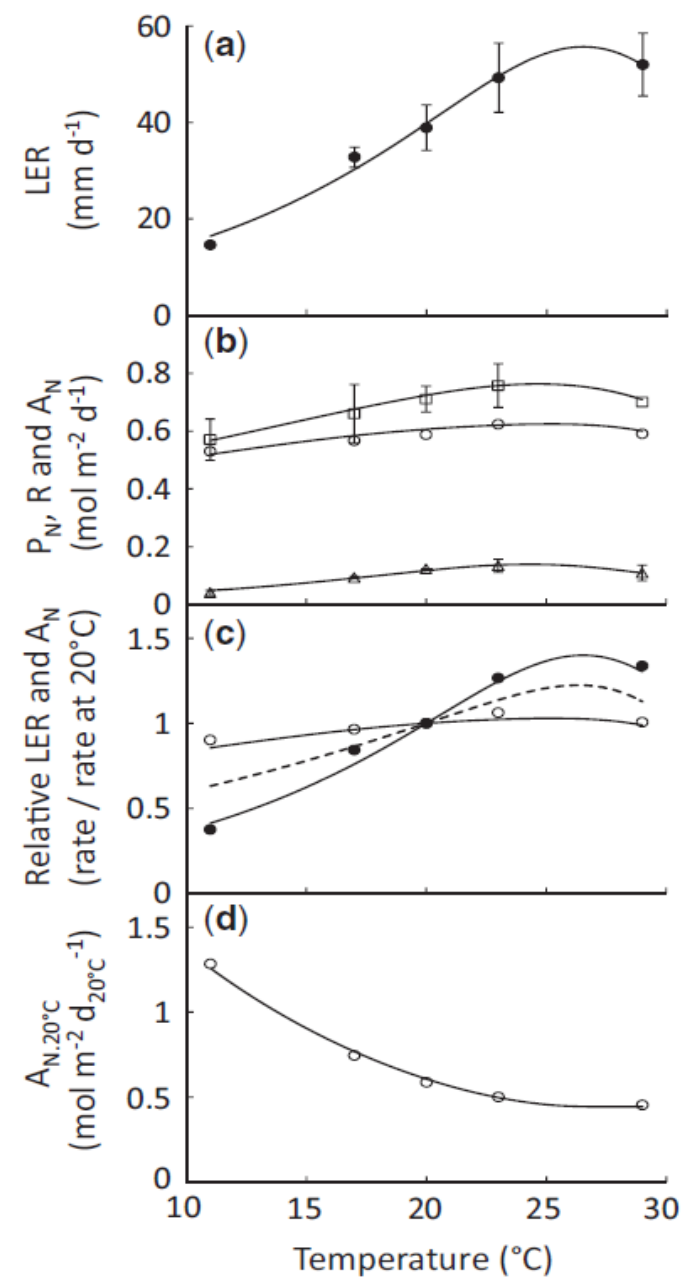


**Cette loi est valable pour des processus plus intégrés comme la vitesse de croissance d'une feuille (Ce processus se comporte comme une grosse enzyme).**

**Tous les processus de développement d'une plante ont la même réponse (pratique !)**

**Attention: Pas les enzymes individuelles ni la photosynthèse**

**=>> A lumière constante, la photosynthèse par unité de développement diminue**

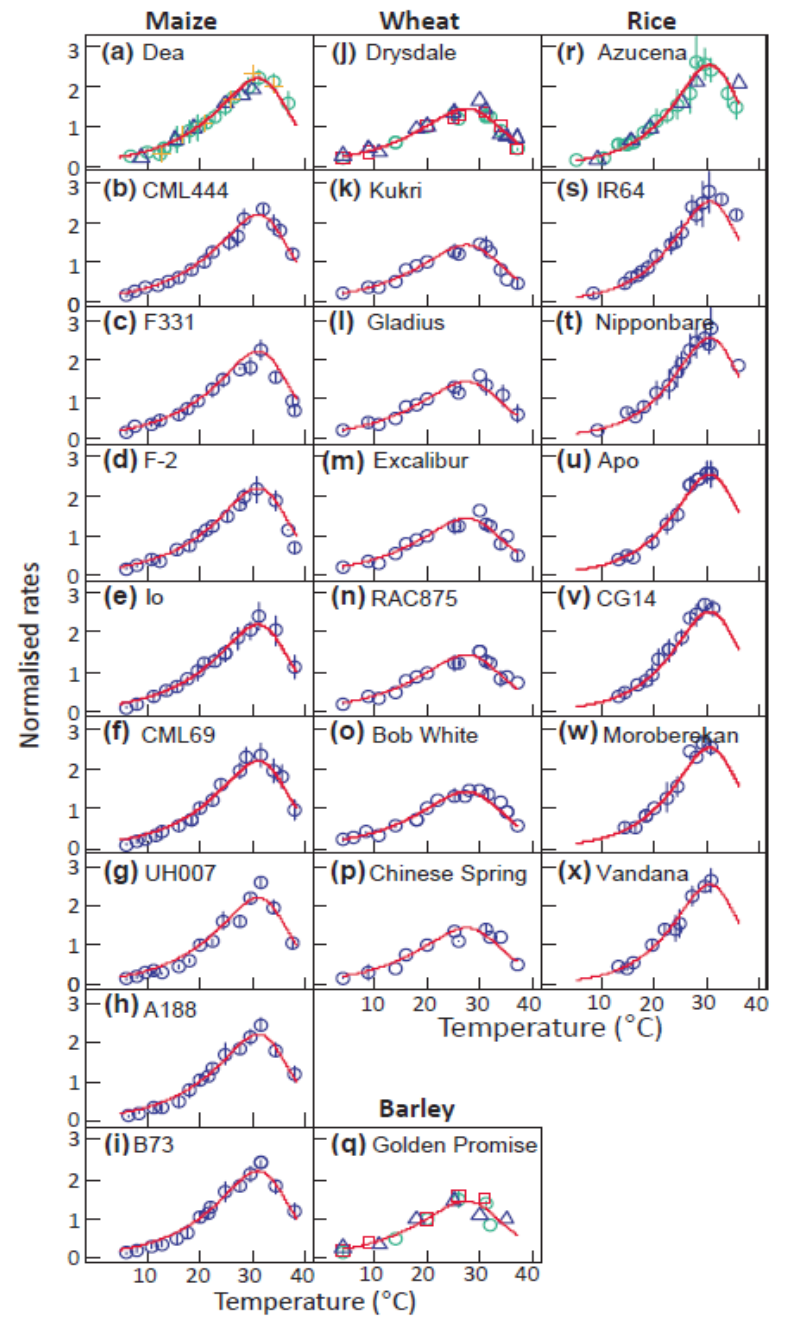
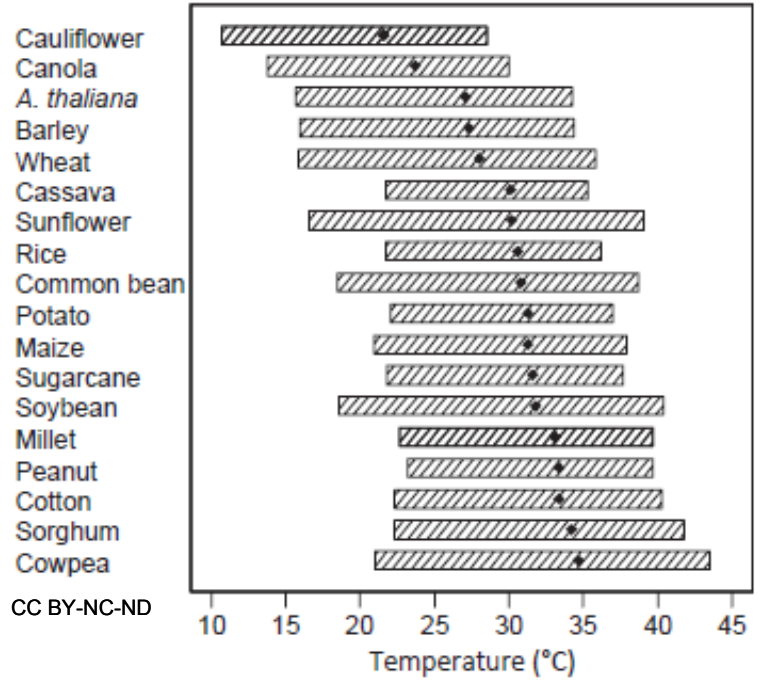


# Réponses à la température: Les bases

Dans une même espèce, les différentes variétés ont la même réponse (très conservé par l'évolution ou la sélection).

Mais des espèces différentes peuvent avoir des réponses différentes....

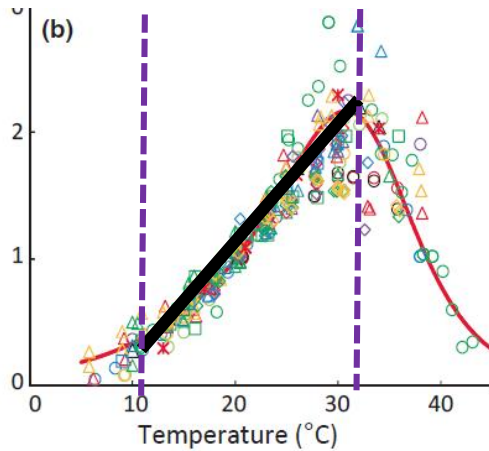
... souvent liées à leur milieu d'origine.



# Le temps thermique

Les agronomes ont souvent utilisé une simplification linéaire

Attention : une gamme de validité mais pas éloignée des conditions normales de culture

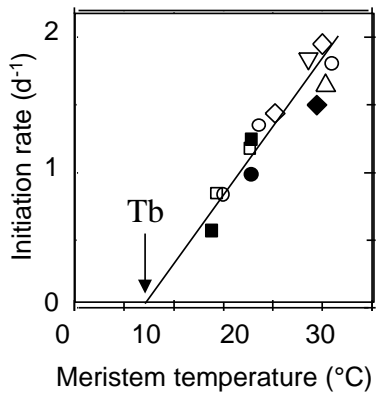


C'est la base du temps corrigé par la température (temps thermique)

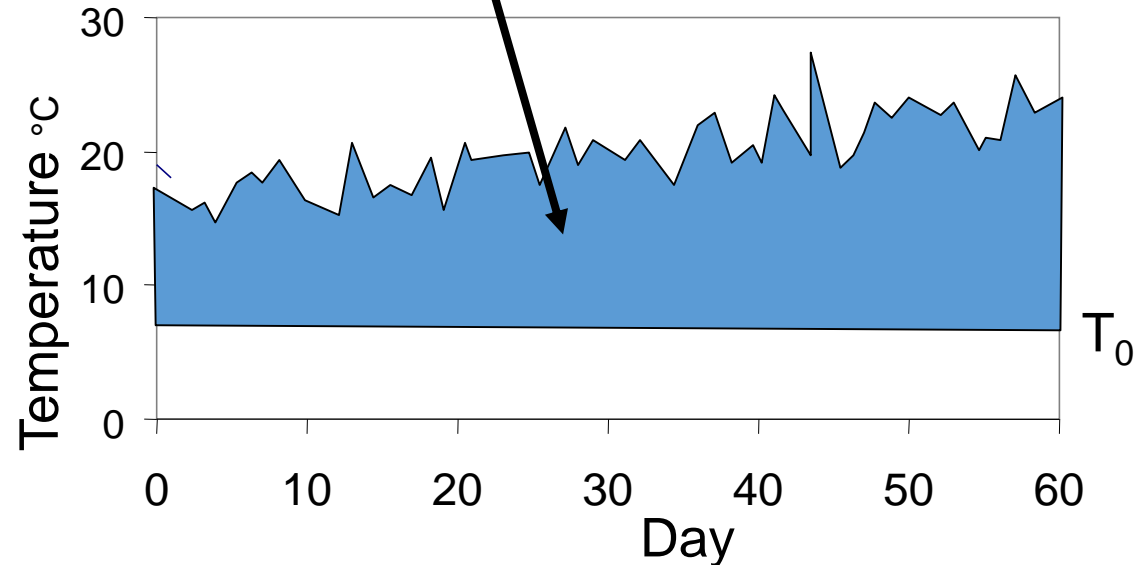
$$D = a \int_0^t (T - T_0).dt$$

Temps thermique

Vitesse exprimée en temps thermique



$$dD/dt = a(T - T_b)$$

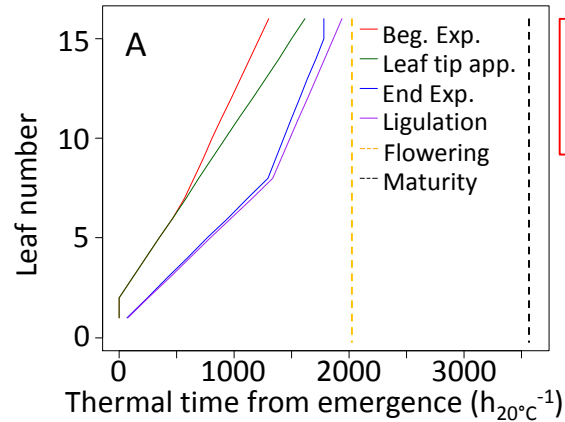


# Le temps thermique

Les agronomes ont souvent utilisé une simplification linéaire

Attention : une gamme de validité mais pas éloignée des conditions normales de culture

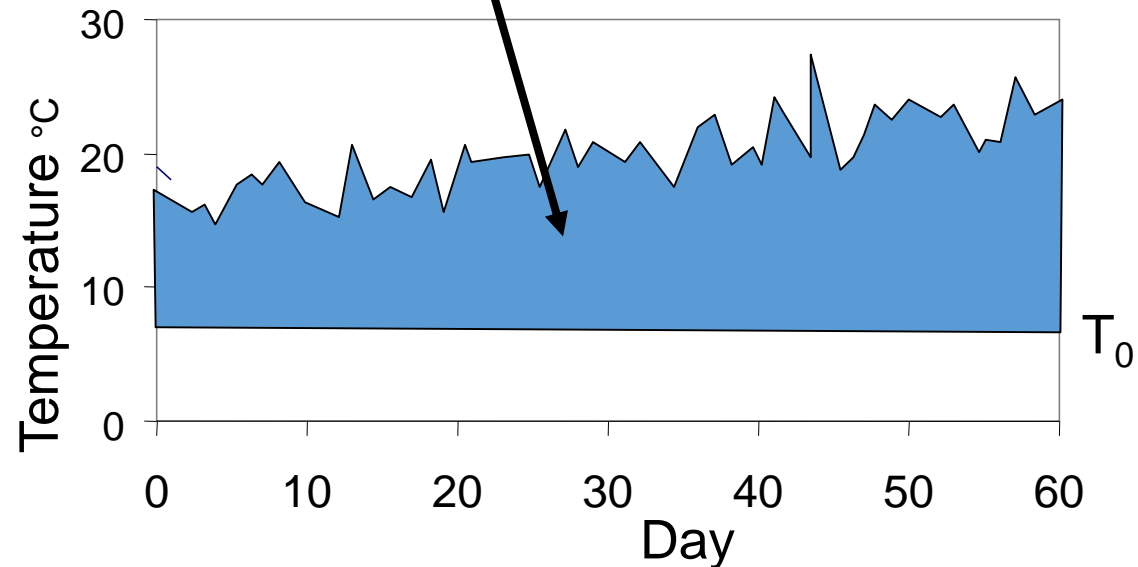
C'est la base du temps corrigé par la température (temps thermique)



$$D = a \int_0^t (T - T_0).dt$$

Thermal time

Rate expressed in thermal time



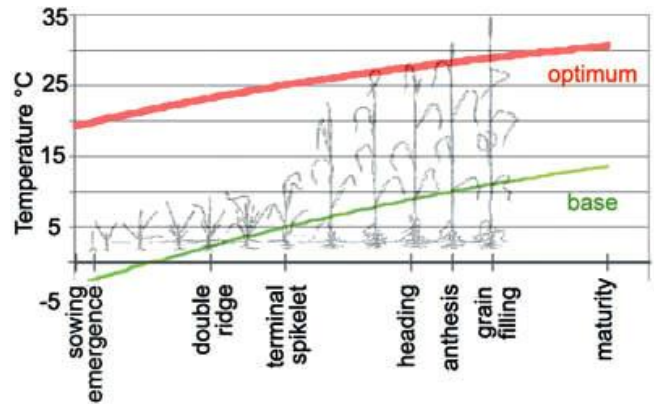
Chaque phase du cycle cultural correspond a une durée en temps thermique

# Le temps thermique

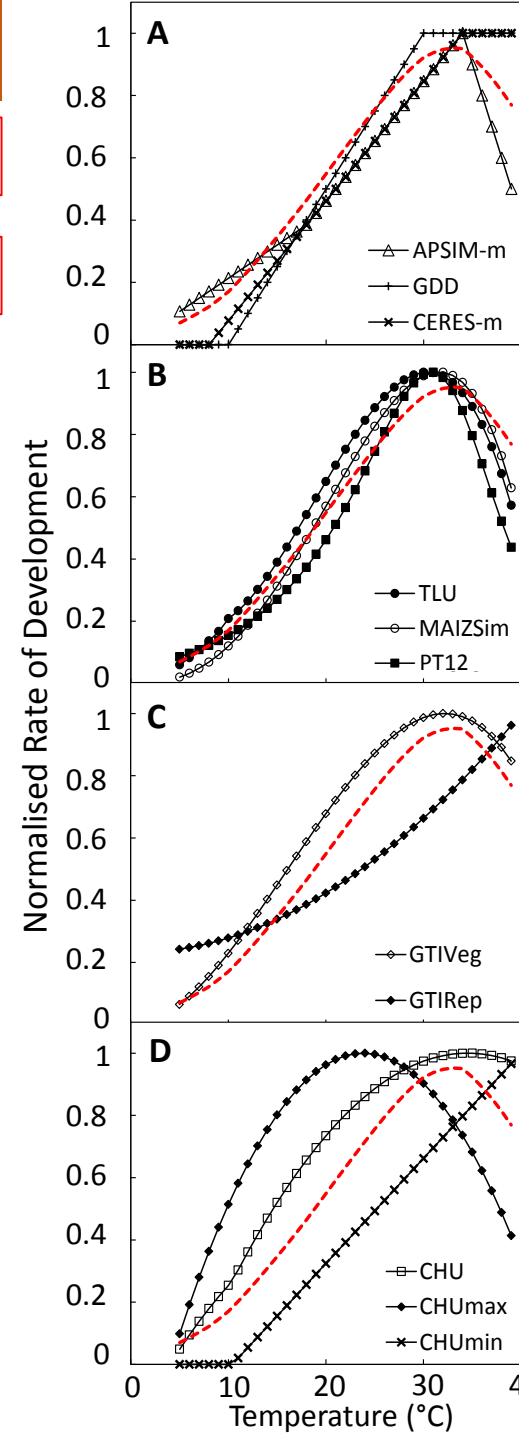
Des modèles différents ?

Une réponse différente entre le jour et la nuit ?

Une réponse qui varie selon le stade de developement ?

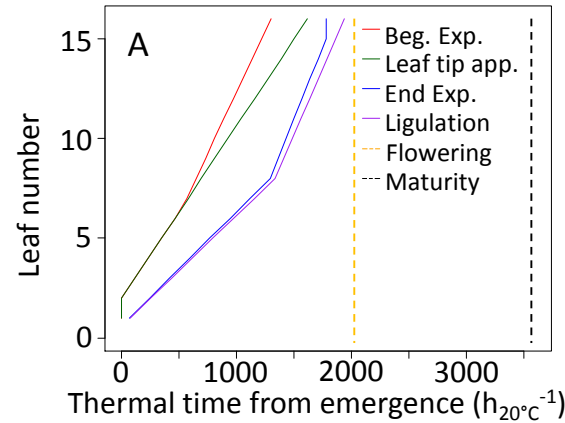
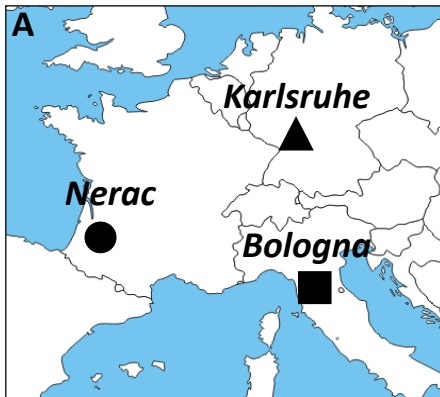


*Et si tout dépendait de nos pratiques ?*



# Le temps thermique: Précautions et bonnes pratiques

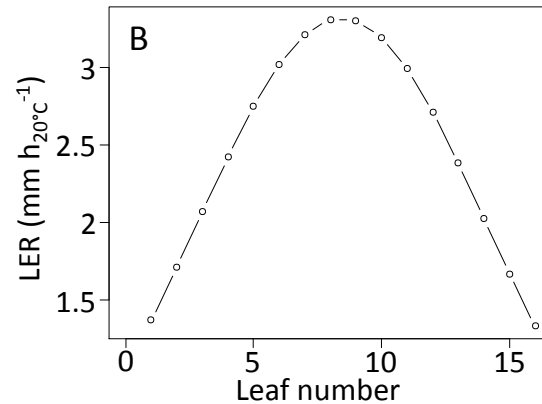
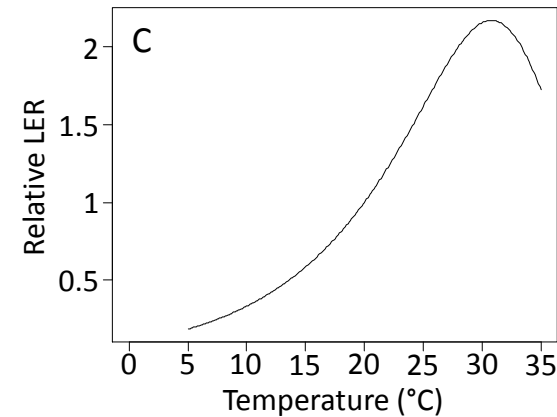
Effets de nos procédures sur les réponses apparentes et le calcul du temps thermique



-Des simulations dans 3 sites

-Une réponse à la température considérée comme la réalité

-Un observateur virtuel avec différentes procédures



*-J'observe la croissance foliaire, l'apparition des feuilles, le temps de floraison*

*-Chaque heure (capteurs RDT pour la croissance)*

*-2 fois par jour*

*-Chaque jour*

*Je considère la température de la plante ou de l'air*

*Je fit des courbes lineaires ou curvilinaires*



-Analyse des effets sur les courbes et le calcul du temps thermique

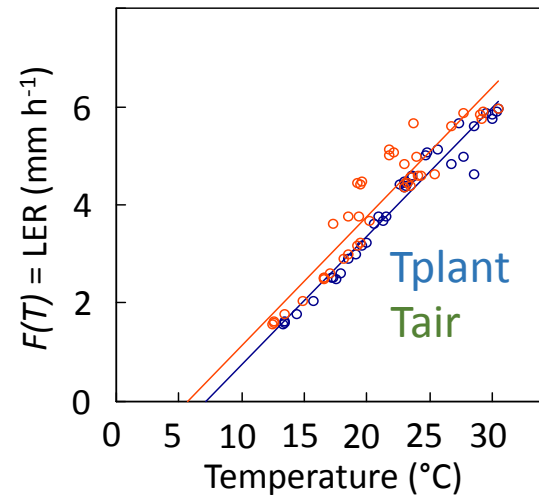
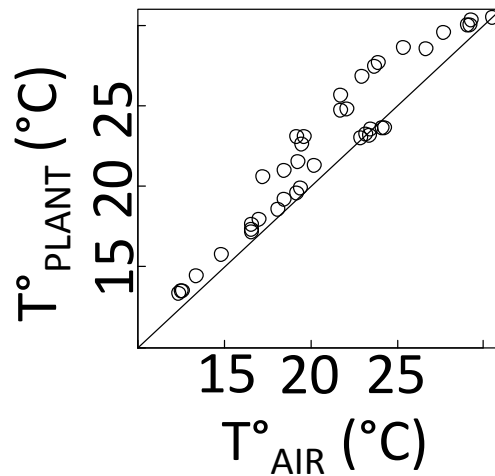


# Le temps thermique: Précautions et bonnes pratiques

Effets de nos procédures sur les réponses apparentes et le calcul du temps thermique

## Tair vs Tplante:

- 1) L'expérimentateur mesure l'expansion foliaire 2 x par jour pour la feuille 10 et plote la vitesse de croissance contre Tair ou Tplante



$T_b = 7.8^{\circ}\text{C}$   
 $T_b = 5.2^{\circ}\text{C}$

Tair and Tplante divergent pendant la journée

Les réponses observées sont différentes => Conséquence sur le temps thermique

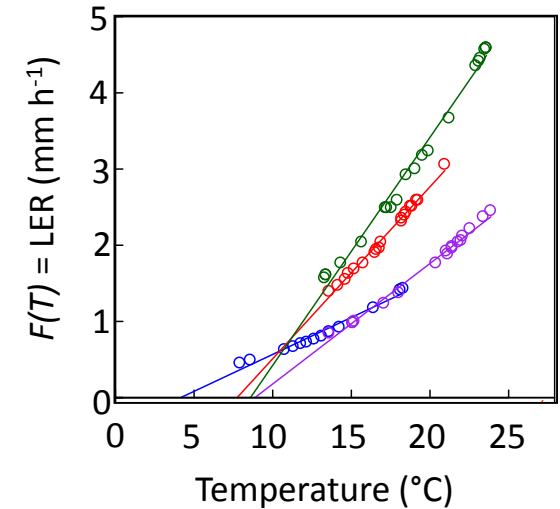
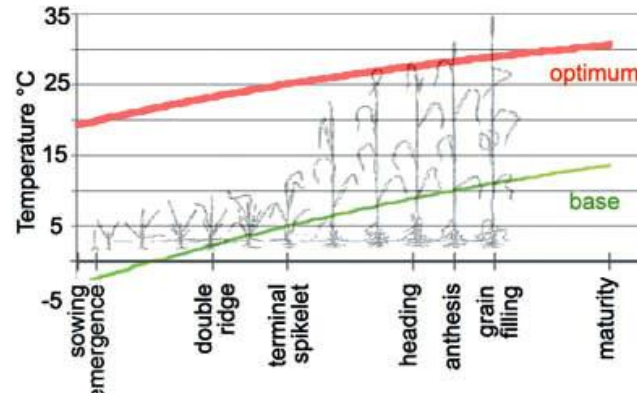
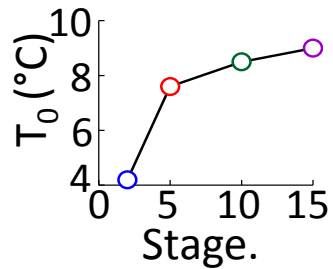
# Le temps thermique: Précautions et bonnes pratiques

Effets de nos procédures sur les réponses apparentes et le calcul du temps thermique

## Effet de la gamme de température si courbe linéaire

1) Effet du stade de développement.

-L'expérimentateur mesure la croissance des feuilles 2, 5, 10 et 15  
2x par jour



Les différences entre stades peuvent être expliquées par des gammes de température différentes.

# Le temps thermique: Précautions et bonnes pratiques

Effets de nos procédures sur les réponses apparentes et le calcul du temps thermique

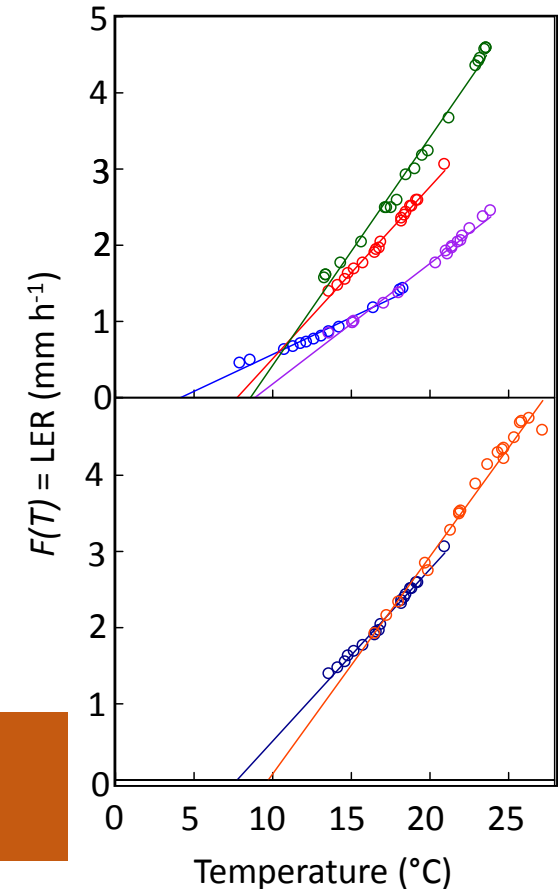
## Effet de la gamme de température si courbe linéaire

1) Effet du stade de développement.

-L'expérimentateur mesure la croissance des feuilles 2, 5, 10 et 15  
2x par jour

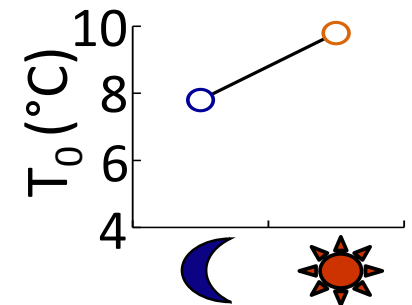
2) Différences Jour / Nuit

-L'expérimentateur mesure la croissance de la feuille 5



Les différences entre stades peuvent être expliquées par des gammes de température différentes.

Les différences jour / nuit peuvent être expliquées par des gammes de température différentes.



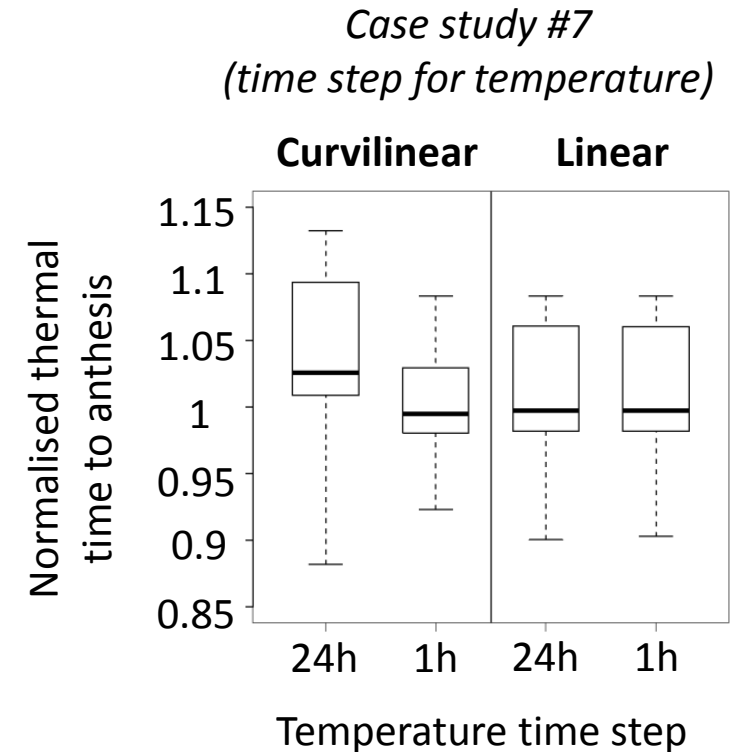


# Le temps thermique: Précautions et bonnes pratiques

Effets de nos procédures sur les réponses apparentes et le calcul du temps thermique

## Effet du pas de temps

1) Pas de temps pour le calcul du temps thermique.



Vérifié avec des données expérimentales

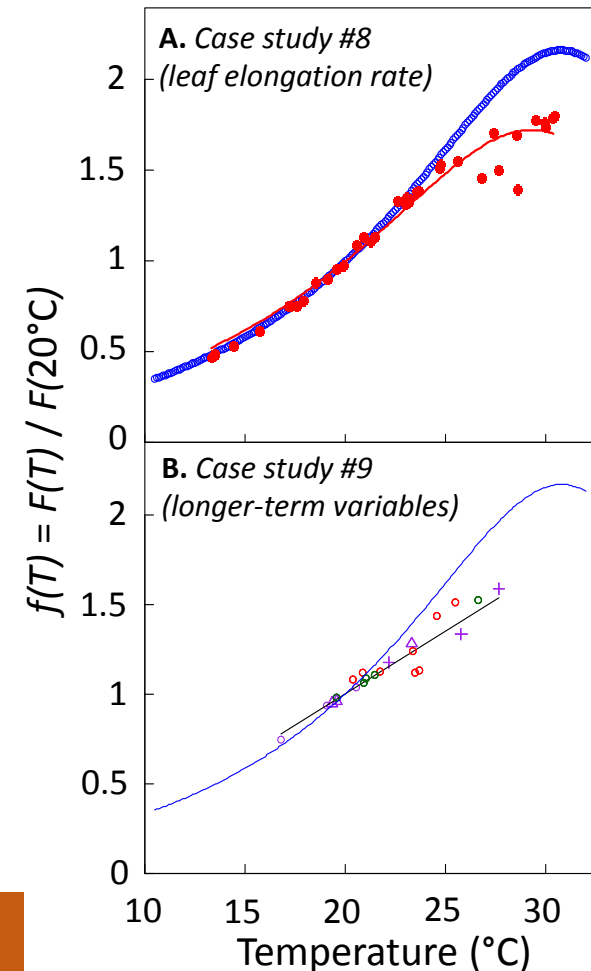
=> Le modèle curvilinéaire est le meilleur modèle seulement si le pas de temps est court

# Le temps thermique: Précautions et bonnes pratiques

Effets de nos procédures sur les réponses apparentes et le calcul du temps thermique

## Effet du pas de temps

- 1) Pas de temps pour le calcul du temps thermique.
- 2) Pas de temps de mesure
  - L'expérimentateur mesure la croissance de la feuille 10 soit toutes les h (RDT) soit 2 x par jour
- 3) Processus de long terme
  - L'expérimentateur mesure l'apparition des feuilles et le temps de floraison 2 x par jour



**Le pas de temps (mesure ou processus) à un fort impact sur la réponse observée**

## Conclusion

**La réponse de la vitesse enzymatique à la température (en cloche) est le fruit d'une activation de réaction et d'une dénaturation protéique.**

**Cette loi est valable pour des processus plus intégrés comme la vitesse de croissance d'une feuille (Ce processus se comporte comme une grosse enzyme).**

**Tous les processus de développement d'une plante ont la même réponse (mais pas les enzymes ou la photosynthèse)**

**Dans une même espèce, les différentes variétés ont la même réponse (très conservé par l'évolution ou la sélection), mais les réponses sont différentes entre espèces.**

**Le calcul du temps thermique est basé sur une simplification linéaire qui peut poser problème si:**

- On est hors de la gamme linéaire même un court moment de la journée**
- On travaille à pas de temps court**

**Ces erreurs peuvent amener des conclusions erronées comme:**

- Des différences nuit /jour**
- Des différences entre stades de développement**
- Des différences entre latitudes**