



La durée de floraison chez les arbres fruitiers, l'exemple du pommier, quelle variabilité et déterminisme suivant la 'douceur' du climat ?

(Gutavo Malagi, JM Legave, Marc Bonhomme, Vincent Mathieu et al.)

1. Caractère influençant indirectement la régularité de production (liens avec le gel printanier, la pollinisation et la fécondation, l'étalement de maturité) 
2. Variabilité très peu caractérisée quantitativement, et déterminisme basé sur des idées anciennes relativement sommaires
3. Objectif: caractérisation spatio-temporelle de ce trait à échelle mondiale chez le pommier, tester les déterminismes couramment cités



BBCH
61, 65, 67

Répartition des sites étudiés



Golden
Delicious
(GD)

Gala





Données collectées

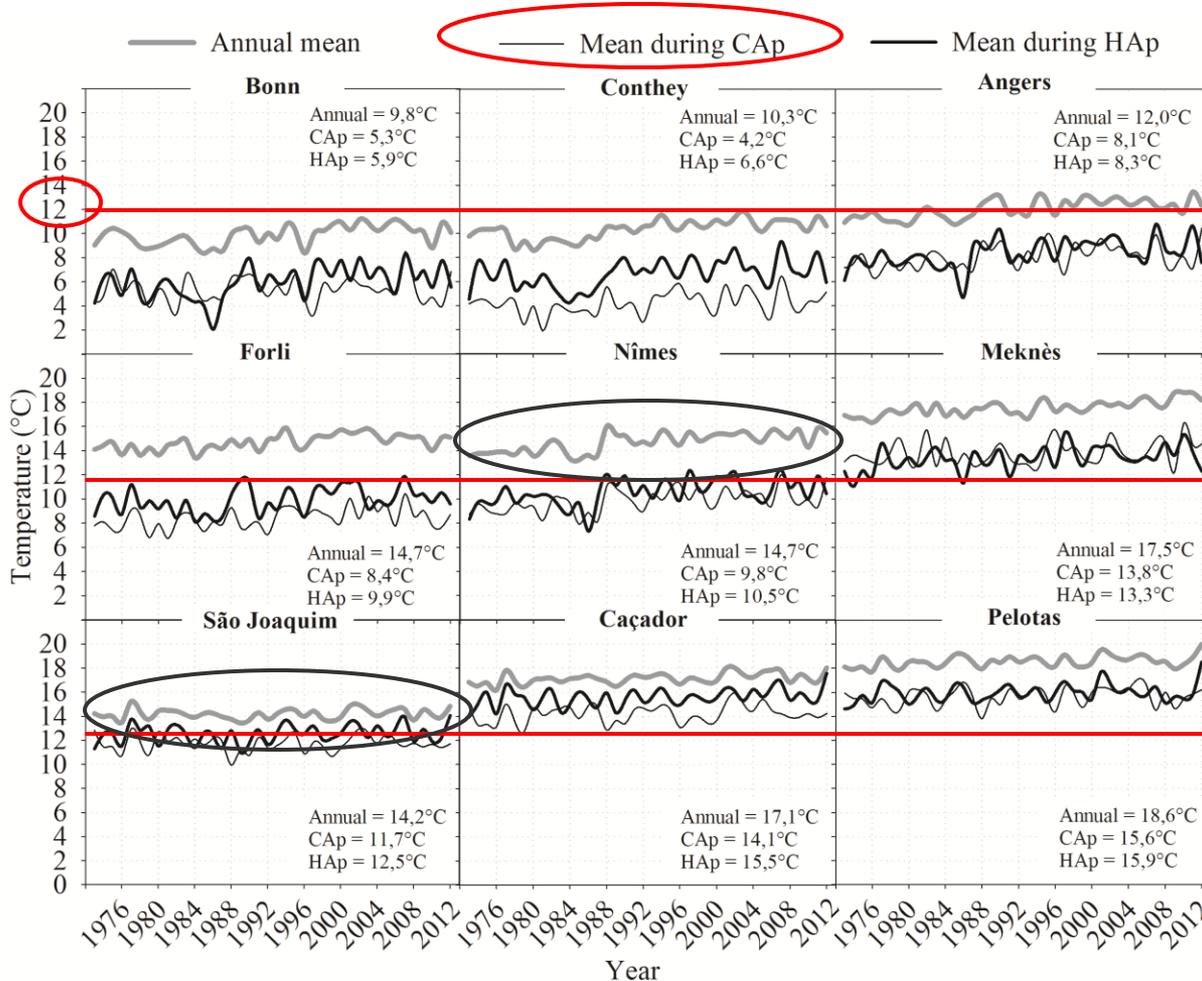
World region / Site	Institute	Site characteristics			Temperature data			Phenological data		
		Latitude / Longitude	Altitude (m)	Climate area / Climate type	AAT (C°) ^a		Collected period	Cultivar	Stage ^b	Observation period
Max.	Min.									
Western Europe				Temperate						
Bonn (Germany)	Inres	50°37'N 6°59'E	179	continental	14,1	5,6	1958/12	G.D.	61,65	1958/13
Angers (France)	Inra	47°28'N 0°31'W	38	oceanic	16,5	7,6	1963/12	G.D.	61	1963/13
Conthey (Switzerland)	Agroscope	46°13'N	504	continental	15,9	4,7	1958/12	Gala	65	1975/13
		7°22'E						G.D.	65	1970/13
Forli (Italy)	Cra-Frf	44°13'N 12°1'E	34	mediterranean	18,3	11,1	1966/12	G.D.	61,65,67	1970/13
Nîmes (France)	Ctifl	43°45'N 4°27'E	52	mediterranean	20,0	9,4	1966/12	Gala	61,65,67	1979/13
								G.D.	61,65,67	1975/13
								Fuji	61,65,67	1980/13
Northern Africa				Mild						
Meknès (Morocco)	Inra	33°57'N 5°33'W	499	mediterranean	23,7	11,4	1972/12	G.D.	61,65,67	1984/13
Southern Brazil				Mild						
Caçador (SC)	Epagri	26°47'S 51°01'W	960	continental	22,8	11,5	1961/12	Gala	61,65,67	1982/13
								G.D.	61,65,67	1984/13
								Fuji	61,65,67	1982/13
São Joaquim (SC)	Epagri	28°29'S 49°93'W	1353	oceanic	18,8	9,6	1955/12	Gala	61,65,67	1972/13
								G.D.	61,65,67	1972/13
								Fuji	61,65,67	1976/13
Pelotas (RS)	Embrapa	32°42'S 52°24'W	57	oceanic	23,2	14,0	1961/12	Gala	61,65,67	1983/88
								G.D.	61,65,67	1983/88
								Fuji	61,65,67	1983/88

^a AAT: Annual Average Temperature during the 1973-2012 period.

^b 61, 65 and 67 are respectively stages of early, full and complete bloom in the international BBCH code (Meier, 1997).



Variabilité climatique spatiale et temporelle des sites étudiés

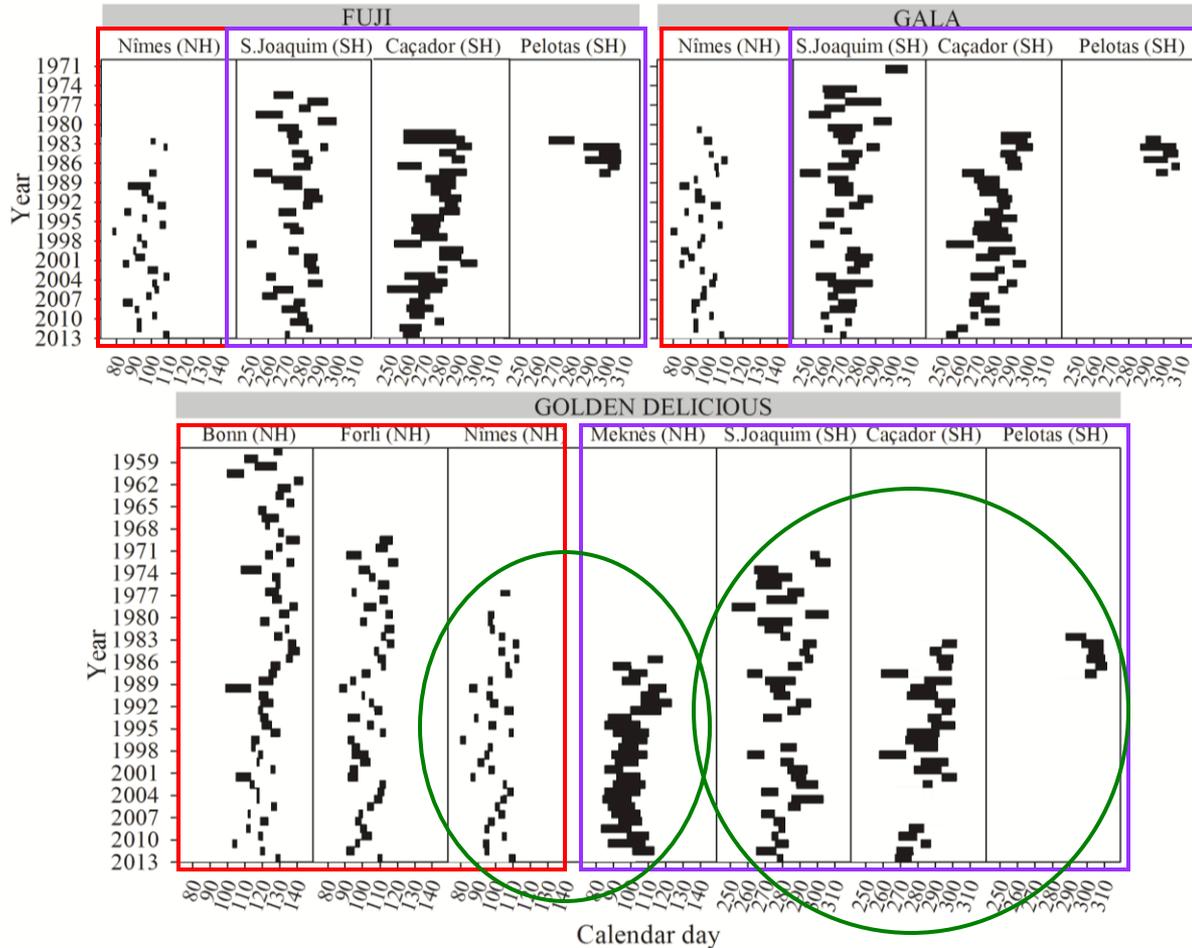


CAp =
 période d'accumulation
 d'effets de 'Chilling'
 (besoins en froid)
 Oct, Nov, Dec, Jan (HN)
 Avr, Mai, Jun, Juil (HS)

HAp =
 période d'accumulation
 d'effets de chaleur
 (besoins en chaleur)
 Fev, Mar, Avr (HN)
 Aout, Sep, Oct (HS)



Exemples de résultats (GD) pour la Durée stade 61 à stade 65



✓ Résultats similaires pour durée 61-67 :

durée « courte » en climat tempéré (7J à Nîmes)

durée « longue » en climat doux (19-21 J en sites doux)

✓ Pas de lien avec la précocité de floraison (trait « date »)



1. En site à climat tempéré relativement froid, la durée de floraison est corrélée avec les Températures durant la phase de floraison

Exemple:

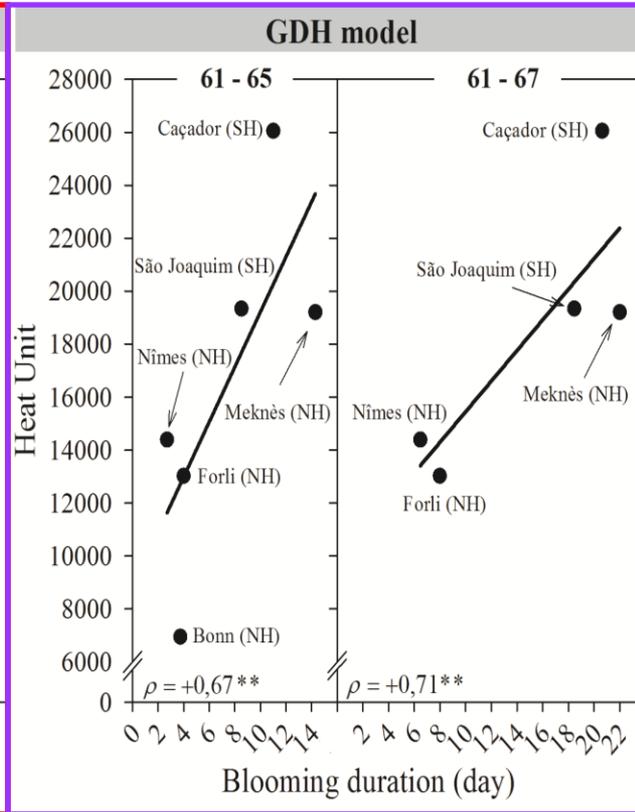
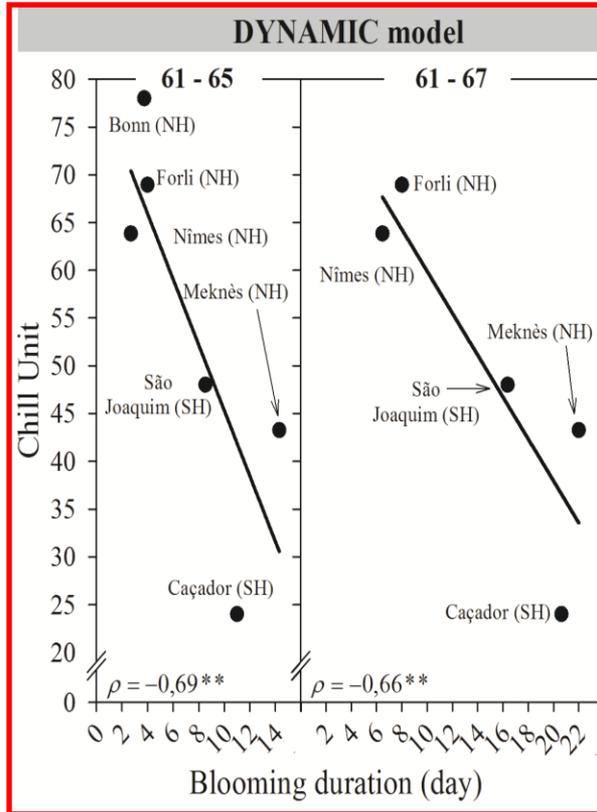
corrélation de -0.46 ($P < 0.05$) pour durée 61-65 à Bonn (1984-2012)

NB: avec le réchauffement cette durée s'est d'ailleurs réduite en ce site

2. En site à climat doux, aucune corrélation n'a pu être clairement établie avec les T° (durant floraison, durant chilling, ...)



Déterminisme à échelle globale



✓ la durée de floraison est d'autant plus courte que l'accumulation de quantités de froid est importante durant la dormance (CAp) (corrélacion négative)

✓ la durée de floraison est d'autant plus courte que l'accumulation de quantités de chaleur est réduite durant la post-dormance (HAp) (corrélacion positive)

Chill units durant CAp

Heat units durant HAp



Conclusion

1. en conditions non limitantes de satisfaction des besoins en froid (**climat tempéré**), la durée de floraison est déterminée par la chaleur durant le floraison
2. en conditions limitantes de satisfaction des besoins en froid (**climat doux**), la durée de floraison serait déterminée à la fois par cette limitation (durant la 'dormance') et l'intensité de la chaleur durant la post-dormance
3. la durée de floraison serait un caractère composite, indépendant du caractère 'précocité' (date) ?

NB: une variété peut être précoce et à durée de floraison relativement longue (exemple comportement de 'Eva' au Brésil)



Conclusion

Climat tempéré

- satisfaction des besoins en froid et des besoins en chaleur sans créer des compétitions excessives entre bourgeons, tant en sortie de dormance que durant la floraison (d'où une durée généralement courte)
- une satisfaction plus rapide des besoins en chaleur durant la floraison depuis le RC de la fin des années 80 a réduit la durée en certains sites

Climat doux

- à la fois satisfaction limitante des besoins en froid durant la dormance et satisfaction intense des besoins en chaleur durant la post-dormance
- d'où des compétitions excessives entre bourgeons tant en sortie de 'dormance' que durant la floraison, qui aboutiraient à des durées plus ou moins longues suivant l'intensité annuelle des compétitions ?



Conclusion

Tendance récente en Climat tempéré (décennie 2000)

- durées de floraison particulièrement courtes (associées à des avancées de floraison plus ou moins marquées)
- influence déterminante de la satisfaction des besoins en chaleur (idem pour la date de floraison)

Inversement de cette tendance ?, vers des durées plus longues ?

- quels seuils/intensités de réchauffement ?, à quelle phase clé ?, à quel terme ?, plus probable en régions méditerranéennes, voire océaniques
- conséquences agronomiques (sur pollinisation, maturité, ...)

Désynchronisation de floraison entre 2 variétés d'amandier devant se polliniser mutuellement: incident phénologique devenu plus fréquent au Maroc

- pollinisation insuffisante (très défavorable chez l'amandier)
- expression de différences variétale de besoins en froid et en chaleur
 - époque de floraison modifiée différemment, impact du RC ?
 - intérêt des variétés autogames

