

# **Impact des changements climatiques sur la phénologie de cinq ravageurs du pommier et de leur plante-hôte au cours des dernières décennies**

---

**Sylvie Bellerose<sup>1</sup>, Steve Lamothe, Gérald Chouinard<sup>1</sup>, Michèle Roy<sup>2</sup>, Gaétan Bourgeois<sup>3</sup>**

1 Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

2 Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, DIST

3 Agriculture et Agroalimentaire Canada, CRDH

# Objectifs

- Identifier des tendances historiques
- Comparer la précision des prédictions phénologiques des modèles (CIPRA)

# Les vergers

- Farnham (pommier) (1960-1989)
- Franklin
- Frelighsburg
- Hemmingford (ravageurs)
- Oka
- Rougemont
- Saint-Paul d'Abbotsford
- Sainte-Famille (I. O.)



# Données

- Observations du Réseau-pommier
- Données météorologiques des stations automatisées du Réseau-pommier ou d'Environnement Canada (Farnham et Frelighsburg)

# Analyses statistiques

- Analyses de régression linéaire
  - Tendance dans le temps
- Analyses statistiques globales
  - Tendance dans le temps, données consolidées de plusieurs vergers (PROC MIXED)
- Analyses de corrélations linéaires simples
  - Exactitude des prévisions des modèles

# Phénologie du pommier

---



---

## **Pommier**

### **paramètres étudiés**

---

**Date du débourrement**

**Date de floraison**

**Durée du débourrement**

**Durée de la floraison**

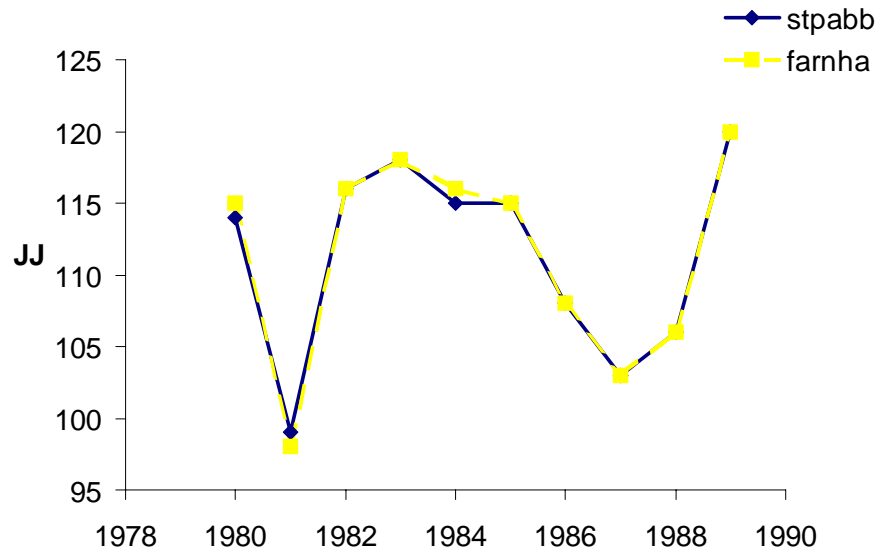
**Durée du débourrement à  
la floraison**

**Durée du débourrement à  
la nouaison**

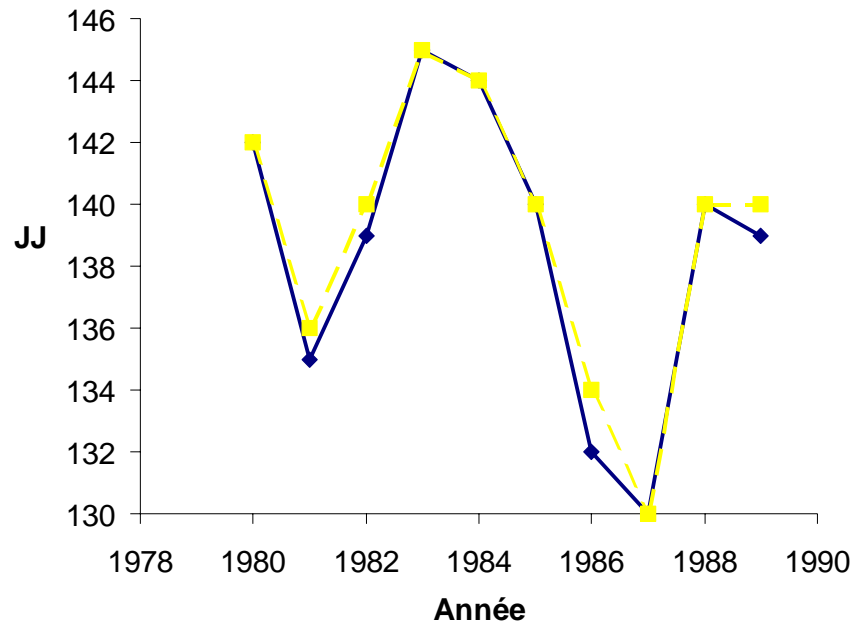
---



Débourrement (1980-1989)

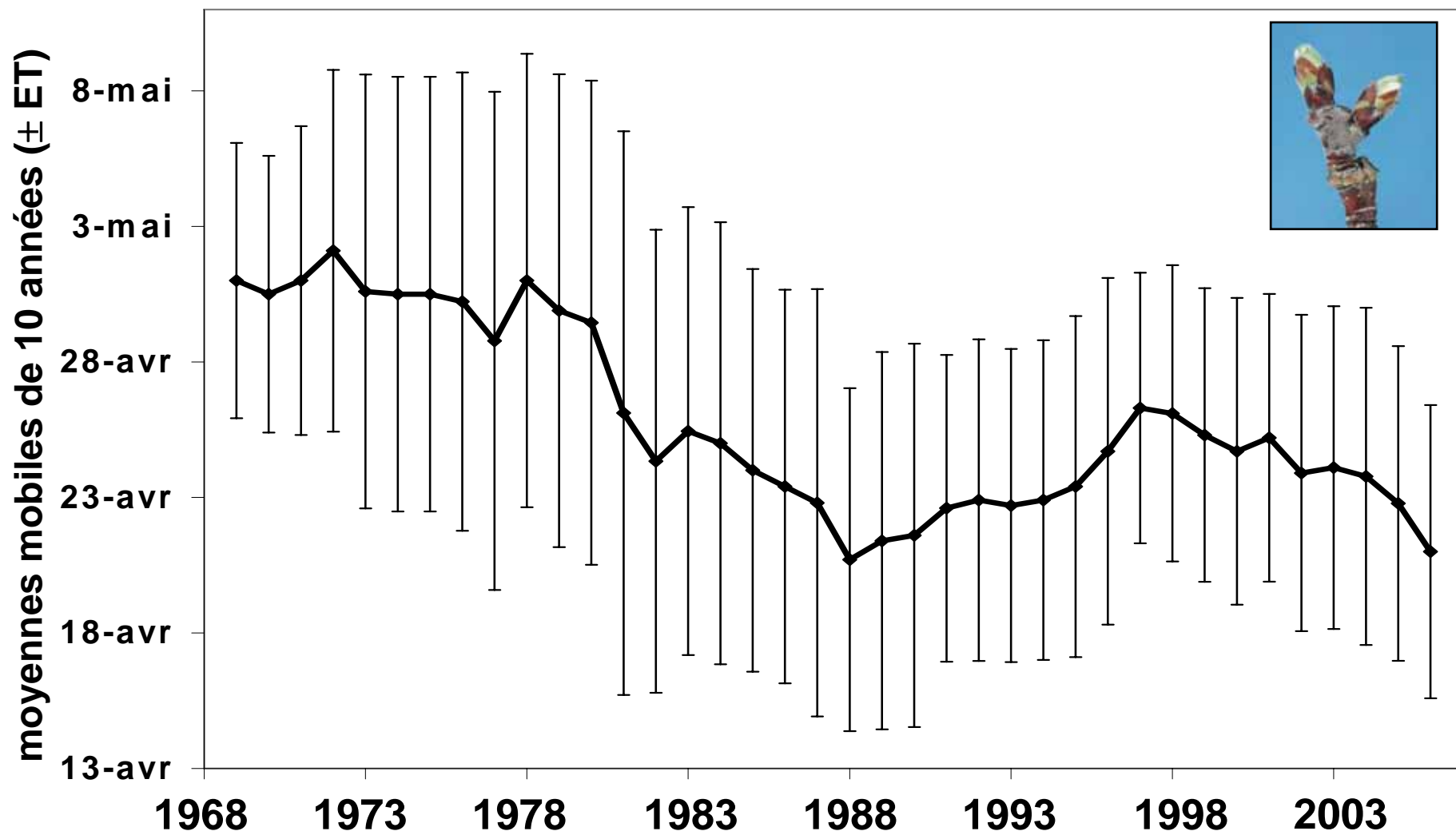


Floraison (1980-1989)

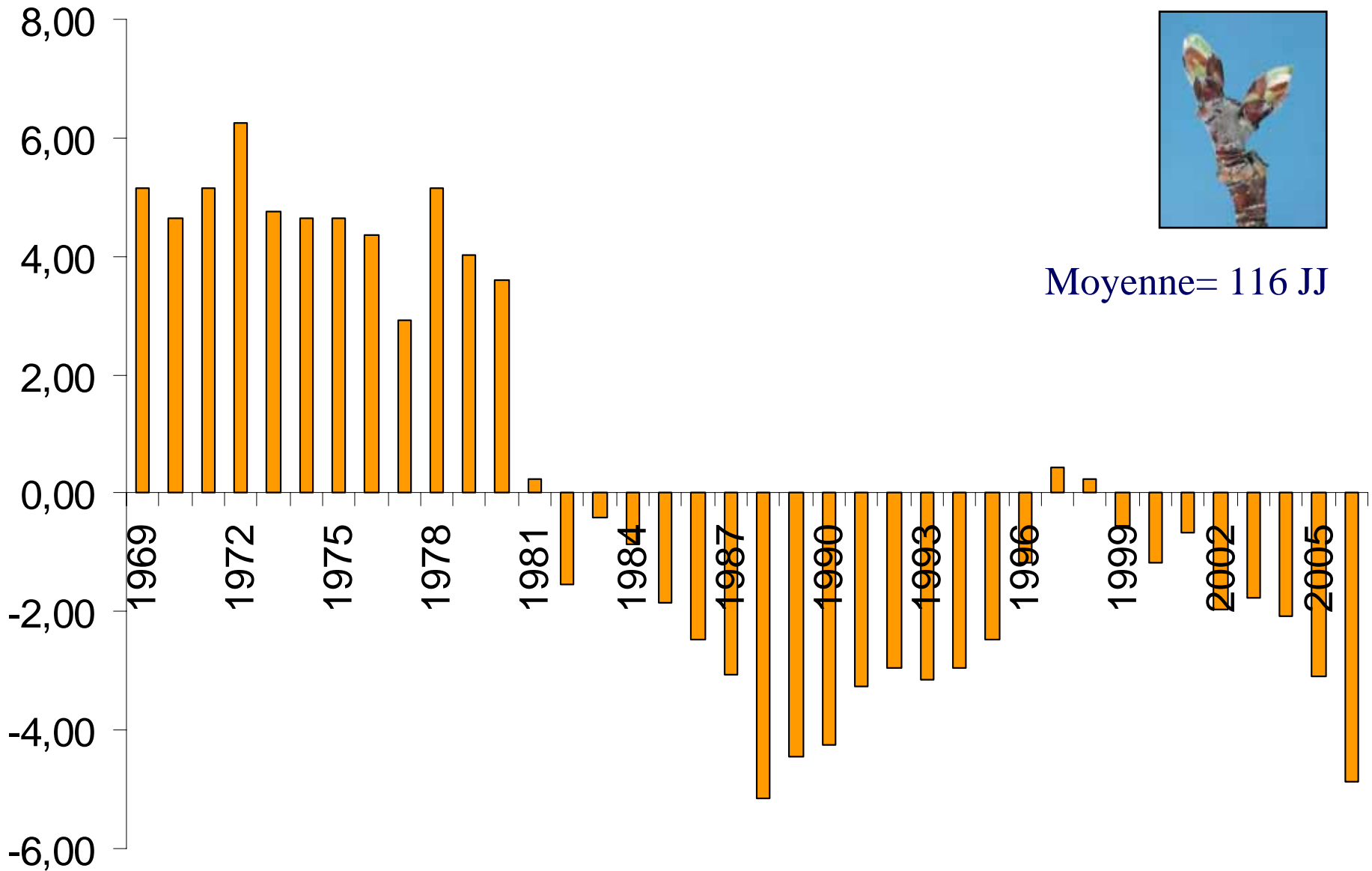




# Dates de débourrement- verger combiné Farnham et Saint-Paul d'Abbotsford (1960 à 2005)

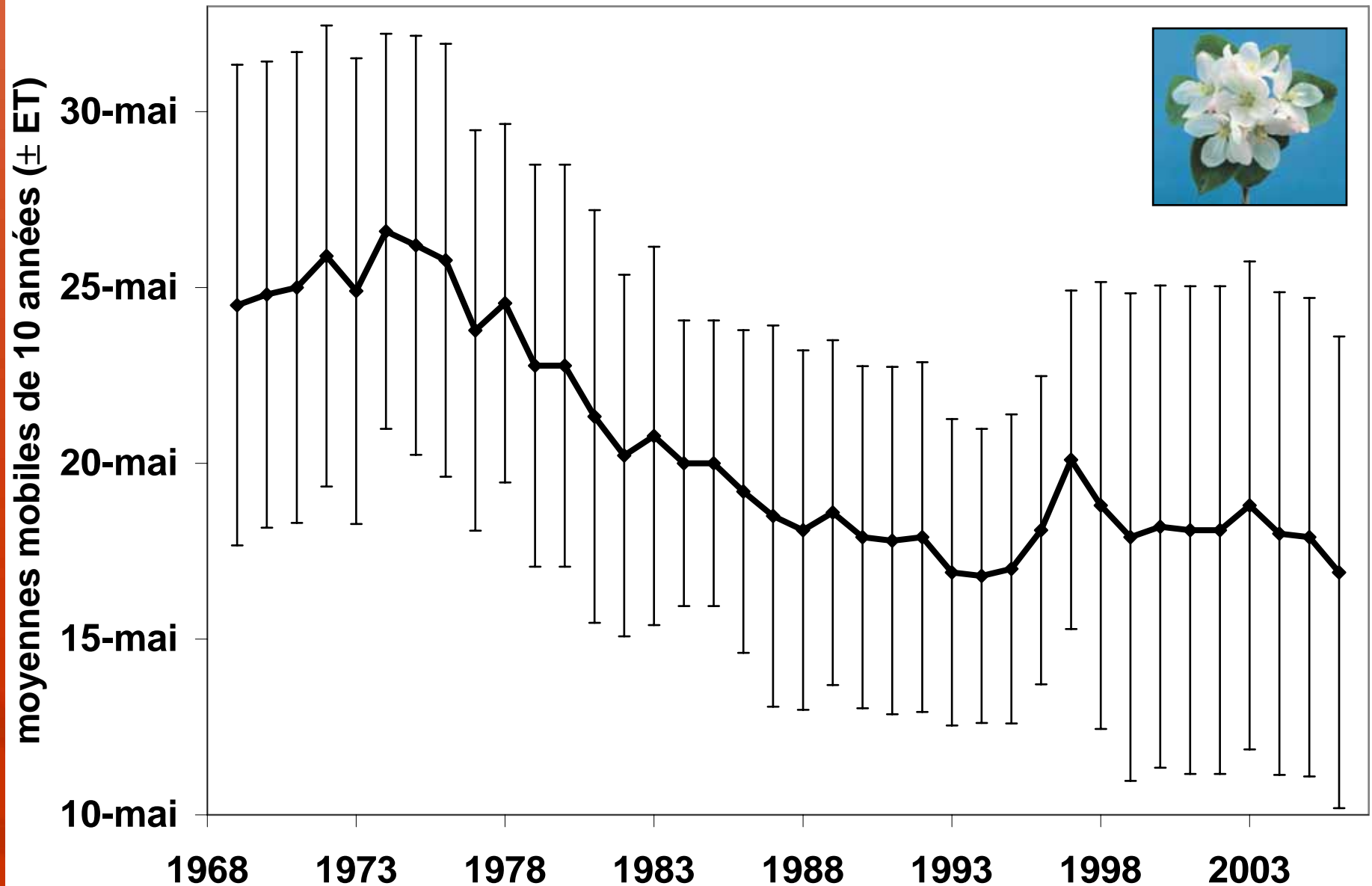


# Comparaison des dates de débourrement par rapport à la date moyenne de toutes des années, Farnham - Saint-Paul d'Abbotsford (1960-2006)

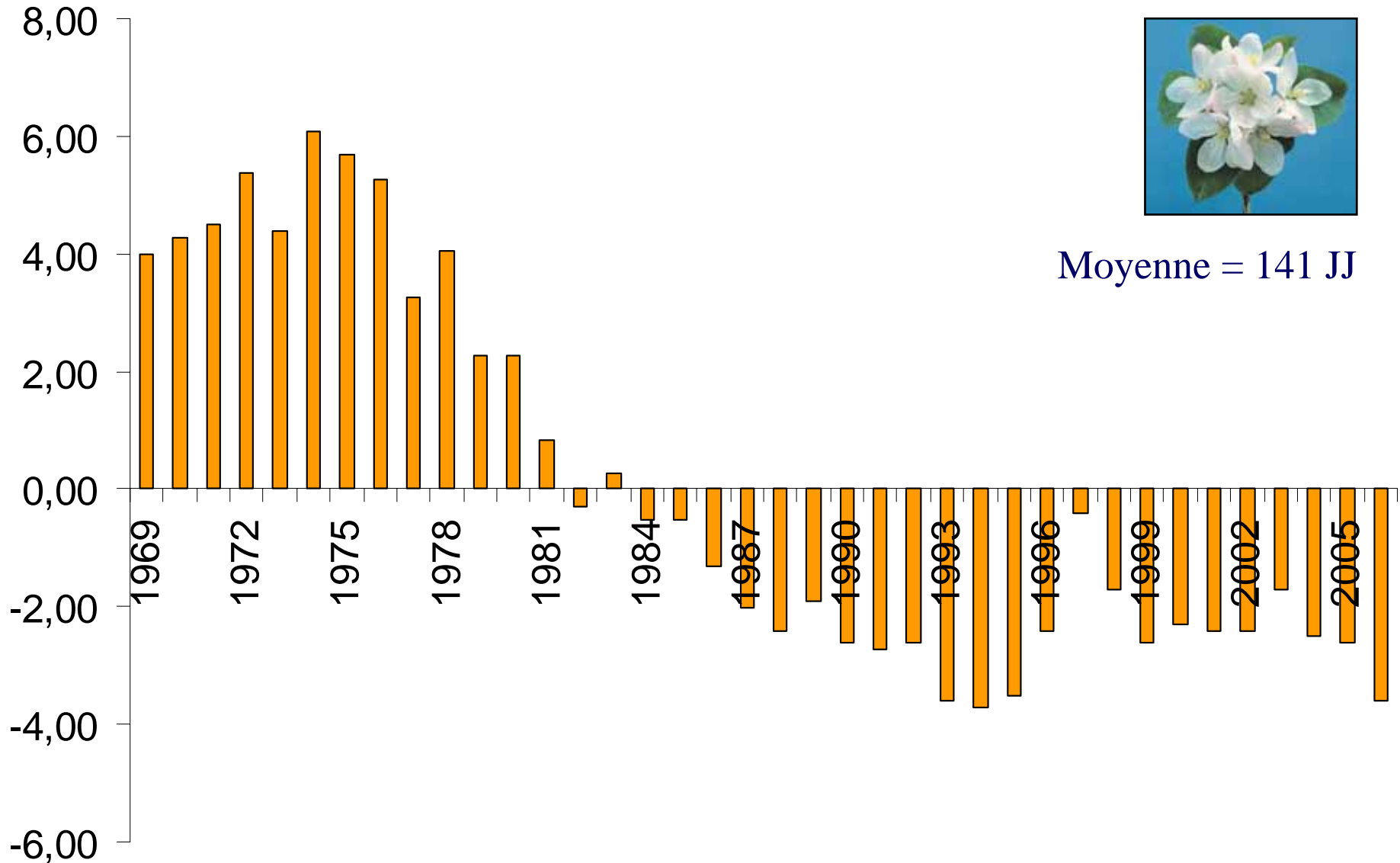


Moyenne= 116 JJ

# Dates de floraison - verger combiné Farnham et Saint-Paul d'Abbotsford (1960 à 2005)



# Comparaison des dates de floraison par rapport à la date moyenne de toutes des années, Farnham - Saint-Paul d'Abbotsford (1960-2006)



Moyenne = 141 JJ

# Régressions linéaires simples significatives pour la date d'apparition des stades du développement du pommier en fonction des années

Localité	Années	Date ou durée en JJ	Ordonnée à l'origine	pente	R <sup>2</sup>	p
Frelighsburg	1977-2004	durée floraison	-148,56	0,08	0,15	0,0385
Modèle global	1977-2006	durée floraison	-89,7	0,048	0,06	0,0034
Farnham /St-Paul combinés	1960-2005	débourrement	644,4	-0,27	0,24	0,0385
		floraison	543,92	-0,20	0,20	0,0385

# Tendances

## Farnham - Saint-Paul d'Abbotsford

- Débourrement plus hâtif
  - 12,7 jours en 47 années (1960 à 2006)
- Floraison plus hâtives
  - 9,4 jours en 47 années (1960 à 2006)

# Tendances (suite)

- Allongement de la durée de floraison
  - 2,16 jours en 27 ans (1977-2004, Frelighsburg)
  - 1,16 jours en 29 ans (analyse globale des données des 6 vergers)
- Aucune autre tendance pour les vergers avec environ 27 années de données.

# Corrélation des données observées et prédites






## - Développement des pommiers

- Tous significatifs sauf pour la durée de la floraison à Rougemont, Saint-Paul d'Abbotsford et Sainte-Famille
- Débourrement
  - coefficients de Pearson  $r \geq 0,78$ ,  $p < 0,0001$ , pour tous les vergers
- Floraison
  - coefficients de Pearson  $r \geq 0,72$ ,  $p \leq 0,0024$ , pour tous les vergers



# Ravageurs du pommier

---

Nom commun	Nb de générations	piège utilisé	période	paramètres étudiés
<b>Mouche de la pomme</b> 	1	Phérocon AM Sphère rouge	1977-1990 1991-2007	
<b>Carpocapse de la pomme</b> 	1 à 2	Phérocon 1C	1977-2007	
<b>Mineuse marbrée</b> 	2 à 3	Multipher 2	1988-2007	Date de la 1e capture Date du 5% de captures Date du pic de captures (1e géné.) Date 50% de captures (1e géné.)
<b>Tord. à bandes obliques</b> 	2	Phérocon 1C	1977-2007	
<b>Tord. à bandes rouges</b> 	1 à 3	Phérocon 1C Multipher 3	1977-1999 2000-2007	

# Données de chaque verger

Vergers



Farnham

-

-

-

-

-

Frelighsburg\*

1979-2003

1989-2003

1977-2003

1977-2003

1977-2003

Hemmingford

1977-2006

1989-2006

1977-2006

1977-2006

1977-2006

Oka

1977-2006

1989-2006

1977-2006

1977-2006

1977-2006

St-Paul d'Abbotsford

1988-2006

1989-2006

1991-2006

1988-2006

1988-2005

Ste-Famille (I.O.)

1986-2006

1989-2006

1991-2003

1986-2006

1989-2006

\* verger non-traité

# Régressions linéaires simples significatives pour les captures des ravageurs du pommier en fonction des années

Localité	Années	Organisme étudié	Date ou durée en JJ	Ordonnée à l'origine	pente	R <sup>2</sup>	p
Oka	1977-2006	MOU	1e capture	3929,64	-1,86	0,33	0,0407
		TBO	pic de captures (1e géné.)	1148,45	-0,49	0,17	0,0282
Saint-Paul d'Abbotsford	1988-2006	CARPO	1e capture	3696,94	-1,77	0,32	0,0119
Modèle global	1977-2006	CARPO	5% captures	-395,66	0,28	0,07	0,0461
	1989-2006	MIN	5% captures	676,27	-0,27	0,06	0,0119

Aucune autre tendance significative

# Corrélation des données observées et prédites

## - Ravageurs du pommier

- Plusieurs corrélations significatives pour tous les ravageurs étudiés





# Coefficients de corrélation de Pearson pour les données observées et prédites Tordeuse à bandes obliques

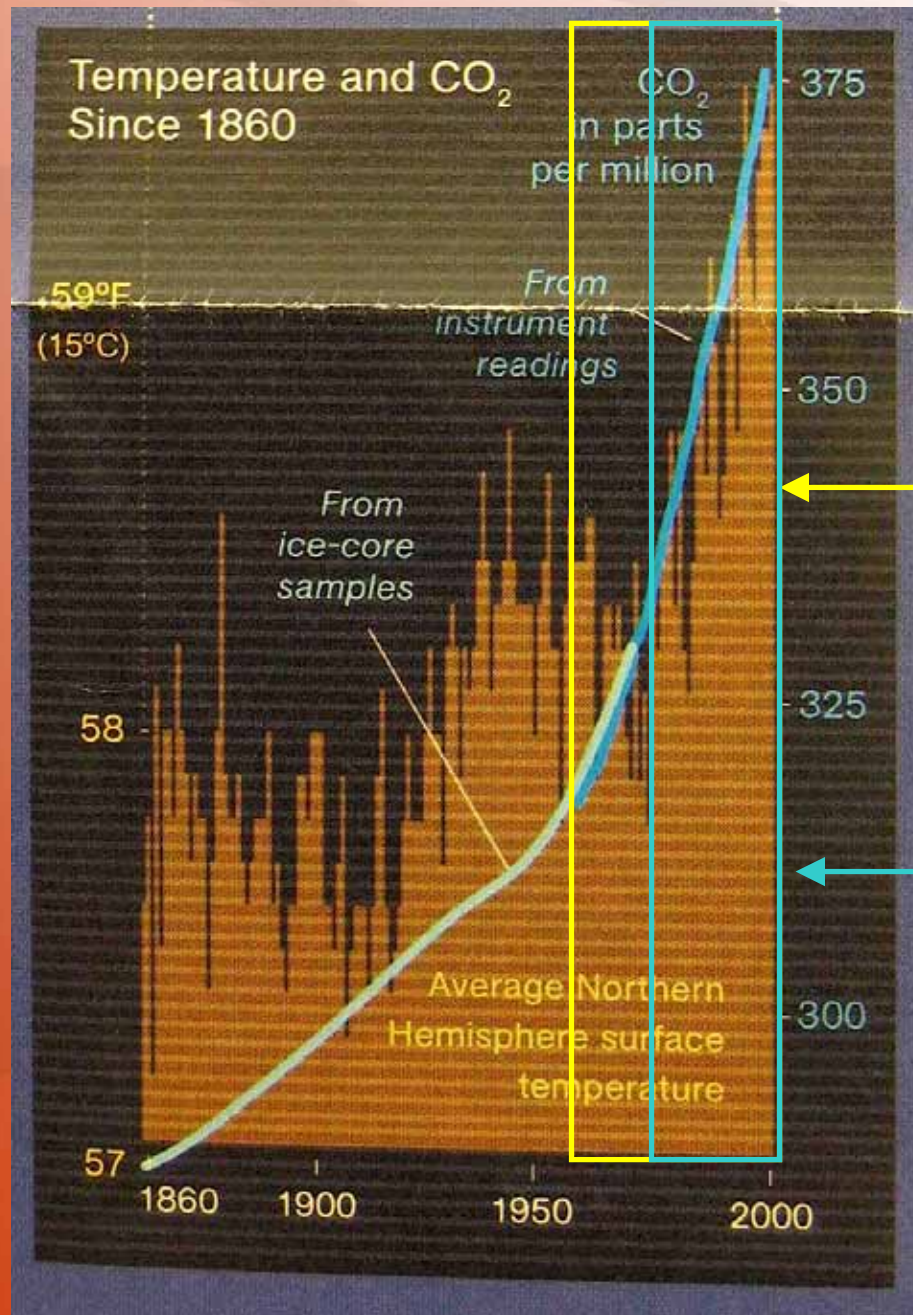
Verger	Paramètres	r	n	p
Hemmingford	Première capture	0,76	13	0,0024
	5% des captures	0,86	11	0,0007
Frelighsburg	Première capture	0,82	18	<0,0001
	5% des captures	0,99	18	<0,0001
Oka	Première capture	0,87	11	0,0005
	5% des captures	0,86	10	0,0013
Saint-Paul d'Abbotsford	Première capture	0,84	14	0,0002
	5% des captures	0,91	13	<0,0001

Seulement des corrélations significatives sont présentées.

# Conclusions

- Pommier
  - Débourrement et floraison plus hâtifs, floraison plus longue.
- Ravageurs
  - Peu de tendances, mais lorsqu'elles détectées toutes sauf une, tendent à l'accélération du développement des ravageurs
- Bonnes corrélations entre données observées et prédites
  - Possibilité d'utiliser les modèles dans des scénarios de changements climatiques

Pour réfléchir...



Notre période d'étude-Pommier

Notre période d'étude-Ravageurs

National Geographic, 2007



Carbon dioxide levels, as measured in Antarctic ice cores, have risen and fallen in step with global temperatures and sea level over the past 400,000 years (below). The record shows that long ice ages have gripped the planet, interrupted by shorter warming periods. The warm spells, or interglacials, occur every 100,000 years or so and last about 10,000 years, driven by changes in Earth's orbit and orientation. Historically, temperature rose first, then CO<sub>2</sub> increased, accelerating temperature rise. Sea levels followed in turn. What makes the current situation unpredictable is that never before has CO<sub>2</sub> climbed so fast and so high during an interglacial, far ahead of temperature. Now temperatures and sea levels are being drawn upward; how quickly they will continue to rise is not known.

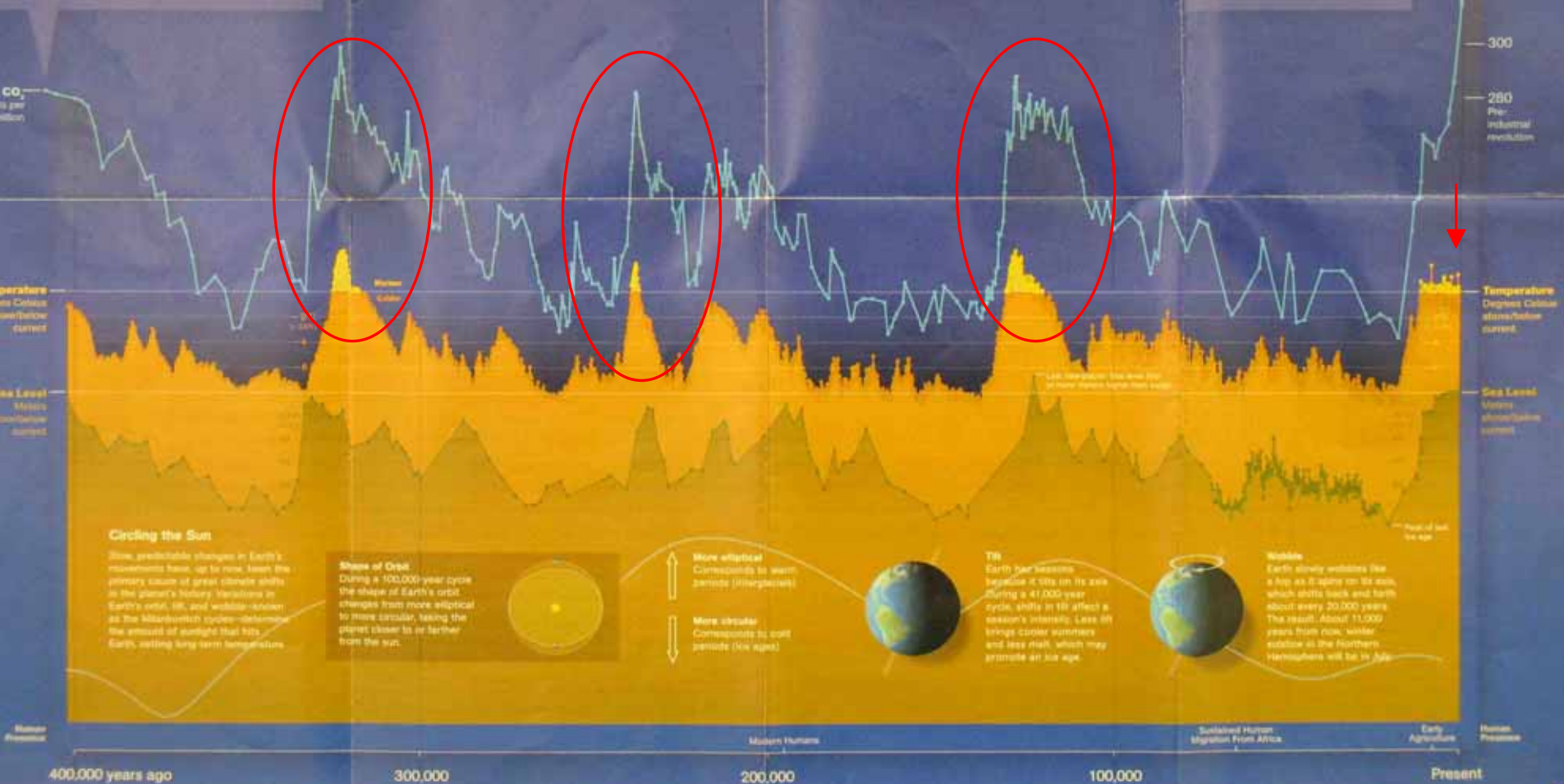
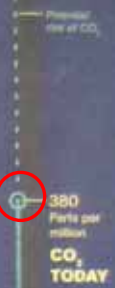


**Emissions by Country**  
About 50 percent of today's CO<sub>2</sub> emissions come from the U.S., Europe, and Japan. Rapidly industrializing China recently eclipsed the U.S. as the leading CO<sub>2</sub> emitter. Yet, per capita, its emissions are still very low.



**CO<sub>2</sub>'s Modern Imprint**

The rise of CO<sub>2</sub> levels from 280 parts per million at the advent of the industrial revolution to 380 ppm today is the major factor driving a 1°F rise in the average global temperature during the past century. The pace of warming has accelerated: 11 of the 12 warmest years on record have occurred since 1995. Because the Earth's surface heats up more slowly than the atmosphere, temperatures have not yet caught up with the escalating concentrations of CO<sub>2</sub>.



**Circling the Sun**

Slow, predictable changes in Earth's movements have, up to now, been the primary cause of great climate shifts in the planet's history. Variations in Earth's orbit, tilt, and wobble—known as the Milankovitch cycles—determine the amount of sunlight that hits Earth, setting long-term temperature.

**Shape of Orbit**  
During a 100,000-year cycle the shape of Earth's orbit changes from more elliptical to more circular, taking the planet closer to or farther from the sun.



More elliptical  
Corresponds to warm periods (interglacials)

More circular  
Corresponds to cold periods (ice ages)



**Tilt**  
Earth has seasons because it sits on its axis. During a 41,000-year cycle, shifts in tilt affect a season's intensity. Less tilt brings cooler summers and less melt, which may promote an ice age.



**Wobble**  
Earth slowly wobbles like a top as it spins on its axis, which shifts back and forth about every 20,000 years. The result: About 11,000 years from now, winter solstice in the Northern Hemisphere will be in July.

# Remerciements

---

Dominique Plouffe pour son aide précieuse dans l'obtention de données météorologiques et son expertise avec le logiciel DJPhéno.

Les propriétaires des vergers-pilotes.