



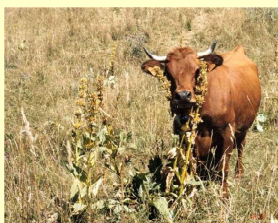
CLIMFOUREL

(Climat, fourrage, élevage du sud de la France face au changement climatique)

Programme soutenu par l'INRA et les 3 régions: Rhône-Alpes,
Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées

Changement du climat récent et proche futur; relation avec la production fourragère

JB. Finot¹, S. Satger¹, F. Lelièvre¹

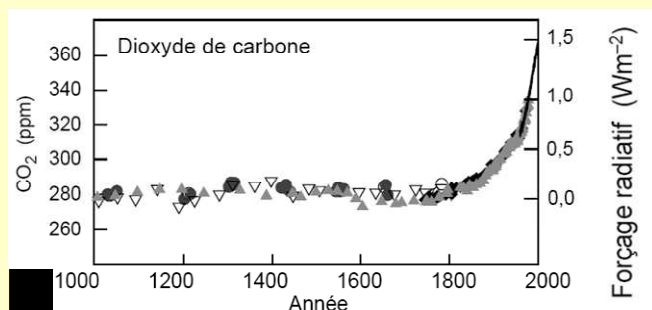


¹ INRA, UMR SYSTEM (Agronomie méditerranéenne et tropicale), Montpellier

1

Introduction (1) : Le changement climatique

- Cause principale: Gaz à effet de serre d'origine anthropique : CO₂, CH₄, N₂O, ...



- Observations au 20ème siècle :
 - Temp. Moy. : + 1°C (Moisselin et al., 2002)
principalement gagné depuis 1985
 - Fortes disparités entre régions et selon la saison

2

Étude du changement du climat récent et relation avec la production fourragère:

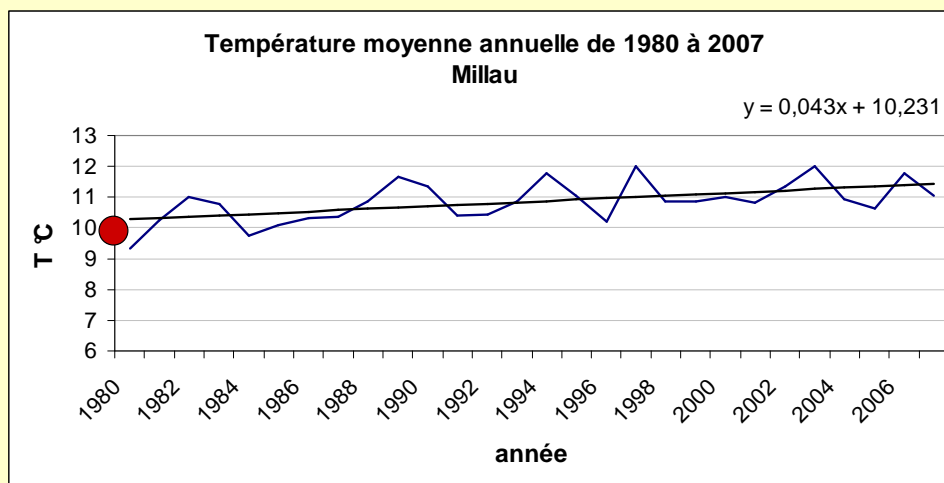
*Cas de la station de Millau (Alt 715 m),
période 1980-2007*

1. **Températures**
 2. **Précipitations**
 3. **ETP_{pm}** (pm=Penman-Monteith)
- } - Moyenne annuelle, saisonnière, mensuelle
- Pente sur 30 ans
- Moyenne glissée sur 5 ans
4. **Conséquence sur la production fourragère:**
 - Printemps: Somme de degré-jours₀
 - 15 mai-15 sept: Ratio P/ETP_{pm}
 5. **Perspective jusqu'en 2040:**
 - Analyse des tendances possibles 2008-2040

3

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

Une température moyenne annuelle en hausse



Variation de 1.2°C sur 30 ans

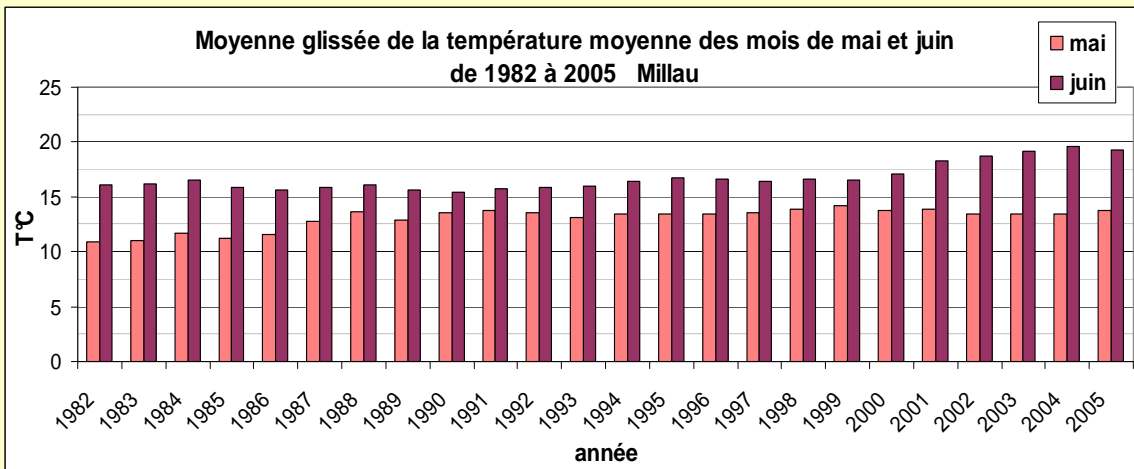
Pente: 0.4°C tous les 10 ans

● Moyenne température moyenne annuelle 1951-1980

4

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

Analyse par mois: une augmentation forte des températures moyennes de mai et juin



Variation sur 30 ans:

- +3°C en mai
- +3.9°C en juin

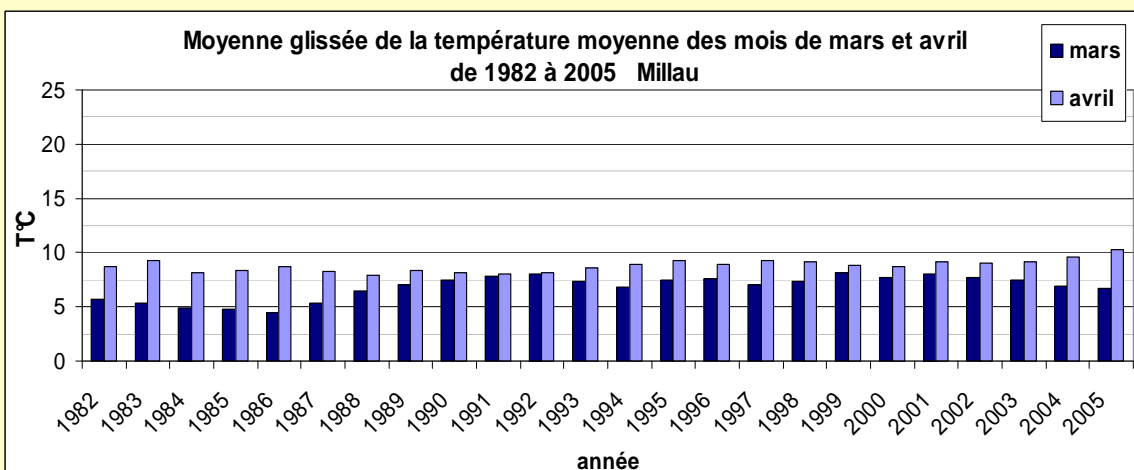
Pente:

- +1°C en mai tous les 10 ans
- +1.3°C en juin tous les 10 ans

5

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelièvre-Finot, septembre 2008

Une faible augmentation des températures moyenne de mars et avril



Variation sur 30 ans:

- +2.2°C en mars
- +2.2°C en avril

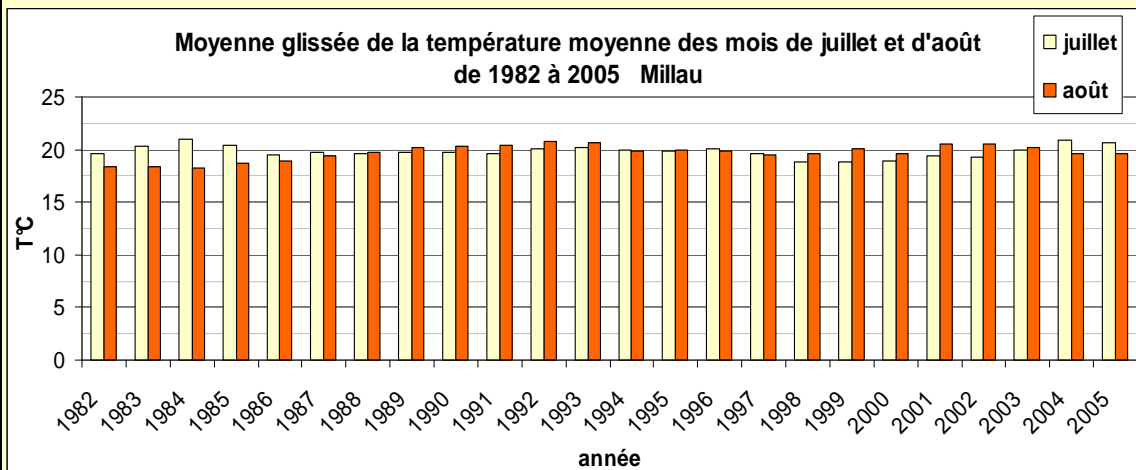
Pente:

- +0.73°C en mars tous les 10 ans
- +0.73°C en avril tous les 10 ans

6

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelièvre-Finot, septembre 2008

Pas de variations significative des températures de juillet et d'août



Même conclusion de septembre à février

7

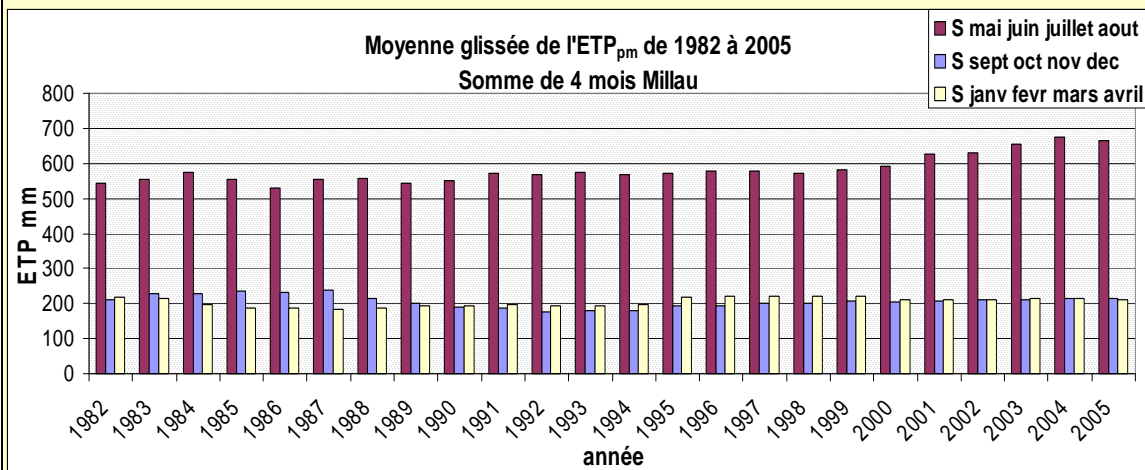
INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

	Millau	Montpellier/Lyon
Evolution des minima et maxima annuels sur 30 ans		
moyenne	+1.3°C	+1.4°C / +2.2°C
minima	+1.1°C	+1.6°C / +2.1°C
maxima	+1.5°C	+1.2°C / +2.3°C
Evolution des températures moyennes mensuelles		
Mai-juin	Forte hausse	Forte hausse
Mars	Hausse moyenne	Stabilité/Hausse
Avril		Hausse moyenne
Jui-août	Stable à faible hausse	Faible hausse
Sept à février	Stable	Stable

8

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

ETP_{pm}: une forte hausse mai-août; pas de changement net de sept à avril



Variation moyenne: **+ 120 mm**
sur 30 ans pour le cumul mai-août

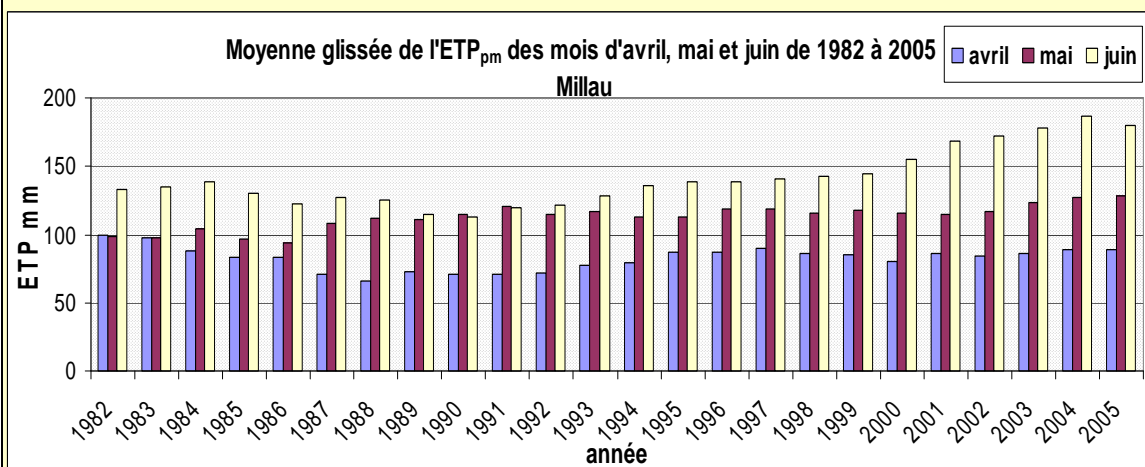
Pente: **+ 40 mm** tous les 10 ans pour la
somme des mois de mai, juin, juillet et août

Pas de changement net de sept à avril

9

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

ETP_{pm}: variations des moyennes mensuelles d'avril, mai et juin



Variation sur 30 ans:

- **+30 mm** en mai
- **+60 mm** en juin

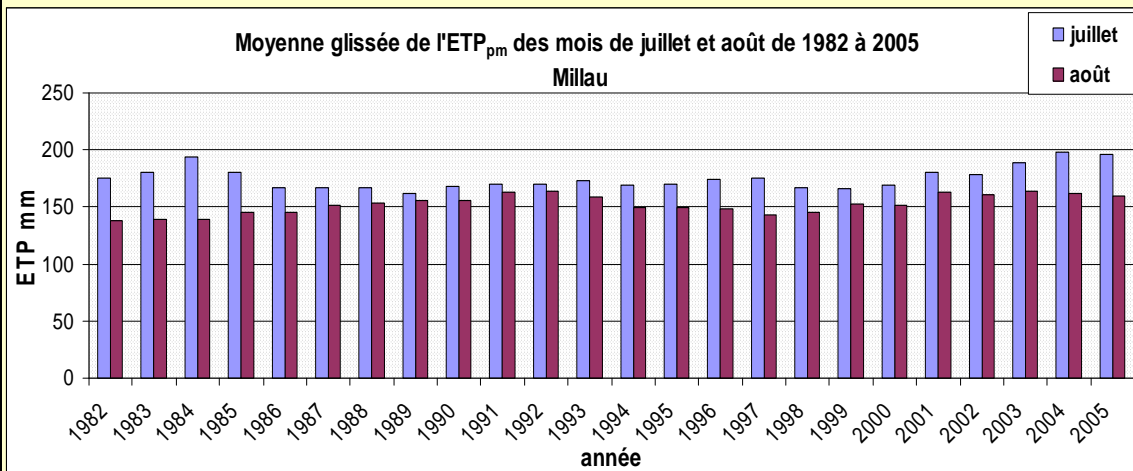
Pente:

- **+10 mm** en mai tous les 10 ans
- **+20 mm** en juin tous les 10 ans

10

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

ETP_{pm}: variations des moyennes mensuelles de juillet et août



Variation sur 30 ans:

- +20 mm en juillet
- +12 mm en août

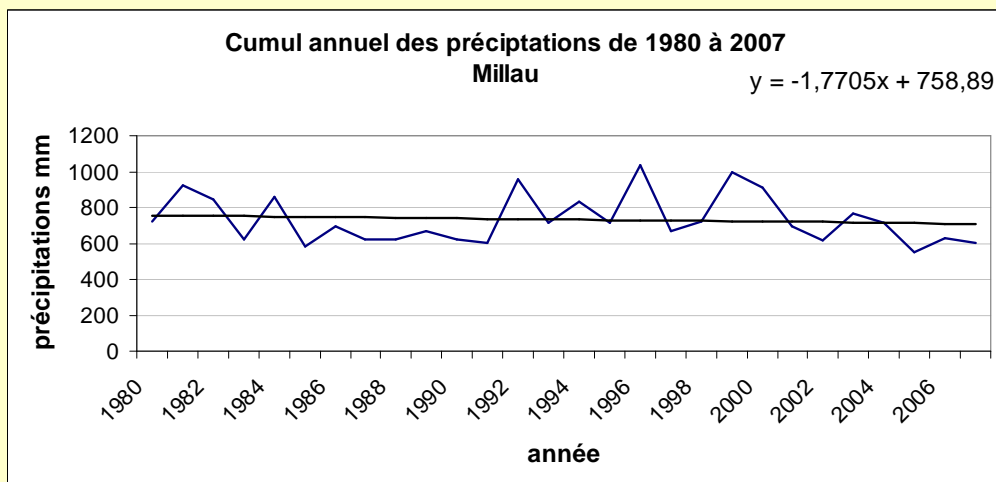
Pente:

- + 6.7 mm en juillet tous les 10 ans
- + 4 mm en août tous les 10 ans

11

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

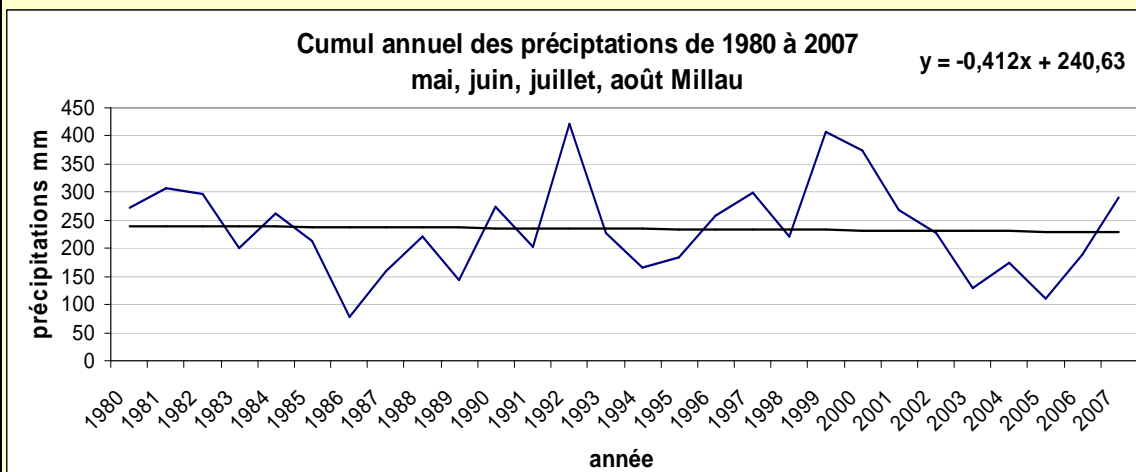
Des précipitations annuelles stables



12

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

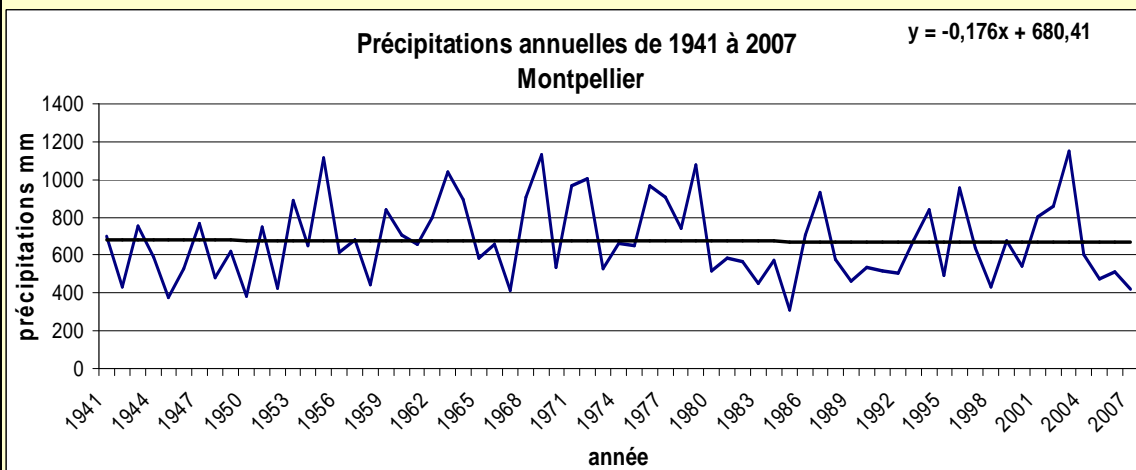
Des précipitations stables pour les mois de mai à août



13

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

A Montpellier, une stabilité des précipitations depuis 1941

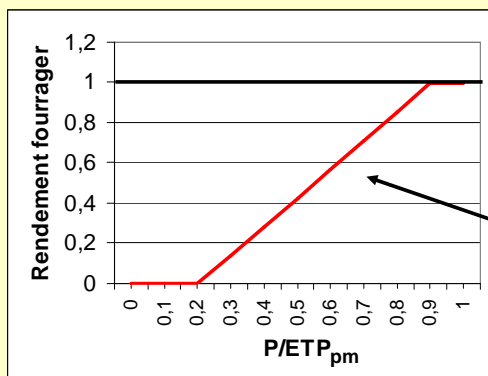


14

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

Quelques conséquences sur la production fourragère:

1. **Effet de la température** sur la croissance de printemps (et d'automne)
2. **Effet du ratio P/ETP_{pm} mai-août** sur la production fourragère de mi-mai à mi-septembre



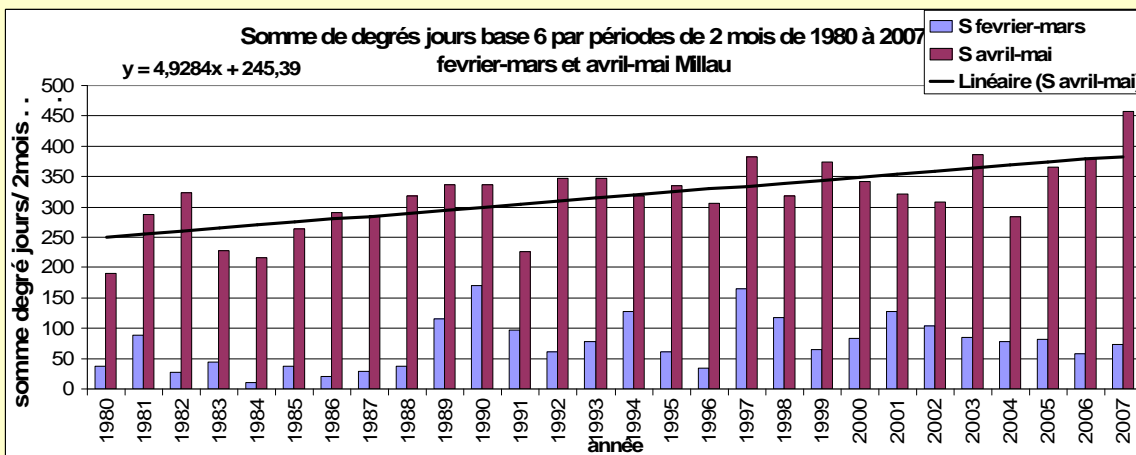
Rendement fourrager réel/potentiel 15 mai-15 septembre et P/ETP_{pm} cumulé mai-août sont hautement corrélés.

$$\text{Rdt fourrager 15/05-15/09} = 1.43 (P/ETP_{pm}) - 0.29$$

15

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelièvre-Finot, septembre 2008

Températures de printemps et croissance fourragère (Somme de degrés-jours)



En février-mars: Pas de gain acquis mais beaucoup de variabilité

En avril-mai: - **Variation 30 ans:** de 150 d-j₆, un peu accentuée car 1980-86 froid

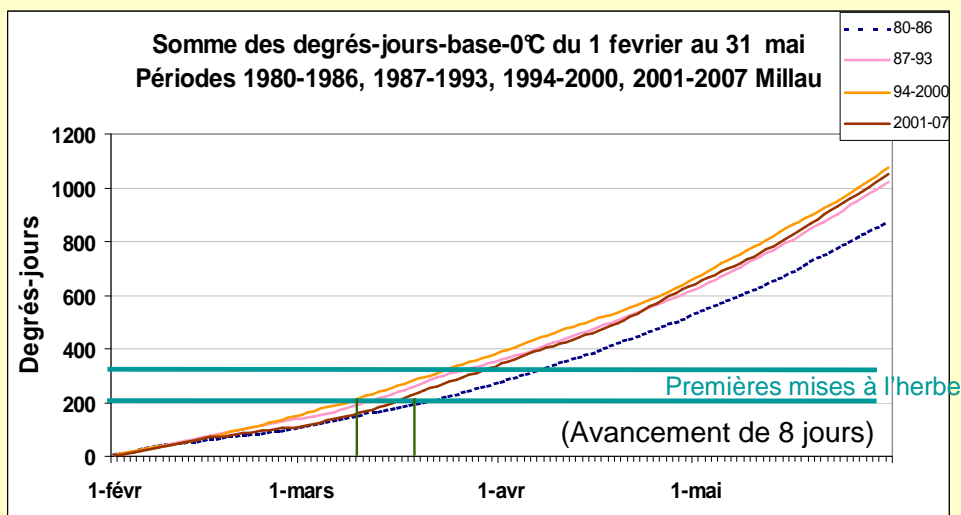
- **Pente:** +50 d-j₆ tous les 10 ans,

16

Somme degrés-jours en base 6

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelièvre-Finot, septembre 2008

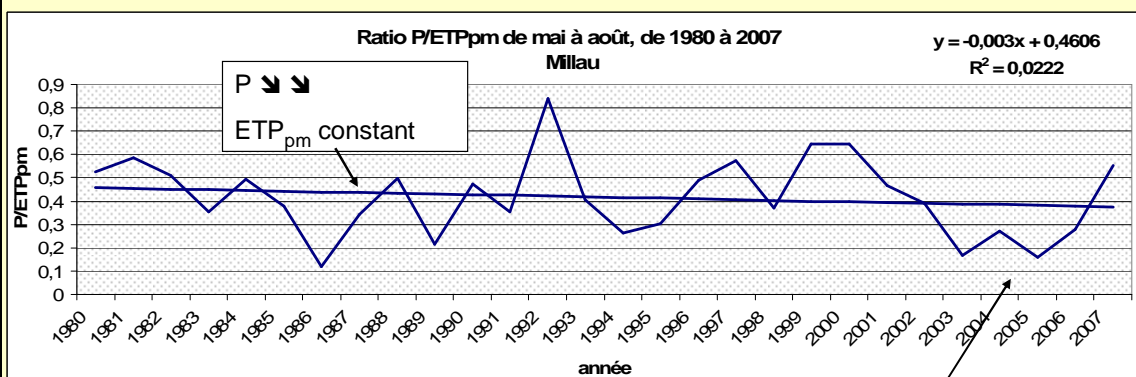
Somme des degrés-jours₀ du 1^{er} février au 31 mai



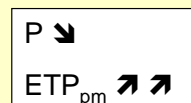
Les printemps 80-86 ont été plus froids que la normale

17

P/ETP_{pm} cumulé mai-août, indicateur de la production fourragère



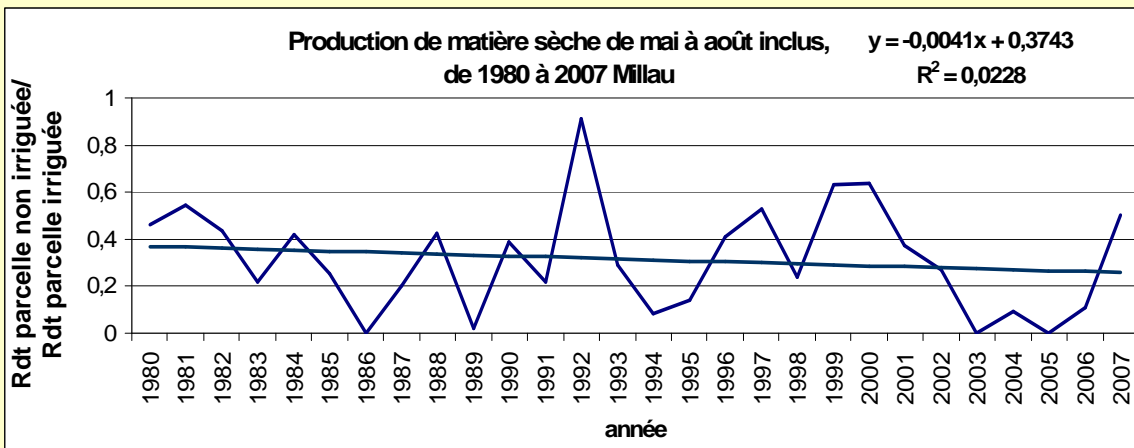
$$P/ETP_{pm} = \frac{\text{somme des précipitations mai-août}}{\text{somme de l'ETP}_{pm} \text{ mai-août}}$$



$$\text{Rdt fourrager } 15/05-15/09 = 1.43 (P/ETP_{pm}) - 0.29$$

18

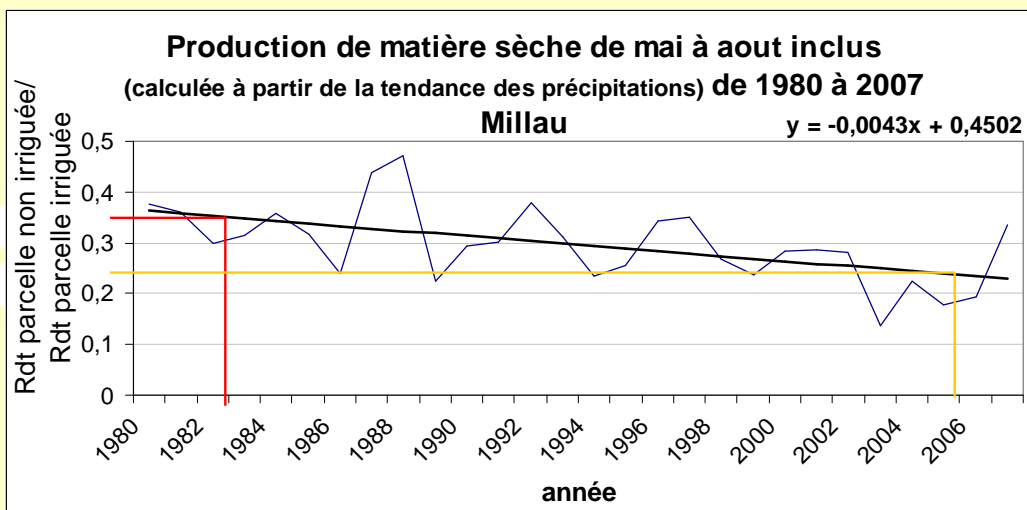
Depuis 2000, baisse de la production de matière sèche de mai à août.



19

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

Une évolution à la baisse du potentiel fourrager

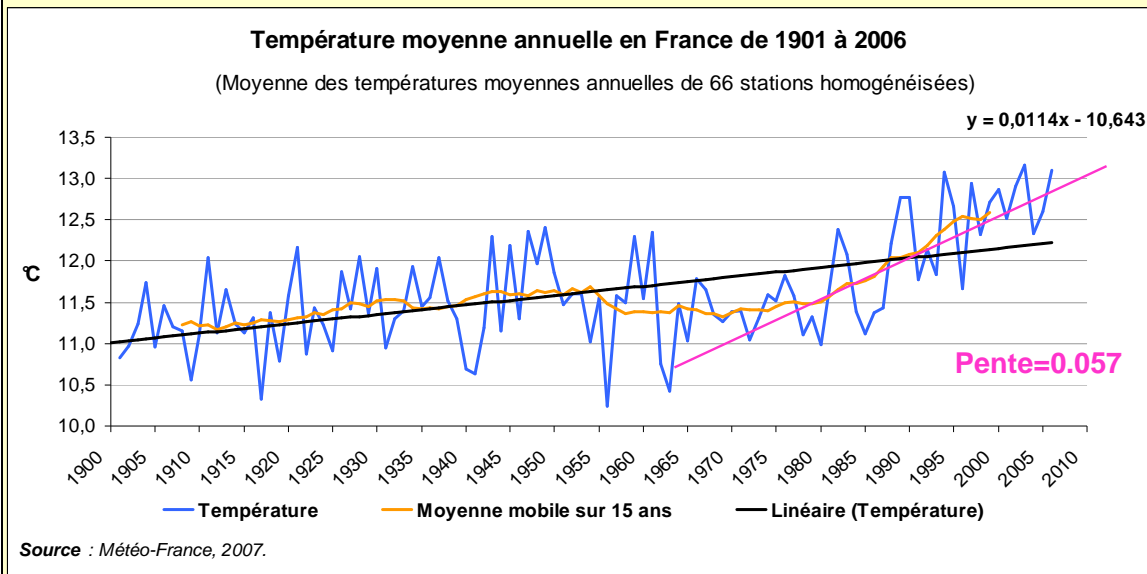


Perte moyenne en matière sèche sur 30 ans: -25% (de 35% à 25% du potentiel irrigué) mais cette évolution est masquée par la variabilité de la pluviométrie sur cette période

20

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

Comment se projeter dans le futur?

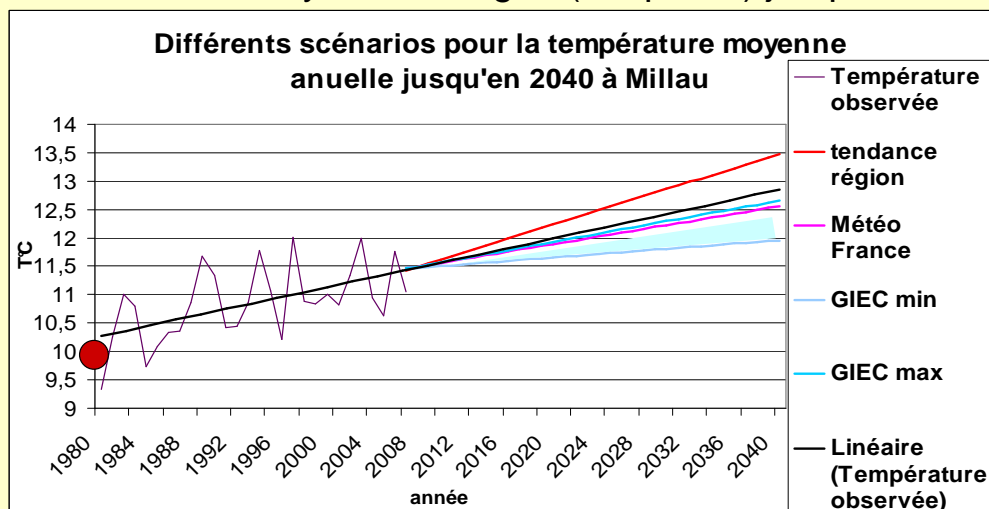


21

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelièvre-Finot, septembre 2008

Et le futur ?

A partir des tendances observées sur 3 stations (Millau, Montpellier, Lyon) sur la période 1980-2007, on prolonge une tendance moyenne corrigée (tempérée) jusqu'en 2040:

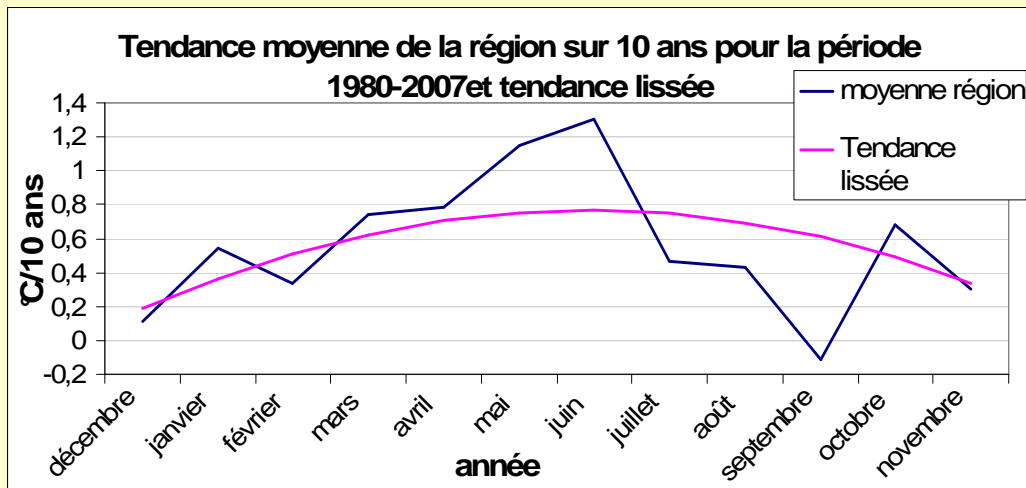


Sur la période 2008-2040:

→ Gain de **0.5 à 2°C** pour les températures moyennes annuelles selon le scénario

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelièvre-Finot, septembre 2008

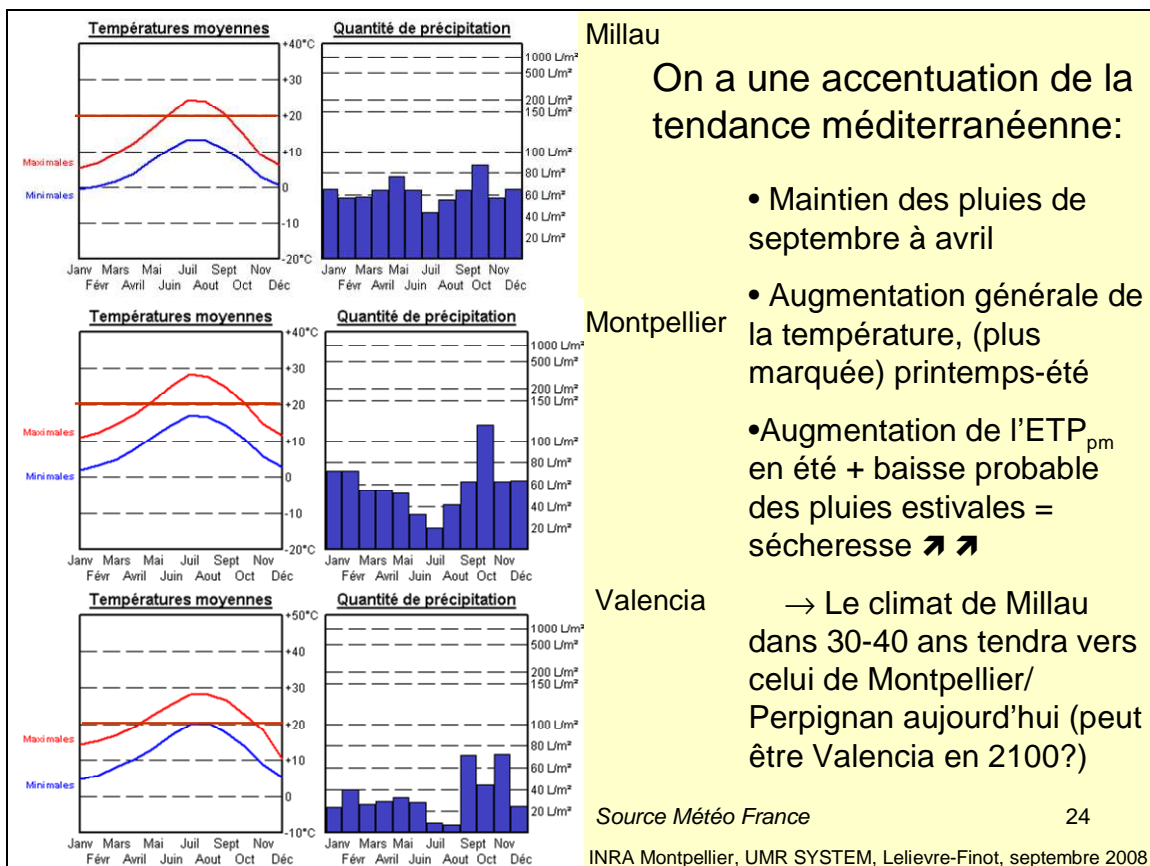
Des évolutions différentes mais logiques selon les mois



- En termes fourrager: - Baisse de production l'été
- Augmentation de la production au printemps
- Faible changement en hiver

23

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008



24

INRA Montpellier, UMR SYSTEM, Lelievre-Finot, septembre 2008

Ce qu'il faut retenir

1. De septembre à avril

- Pluviométrie excédentaire: l'évolution de la production fourragère dépend des températures (et CO₂).
- ↗ production de printemps acquise et à venir.
- ↗ production d'automne probable.
- Pas de changement de décembre à mi-février: températures et rayonnement resteront limitant.

2. De mai à août

- Températures élevées et pluviométrie déficitaire: Le ratio P/ETPpm de mai à août règle la production.
- Sécheresse plus précoce et plus intense.
- Tendance à une baisse de production.
- **MAIS très forte variabilité inter-annuelle à gérer** (↗ fréquence d'années à production quasi nulle de mi-mai à mi-septembre).