







Réunion finale du projet ERANETMED CHAAMS 4-5 Juillet 2022 à Toulouse

Impact du changement climatique sur l'arboriculture fruitière dans les régions semi-arides de la Tunisie (Kairouan, Sidi Bouzid et Sfax)

H. BenMoussa, O. Elloumi, N. Borgini, M. Ghrab et M. Ben Mimoun

Introduction

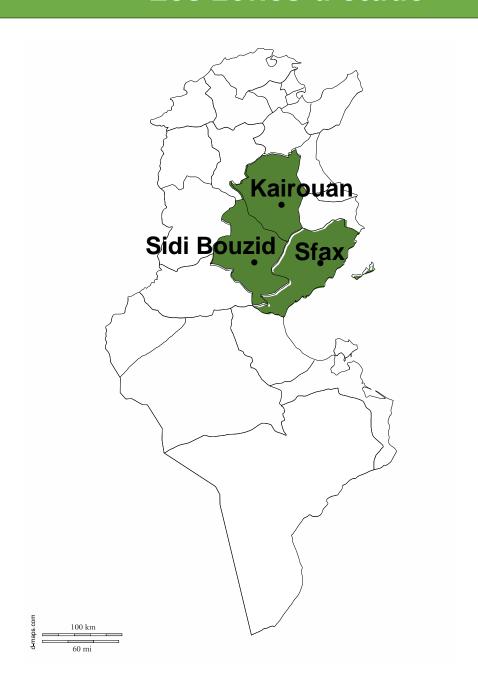
- ❖ Production fruitière, le choix de l'espèce et des variétés doit se baser sur l'adaptation aux conditions pédoclimatiques de la zone dont :
- ✓ La satisfaction des besoins en froid pour la levée de la dormance.
- ✓ La satisfaction des besoins en chaleur pour la maturation.

Introduction

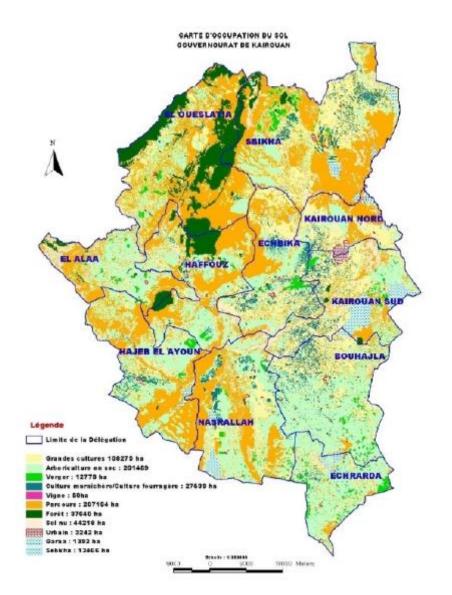
- → Vulnérabilité du secteur agricole en Tunisie et notamment dans les régions semi arides et arides au changement climatique, surtout pour les espèces fruitières:
- ✓ Hausse des températures:
- → Faible accumulation de froid hivernal → conséquences graves sur la phénologie et sur la production en quantité et en qualité
- → Une consommation d'eau plus élevée et une pression accrue sur les ressources naturelles
- **❖** Face à cette situation, jusqu'à nos jours:
- plusieurs agriculteurs n'ont pas les connaissances nécessaires pour choisir les variétés adéquates à leur environnement et qui s'adaptent aux changements climatiques futurs
- > Dans ce sens, il est nécessaire de:

Évaluer l'impact des changements climatiques futurs pour juger l'adaptation des espèces fruitières dans ces régions.

Les zones d'étude



Occupation du sol dans la région de Kairouan



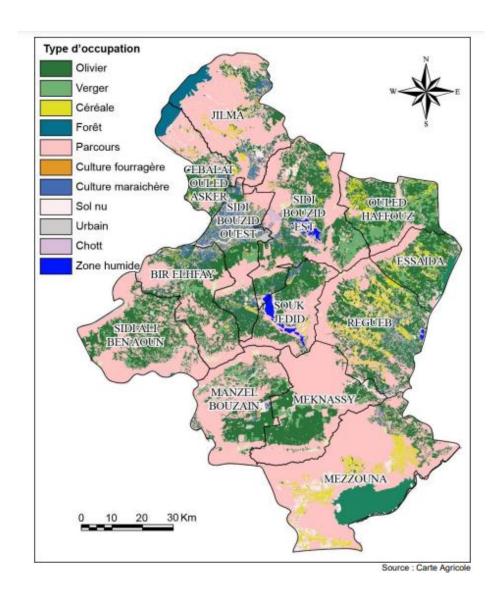
Superficie agricole totale de 615 000 ha dont 336000 ha cultivés

Arboriculture fruitière 217700 ha

Olivier (163700 ha)
Amandier (41000 ha)
Autres espèces fruitières (13000 ha): abricotier, pêcher, prunier, pommier, poirier, figuier, cognassier, grenadier, pistachier, agrumes et vigne

Carte d'occupation des sols de la région de Kairouan (Source :CRDA Kairouan)

Occupation du sol dans la région de Sidi Bouzid



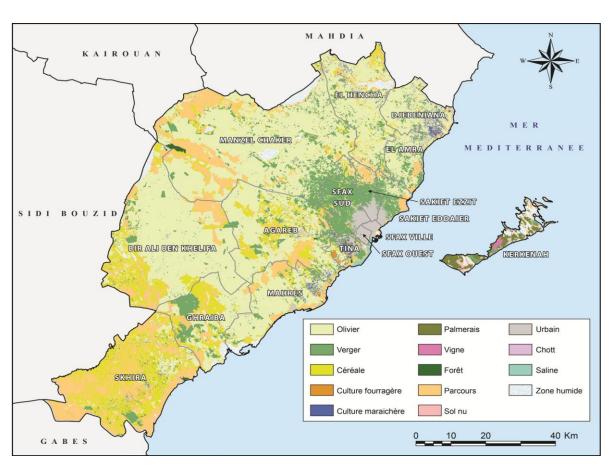


Arboriculture fruitière 322110 ha

Olivier (169900 ha)
Amandier (42000 ha)
Pistachier (7900 ha)
Pêcher (1327 ha)
Autres espèces fruitières (221127 ha): abricotier, pommier, poirier, figuier, grenadier

Carte d'occupation du sol de la région de Sidi Bouzid (Source :MEH, 2018)

Occupation du sol dans la région de Sfax



Carte d'occupation du sol de la région de Sfax (Source :MEH, 2013)



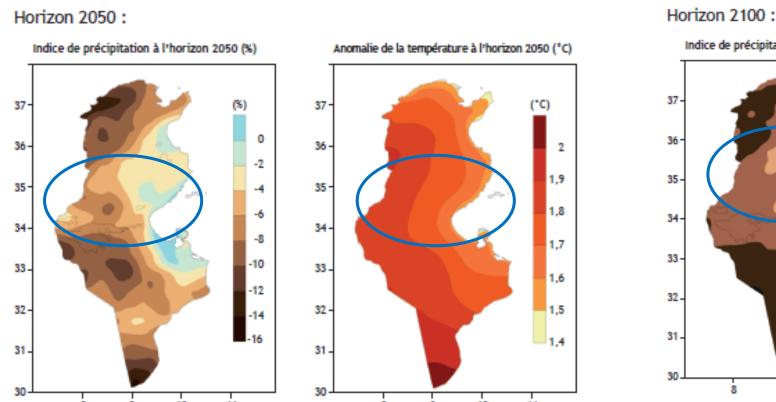
Arboriculture fruitière 420000 ha

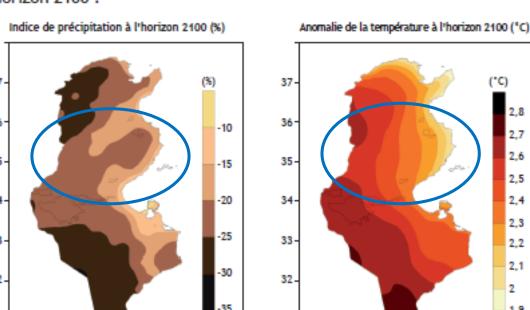
Olivier (356000 ha) Amandier (71000 ha) Pistachier (2600 ha) Pêcher (1200 ha)

Autres espèces fruitières (60200 ha): abricotier, prunier, pommier, poirier, figuier, grenadier, pistachier, agrumes et vigne

Introduction

- La Tunisie est parmi les pays les plus vulnérables :
- En 2050: augmentation de temperatures de 1.4 à + 2°C et diminution de pluviométrie jusqu'à -16%
- En 2100: augmentation de temperatures de 1.9 à + 2.8°C et diminution de pluviométrie jusqu'à -35%





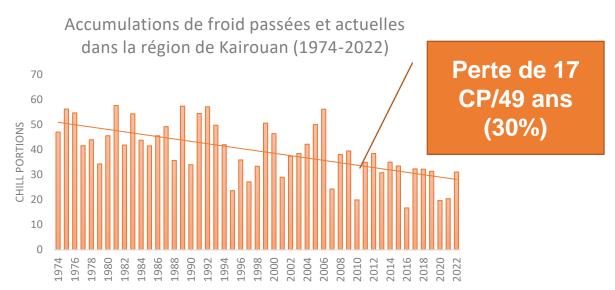
31.

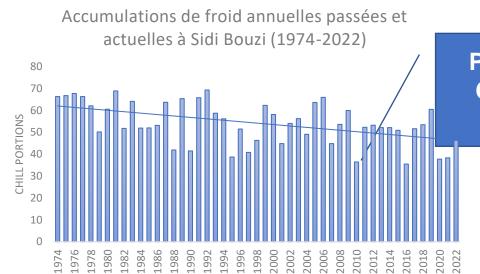
2,2

2.1

Situation passée et actuelle du froid dans les 3 régions d'étude

Évolution de l'accumulation du froid entre 1974 et 2022





Perte de 20 CP/49 ans (8%)

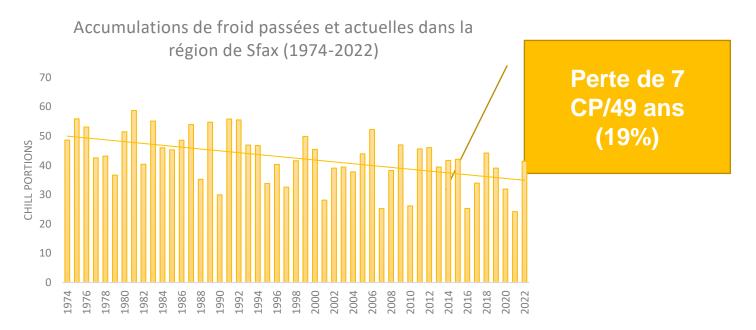


Tableau 1 Fréquences des hivers doux au cours de chaque décades pour les régions étudiées

Régions	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019	Total
Kairouan	0	1	2	2	5
Sfax	0	1	2	2	5
Sidi Bouzid	0	0	0	0	0

Remarque: nous avons considéré un hiver est doux si CP<30

→ A Kairouan, les hivers doux sont durant: 1995, 2001, 2007, 2010 et 2016

→ A Sfax, les hivers doux sont durant: 2001, 2007, 2010 et 2016

→ Augmentation de la fréquence des hivers doux à partir de 2000

Tableau 2 Accumulations de froid (en Chill Portions) pour 2020, 2021 et 2022 et le pourcentage de pertes par rapport à la moyenne des quantités accumulées au cours de la décade 2010-2019

Régions	2020	Perte (%)	2021	Perte (%)	2022	Perte (%)
Kairouan	19.7	-35.5	20.4	-33.0	31.0	+1.7
Sfax	31.9	-16.8	24.2	-36.9	41.4	+8.0
Sidi Bouzid	37.8	-24.2	38.3	-23.1	46.4	-6.9

→Durant les années 2020 et 2021 nous avons enregistré des hivers doux et des pertes des quantités de froid très importantes comparées à la décade 2010-2019

➤ Manque de froid hivernal → Besoins en froid non satisfaits → Conséquences observées





➤ Manque de froid hivernal → Besoins en froid non satisfaits → Conséquences observées





➤ Manque de froid hivernal → Besoins en froid non satisfaits → Conséquences observées





➤ Manque de froid hivernal → Besoins en froid non satisfaits → Conséquences observées





➤ Manque de froid hivernal → Besoins en froid non satisfaits → Conséquences observées





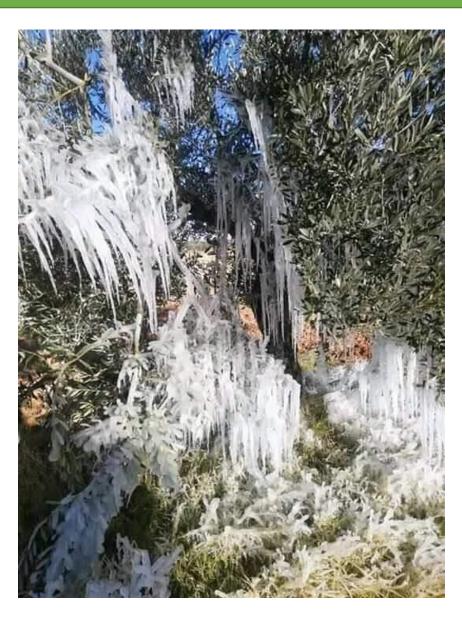
➢ Manque de froid hivernal → Besoins en froid non satisfaits → Conséquences observées





Problèmes liés aux évènements extrêmes observés chez l'olivier à Sidi Bouzid en Janvier 2021



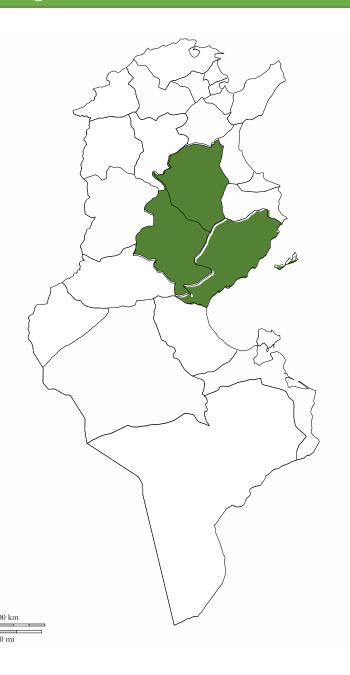




Brûlures des rameaux sous l'effet de la gelée

Projection des accumulations de froid passées et futurs du dans les 3 régions d'étude

Projections de l'accumulation de froid dans le passé et dans le futur



- Températures journalières entre 1973 et 2022: TminTmax
- > AFRICLIM :scénarios de CC pour l'Afrique: RCP4.5 + RCP8.5 en 2041-2070 et en 2071-2100
- WorldClim baseline 1950-2000

Générateur météorologique RMAWGEN

6 scénarios passés
72 scénarios futurs (18
combinaison de
modèles climatiques
pour chaque RCP et
chaque tranche de
temps)

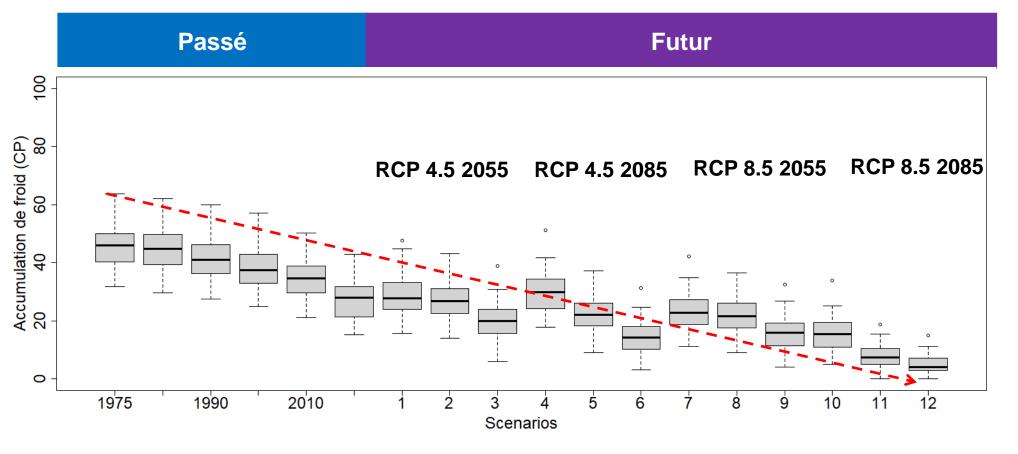
Projection des accumulations de froid passées et futures (distribution représentant 100 saisons d'hiver indépendantes)

Identifier de 3 scénarios: optimiste, intermédiaire et pessimiste

Calcul du 10^{ème} centile de la distribution du froid (SWC)

Détecter les risques du changement climatique futur

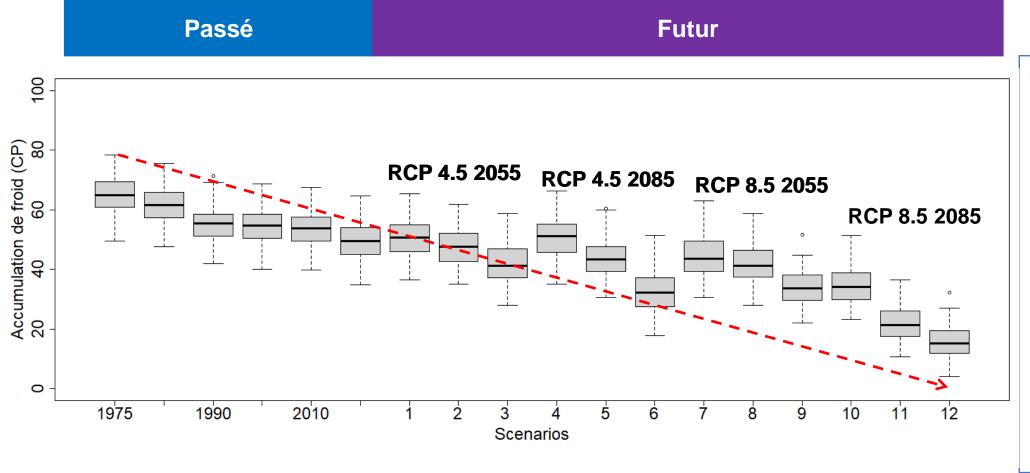
Distributions des accumulations du froid à Kairouan



- Diminution du froid hivernal entre 1975 et 2020 (perte de 18 CP en 47 ans)
- Baisse plus importante du froid hivernal en 2041-2070 (2055) et encore plus en 2071-2100 (2085).

Distribution des quantités de froid passées (1975, 1980, 1990,2000, 2010 & 2020) et futures (2041-2070 et 2071-2100) du 1er octobre au 28 février dans la région de Kairouan. Chaque boxplot illustre la distribution du froid attendu sur 100 ans de conditions météorologiques synthétiques, les bords des boxplolts indiquant les $25^{\text{ème}}$ et $75^{\text{ème}}$ centiles. Pour les scénarios futurs chaque 3 boxplots correspondent respectivement aux scénarios optimiste (NOAA-SMHI); intermédiaire (ICHEC-KNMI) et pessimiste (MOHC-KNMI)

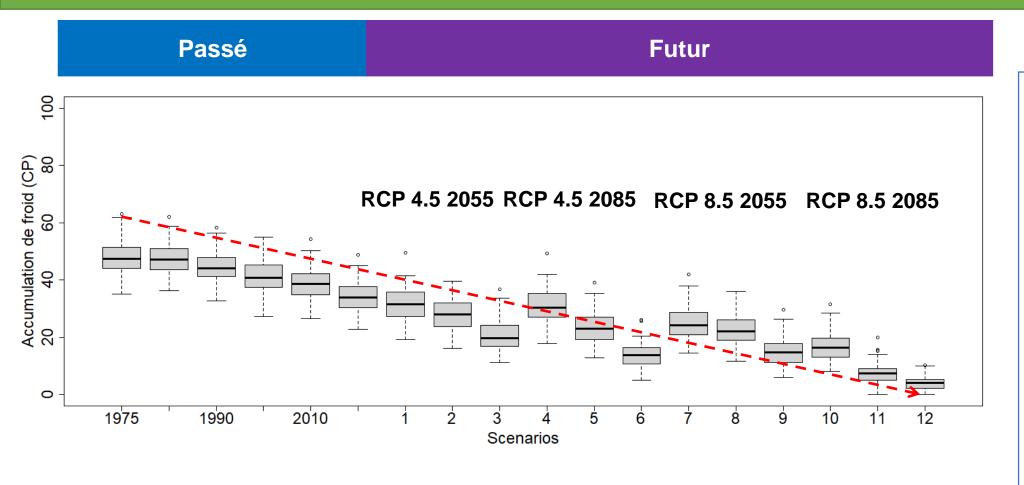
Distributions des accumulations du froid à Sidi Bouzid



- Diminution du froid hivernal entre 1975 et 2020 (perte de 15 CP en 47 ans)
 - Baisse significative du froid hivernal en 2041-2070 (2055) et encore plus en 2071-2100 (2085).

Distribution des quantités de froid passées (1975, 1980, 1990,2000, 2010 & 2020) et futures (2041-2070 et 2071-2100) du 1er octobre au 28 février dans la région de Sidi Bouzid. Chaque boxplot illustre la distribution du froid attendu sur 100 ans de conditions météorologiques synthétiques, les bords des boxplolts indiquant les 25ème et 75ème centiles. Pour les scénarios futurs chaque 3 boxplots correspondent respectivement aux scénarios optimiste (NOAA-SMHI); intermédiaire (ICHEC-KNMI) et pessimiste (MOHC-KNMI)

Distributions des accumulations du froid à Sfax



- diminution du froid hivernal entre 1975 et 2020 (perte de 15 CP en 47 ans)
- significative du froid hivernal en 2041-2070 (2055) et encore plus en 2071-2100 (2085).

Distribution des quantités de froid passées (1975, 1980, 1990,2000, 2010 & 2020) et futures (2041-2070 et 2071-2100) du 1er octobre au 28 février dans la région de Sfax. Chaque boxplot illustre la distribution du froid attendu sur 100 ans de conditions météorologiques synthétiques, les bords des boxplots indiquant les $25^{ème}$ et $75^{ème}$ centiles. Pour les scénarios futurs chaque 3 boxplots correspondent respectivement aux scénarios optimiste (NOAA-SMHI); intermédiaire (ICHEC-KNMI) et pessimiste (MOHC-KNMI)

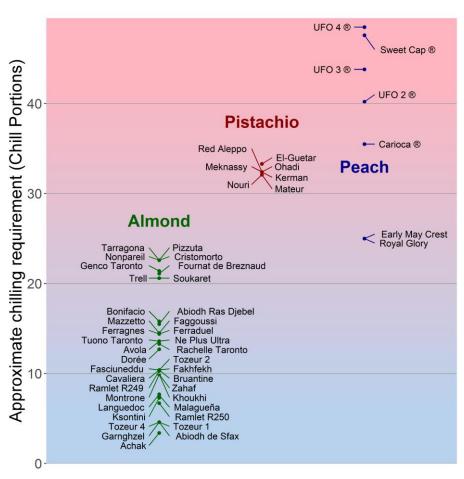
Impact du changement climatique futur sur l'adaptation des espèces fruitières dans les régions d'étude

Besoins en froid des espèces fruitières les plus cultivées

Comparaison

Accumulation de froid pendant la phase de froid des variétés

SWC futurs: seuil minimal de froid obtenue dans 90% des années dans le futur

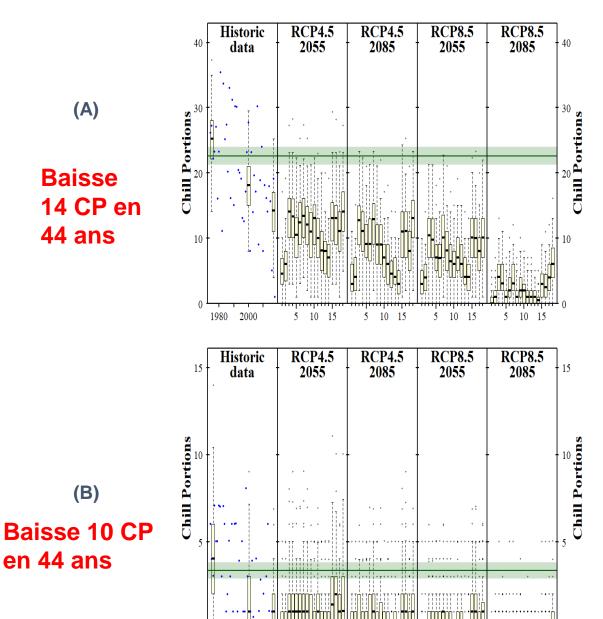


Besoins en froid des variétés d'olivier en Tunisie selon Elloumi et al. (2020)

Variétés	Chill Portions		
Chemlali	32.5		
Chemchali	33.3		
Oueslati	33.6		
Chetoui	33.5		
Koroneiki	33.3		
Arbequina	32.9		

Besoins en froid des variétés d'amandier, pistachier et pêcher selon Benmoussa et al. (2017a,b),Ghrab et al. (2014) et Navarro et al. (2015)

Source : Benmoussa et al. (2020)



5 10 15

5 10 15

(A)

Baisse

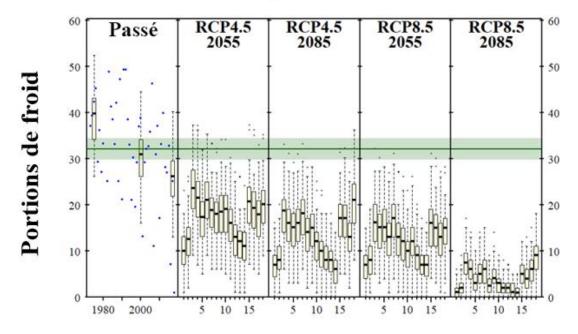
44 ans

(B)

en 44 ans

Baisse 18 PF en 44 ans

Variété de pistachier Mateur



Répartition historique et future (2041-2070 et 2071-2100) de l'accumulation du froid (1975, 2000 et 2017) pour l'amandier 'Nonpareil' (A) and 'Achaak' (B) et pistachier 'Mateur' pendant la phase d'accumulation de froid respective à chaque variété et à Sfax (Benmoussa et al., 2019)

Impact sur l'adaptation des espèces fruitières

2- Espèces et variétés adaptées dans le futur selon le scénario intermédiaire

- Cas de l'amandier:
- > Toutes les variétés à Sidi Bouzid vs un choix plus limité à Kairouan et Sfax sous RCP4.5 et RCP8.5 2055
- Variétés ≤ 14 CP à Sidi Bouzid vs ≤ 4 et ≤ 3 CP respectivement à Kairouan et Sfax sous RCP8.5 2085
- Cas du pistachier:
- > Sidi Bouzid sous RCP 4.5 et RCP8.5 2055
- Cas de l'olivier:
- > Toutes les variétés : Uniquement à Sidi Bouzid sous RCP 4.5 et sous RCP8.5 2055

Impact du changement climatique dans le futur

Températures élevées



Faible ou perte presque de la totalité de l'accumulation en froid dans les régions semi-aride

Effet sur l'adaptation des espèces



Limite du choix des variétés à planter y compris l'olivier



Plantation des variétés à faibles besoins en froid



Eau



Augmentation de l'ET et forte demande en eau Cycles des arbres différents



Espèces avec des besoins en eau élevés

Faibles précipitations + des vagues de sécheresse récurrentes



Limite de la disponibilité de l'eau > Reconsidérer les besoins en eau



Prédiction de la disponibilité des quantités d'eau dans le futur

Conclusions

- Augmentation des températures durant les 50 dernières années → pertes significatives des quantités de froid accumulées.
- Les hivers 2020 et 2021 sont deux hivers doux et qui ont eu un impact sur la production des espèces et variétés avec des besoins en froid élevés.
- Si les températures vont augmenter encore plus dans le futur:
- →Toutes les régions semi-arides étudiées manqueront de froid hivernal et surtout vers la fin du siècle et avec le RCP le plus sévère.
- → Sfax et Kairouan seront plus touchées et pourront perdre la totalité de leurs SWC avec le RCP8.5 vers 2071-2100.
- Pour les trois scénarios sélectionnés, il semble que les pertes de froid dans la plupart des projections futures pourraient permettre de cultiver uniquement l'amandier et l'olivier mais dans certains cas la culture du pistachier et quelques variétés de pêcher pourront être aussi possibles d'ici 2055.

→ Ceci entrainera un changement de la répartition des espèces et des variétés fruitières dans la par rapport à la situation actuelle

Conclusions

Les stratégies sur la disponibilité des quantités d'eau et la préservation des ressources devront tenir compte des nouvelles répartitions des espèces et variétés les plus adaptées.

Merci pour votre attention!

