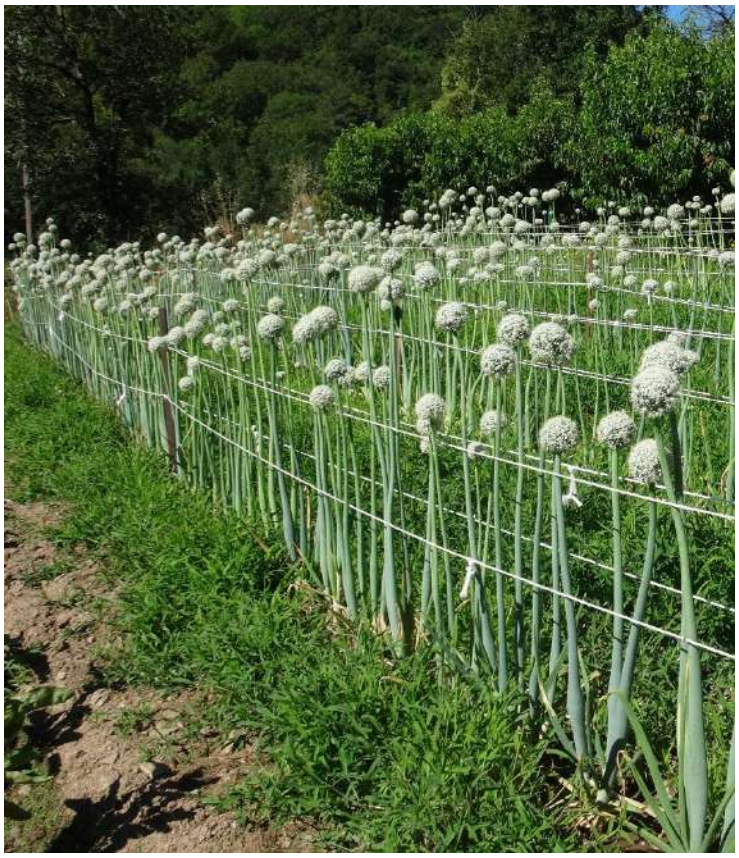
# Livret des indicateurs climatiques et agro-climatiques en arboriculture et maraichage.

*Analyse, impacts*

*et mesures d'adaptation*



*Territoire : Communauté de Communes Causses Aigoual Cévennes Terres Solidaires*

*Source : Climadiag-agriculture*

*Scenario : TRACC*

# Table des matières

**Méthodologie** ..... **4**

**1- Indicateurs climatiques** ..... **5**

Températures moyennes annuelles (°C) ..... 5

Températures moyennes saisonnières (°C) ..... 6

Températures moyennes mensuelles (°C) ..... 8

Nombre de jours de gel par an ..... 10

Nombre de jours estivaux par an (Température max>25°C) ..... 11

Cumul annuel des précipitations (mm) ..... 12

Cumul saisonnier des précipitations (mm) ..... 13

Cumul mensuel des précipitations (mm) ..... 15

Cumul annuel de l'ETP (mm) ..... 17

Cumul saisonnier de l'ETP (mm) ..... 18

Cumul mensuel de l'ETP (mm) ..... 20

Cumul annuel du bilan hydrique (mm) ..... 22

Cumul saisonnier du bilan hydrique (mm) ..... 23

Cumul mensuel du bilan hydrique (mm) ..... 25

**2- Indicateurs agro-climatiques** ..... **27**

Nb de jours de gel tardif après le 01/03 et date du dernier jour de gel ..... 27

Nombre de jours où la température minimale est inférieure à 3°C du 01/10 au 31/01 ..... 29

Stress thermique pour la pomme de terre (nb jours avec T>29°C) ..... 30

Nombre de jours où la température dépasse 30°C ..... 31

Nb de jours où la température dépasse 30°C au mois de juin ..... 32

Nombre de jours où la température dépasse 35°C ..... 33

Nombre de jours où la température minimale est >20°C (= nuits tropicales), entre avril et septembre ..... 34

Date de franchissement du seuil de 900° jours (base0, initié au 1er janvier) ..... 35

Stress hydrique (pluies-ETP) pour la pomme de terre ..... 36

Cumul de déficit hydrique quotidien (précipitations-ETP) sur le cycle de développement (1er avril au 30 septembre) ..... 37

Nb de jours de pluies intenses au semis (>25mm), du 1er mars au 31 juillet ..... 38

**3- Impacts potentiels sur les productions** ..... **39**

Anticipation des stades phénologiques et raccourcissement des phases ..... 39

Manque de froid hivernal ..... 39

Diminution du risque de gelées printanières ..... 40
Stress thermique ..... 40
Prolongation de la saison de production ..... 41
Stress hydrique ..... 42
Problèmes de pollinisation ..... 42
Modifications des maladies et ravageurs ..... 42
Excès d'eau à l'automne ..... 43
Impacts des phénomènes extrêmes (tempêtes, inondations…) ..... 43
Autre ..... 43
**4- Quelques exemples de mesures d'adaptation possibles ..... 45**
Optimiser la conduite des vergers ..... 45
Améliorer les propriétés du sol ..... 46
Assurer une couverture régulière du sol ..... 46
Produire sous ombrage et gérer le climat sous abris ..... 47
Adapter le matériel végétal (espèces et variétés) et l'assolement ..... 47
Gérer l'eau et l'irrigation ..... 48
Diversifier les ateliers ..... 49

# Méthodologie

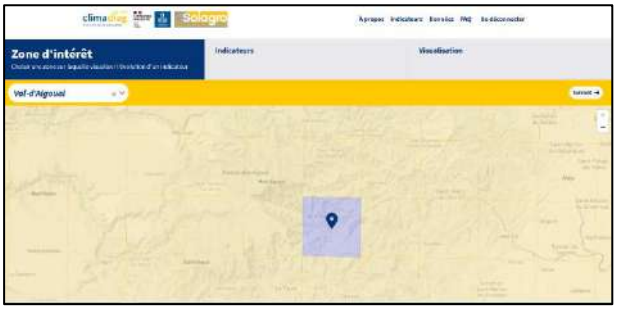
## Données

Les données de projection climatiques sont issues du portail https://climadiag-agriculture.fr/

Climadiag-Agriculture est un service climatique dédié à l'agriculture. Les données mises à disposition correspondent aux **17 projections** du jeu TRACC-2023 distribuées sur le portail DRIAS – les futurs du climat et issues du projet national Explore 2.

Il offre la possibilité de sélectionner des indicateurs parmi plus de 150 (adaptés à diverses filières agricoles), **pour un point donné.**

Afin de qualifier le climat futur sur le territoire de la communauté de communes Causses Aigoual Cévennes Terres Solidaires, le point de référence choisi est **Val d'Aigoual.** Les évolutions climatiques sont quasi similaires au niveau des autres points du territoire de la communauté de communes




## Scénario

Les projections climatiques ont été réalisées selon la **TRACC** : Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique

Définie à partir du scénario tendanciel selon les scientifiques du GIEC, elle doit servir de référence à toutes les actions d'adaptation menées en France.

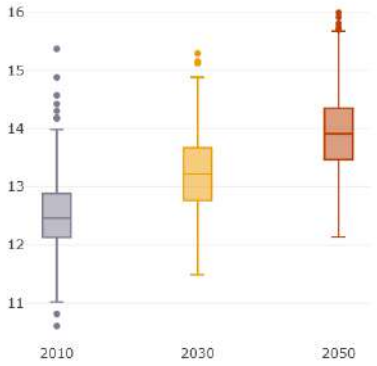
Dans le scénario retenu, le réchauffement mondial se poursuit et atteint +3°C en 2100 par **rapport à l'ère préindustrielle**, soit environ + 4 °C en moyenne sur la France hexagonale.



# 1- Indicateurs climatiques

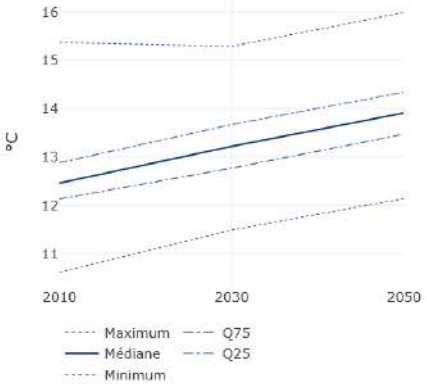
## Températures moyennes annuelles (°C)

**T - Température moyenne annuelle (°C)**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 15.37 | 15.29 | 15.99 |
| 95e centile | 13.53 | 14.18 | 15.18 |
| 75e centile | 12.88 | 13.67 | 14.34 |
| Médiane | 12.46 | 13.22 | 13.91 |
| 25e centile | 12.13 | 12.77 | 13.47 |
| 5e centile | 11.52 | 12.18 | 12.75 |
| Minimum | 10.61 | 11.49 | 12.14 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**

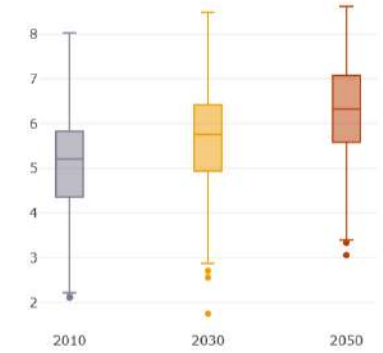



A Val d'Aigoual, la température moyenne annuelle passe de 12.46°C en 2010 à 13.91°C en 2050 (valeurs médianes). On constate donc une augmentation de l'ordre de +0.76°C entre 2010 et 2030 et + 1.45°C entre 2010 et 2050

La variabilité interannuelle des températures moyennes annuelles reste importante : vers 2050 la température moyenne annuelle peut varier de 12.14°C à 15.99°C, soit une différence de **3.85°C** entre les années extrêmes. Cette variation était de 4.76°C en 2010

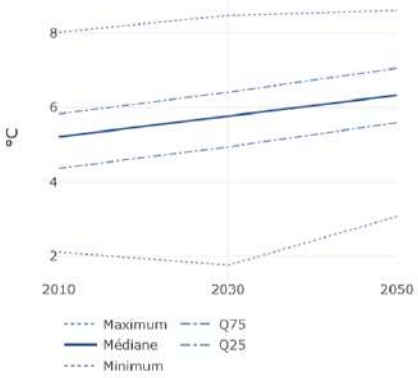
# Températures moyennes saisonnières (°C)

## T - Température moyenne en hiver (°C)

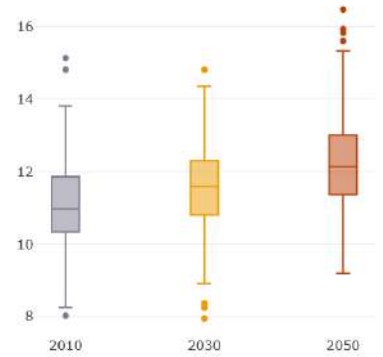



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 8.03 | 8.48 | 8.62 |
| 95e centile | 6.94 | 7.36 | 7.98 |
| 75e centile | 5.83 | 6.41 | 7.06 |
| Médiane | 5.21 | 5.76 | 6.33 |
| 25e centile | 4.36 | 4.94 | 5.59 |
| 5e centile | 3.3 | 3.66 | 4.32 |
| Minimum | 2.11 | 1.75 | 3.06 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

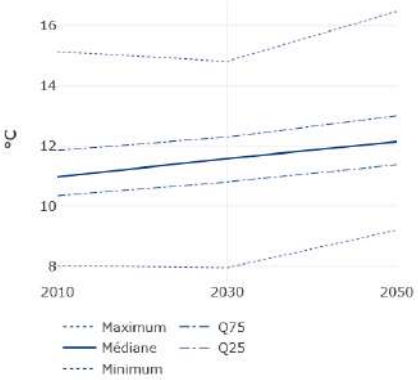



## T - Température moyenne au printemps (°C)

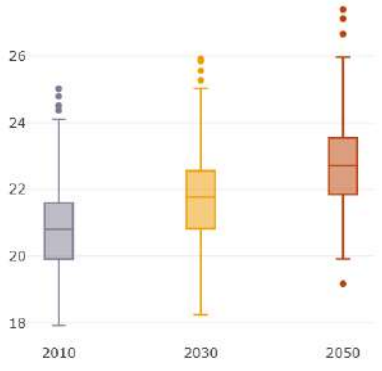



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 15.13 | 14.81 | 16.47 |
| 95e centile | 12.85 | 13.48 | 14.14 |
| 75e centile | 11.85 | 12.29 | 13 |
| Médiane | 10.97 | 11.58 | 12.14 |
| 25e centile | 10.34 | 10.8 | 11.37 |
| 5e centile | 9.28 | 9.9 | 10.33 |
| Minimum | 8.03 | 7.95 | 9.2 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

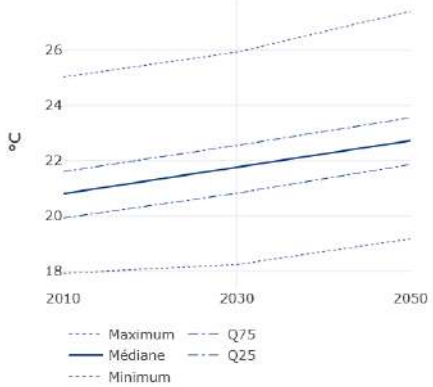



## T - Température moyenne en été (°C)

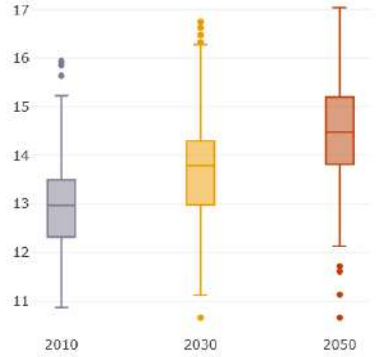



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 25.02 | 25.92 | 27.4 |
| 95e centile | 23.13 | 24.19 | 24.85 |
| 75e centile | 21.6 | 22.55 | 23.55 |
| Médiane | 20.8 | 21.77 | 22.72 |
| 25e centile | 19.92 | 20.82 | 21.86 |
| 5e centile | 18.83 | 19.78 | 20.66 |
| Minimum | 17.92 | 18.24 | 19.17 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

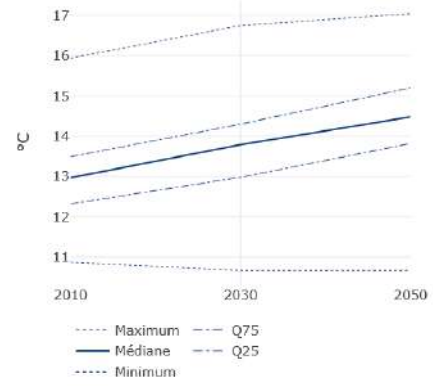



## T - Température moyenne en automne (°C)




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 15.94 | 16.75 | 17.04 |
| 95e centile | 14.4 | 15.33 | 16.12 |
| 75e centile | 13.49 | 14.3 | 15.2 |
| Médiane | 12.97 | 13.79 | 14.48 |
| 25e centile | 12.32 | 12.98 | 13.82 |
| 5e centile | 11.49 | 12.08 | 12.69 |
| Minimum | 10.87 | 10.66 | 10.66 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur



L’analyse en fonction des saisons permet de préciser les saisons où le réchauffement est plus ou moins marqué.

Toutes les saisons sont touchées par un réchauffement important entre 2010 et 2050 :

+1.12°C en hiver

+1.17°C au printemps

**+1.92°C en été**

+1.51°C en automne

C’est en été et automne que le réchauffement est le plus important

La variabilité interannuelle reste importante en 2050, pour la température moyenne de la saison, selon les années, on constate des écarts de :

5.56°C en hiver

7.27°C au printemps

**8.23°C en été**

6.38°C en automne

# Températures moyennes mensuelles (°C)

**Janvier :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 8.57 | 9.15 | 9.15 |
| 95e centile | 7.17 | 7.83 | 7.99 |
| 75e centile | 5.82 | 6.42 | 6.83 |
| Médiane | 4.78 | 5.3 | 5.78 |
| 25e centile | 3.58 | 4.1 | 4.6 |
| 5e centile | 1.83 | 1.65 | 2.89 |
| Minimum | 0.24 | -0.27 | -0.34 |

**Février :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 9.46 | 10.54 | 10.54 |
| 95e centile | 8.1 | 8.61 | 9.06 |
| 75e centile | 6.36 | 6.91 | 7.57 |
| Médiane | 5.38 | 5.78 | 6.5 |
| 25e centile | 4.13 | 4.64 | 5.08 |
| 5e centile | 1.89 | 2.67 | 2.75 |
| Minimum | 0.22 | 0.08 | 0.17 |

**Mars :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 11.71 | 14.17 | 14.17 |
| 95e centile | 10.26 | 10.98 | 11.53 |
| 75e centile | 8.9 | 9.42 | 9.64 |
| Médiane | 7.7 | 8.29 | 8.7 |
| 25e centile | 6.7 | 7.05 | 7.64 |
| 5e centile | 5.23 | 5.6 | 5.81 |
| Minimum | 3.1 | 3.01 | 3.9 |

**Avril :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 15.49 | 15.95 | 17.25 |
| 95e centile | 14.07 | 13.9 | 14.59 |
| 75e centile | 11.81 | 12.25 | 12.92 |
| Médiane | 10.7 | 11.12 | 11.73 |
| 25e centile | 9.88 | 10.27 | 10.64 |
| 5e centile | 8.06 | 8.45 | 9.04 |
| Minimum | 6.29 | 4.74 | 8.02 |

**Mai :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 20.56 | 19.44 | 20.62 |
| 95e centile | 17.31 | 17.94 | 19.04 |
| 75e centile | 15.66 | 16.37 | 17.22 |
| Médiane | 14.44 | 15.28 | 16.01 |
| 25e centile | 13.42 | 14.15 | 14.72 |
| 5e centile | 12.27 | 12.72 | 13.33 |
| Minimum | 9.8 | 10.85 | 11.24 |

**Juin :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 24.15 | 25.94 | 25.23 |
| 95e centile | 22.07 | 23.29 | 23.27 |
| 75e centile | 20.17 | 21.08 | 21.88 |
| Médiane | 18.81 | 19.42 | 20.7 |
| 25e centile | 17.74 | 18.3 | 19.39 |
| 5e centile | 16.51 | 16.82 | 17.55 |
| Minimum | 14.55 | 15.35 | 15.08 |

**Juillet :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 28.44 | 28.47 | 30.23 |
| 95e centile | 25.28 | 26.11 | 27.32 |
| 75e centile | 23.12 | 24.34 | 25.08 |
| Médiane | 21.98 | 23.02 | 23.86 |
| 25e centile | 20.87 | 21.76 | 22.47 |
| 5e centile | 19.17 | 20.41 | 21.03 |
| Minimum | 16.72 | 18.33 | 19.39 |

**Aout :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 28.93 | 28.31 | 29.14 |
| 95e centile | 24.44 | 25.64 | 26.7 |
| 75e centile | 22.34 | 23.76 | 24.86 |
| Médiane | 21.32 | 22.48 | 23.54 |
| 25e centile | 20.04 | 21.22 | 22.42 |
| 5e centile | 18.58 | 19.6 | 20.78 |
| Minimum | 17.2 | 17.92 | 19.47 |

**Septembre :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 21.29 | 23.25 | 24.2 |
| 95e centile | 19.93 | 20.87 | 22.14 |
| 75e centile | 18.49 | 19.2 | 20.22 |
| Médiane | 17.46 | 18.2 | 19.06 |
| 25e centile | 16.66 | 17.23 | 18.02 |
| 5e centile | 15.12 | 15.89 | 16.45 |
| Minimum | 13.5 | 14.22 | 14.34 |

**Octobre :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 18.59 | 17.28 | 17.58 |
| 95e centile | 15.17 | 16.04 | 16.36 |
| 75e centile | 14 | 14.46 | 15.3 |
| Médiane | 12.84 | 13.65 | 14.32 |
| 25e centile | 11.94 | 12.67 | 13.42 |
| 5e centile | 10.23 | 11.22 | 11.85 |
| Minimum | 9 | 10 | 9.78 |

**Novembre :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 12.17 | 14.14 | 13.87 |
| 95e centile | 10.95 | 11.99 | 12.29 |
| 75e centile | 9.57 | 10.29 | 10.98 |
| Médiane | 8.59 | 9.22 | 9.94 |
| 25e centile | 7.55 | 8.29 | 8.93 |
| 5e centile | 5.48 | 6.62 | 7.13 |
| Minimum | 3.17 | 4.58 | 4.58 |

**Décembre :**

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 8.83 | 9.84 | 10.81 |
| 95e centile | 7.77 | 8.37 | 9.18 |
| 75e centile | 6.75 | 7.33 | 8.03 |
| Médiane | 5.58 | 6.18 | 7.04 |
| 25e centile | 4.64 | 5.02 | 5.93 |
| 5e centile | 2.41 | 3.17 | 3.82 |
| Minimum | -1.07 | 0.42 | 0.42 |

L’accroissement des températures s’observe pour tous les mois de l’année.

Entre 2010 et 2050, les augmentations de température sont les suivantes :

Janvier : +1°C

Février : +1.12°C

Mars : +1°C

Avril : +1.03°C

Mai : +1.57°C

Juin : +1.89°C

Juillet : +.88°C

**Août : +2.22°C**

Septembre : +1.6°C

Octobre : +1.48°C

Novembre : +1.35°C

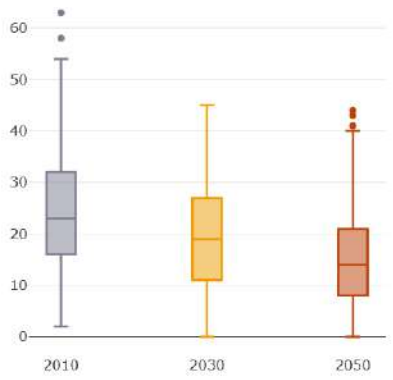
Décembre : +1.46°C

Cet accroissement de températures est le plus marqué au mois **d’août avec +2.22°C**

Les mois qui subissent la hausse la plus faible sont janvier et mars avec +1°C

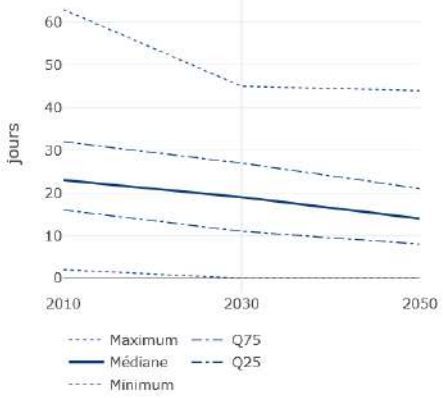
# Nombre de jours de gel par an

**T - Nombre de jours de gel par an**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 63 | 45 | 44 |
| 95e centile | 42 | 37.1 | 32 |
| 75e centile | 32 | 27 | 21 |
| Médiane | 23 | 19 | 14 |
| 25e centile | 16 | 11 | 8 |
| 5e centile | 6 | 5 | 2 |
| Minimum | 2 | 0 | 0 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**




On constate une nette diminution du nombre de jours de gel par an.

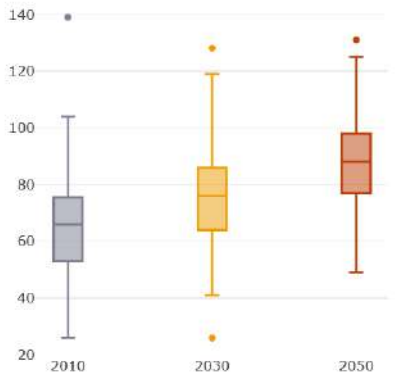
Entre 2010 et 2050, le nombre de jours de gel passe de 23 à 14 (**-9 jours**)

La variabilité interannuelle diminue fortement : l'amplitude, entre le nombre maximal et le nombre minimal de jours de gel par an, se réduit de 17 jours en raison de la raréfaction des basses températures.

Certaines années, il n'y aura plus de gel

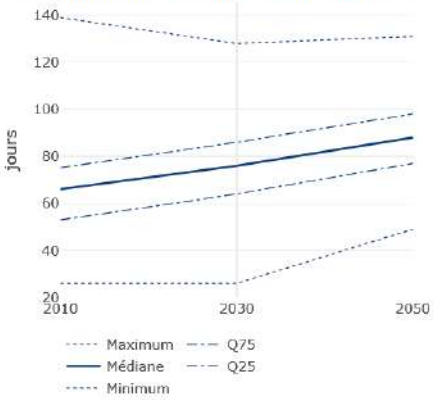
# Nombre de jours estivaux par an (Température max>25°C)

**T - Nombre de jours chauds (ou estivaux) par an**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 139 | 128 | 131 |
| 95e centile | 90.1 | 100.1 | 113 |
| 75e centile | 75.2 | 86 | 98 |
| Médiane | 66 | 76 | 88 |
| 25e centile | 53 | 64 | 77 |
| 5e centile | 39 | 52.9 | 62 |
| Minimum | 26 | 26 | 49 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**




On constate une augmentation du nombre de jours estivaux par an.

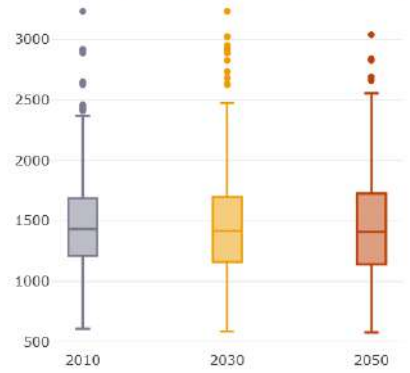
Entre 2010 et 2050, le nombre de jours où la température dépasse 25°C passe de 66 à 88 pour la valeur médiane (+22 jours)

Aux alentours de 2050, le nombre maximal de jours estivaux sera de **131, soit 1 jour sur 3**

La variabilité interannuelle diminue.

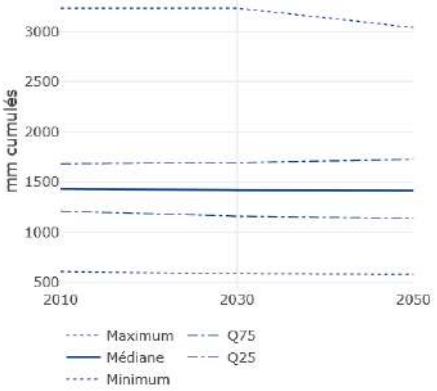
# Cumul annuel des précipitations (mm)

**H - Cumul de précipitations par an (mm)**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 3232 | 3232 | 3040 |
| 95e centile | 2199 | 2270 | 2230 |
| 75e centile | 1682 | 1695 | 1725 |
| Médiane | 1434 | 1418 | 1412 |
| 25e centile | 1211 | 1160 | 1141 |
| 5e centile | 857 | 858 | 848 |
| Minimum | 609 | 588 | 581 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**

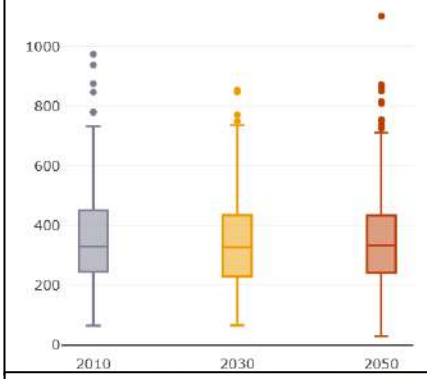



On constate une très légère diminution du volume annuel de précipitations entre 2010 et 2050 (**-22mm**) ce qui n'est pas significatif. Cela représente une baisse de 1.5%

La variabilité interannuelle du cumul annuel des précipitations évolue très légèrement (-164mm)

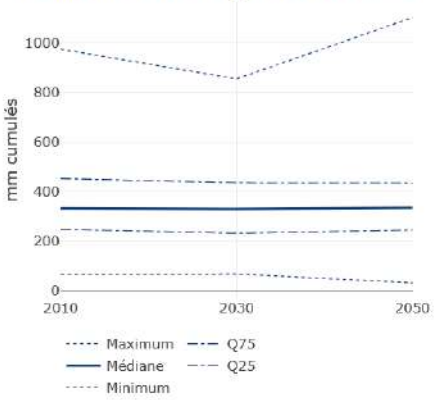
# Cumul saisonnier des précipitations (mm)

## H - Cumul de précipitation au printemps (mm)

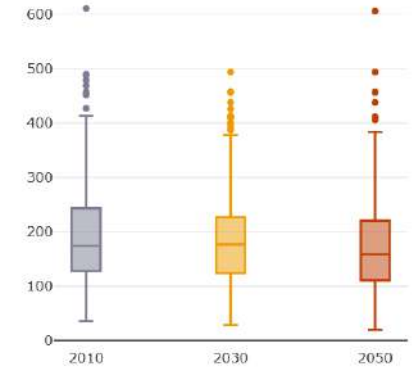



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 974 | 854 | 1102 |
| 95e centile | 676 | 645 | 637 |
| 75e centile | 451 | 434 | 433 |
| Médiane | 331 | 328 | 334 |
| 25e centile | 246 | 230 | 243 |
| 5e centile | 149 | 134 | 147 |
| Minimum | 65 | 66 | 30 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

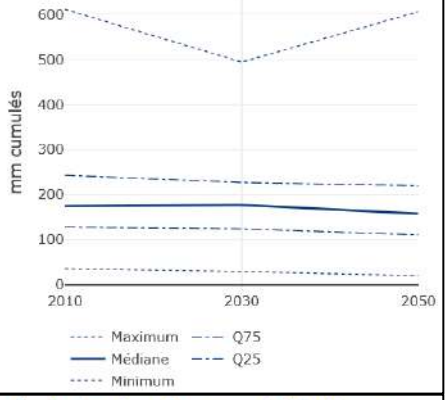



## H - Cumul de précipitations en été (mm)

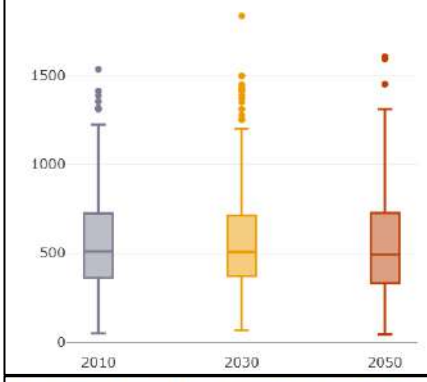



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 611 | 494 | 606 |
| 95e centile | 371 | 360 | 339 |
| 75e centile | 243 | 227 | 220 |
| Médiane | 174 | 177 | 158 |
| 25e centile | 128 | 124 | 111 |
| 5e centile | 71 | 69 | 58 |
| Minimum | 36 | 29 | 20 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

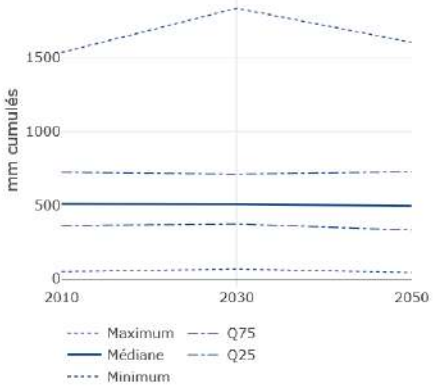



## H - Cumul de précipitation en automne (mm)

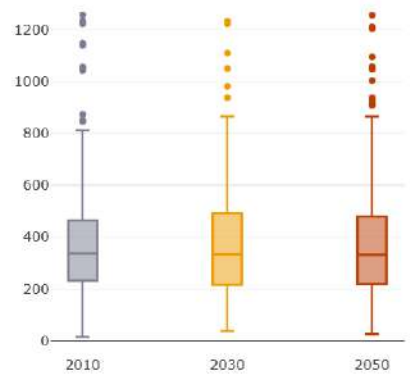



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1536 | 1836 | 1605 |
| 95e centile | 993 | 1111 | 1034 |
| 75e centile | 723 | 710 | 726 |
| Médiane | 510 | 508 | 494 |
| 25e centile | 361 | 372 | 332 |
| 5e centile | 166 | 188 | 144 |
| Minimum | 49 | 67 | 43 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

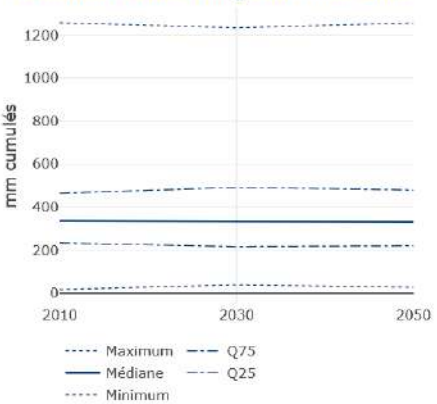



## H - Cumul de précipitation en hiver (mm)




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1257 | 1233 | 1256 |
| 95e centile | 748 | 723 | 834 |
| 75e centile | 464 | 491 | 479 |
| Médiane | 336 | 333 | 331 |
| 25e centile | 233 | 216 | 220 |
| 5e centile | 131 | 102 | 108 |
| Minimum | 16 | 38 | 26 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur



La baisse des précipitations ne se répartit pas régulièrement sur toute l'année. L'analyse par saisons permet de préciser l'évolution de la distribution des précipitations à Val d'Aigoual, en 2050

- Printemps (+3mm), variabilité 1072mm (+163mm)
- Eté (-16mm), variabilité 586mm (+11mm)
- Automne (-16mm), **variabilité 1562mm** (+75mm)
- Hiver (-5mm), variabilité 1230mm (-11mm)

Les évolutions sont faibles mais la variabilité interannuelle est très élevée en particulier en automne (épisodes cévenols) et souvent en augmentation

## Cumul mensuel des précipitations (mm)

### Janvier :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 469 | 697 | 565 |
| 95e centile | 315 | 372 | 334 |
| 75e centile | 175 | 179 | 182 |
| Médiane | 92 | 100 | 103 |
| 25e centile | 43 | 47 | 53 |
| 5e centile | 10 | 8 | 11 |
| Minimum | 1 | 0 | 0 |

### Février :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 739 | 739 | 589 |
| 95e centile | 307 | 321 | 327 |
| 75e centile | 149 | 144 | 170 |
| Médiane | 76 | 70 | 83 |
| 25e centile | 38 | 31 | 38 |
| 5e centile | 7 | 3 | 10 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

### Mars :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 607 | 520 | 702 |
| 95e centile | 279 | 275 | 277 |
| 75e centile | 150 | 154 | 173 |
| Médiane | 98 | 84 | 97 |
| 25e centile | 48 | 46 | 58 |
| 5e centile | 12 | 11 | 16 |
| Minimum | 0 | 1 | 1 |

### Avril :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 491 | 528 | 528 |
| 95e centile | 290 | 277 | 289 |
| 75e centile | 156 | 150 | 178 |
| Médiane | 98 | 98 | 106 |
| 25e centile | 57 | 54 | 55 |
| 5e centile | 17 | 18 | 12 |
| Minimum | 2 | 6 | 0 |

### Mai :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 500 | 413 | 583 |
| 95e centile | 283 | 281 | 253 |
| 75e centile | 179 | 166 | 160 |
| Médiane | 110 | 108 | 90 |
| 25e centile | 60 | 63 | 54 |
| 5e centile | 20 | 23 | 17 |
| Minimum | 2 | 0 | 0 |

### Juin :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 328 | 355 | 355 |
| 95e centile | 194 | 198 | 199 |
| 75e centile | 109 | 110 | 108 |
| Médiane | 69 | 70 | 61 |
| 25e centile | 37 | 38 | 33 |
| 5e centile | 10 | 11 | 10 |
| Minimum | 2 | 1 | 0 |

### Juillet :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 301 | 273 | 257 |
| 95e centile | 131 | 120 | 114 |
| 75e centile | 70 | 66 | 57 |
| Médiane | 40 | 38 | 29 |
| 25e centile | 21 | 19 | 15 |
| 5e centile | 6 | 5 | 4 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

### Aout :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 362 | 362 | 350 |
| 95e centile | 159 | 147 | 141 |
| 75e centile | 76 | 69 | 74 |
| Médiane | 44 | 47 | 44 |
| 25e centile | 21 | 23 | 23 |
| 5e centile | 6 | 4 | 4 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

### Septembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 619 | 1210 | 983 |
| 95e centile | 351 | 372 | 334 |
| 75e centile | 196 | 192 | 176 |
| Médiane | 95 | 108 | 98 |
| 25e centile | 46 | 49 | 45 |
| 5e centile | 10 | 13 | 6 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

### Octobre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1220 | 1364 | 1019 |
| 95e centile | 558 | 542 | 623 |
| 75e centile | 304 | 296 | 310 |
| Médiane | 180 | 184 | 170 |
| 25e centile | 84 | 87 | 83 |
| 5e centile | 20 | 26 | 18 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

### Novembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 974 | 1270 | 914 |
| 95e centile | 529 | 507 | 487 |
| 75e centile | 277 | 296 | 273 |
| Médiane | 150 | 163 | 149 |
| 25e centile | 65 | 80 | 75 |
| 5e centile | 15 | 26 | 27 |
| Minimum | 0 | 2 | 0 |

### Décembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1187 | 1187 | 699 |
| 95e centile | 350 | 364 | 366 |
| 75e centile | 185 | 172 | 159 |
| Médiane | 106 | 104 | 104 |
| 25e centile | 59 | 50 | 53 |
| 5e centile | 11 | 12 | 16 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

Entre 2010 et 2050, l'évolution des précipitations est la suivante :

Janvier : +11mm

Février : +7mm

Mars : -1mm

Avril : +8mm

**Mai : -20mm**

Juin : -8mm

Juillet : -11mm

Aout : 0

Septembre : +3mm

Octobre : -10mm

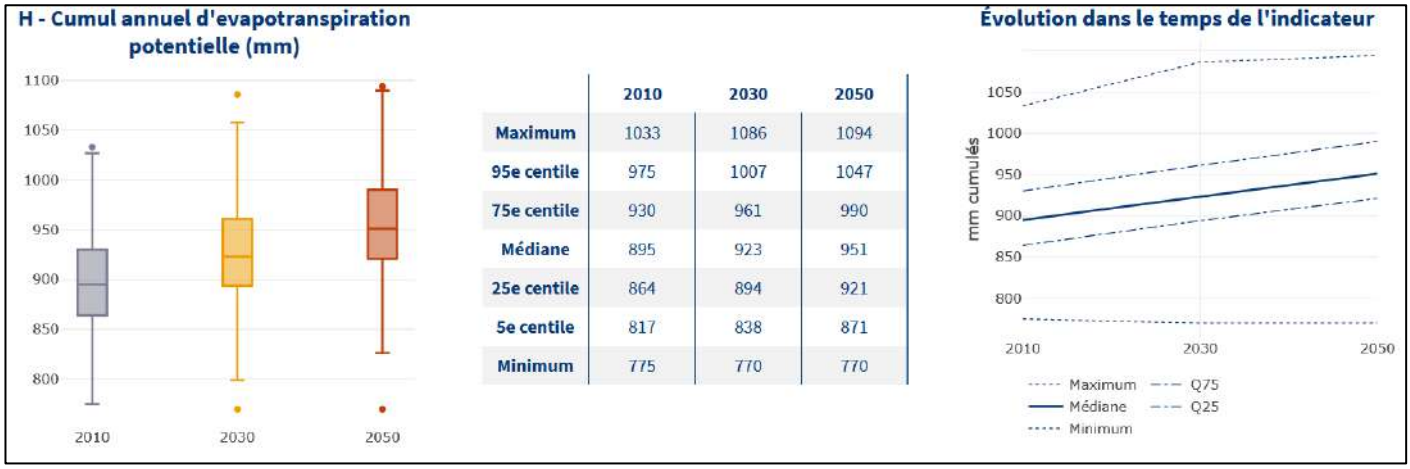
Novembre : -1mm

Décembre : -2mm

L'analyse de l'évolution des précipitations mensuelles montre que c'est toujours le mois d'octobre qui est le plus arrosé (médiane à 170mm en 2050) mais les évolutions les plus importantes sont situées en mai (à la baisse) et en janvier (à la hausse)

La variabilité interannuelle est très élevée tous les mois de l'année (>1000mm de septembre à décembre), il faut donc considérer les valeurs médianes avec prudence

# Cumul annuel de l’ETP (mm)




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1033 | 1086 | 1094 |
| 95e centile | 975 | 1007 | 1047 |
| 75e centile | 930 | 961 | 990 |
| Médiane | 895 | 923 | 951 |
| 25e centile | 864 | 894 | 921 |
| 5e centile | 817 | 838 | 871 |
| Minimum | 775 | 770 | 770 |



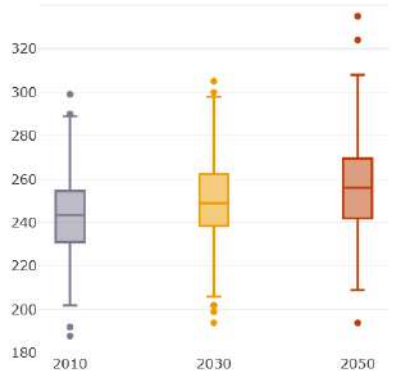

L’ETP augmente logiquement en suivant la même tendance que la courbe d’évolution des températures.

Entre 2010 et 2050, il augmente de **56 mm**

La variabilité interannuelle est relativement importante et en augmentation (+66mm)

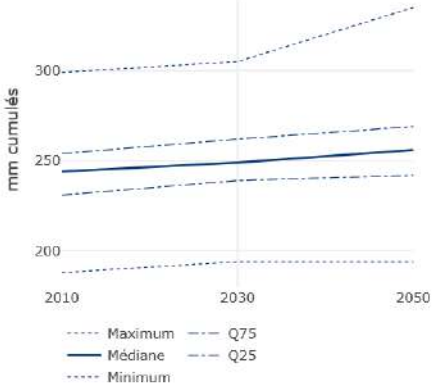
# Cumul saisonnier de l'ETP (mm)

## H - Cumul d'évapotranspiration potentielle (mm) au printemps

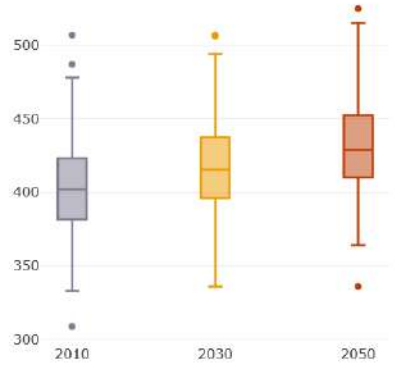



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 299 | 305 | 335 |
| 95e centile | 276 | 280 | 289 |
| 75e centile | 254 | 262 | 269 |
| Médiane | 244 | 249 | 256 |
| 25e centile | 231 | 239 | 242 |
| 5e centile | 211 | 221 | 222 |
| Minimum | 188 | 194 | 194 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

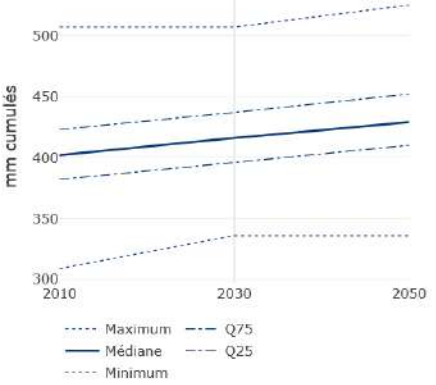



## H - Cumul d'évapotranspiration potentielle (mm) en été

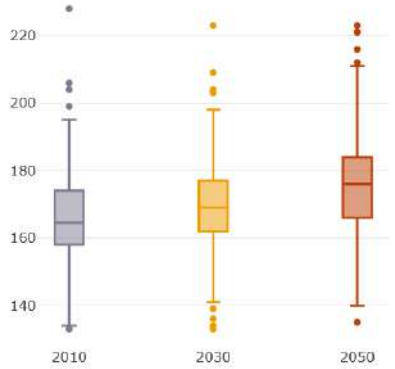



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 507 | 507 | 525 |
| 95e centile | 457 | 470 | 486 |
| 75e centile | 423 | 437 | 452 |
| Médiane | 402 | 416 | 429 |
| 25e centile | 382 | 396 | 410 |
| 5e centile | 351 | 371 | 381 |
| Minimum | 309 | 336 | 336 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

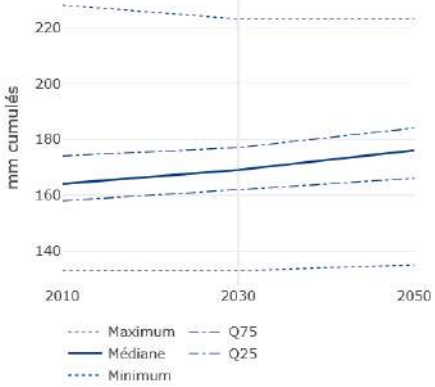



## H - Cumul d'évapotranspiration potentielle (mm) en automne

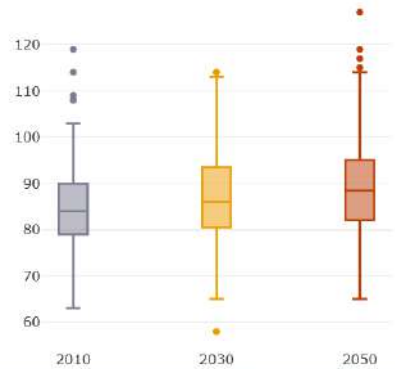



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 228 | 223 | 223 |
| 95e centile | 185 | 190 | 198 |
| 75e centile | 174 | 177 | 184 |
| Médiane | 164 | 169 | 176 |
| 25e centile | 158 | 162 | 166 |
| 5e centile | 145 | 149 | 155 |
| Minimum | 133 | 133 | 135 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

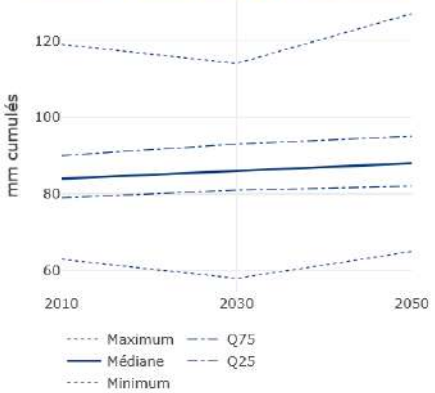



## H - Cumul d'évapotranspiration potentielle (mm) en hiver




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 119 | 114 | 127 |
| 95e centile | 98 | 104 | 106 |
| 75e centile | 90 | 93 | 95 |
| Médiane | 84 | 86 | 88 |
| 25e centile | 79 | 81 | 82 |
| 5e centile | 70 | 74 | 75 |
| Minimum | 63 | 58 | 65 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur



L’évapotranspiration augmente lors de toutes les saisons, comme les températures.

- Printemps : +12mm
- Eté : +27mm
- Automne : +12mm
- Hiver : +4mm

C’est en été (Juin Juillet Août) que la hausse est la plus importante avec 27 mm d’augmentation,

En hiver (Décembre Janvier Février) l’augmentation d’ETP est plus modérée avec +4 mm

La variabilité interannuelle augmente au printemps (+30mm)

## Cumul mensuel de l'ETP (mm)

### Janvier :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 41 | 43 | 48 |
| 95e centile | 34 | 36 | 37 |
| 75e centile | 29 | 30 | 31 |
| Médiane | 25 | 26 | 27 |
| 25e centile | 23 | 23 | 24 |
| 5e centile | 19 | 19 | 21 |
| Minimum | 17 | 15 | 16 |

### Février :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 47 | 50 | 59 |
| 95e centile | 40 | 43 | 44 |
| 75e centile | 36 | 37 | 37 |
| Médiane | 33 | 34 | 34 |
| 25e centile | 30 | 31 | 31 |
| 5e centile | 26 | 26 | 27 |
| Minimum | 22 | 20 | 24 |

### Mars :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 76 | 85 | 88 |
| 95e centile | 69 | 70 | 70 |
| 75e centile | 61 | 62 | 62 |
| Médiane | 56 | 57 | 58 |
| 25e centile | 51 | 53 | 53 |
| 5e centile | 46 | 48 | 48 |
| Minimum | 40 | 43 | 44 |

### Avril :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 104 | 106 | 108 |
| 95e centile | 95 | 95 | 100 |
| 75e centile | 85 | 87 | 89 |
| Médiane | 80 | 81 | 83 |
| 25e centile | 73 | 74 | 77 |
| 5e centile | 64 | 66 | 69 |
| Minimum | 56 | 56 | 63 |

### Mai :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 139 | 144 | 161 |
| 95e centile | 127 | 130 | 133 |
| 75e centile | 114 | 117 | 122 |
| Médiane | 107 | 109 | 113 |
| 25e centile | 99 | 103 | 105 |
| 5e centile | 89 | 92 | 93 |
| Minimum | 78 | 66 | 66 |

### Juin :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 166 | 167 | 173 |
| 95e centile | 148 | 152 | 152 |
| 75e centile | 132 | 136 | 142 |
| Médiane | 123 | 127 | 132 |
| 25e centile | 114 | 118 | 123 |
| 5e centile | 102 | 103 | 107 |
| Minimum | 78 | 79 | 79 |

### Juillet :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 190 | 194 | 208 |
| 95e centile | 174 | 177 | 184 |
| 75e centile | 156 | 163 | 168 |
| Médiane | 147 | 152 | 158 |
| 25e centile | 139 | 142 | 148 |
| 5e centile | 124 | 132 | 135 |
| Minimum | 110 | 124 | 122 |

### Aout :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 178 | 189 | 173 |
| 95e centile | 153 | 159 | 163 |
| 75e centile | 140 | 144 | 149 |
| Médiane | 130 | 136 | 141 |
| 25e centile | 121 | 128 | 133 |
| 5e centile | 110 | 118 | 122 |
| Minimum | 103 | 107 | 104 |

### Septembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 109 | 117 | 122 |
| 95e centile | 100 | 104 | 107 |
| 75e centile | 92 | 95 | 98 |
| Médiane | 86 | 88 | 93 |
| 25e centile | 81 | 84 | 86 |
| 5e centile | 74 | 75 | 79 |
| Minimum | 67 | 60 | 65 |

### Octobre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 90 | 80 | 80 |
| 95e centile | 61 | 61 | 64 |
| 75e centile | 52 | 54 | 56 |
| Médiane | 49 | 51 | 52 |
| 25e centile | 46 | 47 | 48 |
| 5e centile | 42 | 43 | 43 |
| Minimum | 38 | 39 | 35 |

### Novembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 49 | 46 | 48 |
| 95e centile | 39 | 36 | 39 |
| 75e centile | 31 | 31 | 33 |
| Médiane | 28 | 29 | 29 |
| 25e centile | 24 | 25 | 26 |
| 5e centile | 20 | 22 | 22 |
| Minimum | 16 | 17 | 18 |

### Décembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 44 | 45 | 40 |
| 95e centile | 33 | 34 | 34 |
| 75e centile | 27 | 28 | 28 |
| Médiane | 24 | 25 | 25 |
| 25e centile | 21 | 22 | 22 |
| 5e centile | 18 | 18 | 19 |
| Minimum | 15 | 15 | 16 |

Entre 2010 et 2050, l'évolution de l'ETP est la suivante :

Janvier : +2mm

Février : +1mm

Mars : +2mm

Avril : +3mm

Mai : +6mm

Juin : +9mm

Juillet : +11mm

Aout : +11mm

Septembre : +7mm

Octobre : +3mm

Novembre : +1mm

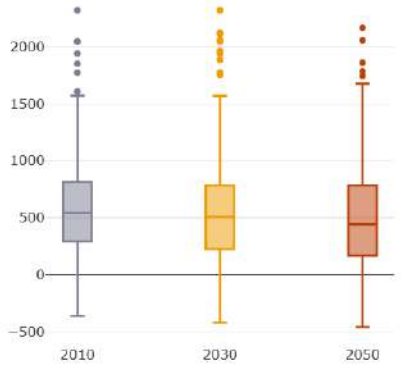
Décembre : +1mm

L'analyse mensuelle de l'évolution de l'ETP fait ressortir 2 mois particulièrement impactés, où la hausse de l'ETP dépasse 10mm : juillet (+11mm) et aout (+11mm)

La variabilité interannuelle est particulièrement importante aux mois de mai, juin, juillet (> 80mm) et en augmentation au mois de mai essentiellement (+34mm)

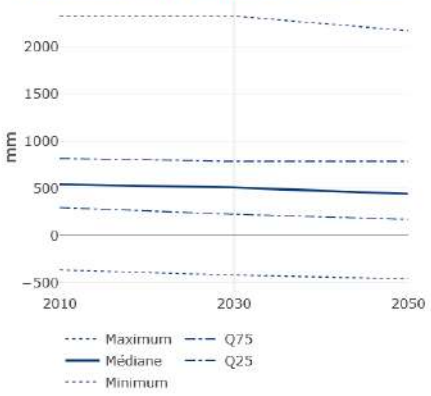
# Cumul annuel du bilan hydrique (mm)

**H - Bilan hydrique climatique annuel (mm)**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 2321 | 2321 | 2167 |
| 95e centile | 1343 | 1368 | 1298 |
| 75e centile | 815 | 784 | 785 |
| Médiane | 542 | 507 | 440 |
| 25e centile | 294 | 225 | 167 |
| 5e centile | -79 | -94 | -150 |
| Minimum | -364 | -422 | -458 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**

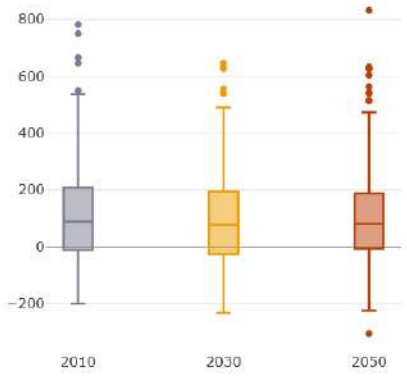



Le calcul de la médiane du bilan hydrique annuel n'indique pas de déficit globalement sur l'année. La valeur du bilan annuel passe de 542 à 440 (-102mm)

La variabilité est extrêmement élevée. En 2050, le bilan hydrique oscille entre -458mm (déficit) et +2167mm (excédent), soit une différence de **2625 mm** entre les années extrêmes !

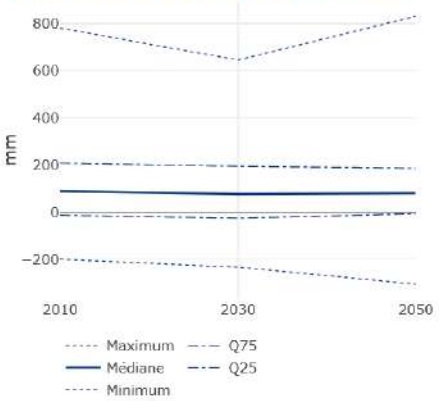
# Cumul saisonnier du bilan hydrique (mm)

## H - Bilan hydrique au printemps (mm)

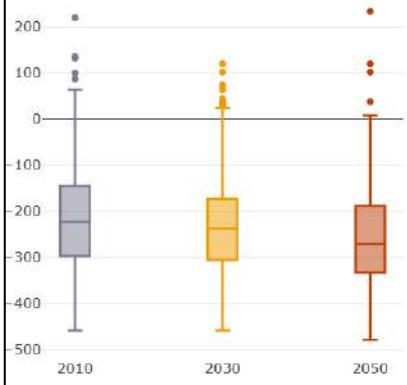



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 781 | 645 | 831 |
| 95e centile | 448 | 411 | 402 |
| 75e centile | 208 | 194 | 186 |
| Médiane | 89 | 77 | 81 |
| 25e centile | -12 | -25 | -6 |
| 5e centile | -114 | -127 | -147 |
| Minimum | -200 | -233 | -305 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

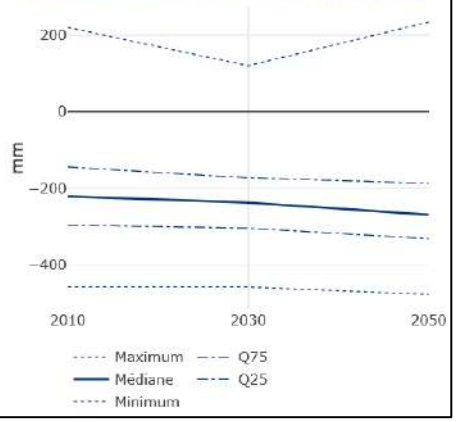



## H - Bilan hydrique en été (mm)

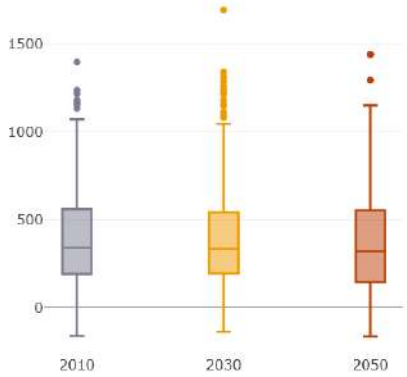



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 220 | 120 | 234 |
| 95e centile | -4 | -26 | -65 |
| 75e centile | -145 | -173 | -188 |
| Médiane | -222 | -238 | -270 |
| 25e centile | -297 | -305 | -332 |
| 5e centile | -374 | -384 | -417 |
| Minimum | -459 | -459 | -478 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

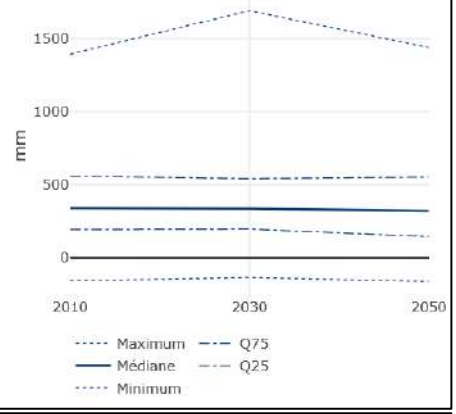



## H - Bilan hydrique en automne (mm)

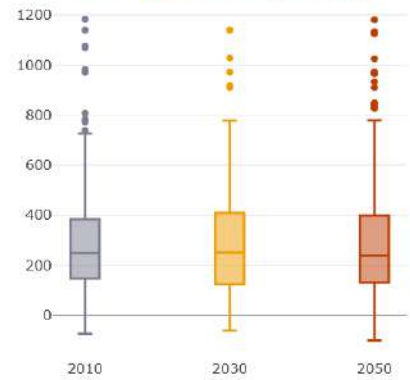



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1394 | 1691 | 1440 |
| 95e centile | 833 | 944 | 867 |
| 75e centile | 560 | 542 | 553 |
| Médiane | 340 | 336 | 320 |
| 25e centile | 193 | 196 | 146 |
| 5e centile | -3 | 11 | -41 |
| Minimum | -157 | -135 | -161 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur

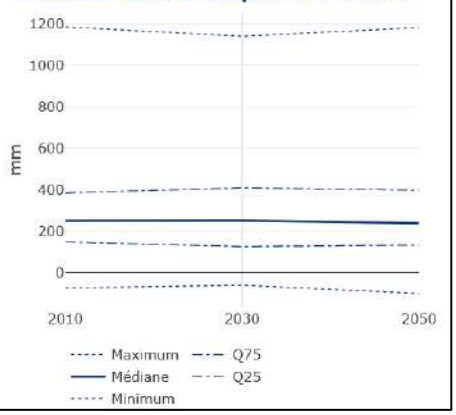



## H - Bilan hydrique en hiver (mm)




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1184 | 1139 | 1181 |
| 95e centile | 661 | 650 | 753 |
| 75e centile | 383 | 409 | 397 |
| Médiane | 249 | 250 | 238 |
| 25e centile | 147 | 125 | 132 |
| 5e centile | 45 | 2 | 8 |
| Minimum | -74 | -61 | -101 |

### Évolution dans le temps de l'indicateur



Entre 2010 et 2050, le bilan hydrique évolue de la façon suivante :

- Printemps : -8mm
- Eté : -48mm
- Automne :-20mm
- Hiver :-11mm

Selon les médianes des cumuls saisonniers, le déficit hydrique est présent uniquement en été (-270mm) en 2050 et avec un déficit supplémentaire de 48mm par rapport à 2010

Lors des autres saisons, même si le bilan est à la baisse, il reste positif en valeur médiane

Selon les années, il peut toutefois y avoir un déficit hydrique lors de n'importe quelle saison (jusqu'à -478mm en été en 2050)

# Cumul mensuel du bilan hydrique (mm)

## Janvier :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 445 | 682 | 538 |
| 95e centile | 292 | 352 | 310 |
| 75e centile | 149 | 150 | 154 |
| Médiane | 66 | 70 | 74 |
| 25e centile | 17 | 17 | 23 |
| 5e centile | -19 | -23 | -20 |
| Minimum | -32 | -42 | -44 |

## Février :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 715 | 715 | 554 |
| 95e centile | 278 | 290 | 298 |
| 75e centile | 120 | 113 | 138 |
| Médiane | 44 | 35 | 46 |
| 25e centile | 4 | -5 | 1 |
| 5e centile | -30 | -35 | -33 |
| Minimum | -45 | -48 | -52 |

## Mars :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 552 | 473 | 641 |
| 95e centile | 227 | 221 | 225 |
| 75e centile | 99 | 103 | 118 |
| Médiane | 40 | 26 | 39 |
| 25e centile | -12 | -15 | -3 |
| 5e centile | -53 | -56 | -51 |
| Minimum | -72 | -73 | -83 |

## Avril :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 433 | 457 | 457 |
| 95e centile | 220 | 207 | 214 |
| 75e centile | 83 | 72 | 102 |
| Médiane | 20 | 16 | 22 |
| 25e centile | -25 | -30 | -30 |
| 5e centile | -71 | -73 | -81 |
| Minimum | -97 | -97 | -100 |

## Mai :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 419 | 311 | 481 |
| 95e centile | 179 | 176 | 155 |
| 75e centile | 78 | 58 | 54 |
| Médiane | 4 | -2 | -22 |
| 25e centile | -48 | -54 | -66 |
| 5e centile | -102 | -98 | -106 |
| Minimum | -129 | -143 | -161 |

## Juin :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 210 | 237 | 240 |
| 95e centile | 81 | 90 | 87 |
| 75e centile | -4 | -8 | -15 |
| Médiane | -54 | -57 | -70 |
| 25e centile | -93 | -94 | -106 |
| 5e centile | -133 | -136 | -136 |
| Minimum | -161 | -154 | -166 |

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 172 | 141 | 121 |
| 95e centile | 3 | -15 | -31 |
| 75e centile | -67 | -79 | -95 |
| Médiane | -104 | -115 | -125 |
| 25e centile | -134 | -139 | -148 |
| 5e centile | -164 | -166 | -172 |
| Minimum | -189 | -185 | -200 |

## Aout :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 236 | 236 | 213 |
| 95e centile | 43 | 29 | 6 |
| 75e centile | -49 | -63 | -61 |
| Médiane | -86 | -87 | -93 |
| 25e centile | -115 | -119 | -121 |
| 5e centile | -141 | -145 | -150 |
| Minimum | -172 | -172 | -165 |

## Septembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 550 | 1141 | 891 |
| 95e centile | 271 | 287 | 242 |
| 75e centile | 116 | 108 | 88 |
| Médiane | 14 | 19 | 10 |
| 25e centile | -41 | -40 | -50 |
| 5e centile | -85 | -87 | -98 |
| Minimum | -104 | -117 | -118 |

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1174 | 1317 | 975 |
| 95e centile | 516 | 493 | 575 |
| 75e centile | 254 | 246 | 261 |
| Médiane | 130 | 132 | 120 |
| 25e centile | 33 | 33 | 28 |
| 5e centile | -36 | -31 | -43 |
| Minimum | -89 | -79 | -79 |

## Novembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 954 | 1250 | 893 |
| 95e centile | 503 | 482 | 460 |
| 75e centile | 251 | 270 | 242 |
| Médiane | 123 | 131 | 120 |
| 25e centile | 37 | 49 | 43 |
| 5e centile | -17 | -6 | -10 |
| Minimum | -30 | -38 | -35 |

## Décembre :

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 1159 | 1159 | 679 |
| 95e centile | 331 | 341 | 343 |
| 75e centile | 162 | 150 | 134 |
| Médiane | 83 | 76 | 75 |
| 25e centile | 34 | 21 | 28 |
| 5e centile | -15 | -15 | -12 |
| Minimum | -40 | -34 | -35 |

Entre 2010 et 2050, l'évolution des précipitations est la suivante (et *variabilité en 2050*) :

Janvier : +12mm, *variabilité 582mm (+105mm)*

Février : +2mm, *variabilité 606mm (-154mm)*

Mars : -1mm, *variabilité 724mm (+100mm)*

Avril : +2mm, *variabilité 557mm (+27mm)*

**Mai : -26mm**, *variabilité 642mm (+94mm)*

Juin : -16mm, *variabilité 401mm (+30mm)*

Juillet : -21mm, *variabilité 321mm (-40mm)*

Aout : -7mm, *variabilité 378mm (-30mm)*

Septembre : -4mm, ***variabilité 1009mm (+355mm**)*

Octobre : -10mm, ***variabilité 1054mm*** *(-209mm)*

Novembre : -3mm, *variabilité 928mm (-56mm)*

Décembre : -8mm, *variabilité 714mm (-485mm)*

Tout comme pour l'interprétation de l'évolution mensuelle des précipitations, celle qui concerne le déficit hydrique mensuel est aussi délicate en raison de la variabilité élevée en fonction des années **(>1000mm en septembre et octobre), variabilité à la hausse en septembre.**

Toutefois, il se dégage quelques tendances :

- Les mois les plus impactés par l'accroissement du déficit hydrique sont les mois de mai (-26mm), juin (-16mm) et juillet (-21mm)
- Le bilan hydrique connait une légère augmentation lors du mois de janvier (+12mm)

# 2- Indicateurs agro-climatiques

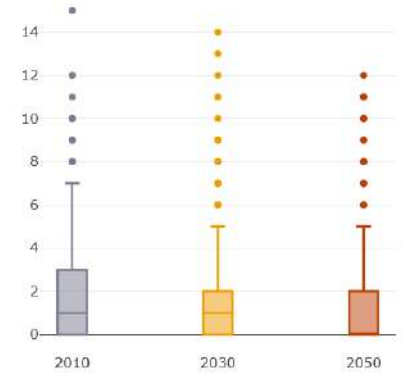
## Nb de jours de gel tardif après le 01/03 et date du dernier jour de gel

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*Risque de gel printanier sur bourgeons ou fleurs (ex : châtaigniers en mai-juin)*

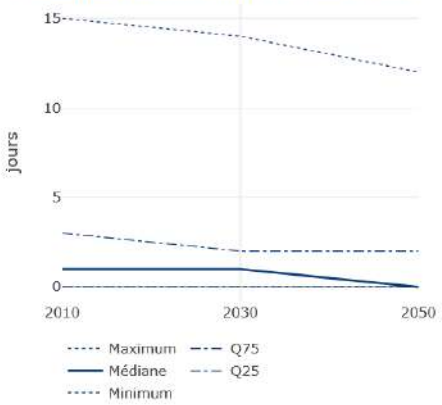
### Mars

**Ver - Risque de gel tardif (nb de jours)**



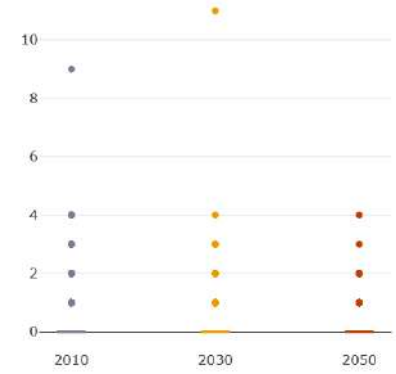

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 15 | 14 | 12 |
| 95e centile | 8 | 7 | 7 |
| 75e centile | 3 | 2 | 2 |
| Médiane | 1 | 1 | 0 |
| 25e centile | 0 | 0 | 0 |
| 5e centile | 0 | 0 | 0 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**



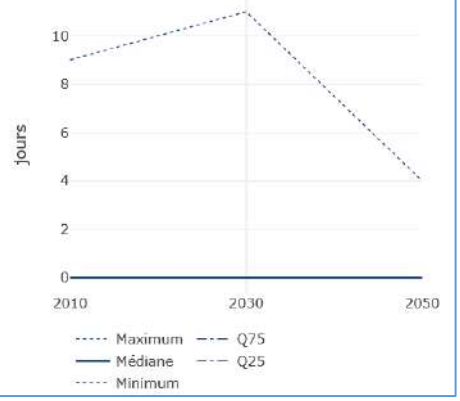

### Avril

**Ver - Risque de gel tardif (nb de jours)**



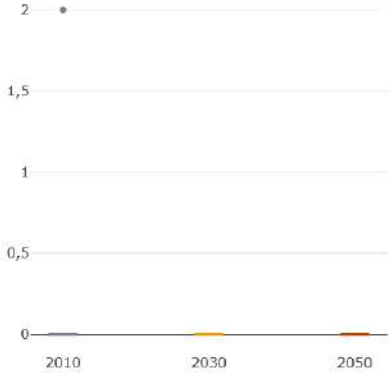

| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 9 | 11 | 4 |
| 95e centile | 2 | 1 | 1 |
| 75e centile | 0 | 0 | 0 |
| Médiane | 0 | 0 | 0 |
| 25e centile | 0 | 0 | 0 |
| 5e centile | 0 | 0 | 0 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**



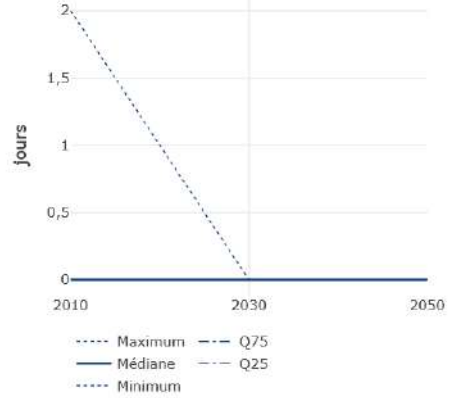

### Mai

**Ver - Risque de gel tardif (nb de jours)**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 2 | 0 | 0 |
| 95e centile | 0 | 0 | 0 |
| 75e centile | 0 | 0 | 0 |
| Médiane | 0 | 0 | 0 |
| 25e centile | 0 | 0 | 0 |
| 5e centile | 0 | 0 | 0 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**



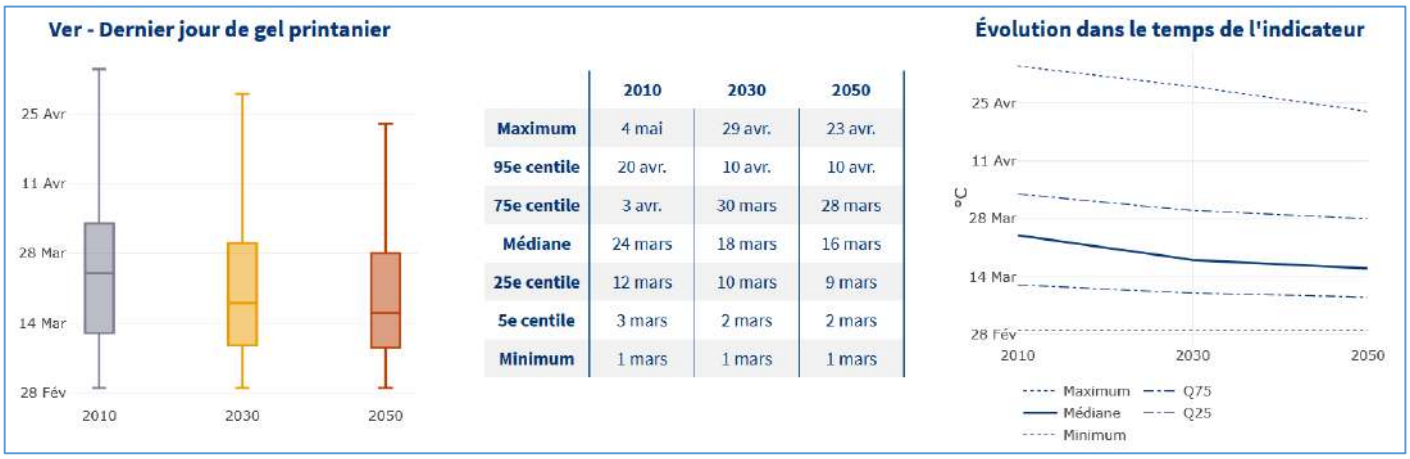
A partir de 2050, la valeur médiane indique qu'il n'y a plus de gel tardif

Certaines années il peut y avoir encore quelques jours de gel en mars/avril

Les châtaigniers craignent le gel au moment de la floraison (mai, juin)

Ce risque ne sera plus présent en 2050

## Date du dernier jour de gel




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 4 mai | 29 avr. | 23 avr. |
| 95e centile | 20 avr. | 10 avr. | 10 avr. |
| 75e centile | 3 avr. | 30 mars | 28 mars |
| Médiane | 24 mars | 18 mars | 16 mars |
| 25e centile | 12 mars | 10 mars | 9 mars |
| 5e centile | 3 mars | 2 mars | 2 mars |
| Minimum | 1 mars | 1 mars | 1 mars |



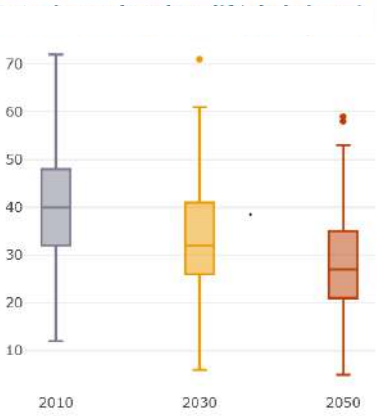

Entre 2010 et 2050, la date du dernier jour de gel est avancée de 8 jours.

Elle interviendra le plus souvent vers le **16 mars** et au plus tard le 23 avril

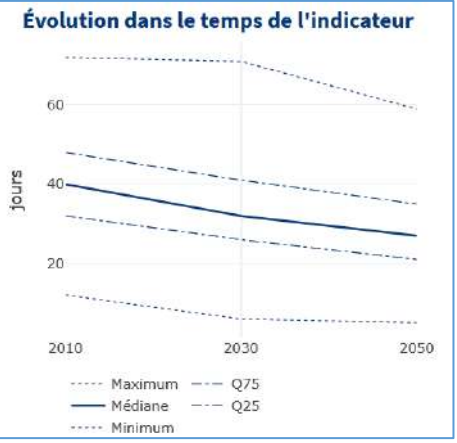
## Nombre de jours où la température minimale est inférieure à 3°C du 01/10 au 31/01

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*La bactériose est favorisée par les températures inférieures à 3°C*




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 72 | 71 | 59 |
| 95e centile | 58 | 51.1 | 46 |
| 75e centile | 48 | 41 | 35 |
| Médiane | 40 | 32 | 27 |
| 25e centile | 32 | 26 | 21 |
| 5e centile | 21 | 17 | 12 |
| Minimum | 12 | 6 | 5 |




Le nombre de jour où la température est inférieure à 3°C diminue de 13 jours entre 2010 et 2050.

Le risque de bactériose diminue donc.

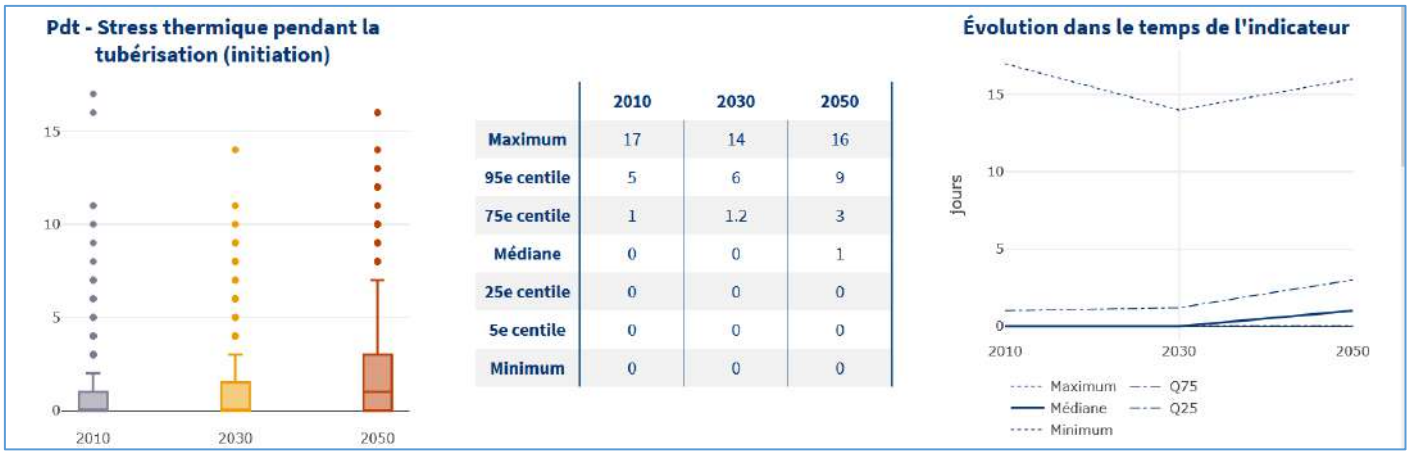
## Stress thermique pour la pomme de terre (nb jours avec T>29°C)

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*Les températures supérieures à 29°C provoquent un blocage physiologique chez la pomme de terre et un arrêt de la tubérisation*

*En période d'initiation, cela réduit le nombre de tubercules initiés (période du 1er mai au 15 juin)*

*En période de grossissement, c'est le calibre qui est impacté négativement (période du 15 juin au 30 septembre)*




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 17 | 14 | 16 |
| 95e centile | 5 | 6 | 9 |
| 75e centile | 1 | 1.2 | 3 |
| Médiane | 0 | 0 | 1 |
| 25e centile | 0 | 0 | 0 |
| 5e centile | 0 | 0 | 0 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |







| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 74 | 74 | 87 |
| 95e centile | 45.1 | 54.1 | 67 |
| 75e centile | 31 | 41 | 50.2 |
| Médiane | 21 | 30 | 40 |
| 25e centile | 13 | 23 | 30 |
| 5e centile | 4.9 | 11 | 17 |
| Minimum | 0 | 2 | 5 |




Le nombre de jours où la température dépasse 29°C pendant l'initiation des tubercules n'augmente pas significativement.

Par contre, lors de la période de grossissement (tubérisation), le nombre de jours est doublé entre 2010 et 2050, passant de 21 à 40. Le calibre sera impacté

## Nombre de jours où la température dépasse 30°C

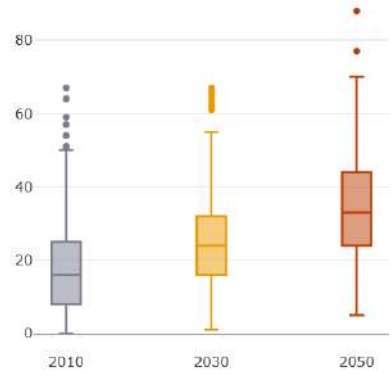
*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*A partir de 30°C, l'efficacité de la photosynthèse diminue et les besoins en eau augmentent*

*Ces températures élevées occasionnent également des impacts sur la qualité des fruits (calibre, brûlures)*

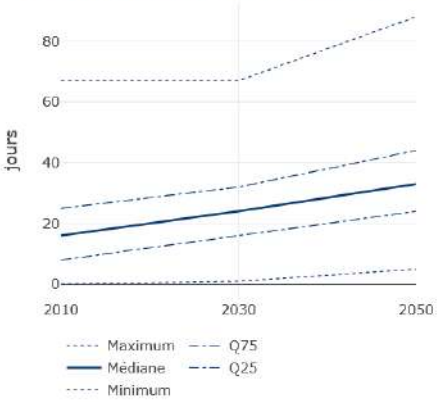
*Au-delà d'une température extérieure de 30°C, la température sous abris risque de dépasser 35°C. Ces fortes chaleurs entrainent non seulement un blocage physiologique momentané des plantes (concombres, tomates, laitues…) mais causent aussi des dégâts irréversibles (avortement des fleurs,…)*

**Ver - Nombre de jours chauds par an**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 67 | 67 | 88 |
| 95e centile | 38.1 | 50.1 | 62 |
| 75e centile | 25 | 32 | 44 |
| Médiane | 16 | 24 | 33 |
| 25e centile | 8 | 16 | 24 |
| 5e centile | 2 | 7 | 11 |
| Minimum | 0 | 1 | 5 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**




On constate une forte augmentation du nombre de jours chauds entre 2010 et 2050 : +17 jours (doublement), avec une valeur médiane de 33

En 2050, le nombre de jours où la température dépasse 30°C pourra atteindre 88 soit l'équivalent de 3 mois

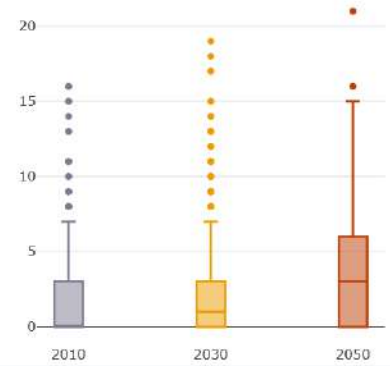
La très forte augmentation de la variabilité interannuelle indique la présence d'années où les canicules seront longues ou fréquentes

## Nb de jours où la température dépasse 30°C au mois de juin

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

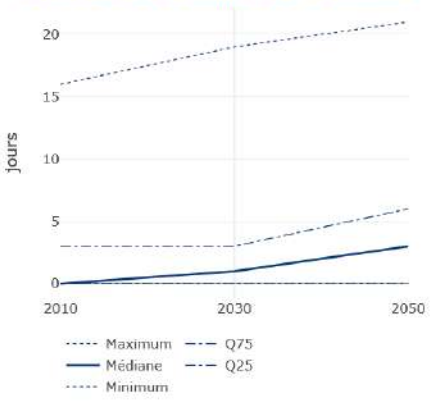
*Pour les oignons doux, au moment de la bulbaison, des températures supérieures à 30°C provoquent la montaison ce qui diminue le calibre*

**T - Nombre de jours chauds (période et seuil libres)**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 16 | 19 | 21 |
| 95e centile | 8 | 11 | 12 |
| 75e centile | 3 | 3 | 6 |
| Médiane | 0 | 1 | 3 |
| 25e centile | 0 | 0 | 0 |
| 5e centile | 0 | 0 | 0 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**




A Val d'Aigoual, entre 2010 et 2050, la valeur médiane du nombre de jours où la température dépasse 30°C passe de 0 à 3. En 2050, la maximum pourra atteindre 21 jours, soit un équivalent de 3 semaines en cumulé

## Nombre de jours où la température dépasse 35°C

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

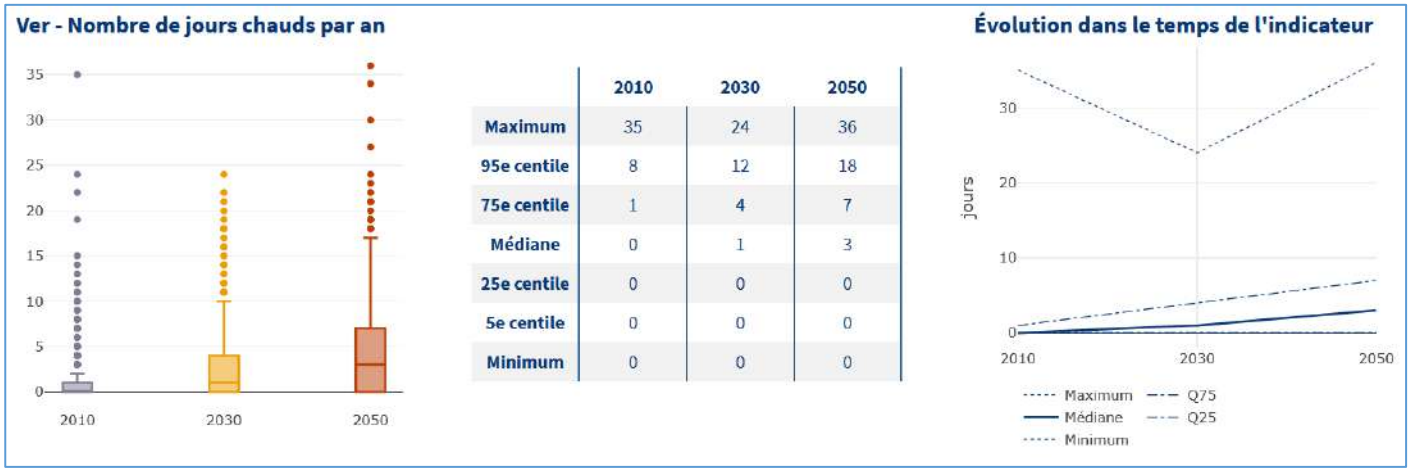
*Les températures très élevées provoquent des dégâts sur le système foliaire, l'assèchement des sols (mortalité des racines), de brûlures sur fruits et troncs, le blocage d'éléments nutritifs comme la potasse, la chute des fruits…*

*Les arbres se mettent en dormance (arrêt végétatif) ce qui a un impact sur le rendement et la qualité des fruits (cas de l'olivier, de l'amandier en particulier)*

*Il peut également y avoir des pertes de bourgeons et donc de rendement en année n et n+1*

*Pour les châtaigniers, l'excès de chaleur (>35°C) affecte la fructification*

*Ces fortes chaleurs impactent la production de fleurs (+ retard de floraison) et la croissance de graines chez le haricot*




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 35 | 24 | 36 |
| 95e centile | 8 | 12 | 18 |
| 75e centile | 1 | 4 | 7 |
| Médiane | 0 | 1 | 3 |
| 25e centile | 0 | 0 | 0 |
| 5e centile | 0 | 0 | 0 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

On constate une augmentation du nombre de jours très chauds par an.

Entre 2010 et 2050, le nombre de jours très chauds passe de 0 à 3 pour la valeur médiane

Aux alentours de 2050, le nombre maximal de jour très chaud sera de **36**

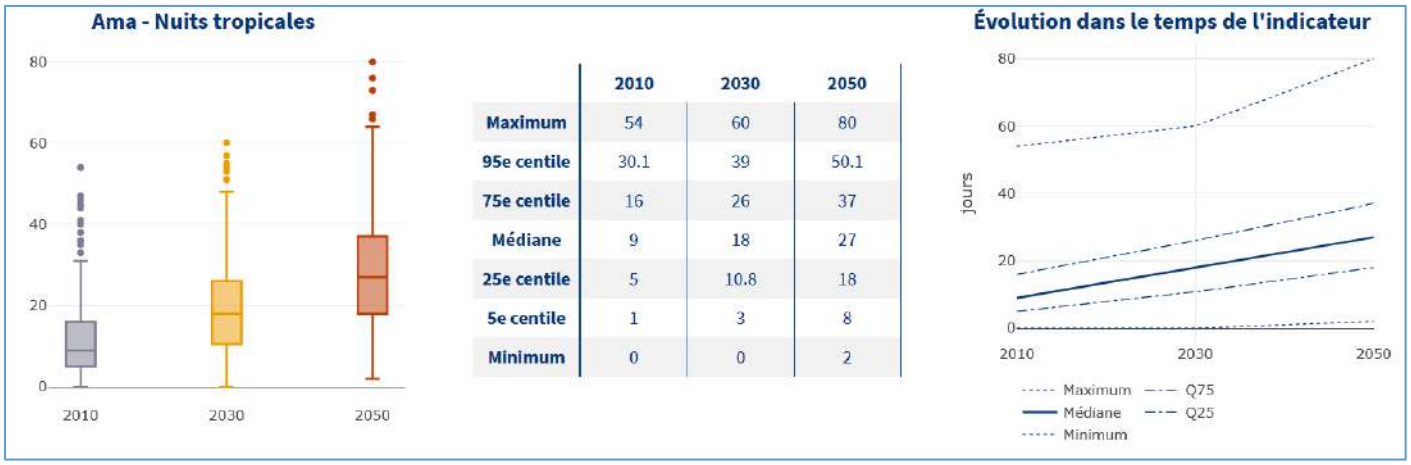
La variabilité interannuelle ne varie pas significativement.

Les canicules seront plus intenses et les châtaigniers seront affectés par ces températures

## Nombre de jours où la température minimale est >20°C (= nuits tropicales), entre avril et septembre

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*Les nuits tropicales vont impacter le fonctionnement physiologique de l'arbre, la qualité des fruits et la gestion de la récolte (ex : amandiers, oliviers)*




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 54 | 60 | 80 |
| 95e centile | 30.1 | 39 | 50.1 |
| 75e centile | 16 | 26 | 37 |
| Médiane | 9 | 18 | 27 |
| 25e centile | 5 | 10.8 | 18 |
| 5e centile | 1 | 3 | 8 |
| Minimum | 0 | 0 | 2 |




Le nombre de nuits tropicales est triplé entre 2010 et 2050 (il passe de 9 à 27)

La variabilité augmente significativement, avec des valeurs maximales de l'indicateur qui pourraient atteindre 80 jours, soit l'équivalent de plus de 2.5 mois où la température nocturne reste supérieure à 20°C

## Date de franchissement du seuil de 900° jours (base0, initié au 1er janvier)

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*La date de franchissement du seuil de 900 degrés jours (base 0 initié au 1er janvier) correspond au premier vol des mouches de la carotte*




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 27 mai | 27 mai | 20 mai |
| 95e centile | 17 mai | 11 mai | 6 mai |
| 75e centile | 7 mai | 2 mai | 28 avr. |
| Médiane | 1 mai | 27 avr. | 23 avr. |
| 25e centile | 24 avr. | 21 avr. | 17 avr. |
| 5e centile | 16 avr. | 12 avr. | 6 avr. |
| Minimum | 4 avr. | 2 avr. | 27 mars |

A Val d'Aigoual, entre 2010 et 2050, la valeur médiane de la date des premiers vols de mouches de la carotte passe du 1er mai au 23 avril (avancée d'une semaine) en raison de l'augmentation des températures. Certaines années cela pourra se produire dès le 27 mars.

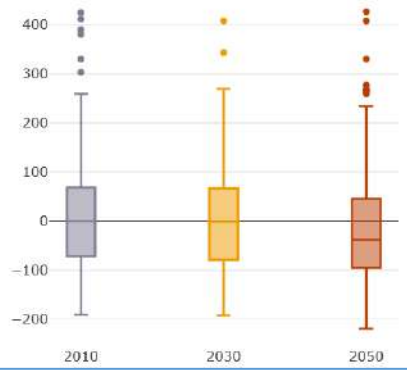
# Stress hydrique (pluies-ETP) pour la pomme de terre

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*En période d'initiation, le stress hydrique pénalise le rendement en tubercules (période du 1er mai au 15 juin)*

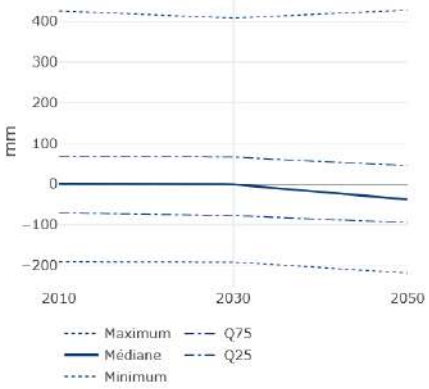
*En période de grossissement (15 juin au 30 septembre), le stress hydrique pénalise le calibre et détériore la qualité des tubercules*

**Pdt - Stress hydrique pendant la tubérisation (initiation)**

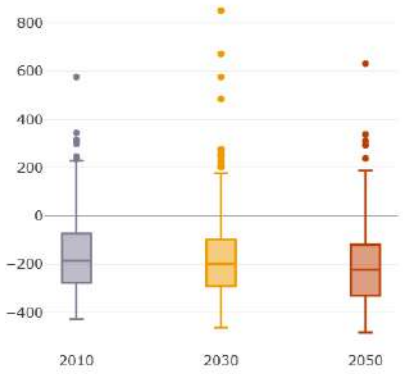



| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 425 | 408 | 427 |
| 95e centile | 197 | 192 | 186 |
| 75e centile | 68 | 66 | 45 |
| Médiane | 0 | -1 | -38 |
| 25e centile | -71 | -78 | -95 |
| 5e centile | -141 | -148 | -162 |
| Minimum | -191 | -192 | -219 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**

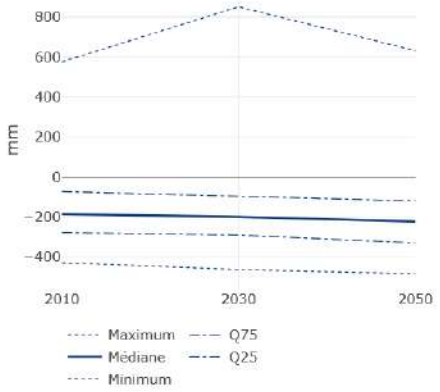



**Pdt - Stress hydrique pendant la tubérisation (grossissement)**




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 576 | 851 | 632 |
| 95e centile | 197 | 145 | 73 |
| 75e centile | -73 | -98 | -120 |
| Médiane | -186 | -199 | -222 |
| 25e centile | -277 | -290 | -330 |
| 5e centile | -367 | -390 | -418 |
| Minimum | -428 | -463 | -483 |

**Évolution dans le temps de l'indicateur**




Pour la pomme de terre, le stress hydrique s'intensifie :

- En période d'initiation, perte de 38mm entre 2010 et 2050
- En période de grossissement, perte de 36mm entre 2010 et 2050

Un apport d'eau supplémentaire devra être envisagé

## Cumul de déficit hydrique quotidien (précipitations-ETP) sur le cycle de développement (1er avril au 30 septembre)

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*Cet indicateur renseigne sur la nécessité d'irriguer pour compenser le manque d'eau pendant le cycle de développement*




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 791 | 958 | 818 |
| 95e centile | 258 | 319 | 246 |
| 75e centile | 41 | -3 | -46 |
| Médiane | -124 | -154 | -206 |
| 25e centile | -267 | -320 | -345 |
| 5e centile | -448 | -504 | -530 |
| Minimum | -605 | -632 | -701 |

La valeur médiane de l'indicateur diminue de 82 mm et reste négative (déficit hydrique sur la période). La variabilité est élevée : les extrêmes varient de -701mm au minimum à +818mm au maximum en 2050

## Nb de jours de pluies intenses au semis (>25mm), du 1er mars au 31 juillet

*Précisions sur le choix de l'indicateur*

*Les précipitations intenses (>25mm) sont préjudiciables pour les semis de légumes plein champs (ex : haricots verts, carottes…)*




| | 2010 | 2030 | 2050 |
|---|---|---|---|
| Maximum | 21 | 19 | 16 |
| 95e centile | 11 | 11 | 11 |
| 75e centile | 7 | 7 | 7 |
| Médiane | 5 | 5 | 5 |
| 25e centile | 3 | 3 | 3 |
| 5e centile | 1 | 1 | 1 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 |

Entre 2010 et 2050, cet indicateur reste très stable, avec une valeur médiane de 5

La variabilité diminue avec une valeur maximale de 16 au lieu de 21

Les précipitations intenses n'occasionneront pas plus de difficultés au moment du semis

# 3- Impacts potentiels sur les productions

Les impacts potentiels du changement climatique en arboriculture ont été déterminés à partir des indicateurs climatiques et agro-climatiques étudiés ci-dessus.

Cette analyse a été complétée par de la bibliographie

La liste des impacts ci-dessous n'est pas exhaustive.

*=>En arboriculture, l'action de la température est quasi permanente, à tous les stades et sous diverses formes : effet cumulé, effet de seuil, effet de rythme. De multiples impacts du changement climatique sont donc possibles*

## Anticipation des stades phénologiques et raccourcissement des phases

*Indicateurs de référence* : Température moyenne annuelle

En arboriculture, l'augmentation des températures provoque une précocité de la floraison et un raccourcissement de la période de croissance florale, même si la levée de dormance est retardée (voir ci-dessous)

L'avancée des floraisons est susceptible d'accroitre le risque de gel printanier mais ce risque de gel diminue également (voir ci-dessous)

La durée de croissance des fruits est réduite et ce qui entraine une modification des calendriers de maturité des gammes variétales.

La croissance trop rapide des fruits entraine une baisse de qualité et de calibre des fruits car les éléments nutritifs ne peuvent pas être correctement mobilisés.

## Manque de froid hivernal

*Indicateurs de référence* : Nombre de jours de gel, Nombre d'heures où la température est inférieure à 7.2°C d'octobre à février

**En arboriculture, perturbation de la levée de dormance et étalement de la floraison :**

A l'inverse du phénomène d'avancée des stades phénologiques, un retard de levée de dormance des bourgeons floraux est la conséquence d'un manque de froid hivernal et de l'augmentation des températures moyennes.

Une autre conséquence du manque de froid est un étalement de la floraison qui dure plus longtemps et peut provoquer un décalage de floraison avec les variétés pollinisatrices.

Les conséquences, in fine, sont une faible productivité et un étalement excessif de la maturité des fruits

**En maraichage et culture de petits fruits** (fraises par ex) :

Certains petits fruits ou légumes pluriannuels ont besoin de froid pour lever la dormance hivernale. C'est le cas par exemple de la fraise et on constate que le besoin en froid de certaines variétés de fraises ne sera plus satisfait certaines années ce qui va entrainer des problèmes de floraison et donc de production.

## Diminution du risque de gelées printanières

*Indicateurs de référence* : Nombre de jours de gel annuel, Nombre de jours de gel de mars à avril

La raréfaction des jours de gel permet d'envisager une réduction des dégâts dévastateurs du gel aux stades précoces (débourrement, floraison), en particulier pour les variétés précoces. Mais l'avancée des stades phénologiques (en particulier la floraison, voir ci-dessus) due à l'augmentation tendancielle des températures risque d'annuler les effets bénéfiques attendus.

## Stress thermique

*Indicateurs de référence* : Températures moyennes, Températures maximales, Nombre de jours estivaux, Nombre de jours où la température dépasse 35°C en juillet/août…

Les conditions optimales pour la production de légumes se situent entre 15 et 25°C. La hausse des températures et en particulier la progression du nombre de jours chauds, voire très chauds (plus de 35°C) en été a donc des impacts sur la production.

La photosynthèse est réduite à partir de 30°C (fermeture des stomates), ce qui entraine une baisse de rendement. La photosynthèse est totalement bloquée au-delà de 40°C.

Les fortes chaleurs provoquent également des coulures, accidents de culture et brûlures sur les légumes.

On constate également une baisse de la qualité des produits qui contiennent moins d'oligo-éléments.

La hausse des températures entrainent des problèmes de croissance et une diminution des calibres (oignons, pommes de terre). Les légumes poussent trop vites sont également soumis à « montaison » (ex des oignons, salades)

Le stress thermique induit une augmentation des besoins en eau.

Enfin, les plantations réalisées en été peuvent être détruites (brulures sur jeunes plants)

En arboriculture, les conséquences des fortes températures sont également nombreuses :

- Arrêt de floraison (châtaignier)
- Blocages de maturation
- Réduction des calibres
- Impacts sur le taux de nouaison
- Malformation des fruits
- Baisse de la qualité des fruits (coloration, acidité)
- Baisse de rendement
- Augmentation des nécroses
- Problèmes de conservation des fruits
- Impact sur le retour à fruit (floraison perturbée l'année suivante)
- Échaudage des fruits lors des périodes de canicule

Quelques exemples :

- Des épisodes de canicule pendant la floraison des châtaigniers (juin-juillet) provoquent des arrêts de floraison et des brûlures de fleurs
- Des températures très élevées en été provoquent des brûlures sur les pommes (« coups de soleil »).

## Prolongation de la saison de production

*Indicateurs de référence* : Températures moyenne saisonnière, Nombre de jours de gel

En maraichage, la hausse des températures au printemps et à l'automne provoque un recul du nombre de jours de gel ce qui entraine des printemps plus précoces et des automnes plus doux.

Il est possible de mettre en culture plus tôt sans craindre de gel et de cultiver plus tard à l'automne.

## Stress hydrique

*Indicateurs de référence* : Cumul saisonnier des précipitations, ETP, Déficit hydrique

La diminution des précipitations combinée à l'augmentation de l'ETP va conduire à une augmentation du déficit hydrique (stress hydrique) et des besoins en eau

Si ce manque n'est pas compensé par un apport en eau d'irrigation, cela aura des conséquences défavorables sur la qualité et la régularité de la production de fruits, mais également :

- Une baisse de rendement
- Une diminution des calibres
- Des carences en azote, potasse si les amendements ne peuvent être dissouts et mobilisé
- La mortalité des arbres

## Problèmes de pollinisation

*Indicateurs de référence* : Nombre de jours où la température dépasse 35°C

Lors des fortes températures, il peut se produire un arrêt de pollinisation dû soit à l'arrêt d'activité des insectes (recherche d'ombre et d'eau au détriment de la pollinisation), soit à leur mortalité.

Il est également possible que les insectes pollinisateurs présents actuellement se déplacent géographiquement si les températures augmentent.

## Modifications des maladies et ravageurs

*Indicateurs de référence* : Température moyenne, Nombre de jours de gel, Nombre de jours où la température dépasse 35°C, Nombre de jours où la température est inférieure à 3°C

La modification du climat (hausse des températures en particulier) va entrainer sans aucun doute une modification de la répartition géographique des ravageurs et des maladies (mouche de la carotte …).

Certaines maladies seront favorisées par l'humidité et la douceur de l'automne/hiver. Par exemple la mouche méditerranéenne des fruits, présente dans l'Aude et ponctuellement

dans notre département sur les cultures les plus tardives, pourrait avoir un impact plus précoce et s'installer durablement dans le département. Les dégâts sur pommier peuvent être importants.

Autre exemple, les dégâts dus aux cicadelles seront plus importants sur les oignons doux en raison de l'augmentation des températures et de la sécheresse

Les cycles des ravageurs seront modifiés avec parfois une augmentation des générations (carpocapses du pommier)

A l'inverse, le risque lié à la bactériose diminue car elle est favorisée par le froid

## Excès d'eau à l'automne

*Indicateurs de référence* : Cumul des précipitations saisonnières

Ces cumuls d'eau à l'automne entrainent

- des problèmes de travail du sol lors de la préparation automnale
- un risque d'asphyxie racinaire
- le développement de maladies
- l'érosion et la compaction des sols

L'augmentation des précipitations pendant l'automne et l'hiver peut permettre de remplir plus facilement les ouvrages de stockage hivernal. Les années très sèches (plus fréquentes), cette possibilité sera réduite.

## Impacts des phénomènes extrêmes (tempêtes, inondations...)

*Pas d'indicateur spécifique pour les phénomènes extrêmes*

Même s'il n'existe pas d'indicateurs spécifiques, de nombreux modèles mondiaux prévoient de façon certaine que les phénomènes extrêmes (canicules, sécheresse, grêle, inondation, tempêtes, vague de froid…) seront plus fréquents, plus intense et plus longs.

Les impacts sur les exploitations peuvent être de différentes natures : perte de récolte (grêle, gel…), perte de fond (ravinement), dégâts sur la végétation et les bâtiments (tempêtes, grêle), assèchement du sol…

## Autre

*Indicateurs de référence* : ETP, Déficit hydrique, Température >35°C

Parmi les impacts attendus suite au changement climatique, on peut citer aussi :

- la modification de l'activité du sol (minéralisation, activité biologique…)
- l'augmentation de la pénibilité du travail lors des fortes chaleurs, plus généralement sur les exploitations

Les possibilités d'intervenir par traitement (pulvérisation) pour lutter contre les maladies ou les insectes ne devraient pas être modifiées car la fréquence des jours de fort vent reste identique.

L'augmentation des précipitations pendant l'hiver peut permettre de remplir plus facilement les ouvrages de stockage hivernal. Les années très sèches (plus fréquentes), cette possibilité sera réduite.

# 4- Quelques exemples de mesures d'adaptation possibles

Pour faire face aux impacts qui ont été identifiés ci-dessus et anticiper au maximum l'adaptation des exploitations agricoles, différentes mesures peuvent être proposées.

Il n'existe pas de solution unique, mais c'est la combinaison de plusieurs mesures qui aura un effet. Il faudra également les adapter au cas par cas, en fonction du type d'exploitation (diversifiée ou non, en bio…), de sa taille, de sa localisation ou exposition, du type de sol, de la volonté et des moyens de l'exploitant…

Ces mesures peuvent être appliquées progressivement (du court terme au long terme) et hiérarchisées en fonction de leur facilité de mise en œuvre et de l'intensité du changement climatique à laquelle elles permettent de répondre.

Ces mesures peuvent aussi être classées en fonction de leur échelle d'action :

- à l'échelle de la parcelle
- à l'échelle de l'exploitation

## Optimiser la conduite des vergers

### Optimiser l'implantation

Lors de l'implantation d'un verger, la configuration des rangs peut influer sur l'incidence du rayonnement solaire sur la culture et sur les dynamiques de l'eau au sein de la parcelle

Si la configuration de la parcelle le permettent, l'orientation des rangs vis-à-vis du rayonnement solaire peut être choisie afin d'anticiper le potentiel stress thermique estival : l'orientation NE-SO permet de faire face aux températures extrêmes sans pénaliser le rendement (attention toutefois en cas de vent de secteur Nord et au risque de gel)

Dans le cas de parcelles en pente, adapter l'orientation des rangs à la topographie (perpendiculairement à la pente) permet de favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol et de réduire l'érosion.

De plus, pour réaliser une implantation de qualité, il est nécessaire de réaliser une bonne préparation du sol (décompacter le sol ou réaliser un engrais vert ou semer des plantes décompactantes avec racines pivotantes). Il est ensuite possible de favoriser le bon développement des racines en pralinant les racines et en les disposant en étoile.

### Optimiser l'itinéraire technique

Le décalage de la période de taille et de la formation des arbres peut permettre de limiter l'exposition des charpentières au fort ensoleillement des mois d'été (à ajuster en fonction des risques de gel et de la main d'œuvre disponible)

Il est également nécessaire d'adapter la récolte et les conditions de conservation de la récolte : adapter les horaires (tôt le matin), utiliser des caisses de récolte de couleur claire et les disposer à l'ombre, limiter le temps de présence des produits récoltés sur la parcelle

## Améliorer les propriétés du sol

Le sol est au cœur du cycle de l'eau notamment car il a des capacités de réservoir et de tampon hydrique. Ces capacités sont fortement liées à ses propriétés, dont certaines peuvent être améliorées par les pratiques agricoles. C'est le cas de la structure du sol et notamment sa porosité, qui jouent en partie sur son réservoir utilisable, ou encore sa composition chimique. Par exemple la matière organique, via la formation de l'humus, est à la base de l'action « tampon » du sol et elle contribue également à la stabilisation de sa structure. Améliorer les propriétés du sol peut permettre aussi de limiter l'impact des aléas climatiques extrêmes avec une forte pluviométrie, en réduisant la sensibilité des sols agricoles à l'érosion et en favorisant l'infiltration de l'eau de pluie.

Le sol intervient également dans la régulation microclimatique de la température et de l'humidité de l'air à l'échelle de la parcelle.

### Apporter de la matière organique :

Différents matériaux peuvent être apportés au sol afin d'améliorer son taux de matière organique : épandage d'effluents et de composts, restitution de résidus de culture, biochar, semis d'engrais verts

### Réduire ou arrêter le travail du sol

Cela permet de limiter la destruction du sol et ainsi d'améliorer l'infiltration d'eau entre les rangs. Plusieurs techniques sont possibles : Agriculture de Conservation des Sols ou Techniques Culturales Simplifiées

## Assurer une couverture régulière du sol

Les leviers de couverture du sol vont avant tout répondre à des objectifs de protection du sol face aux stress extérieurs, d'amélioration de l'infiltration de l'eau, et de réduction des pertes d'eau par ruissellement.
Il y a deux grandes familles de pratiques pour couvrir le sol :

- implanter des couverts spontanés ou semés. En arboriculture ils sont implantés dans l'inter-rang avec gestion de la date de destruction. En maraichage, il peut s'agir de cultures intermédiaires (CIPAN, engrais verts)

- installer des paillages : matériaux organiques (pailles, écorces, granulés) ou synthétiques qui réduit aussi l'évaporation de l'eau du sol

## Produire sous ombrage et gérer le climat sous abris

L'objectif recherché avec les structures d'ombrage est la réduction du rayonnement solaire direct, afin de diminuer le stress thermique des cultures. L'ombrage peut également permettre de réduire leur évapotranspiration, et ainsi leurs besoins en eau.

Les infrastructures d'ombrage qui se développent le plus actuellement sont les panneaux photovoltaïques, et les filets d'ombrage.

En maraichage, il est possible d'améliorer le contrôle du climat sous abris en pratiquant le blanchiment ou la brumisation qui permettent de d'abaisser la température dans l'abri.

L'utilisation de serres bioclimatiques peut être envisagée (système de brassage d'air)

## Adapter le matériel végétal (espèces et variétés) et l'assolement

Choisir des cultures **adaptées au(x) stress hydrique et/ou thermique** que ce soit dans un contexte de diversification ou de substitution de certaines cultures, contribue à améliorer la résilience de l'exploitation face au changement climatique.

Par exemple, amandier, pistachier, grenadier et kaki sont bien adaptés aux stress hydrique et thermique, car ils résistent aux épisodes de sécheresse et consomment moins d'eau pendant le cycle cultural. Ces nouvelles espèces jusqu'alors sensibles au gel pourront être plantées progressivement
Attention, la résistance au stress thermique et surtout au stress hydrique est définie par le porte-greffe. Les choix d'espèces/variétés se font également en portant une attention particulière à la **précocité** et aux **besoins en froid**.

En maraichage, des variétés plus résistantes aux stress hydrique et thermique sont indiquées dans les catalogues variétaux. Les variétés population peuvent présenter une rusticité intéressante

La diversification de l'assolement permet également de d'étaler les risques sur plusieurs espèces

# Gérer l'eau et l'irrigation

Améliorer la résilience des systèmes de production face à la diminution progressive de l'accès à l'eau implique dans un premier temps de réduire leur dépendance à l'eau. C'est dans un second temps, une fois que les besoins en eau ont été optimisés en prenant en compte les évolutions futures de la ressource, que la gestion de la ressource en eau doit être raisonnée. Cette gestion débute par une réflexion sur les sources de prélèvement de cette eau et les projets de stockage doivent être réfléchis avec une vision de long terme, en fonction de leur impact sur tous les aspects de l'agroécosystème. Ensuite le pilotage de l'irrigation est essentiel pour la gestion durable de la ressource, en utilisant le matériel le plus efficient possible.

## Mobiliser des ressources en eau renouvelables

**Stocker l'eau atmosphérique :** il s'agit de récupérer les eaux de pluie et de brouillard depuis les toitures. Cette eau peut être utilisée pour le nettoyage du matériel ou l'irrigation de petites surfaces

**Stocker les eaux de surface :** il s'agit de stocker l'eau durant les périodes excédentaires pour l'utiliser en période déficitaire. Il existe différentes formes de stockage (retenue collinaire, bassin, poches, citernes…)

## Piloter la ressource en eau

Une stratégie d'irrigation est établie avant la campagne et ensuite ajustée en cours de campagne : ajustement des horaires en fonction de la température, pilotage et ajustement de la dose et de la période grâce à des outils comme le bilan hydrique, des outils de mesure de type sondes (capacitives ou tensiométriques), dendomètres,…

## Assurer une bonne répartition et limiter les pertes

Il est important de choisir un matériel efficient et adapté. Par exemple, le goutte à goutte ou la microaspersion permettent d'éviter les risques de ruissèlement en amenant l'eau au plus près de la culture

Il faut également veiller à réduire les pertes en eau en ajustant l'irrigation en fonction du vent et en entretenant les équipements d'irrigation pour éviter les fuites (filtres, suivi des compteurs)

## Diversifier les ateliers

Diversifier les productions de l'exploitation permet d'introduire dans l'agroécosystème une pluralité de points de vulnérabilité et de robustesse qui pourront se compenser, et sur lesquels les risques climatiques seront répartis. Ainsi, plus il y a d'éléments différents à l'échelle des parcelles (animaux, cultures, infrastructures agro écologiques, etc.) et de l'exploitation (ateliers), plus le risque global qui pèse sur sa pérennité peut être réduit.

Il faut néanmoins que la gestion de cette diversité d'éléments qui est souvent plus complexe, soit accompagnée et maîtrisée à terme, aussi bien sur les aspects agronomiques, que les aspects socio-économiques. De plus, la diversification doit être raisonnée en fonction des évolutions climatiques locales qui sont en cours, afin de baser son système de production sur un matériel génétique et des pratiques adaptées.