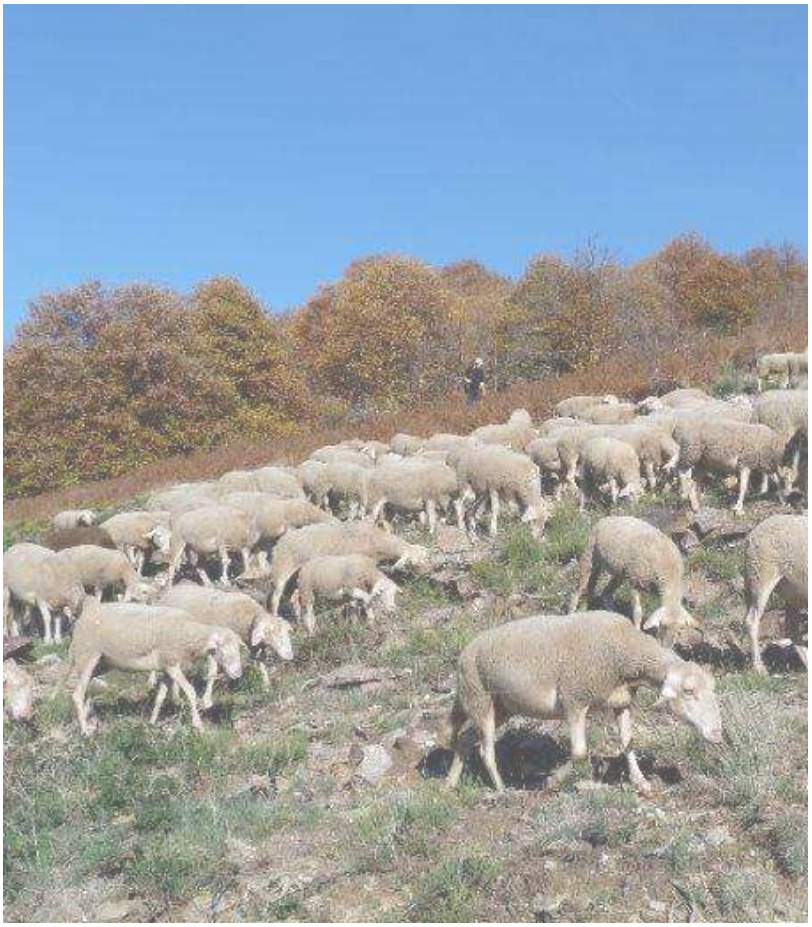
Livret des indicateurs climatiques et agro-climatiques en élevage.

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**

Date de franchissement de 200°J base 0 initialisé au 01/01 27

Date de franchissement de 250°J base 0 initialisé au 01/02 28

Date de franchissement de 750 °J base 0 initialisé au 01/02 29

Date de franchissement de 1000 °J base 0 initialisé au 01/02 30

Date de franchissement de 1200 °J base 0 initialisé au 01/02 31

Nombre de jours chauds (température max >25°C) 32

Indice température-humidité 33

3- Impacts potentiels sur les productions **35**

Anticipation des stades phénologiques et allongement de la période de production 35

Stress thermique 36

Stress hydrique 36

Excès d'eau 36

Modifications des maladies, des parasites et des ravageurs 37

Impacts des phénomènes extrêmes (tempêtes, inondations…) 37

Autre 38

4- Mesures d'adaptation possibles 39

Améliorer les propriétés du sol 39

Adapter les bâtiments 40

Adapter l'alimentation et l'abreuvement 40

Adapter la conduite du cheptel 41

Adapter la ressource alimentaire du cheptel 42

Adapter le matériel végétal (espèces et variétés) et l'assolement 43

Gérer l'eau et l'irrigation 43

Diversifier les ateliers 44

Méthodologie

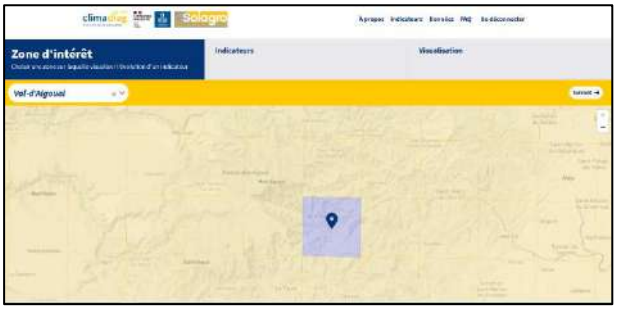
Données

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 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.

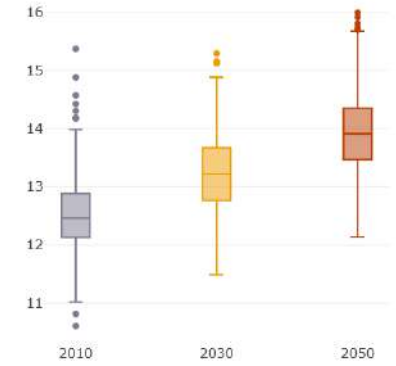
Dans le scénario retenu, le réchauffement mondial se poursuit et atteint +3°C en 2100 par **rapport à l'ère préindustrielle**, soit environ + 4 °C en moyenne sur la France hexagonale.



1- Indicateurs climatiques

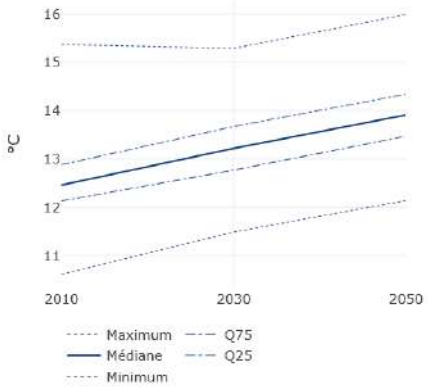
Températures moyennes annuelles (°C)

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

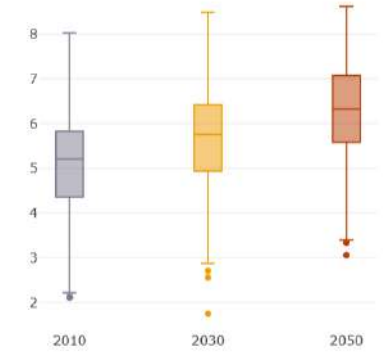


A Val d'Aigoual, la température moyenne annuelle passe de 12.46°C en 2010 à 13.91°C en 2050 (valeurs médianes). On constate donc une augmentation de l'ordre de +0.76°C entre 2010 et 2030 et + 1.45°C entre 2010 et 2050

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

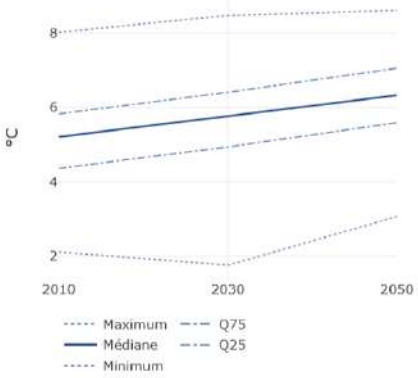
Températures moyennes saisonnières (°C)

T - Température moyenne en hiver (°C)

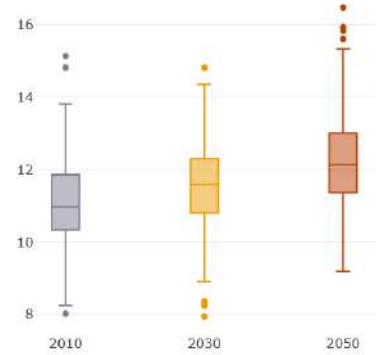


	2010	2030	2050
Maximum	8.03	8.48	8.62
95e centile	6.94	7.36	7.98
75e centile	5.83	6.41	7.06
Médiane	5.21	5.76	6.33
25e centile	4.36	4.94	5.59
5e centile	3.3	3.66	4.32
Minimum	2.11	1.75	3.06

Évolution dans le temps de l'indicateur

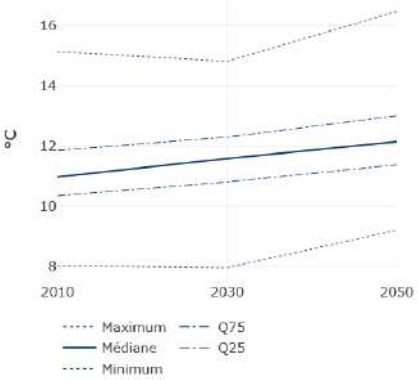


T - Température moyenne au printemps (°C)

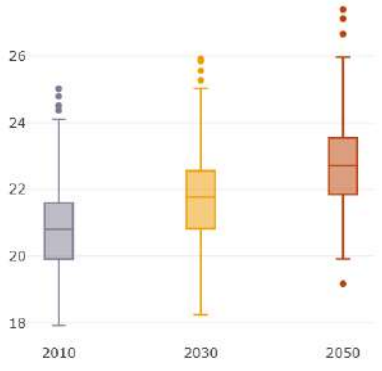


	2010	2030	2050
Maximum	15.13	14.81	16.47
95e centile	12.85	13.48	14.14
75e centile	11.85	12.29	13
Médiane	10.97	11.58	12.14
25e centile	10.34	10.8	11.37
5e centile	9.28	9.9	10.33
Minimum	8.03	7.95	9.2

Évolution dans le temps de l'indicateur

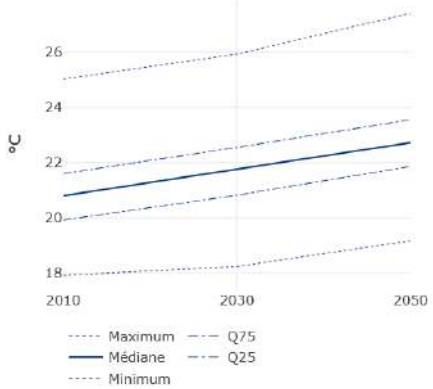


T - Température moyenne en été (°C)

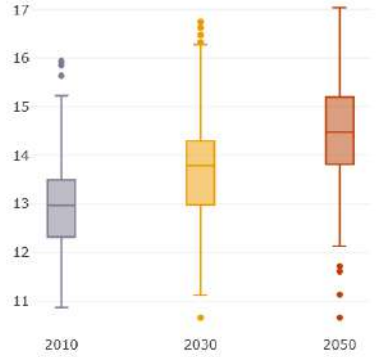


	2010	2030	2050
Maximum	25.02	25.92	27.4
95e centile	23.13	24.19	24.85
75e centile	21.6	22.55	23.55
Médiane	20.8	21.77	22.72
25e centile	19.92	20.82	21.86
5e centile	18.83	19.78	20.66
Minimum	17.92	18.24	19.17

Évolution dans le temps de l'indicateur

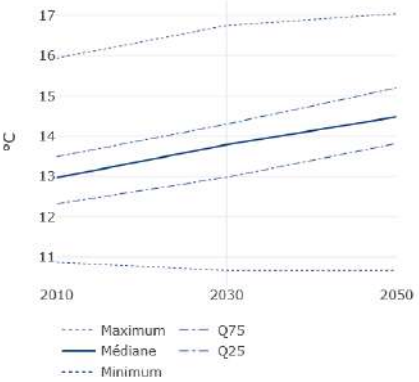


T - Température moyenne en automne (°C)



	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

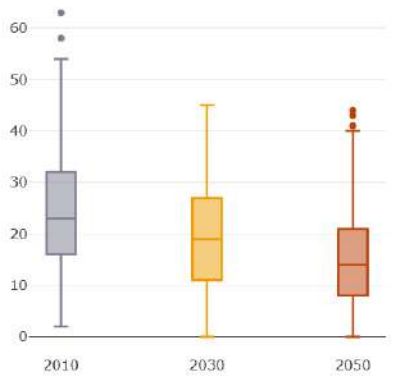
Décembre : +1.46°C

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

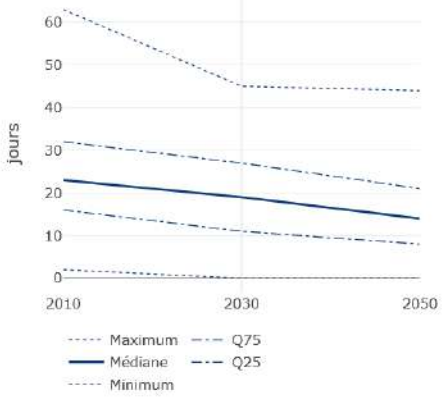
Nombre de jours de gel par an

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.

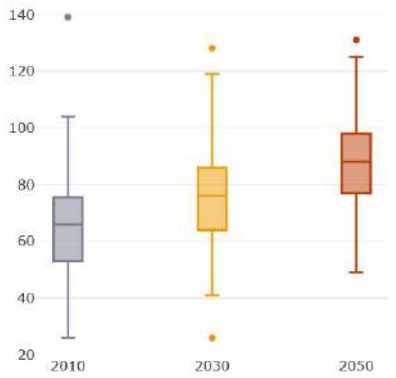
Entre 2010 et 2050, le nombre de jours de gel passe de 23 à 14 (**-9 jours**)

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

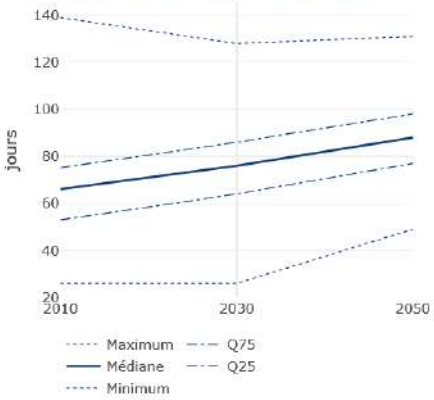
Nombre de jours estivaux par an (Température max>25°C)

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.

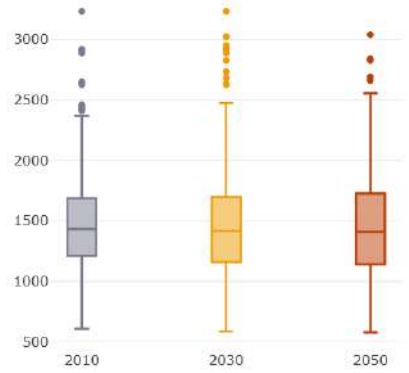
Entre 2010 et 2050, le nombre de jours où la température dépasse 25°C passe de 66 à 88 pour la valeur médiane (+22 jours)

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

La variabilité interannuelle diminue.

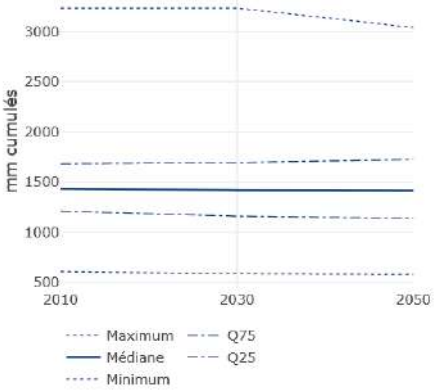
Cumul annuel des précipitations (mm)

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

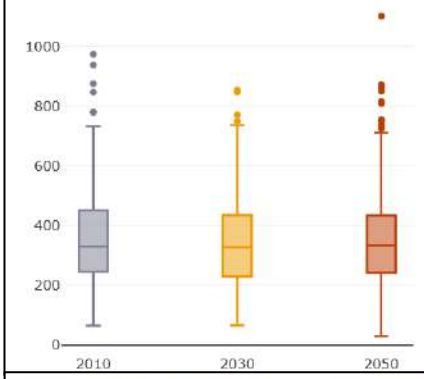


On constate une très légère diminution du volume annuel de précipitations entre 2010 et 2050 (**-22mm**) ce qui n'est pas significatif. Cela représente une baisse de 1.5%

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

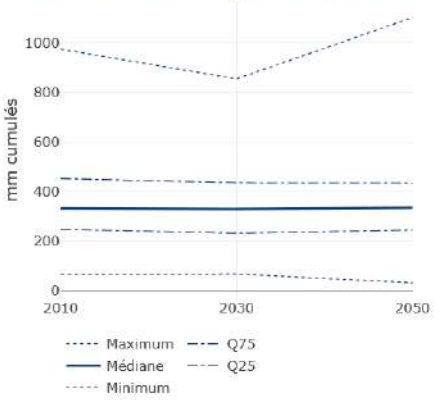
Cumul saisonnier des précipitations (mm)

H - Cumul de précipitation au printemps (mm)

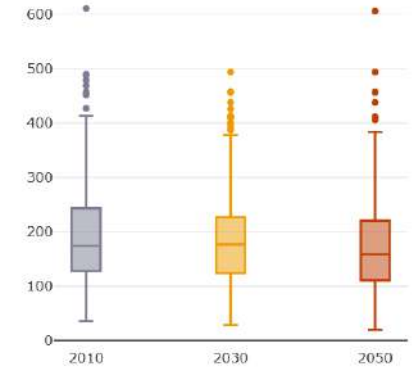


	2010	2030	2050
Maximum	974	854	1102
95e centile	676	645	637
75e centile	451	434	433
Médiane	331	328	334
25e centile	246	230	243
5e centile	149	134	147
Minimum	65	66	30

Évolution dans le temps de l'indicateur

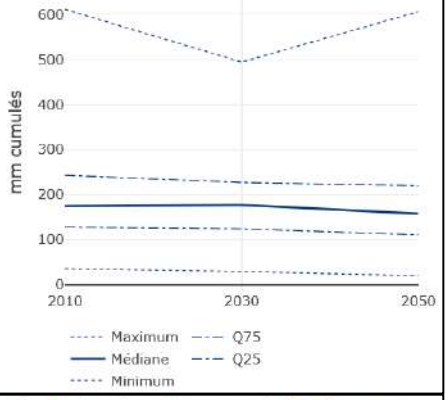


H - Cumul de précipitations en été (mm)

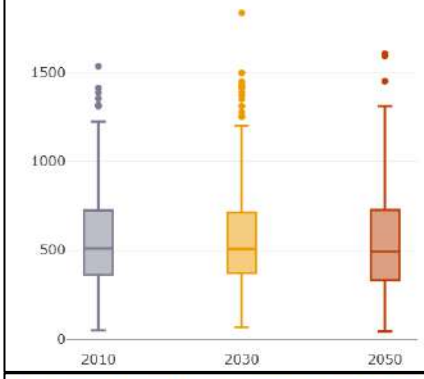


	2010	2030	2050
Maximum	611	494	606
95e centile	371	360	339
75e centile	243	227	220
Médiane	174	177	158
25e centile	128	124	111
5e centile	71	69	58
Minimum	36	29	20

Évolution dans le temps de l'indicateur

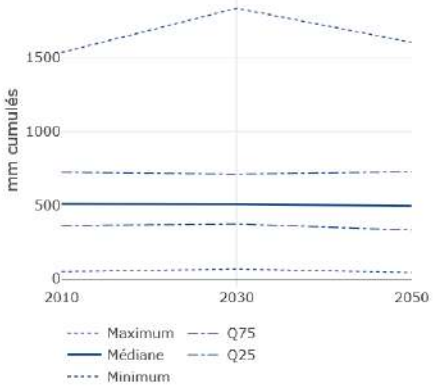


H - Cumul de précipitation en automne (mm)

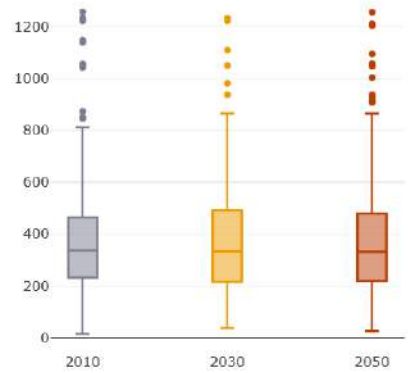


	2010	2030	2050
Maximum	1536	1836	1605
95e centile	993	1111	1034
75e centile	723	710	726
Médiane	510	508	494
25e centile	361	372	332
5e centile	166	188	144
Minimum	49	67	43

Évolution dans le temps de l'indicateur

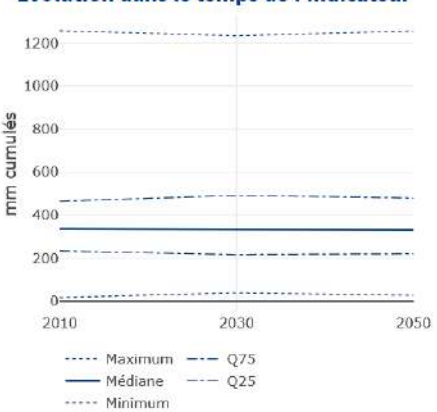


H - Cumul de précipitation en hiver (mm)



	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

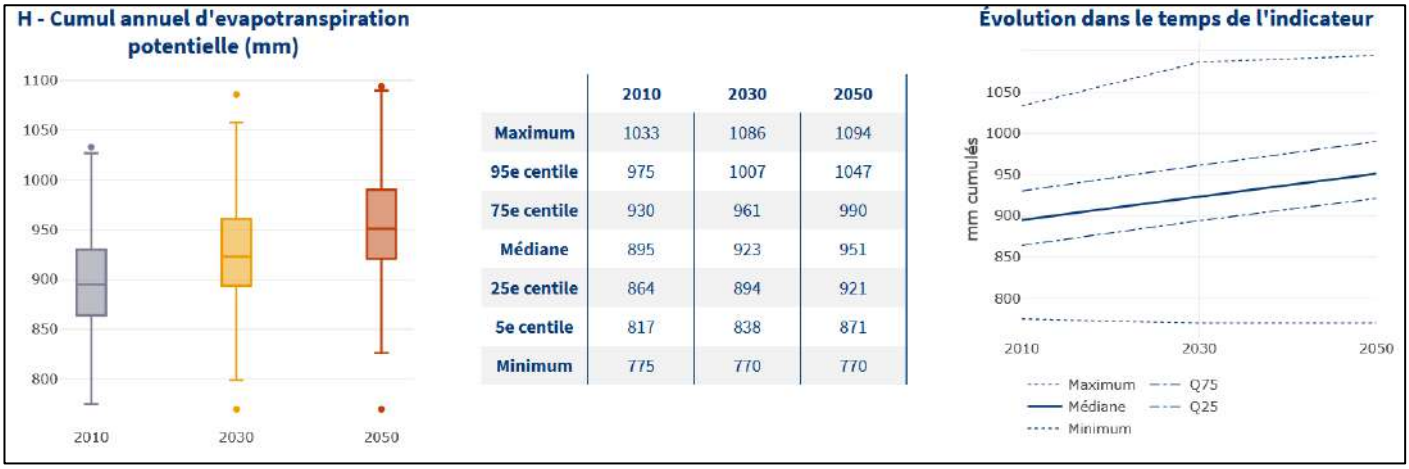
Novembre : -1mm

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

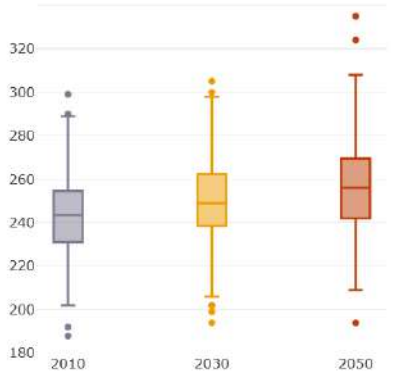
L’ETP augmente logiquement en suivant la même tendance que la courbe d’évolution des températures.

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

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

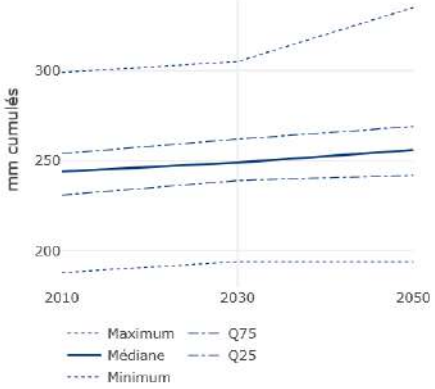
Cumul saisonnier de l'ETP (mm)

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

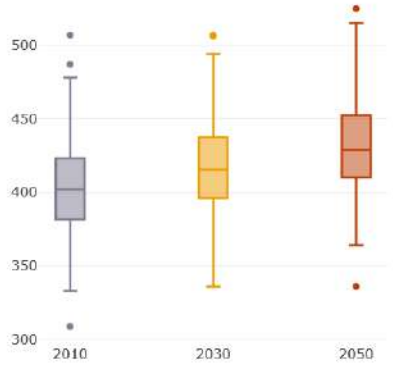


	2010	2030	2050
Maximum	299	305	335
95e centile	276	280	289
75e centile	254	262	269
Médiane	244	249	256
25e centile	231	239	242
5e centile	211	221	222
Minimum	188	194	194

Évolution dans le temps de l'indicateur

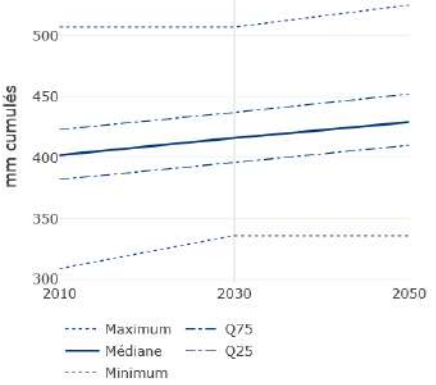


H - Cumul d'évapotranspiration potentielle (mm) en été

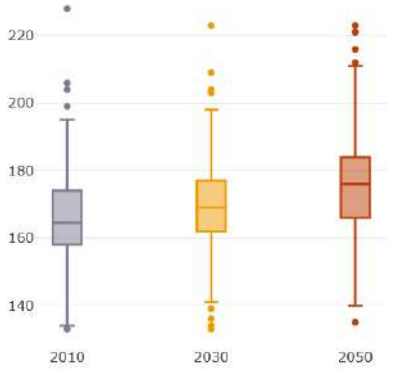


	2010	2030	2050
Maximum	507	507	525
95e centile	457	470	486
75e centile	423	437	452
Médiane	402	416	429
25e centile	382	396	410
5e centile	351	371	381
Minimum	309	336	336

Évolution dans le temps de l'indicateur

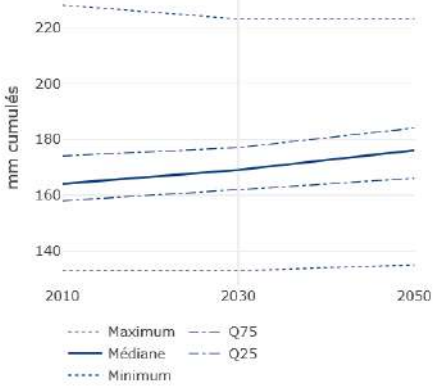


H - Cumul d'évapotranspiration potentielle (mm) en automne

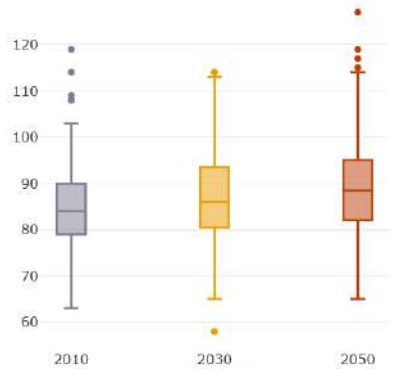


	2010	2030	2050
Maximum	228	223	223
95e centile	185	190	198
75e centile	174	177	184
Médiane	164	169	176
25e centile	158	162	166
5e centile	145	149	155
Minimum	133	133	135

Évolution dans le temps de l'indicateur

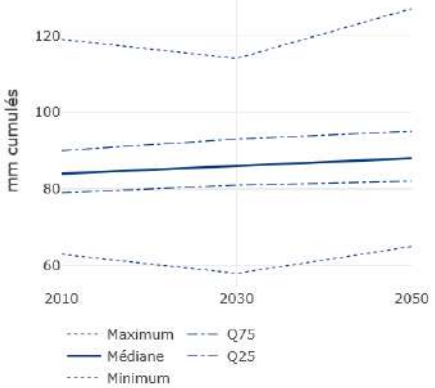


H - Cumul d'évapotranspiration potentielle (mm) en hiver



	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

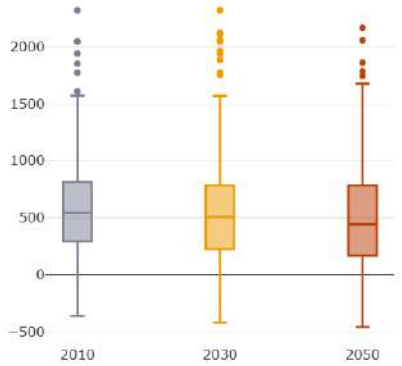
Décembre : +1mm

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)

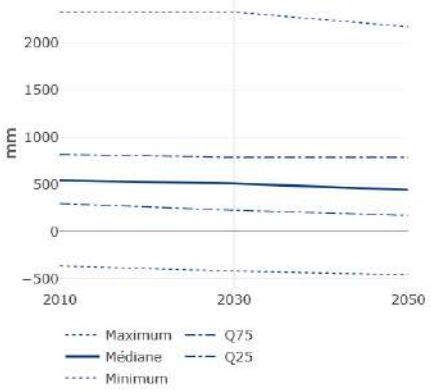
Cumul annuel du bilan hydrique (mm)

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

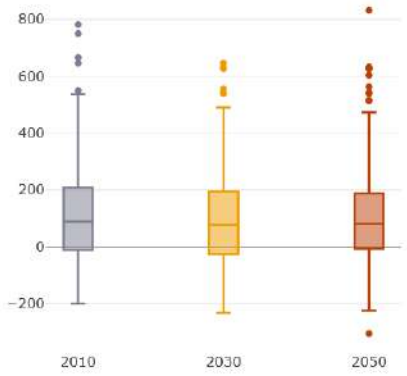


Le calcul de la médiane du bilan hydrique annuel n'indique pas de déficit globalement sur l'année. La valeur du bilan annuel passe de 542 à 440 (-102mm)

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 !

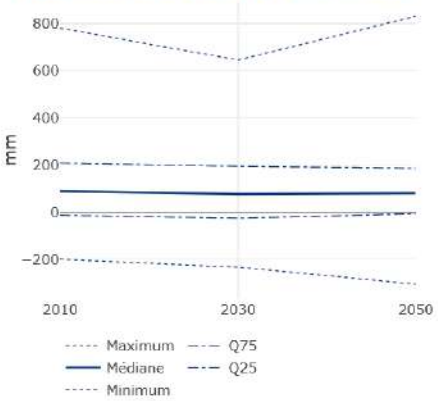
Cumul saisonnier du bilan hydrique (mm)

H - Bilan hydrique au printemps (mm)

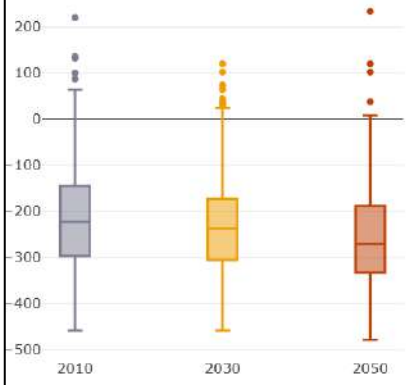


	2010	2030	2050
Maximum	781	645	831
95e centile	448	411	402
75e centile	208	194	186
Médiane	89	77	81
25e centile	-12	-25	-6
5e centile	-114	-127	-147
Minimum	-200	-233	-305

Évolution dans le temps de l'indicateur

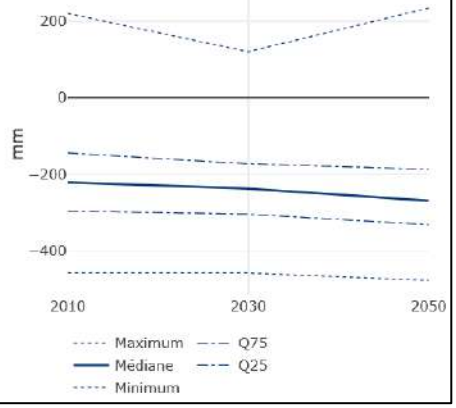


H - Bilan hydrique en été (mm)

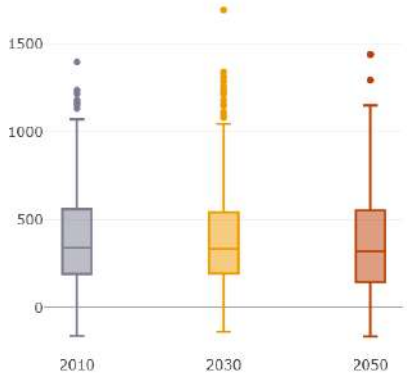


	2010	2030	2050
Maximum	220	120	234
95e centile	-4	-26	-65
75e centile	-145	-173	-188
Médiane	-222	-238	-270
25e centile	-297	-305	-332
5e centile	-374	-384	-417
Minimum	-459	-459	-478

Évolution dans le temps de l'indicateur

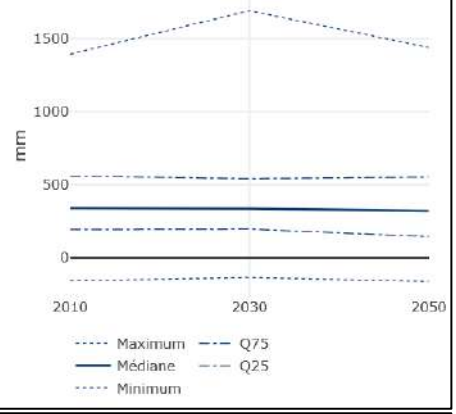


H - Bilan hydrique en automne (mm)

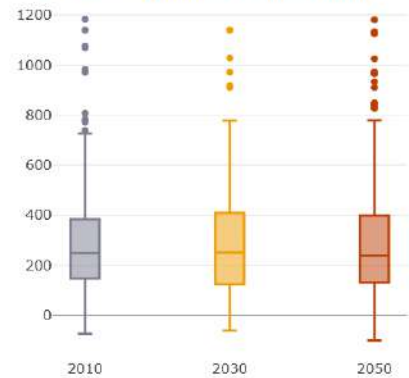


	2010	2030	2050
Maximum	1394	1691	1440
95e centile	833	944	867
75e centile	560	542	553
Médiane	340	336	320
25e centile	193	196	146
5e centile	-3	11	-41
Minimum	-157	-135	-161

Évolution dans le temps de l'indicateur

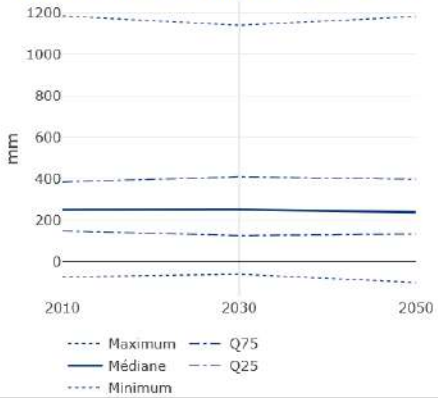


H - Bilan hydrique en hiver (mm)



	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

Date de franchissement de 200°J base 0 initialisé au 01/01

Précisions sur le choix de l'indicateur

Cet indicateur correspond à la date où le cumul de température nécessaire à la date de reprise de la végétation (pousse de l'herbe) est atteint.



	2010	2030	2050
Maximum	14 mars	9 mars	7 mars
95e centile	1 mars	25 févr.	21 févr.
75e centile	17 févr.	14 févr.	8 févr.
Médiane	9 févr.	5 févr.	3 févr.
25e centile	3 févr.	31 janv.	29 janv.
5e centile	27 janv.	25 janv.	24 janv.
Minimum	23 janv.	21 janv.	22 janv.

Entre 2010 et 2050, à Val d'Aigoual, on constate un net avancement de la date de reprise de végétation : **-6** jours

La variabilité interannuelle reste importante (44 jours, c'est-à-dire 1 mois et demi) même si elle a tendance à diminuer (-6 jours)

Vers 2050, la reprise de végétation pourra se faire autour du **3 février** et au plus tôt dès le 22 janvier certaines années et au plus tard le 7 mars

Date de franchissement de 250°J base 0 initialisé au 01/02

Précisions sur le choix de l'indicateur

Cet indicateur permet de déterminer la date à laquelle est atteint le seuil de 250 degrés jours (base 0°C) initialisé au 1er février

A partir de cette date, et sous condition de sol portant, les animaux peuvent être mis à l'herbe pour pâturer.



	2010	2030	2050
Maximum	5 avr.	7 avr.	5 avr.
95e centile	29 mars	23 mars	24 mars
75e centile	18 mars	16 mars	14 mars
Médiane	13 mars	10 mars	8 mars
25e centile	8 mars	6 mars	4 mars
5e centile	2 mars	1 mars	27 févr.
Minimum	25 févr.	23 févr.	23 févr.

Entre 2010 et 2050, à Val d'Aigoual, on constate un net avancement de la date de mise à l'herbe : -**5** jours

La variabilité interannuelle reste importante (41 jours, c'est-à-dire plus d'1 mois) et elle a tendance augmenter légèrement (+2 jours)

Vers 2050, la mise à l'herbe pourra se faire autour du **8 mars** et au plus tôt dès le 23 février certaines années et au plus tard le 5 avril

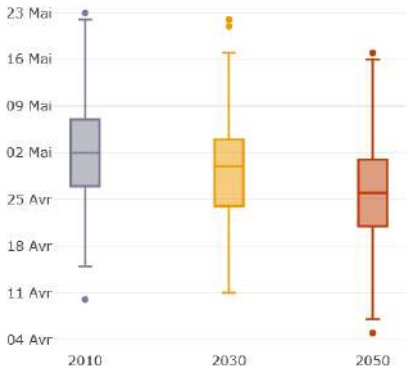
Date de franchissement de 750 °J base 0 initialisé au 01/02

Précisions sur le choix de l'indicateur

Cet indicateur permet de déterminer la date à laquelle est atteint le seuil de 750 degrés jours (base 0°C) initialisé au 1er février

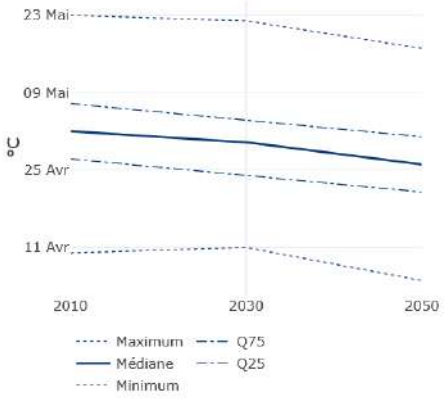
A partir de cette date, les ensilages et enrubannages peuvent être réalisés.

Prai - Date de fauche précoce (ensilage, enrubannage)



	2010	2030	2050
Maximum	23 mai	22 mai	17 mai
95e centile	15 mai	11 mai	8 mai
75e centile	7 mai	4 mai	1 mai
Médiane	2 mai	30 avr.	26 avr.
25e centile	27 avr.	24 avr.	21 avr.
5e centile	21 avr.	18 avr.	13 avr.
Minimum	10 avr.	11 avr.	5 avr.

Évolution dans le temps de l'indicateur



Entre 2010 et 2050, à Val d'Aigoual, on constate un net avancement de la date de réalisation des ensilages : **-6** jours

La variabilité interannuelle reste importante (42 jours, c'est-à-dire plus d'1 mois) et reste stable (-1 jours)

Vers 2050, l'ensilage pourra se faire autour du **26 avril** et au plus tôt dès le 5 avril certaines années et au plus tard le 17 mai

Date de franchissement de 1000 °J base 0 initialisé au 01/02

Précisions sur le choix de l'indicateur

Cet indicateur permet de déterminer la date à laquelle est atteint le seuil de 1000 degrés jours (base 0°C) initialisé au 1er février

A partir de cette date, une fauche précoce de foin peut être réalisée



	2010	2030	2050
Maximum	9 juin	8 juin	6 juin
95e centile	2 juin	29 mai	26 mai
75e centile	26 mai	22 mai	19 mai
Médiane	21 mai	18 mai	14 mai
25e centile	16 mai	13 mai	10 mai
5e centile	9 mai	7 mai	2 mai
Minimum	30 avr.	30 avr.	25 avr.

Entre 2010 et 2050, à Val d'Aigoual, on constate un net avancement de la date de fauche précoce : -**7** jours

La variabilité interannuelle reste importante (42 jours, c'est-à-dire plus d'1 mois) et reste stable (+2 jours)

Vers 2050, la fauche précoce pourra se faire autour du **14 mai** et au plus tôt dès le 25 avril certaines années et au plus tard le 6 juin

Date de franchissement de 1200 °J base 0 initialisé au 01/02

Précisions sur le choix de l'indicateur

Cet indicateur permet de déterminer la date à laquelle est atteint le seuil de 1200 degrés jours (base 0°C) initialisé au 1er février

Cette date correspond à une fauche tardive du foin



	2010	2030	2050
Maximum	22 juin	20 juin	20 juin
95e centile	14 juin	11 juin	7 juin
75e centile	8 juin	4 juin	1 juin
Médiane	4 juin	1 juin	28 mai
25e centile	30 mai	27 mai	23 mai
5e centile	23 mai	20 mai	16 mai
Minimum	15 mai	12 mai	8 mai

Entre 2010 et 2050, à Val d'Aigoual, on constate un net avancement de la date de fauche tardive : -**7** jours

La variabilité interannuelle reste importante (43 jours, c'est-à-dire plus d'1 mois) et connait une augmentation de +5 jours

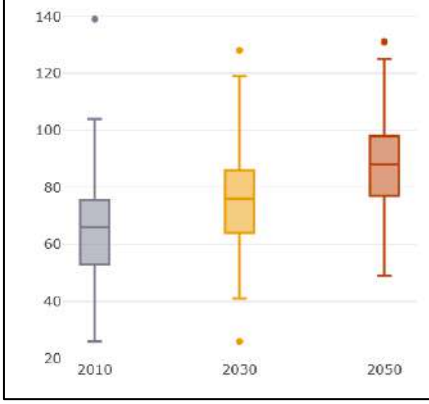
Vers 2050, la fauche tardive pourra se faire autour du **28 mai** et au plus tôt dès le 8mai certaines années et au plus tard le 20 juin

Nombre de jours chauds (température max >25°C)

Précisions sur le choix de l'indicateur

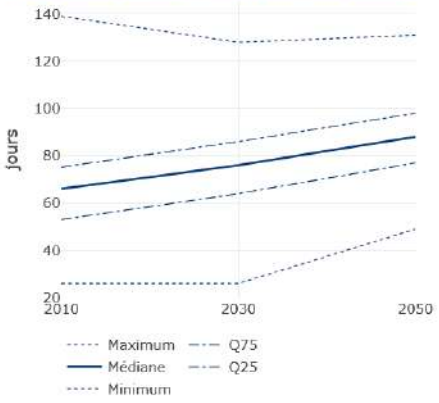
Les bovins sont très sensibles aux conditions chaudes. On considère qu'au-delà de 25°C les bovins peuvent se trouver en situation de stress thermique et souffrir de la chaleur

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



Entre 2010 et 2050, à Val d'Aigoual, on constate une augmentation du nombre de jours chauds où les bovins sont en situation de stress thermique : **+ 22 jours**

Vers 2050, le nombre de jours chauds sera de **88** (environ 3 mois), avec une valeur minimale de 49 (1.5 mois) et maximale de 131 jours (soit plus de 4 mois)

La variabilité interannuelle est de 82 jours et diminue de 31 jours

Indice température-humidité

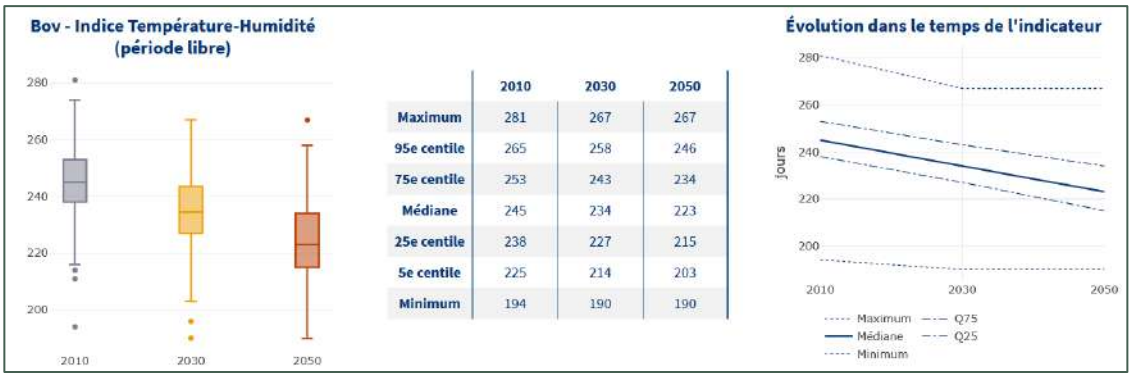
Précisions sur le choix de l'indicateur

La température seule n'est pas suffisante pour juger du degré de confort thermique des animaux. Les vaches laitières sont très sensibles, l'hiver comme l'été, aux excès d'humidité. L'ITH (Indice Température Humidité vise à estimer le degré d'inconfort d'un animal en fonction de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air.

Au-delà d'une valeur de 68, correspondant par exemple à une température de 22°C avec une humidité de 50%, situation qui n'a rien d'exceptionnel, la vache laitière subit déjà un stress léger ayant des impacts sur sa production.

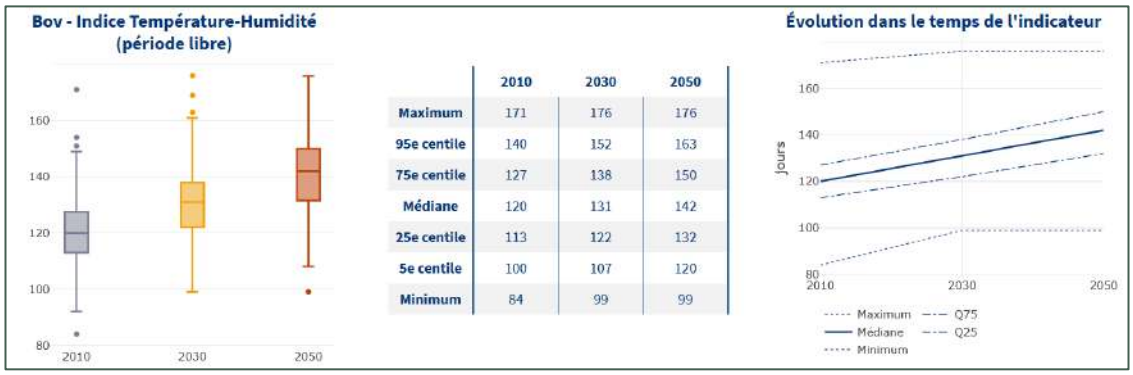
Seuils d'ITH et niveaux de stress associés (Collier et al.2011) : Absence de stress (0 <= ITH < 68), Stress léger (68 <= ITH <72), Stress modéré (72 <= ITH <78), Stress sévère (78 <= ITH <84), Stress extrême (ITH => 84).

Absence de stress ITH <68 :



	2010	2030	2050
Maximum	281	267	267
95e centile	265	258	246
75e centile	253	243	234
Médiane	245	234	223
25e centile	238	227	215
5e centile	225	214	203
Minimum	194	190	190

Ensemble des jours de stress : 68< ITH <150



	2010	2030	2050
Maximum	171	176	176
95e centile	140	152	163
75e centile	127	138	150
Médiane	120	131	142
25e centile	113	122	132
5e centile	100	107	120
Minimum	84	99	99

Entre 2010 et 2050, à Val d'Aigoual, on constate une augmentation du nombre de jours où les vaches laitières sont en situation de stress (chaleur et humidité combinés) : **+22 jours**

Vers 2050, le nombre de jours de stress sera de **142** (environ 4.5 mois), avec une valeur minimale de 99 (3 mois) et maximale de 176 jours (soit plus de 5.5 mois)

La variabilité interannuelle est de 77 jours et diminue de 10 jours

3- Impacts potentiels sur les productions

Les impacts potentiels du changement climatique sur l'élevage ont été définis 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.

Anticipation des stades phénologiques et allongement de la période de production

Indicateurs de référence : Températures moyenne saisonnière, Nombre de jours de gel, Date de franchissement de 200°Cjour base 0 initié au 01/01, Date de franchissement de 300°Cjour base 0 initié au 01/02



La date de reprise de la végétation se fait de plus en plus tôt ce qui signifie une production de biomasse de plus en plus précoce permettant une exploitation (fauche et/ou mise à l'herbe) elle-même de plus en plus précoce

Les calendriers d'exploitation de l'herbe et de conduite des troupeaux sont impactés par cette « précocification », ce qui permettra en partie au moins de compenser les déficits de pousse attendus en période estivale. La mise à l'herbe pourra être anticipée si la portance des sols le permet et l'augmentation de la productivité des prairies au début du printemps peut permettre la constitution de stocks pour compenser la baisse de productivité attendue durant l'été.

De même, à l'automne, la douceur des températures et le recul des premières gelées entraineront un recul de la date de fin de production de la végétation et par conséquent un recul de la fin de pâturage si la portance des sols le permet.

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, Indice de température humidité

Les fortes chaleurs estivales et les périodes de canicule ont un impact à la fois sur les animaux et sur les prairies (permanentes, artificielles, parcours…) :

- Les animaux supportent mal les chaleurs supérieures à 25°C (en particulier les bovins). Cela entraine des problèmes de métabolisme, des effets négatifs sur la production de viande et de lait, des problèmes de fertilité. Le risque de mortalité est également accru. Lors des périodes de forte chaleur, les besoins en eau sont multipliés par 2
- Les prairies connaissent une baisse d'activité physiologique dès 25°C, ce qui couplé à un manque d'eau peut conduire à une baisse de rendement et un arrêt de production en été. Ceci a pour conséquence un besoin d'affouragement en été.
- Les prairies, en raison des fortes chaleurs et aussi du manque d'eau, connaissent une évolution de leur composition. Les légumineuses sont les plus impactées. La qualité des parcours se dégrade également : la composition floristique est modifiée (prépondérance des espèces invasives) et la densité du couvert diminue.

Stress hydrique

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

Comme précisé ci-dessus, le stress hydrique couplé au stress thermique a des impacts sur la production de fourrage, à la fois en quantité et en qualité, essentiellement durant l'été (baisse pouvant aller jusqu'à un arrêt de production estivale).

Le stress hydrique augmente les risques de manque d'eau pour l'abreuvement. En période de canicule, les animaux ont des besoins multipliés par 2 et les cours d'eau qui servent de point d'abreuvement peuvent être à sec.

Une autre conséquence du manque de précipitation en été et de l'augmentation de l'ETP est une augmentation des besoins des prairies irriguées

Excès d'eau

Indicateurs de référence : Cumul des précipitations mensuelles et saisonnières

Deux saisons sont particulièrement impactées par la modification du régime des précipitations : le printemps et l'automne.

À l'automne, les cumuls parfois importants d'eau entrainent

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

Au printemps, l'avancée de la pousse de l'herbe et les décalages de précipitations peuvent entrainer des problèmes pour faucher l'herbe et réaliser le séchage dans de bonnes conditions (précipitations en mai et anticipation des dates de fauche)

Le volume élevé de précipitations pendant l'automne et l'hiver peut permettre de remplir les ouvrages de stockage hivernal. Ce remplissage devrait être facilité en janvier/février mais les années très sèches (plus fréquentes), cette possibilité sera réduite.

Modifications des maladies, des parasites et des ravageurs

Indicateurs de référence : Température moyenne, Nombre de jours de gel, Nombre de jours où la température dépasse 35°C,

Il semble fort probable que les cycles des agents pathogènes soient affectés par le changement climatique et en particulier la hausse des températures.

Même s'il n'y a actuellement aucune certitude, ces quelques maladies ont été identifiées comme étant potentiellement susceptibles d'être affectées par le changement climatique : *la fièvre de la vallée du Rift, l'infection à virus West Nile, la leishmaniose viscérale, les leptospiroses, la fièvre catarrhale ovine et la peste équine*.

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

Pas d'indicateur pour les phénomènes extrêmes

Même s'il n'existe pas d'indicateurs l'échelle du département, 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.

4- 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
- au niveau de l'animal
- à l'échelle de l'exploitation

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

Adapter les bâtiments

Pour protéger les animaux dans les bâtiments lors des coups de chaleur, différentes adaptations peuvent être mises en œuvre afin de limiter l'inconfort thermique des animaux

Réduire l'impact du rayonnement solaire sur les bâtiments

Pour parvenir à réduire l'impact du rayonnement solaire, les bâtiments peuvent être aménagés de différentes manières :

- privilégier les apports de lumière latéralement
- éviter les contrastes lumineux et la lumière directe
- opacifier les éclairants en toiture
- aménager des débords de toiture sur les façades sud pour les bâtiments ouverts
- poser des rideaux ou des filets d'ombrage
- utiliser des matériaux clairs (effet d'albédo)
- l'aménagement des abords des bâtiments peut aussi contribuer à réduire le rayonnement, par exemple en végétalisant ou en implantant des arbres
- Enfin, lors de la conception d'un nouveau bâtiment, il faut prendre en compte l'orientation de celui-ci et l'optimiser en fonction de la trajectoire du soleil

Il est également possible d'améliorer l'isolation des bâtiments (bardage, toiture ou ensemble du bâtiment en fonction du type d'élevage) : laine de verre, laine de roche, panneaux isolants …

Améliorer la ventilation des bâtiments

Une ventilation efficace est indispensable pour permettre aux animaux d'évacuer la chaleur. Il est possible d'améliorer la ventilation naturelle en aménageant des ouvertures (portes, rideaux), en démontant des bardages, en créant des ouvertures en partie basse…

Si ces techniques sont insuffisantes, il est possible d'installer des ventilations mécaniques, en particulier pour les ruminants

Installer un équipement de refroidissement

Si les toutes les adaptations précédentes sont insuffisantes, il est possible d'installer des systèmes de brumisation ou de douchage, à associer à une bonne ventilation

Adapter l'alimentation et l'abreuvement

Alimentation et abreuvement sont impactés par le stress thermique et peuvent faire l'objet d'adaptation :

- Adapter les horaires des repas ou du pâturage : éviter les périodes de forte chaleur, distributions scindées, pâturage nocturne
- Adapter l'alimentation : utiliser des aliments appétants avec une valeur alimentaire adaptée (plus concentrée), compenser les pertes électrolytiques (pierres à sel par exemple pour les

ruminants), éviter l'acidose ruminale (apport de bicarbonate de sodium), ajouter des antioxydants pour les monogastriques (vitamine C par ex)

- Vérifier les conditions d'accès à l'eau : fraicheur, qualité, quantité, ombre suffisante, nombre de points d'abreuvement

Adapter la conduite du cheptel

Adapter le cheptel à des conditions d'augmentation globale de la température et aux coups de chaleur plus fréquents peut imposer plusieurs types de changements dans la stratégie zootechnique de l'exploitation, notamment en termes de génétique et de conduite du cheptel. Ces choix zootechniques font partie d'une stratégie globale du système d'élevage, et ils sont fortement liés aux ressources fourragères et en aliments disponibles.

Adapter la génétique du cheptel

Par exemple, chez les ruminants, il est possible de choisir les reproducteurs avec des capacités de robustesse et de résistance aux stress induits par le changement climatique, ou avec une bonne efficience sur l'exploitation des ressources, …

Il pourra également être intéressant de réaliser des croisements entre races complémentaires pour combiner les aptitudes de plusieurs races (ex : productivité et robustesse)

Renouveler et diversifier les cheptels

Dans le cas de renouvellement du cheptel ou de diversification des ateliers, les choix concernant la génétique et de la conduite du cheptel sont primordiaux dans une démarche d'adaptation au changement climatique.

L'élevage de races locales adaptées au territoire ou dites « rustiques » est une des stratégies qui peut permettre d'améliorer la résilience de l'exploitation.

Par ailleurs, l'élevage d'espèces animales complémentaires est également un choix pertinent afin de disposer de davantage de flexibilité pour l'exploitation des ressources alimentaires. Ex : petits ruminants et bovins

Optimiser les effectifs et le renouvellement

Afin de faire face à l'instabilité climatique et autres aléas associés (économiques, énergétiques, etc), il peut également être nécessaire de faire correspondre l'effectif du cheptel aux ressources présentes dans l'agroécosystème local pour renforcer le niveau d'autonomie alimentaire du troupeau. Plusieurs stratégies sont possibles : limiter les animaux improductifs (réduire l'intervalle vêlage-vêlage), alloter les animaux, anticiper les réformes

Adapter les stratégies et les calendriers de reproduction

Il faut éviter que les périodes les plus à risque coïncident avec les périodes de forte chaleur ou de déficit alimentaire : par exemple, programmer les vêlages pour que le pic de besoins alimentaire corresponde au pic de pousse de l'herbe

Adapter la ressource alimentaire du cheptel

L'autonomie alimentaire des élevages doit être renforcée car :

- Le cycle des prairies tend à être plus précoce, avec une production plus importante au printemps, et plus tardive à l'automne ce qui représente une opportunité pour allonger la période de pâturage.
- Le potentiel de production des prairies sera cependant réduit pendant l'été, des leviers ou des alternatives au pâturage estival doivent donc être mises en place pour compenser ce déficit.
- Les cultures fourragères sont elles aussi soumises à des contraintes hydriques plus importantes durant l'été. Il est possible de raisonner les rotations et les itinéraires culturaux afin de sécuriser ces productions.

La gestion des prairies et des cultures fourragères peut donc être repensée en suivant deux axes de réflexion principaux :

Optimiser l'utilisation des prairies et des cultures fourragères

Différents modes d'organisation du pâturage permettent d'optimiser l'utilisation de l'herbe :

- Pilotage du pâturage continu ou pâturage tournant avec un chargement adapté et des indicateurs précis (hauteur d'herbe, phénologie des espèces…)
- Pratiquer le déprimage (= faire pâturer en sortie d'hiver avant de faucher) pour favoriser la pousse ou le topping (= faucher et laisser sur place pour les animaux) pour limiter les refus
- Pratiquer le report sur pied, c'est-à-dire ne pas faucher et garder de l'herbe pour l'été ou pour l'hiver
- Faire pâturer en hiver quand les conditions le permettent

La gestion des cultures fourragères peut également permettre de constituer des stocks fourragers pour compenser les manques saisonniers des prairies naturelles. Certaines pratiques peuvent être favorisées :

- Implanter des dérobées fourragères : implantées entre 2 cultures principales, certaines espèces fourragères à cycle court permettent d'intensifier la production fourragère. Ex : ray grass, trèfle, vesce, sorgho, méteil,…
- Réaliser des semis de prairies sous couvert : le semis sous couvert de méteil ou de céréale permet un semis plus tardif à l'automne

Enfin il est possible de réaliser un affouragement en vert pour limiter la consommation des stocks lorsque les conditions climatiques ne permettent pas le pâturage

Sécuriser les ressources alimentaires

Pour renforcer les objectifs d'autonomie herbagère et fourragère, plusieurs mesures de diversification sont possibles

- Intégrer des prairies multi espèces à la rotation,
- Pâturer des surfaces additionnelles et pastorales : parcours, sous-bois, inter rangs, inter cultures
- Intégrer des ressources fourragères ligneuses : arbustes, broussailles (ex : murier, frêne)

- Utiliser des ressources alternatives (ex : coproduits issus de transformations agroalimentaires)
- Intégrer des cultures à double fin ou à double production. Ex : céréales pâturées en vert avant maturité en cas de manque de fourrage

De plus, le stockage de ressources alimentaires peut permettre de faire face au déficit estival. Ce stock peut être réalisé les bonnes années pour compenser les années les plus difficiles.

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.

L'adaptation des cycles de culture pour esquiver les stress climatiques consiste ensuite à modifier le cycle afin d'éviter que les stades les plus sensibles soient exposés aux périodes de stress les plus intenses : ajustement de la date de semis, choix de la précocité variétale…
La diversification et l'allongement des rotations permet également d'améliorer la résilience et d'étaler les risques sur plusieurs espèces (cultures associées, cultures d'hiver…)

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.