Résumé pour les décideurs

Diagnostic climatique de la Réserve de biosphère des gorges du Gardon

1. Pourquoi ce diagnostic climatique ?

La Réserve de biosphère des gorges du Gardon est confrontée à une évolution climatique déjà perceptible, mais dont les effets sont souvent diffus, hétérogènes et parfois contre-intuitifs. Le présent diagnostic climatique vise à fournir aux élus, gestionnaires et acteurs du territoire une **lecture claire, objectivée et opérationnelle** des changements en cours et à venir.

Ce document constitue un **socle de connaissance partagé**, destiné à comprendre les évolutions climatiques observées et projetées, identifier les vulnérabilités majeures du territoire mais également éclairer les choix futurs en matière d'aménagement, de gestion des milieux et d'adaptation.

Il s'inscrit dans le cadre du projet **LIFE Climat Biospher'Adapt**, et articule climat régional, climat local, milieux naturels et usages.

2. Un réchauffement climatique désormais avéré

2.1. Évolution des températures

L'analyse des données climatiques historiques (1970–2024) met en évidence une **hausse nette et statistiquement significative des températures** sur le territoire :

- augmentation des températures moyennes annuelles,

- hausse marquée des températures minimales et maximales,

- multiplication des journées et nuits anormalement chaudes.

Les indicateurs de chaleur extrême progressent rapidement, tandis que les jours de gel diminuent sans toutefois disparaître totalement (Fig. 1 à 3).

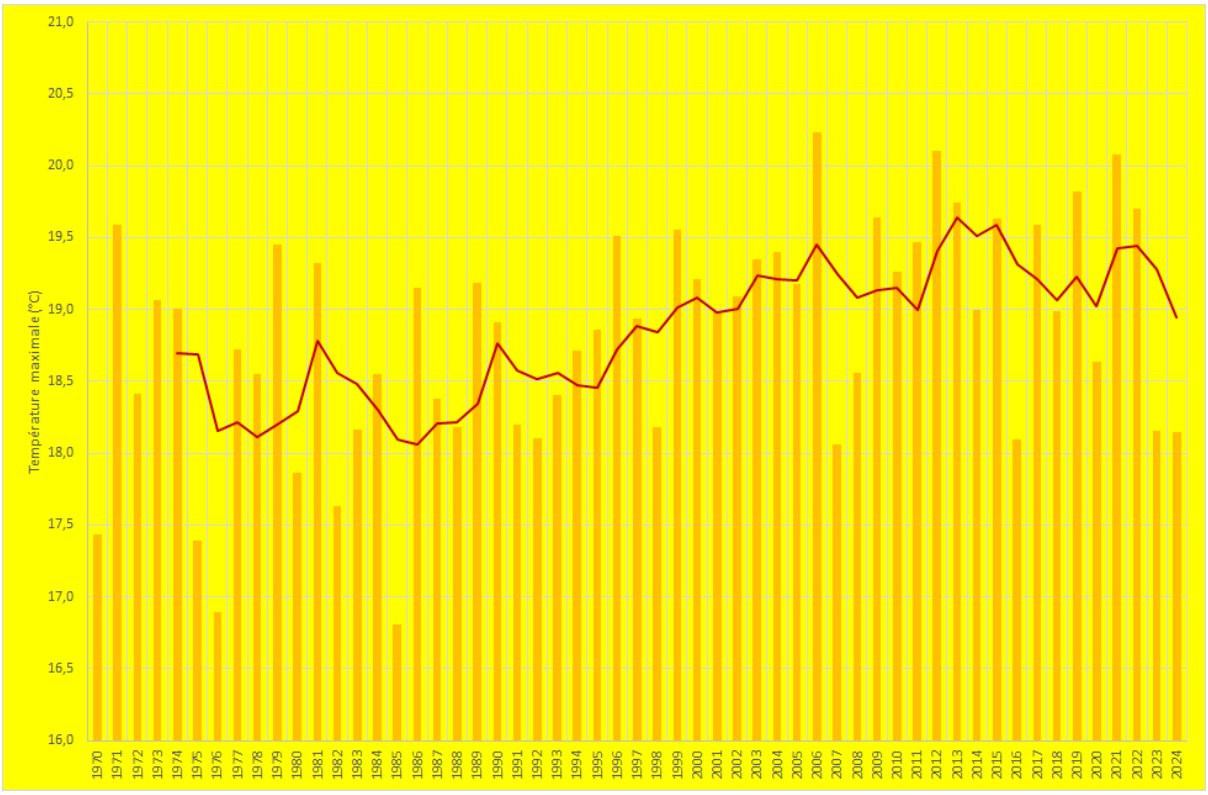


Figure 1– TXAV : Température maximale journalière (°C) et moyenne glissante sur 5 ans (source : mailles Drias 4950, 4951, 4807 et 4808)

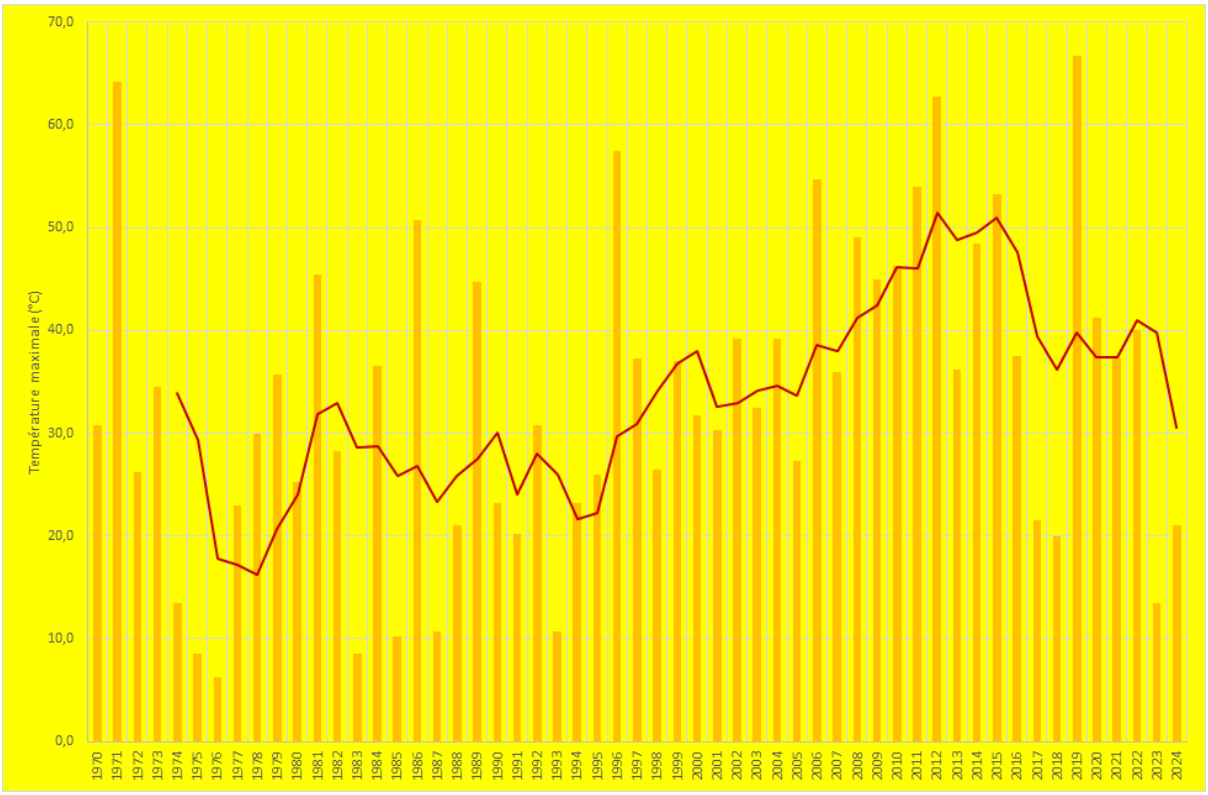


Figure 2 – TR Nombre de nuits tropicales (Température minimale journalière supérieure à 20 °C) et moyenne glissante sur 5 ans - *mailles Drias 4950, 4951, 4807 et 4808)*

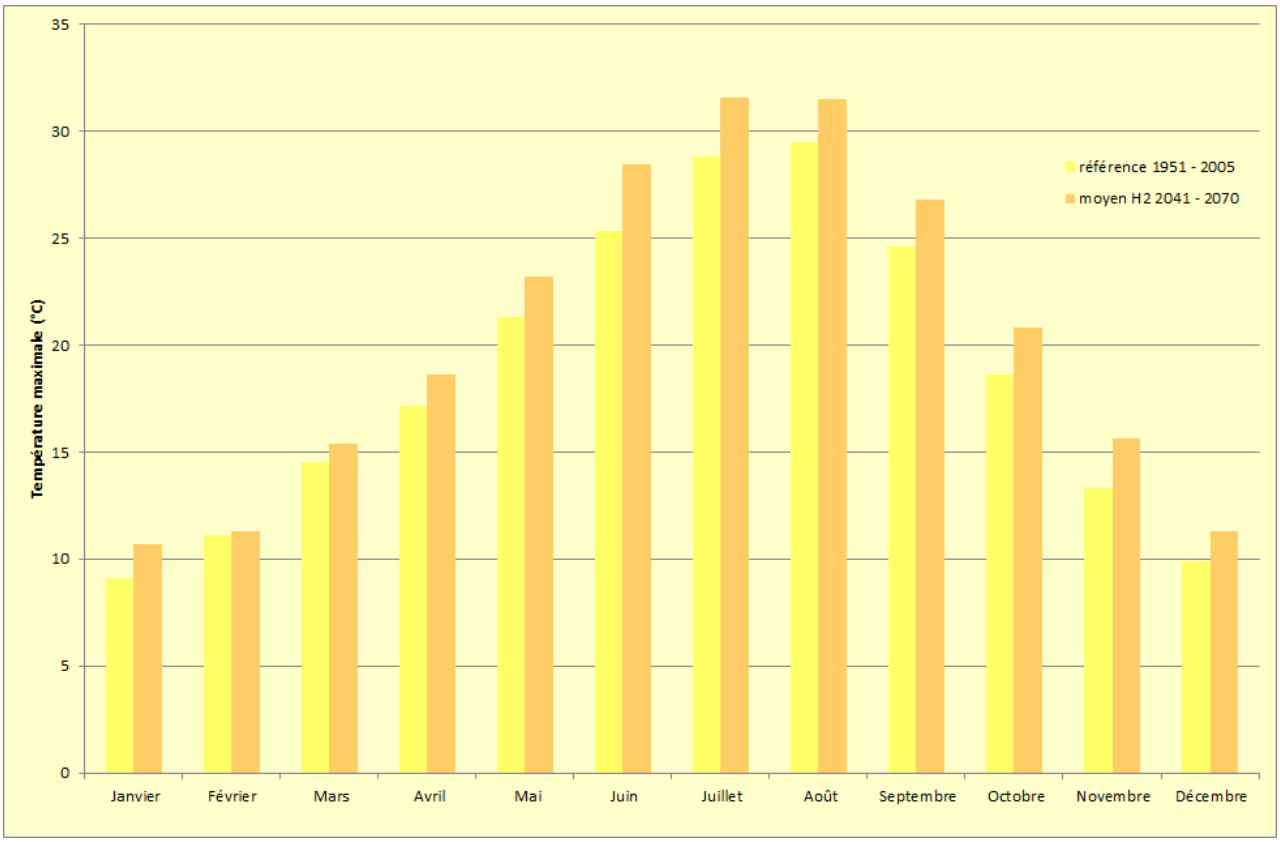


Figure 3 – Températures maximales mensuelles (NORTXAV) à la période de référence (1951–2005) et à l'horizon H2 (2041–2070)

👉 **Message clé** : le réchauffement est déjà installé et affecte en priorité les périodes estivales.

2.2. Projections climatiques

Pour avancer de manière coordonnée sur le sujet de **l'adaptation au changement climatique**, la France s'est dotée d'une **trajectoire de réchauffement de référence** pour l'adaptation au changement climatique (TRACC). Dans le **scénario retenu**, le réchauffement mondial se poursuit et **atteint environ +4 °C** en moyenne sur la **France**. Ce scénario prend en compte les **politiques mondiales** en place pour **limiter les émissions de gaz à effet de serre** et les engagements supplémentaires des États tels qu'exprimés dans leurs contributions nationales dans le cadre de **l'Accord de Paris**. Cette trajectoire correspond à un **niveau de réchauffement élevé** mais plausible, cohérent avec les **projections** les plus **chaudes** issues des scénarios climatiques du GIEC, tel que le **RCP8.5**, sans constituer pour autant un scénario d'émissions en tant que tel. Elle est utilisée dans ce diagnostic comme référence pour l'analyse des impacts et l'anticipation des besoins d'adaptation. À des fins **complémentaires** et de comparaison, le scénario **RCP4.5**, correspondant à une **stabilisation intermédiaire** des émissions à l'échelle mondiale, est également mobilisé (Fig. 4).

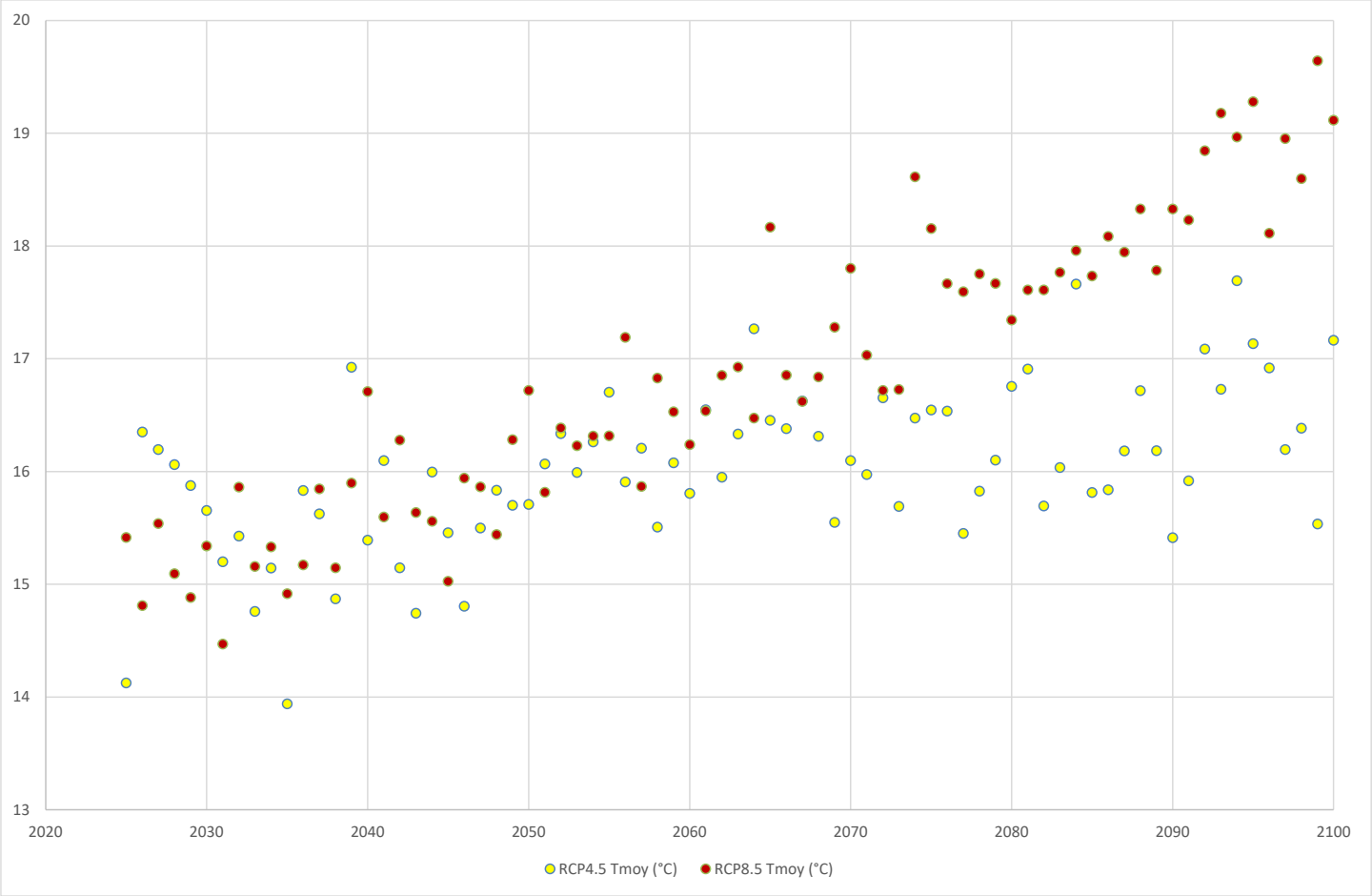


Figure 4 - températures moyennes annuelles en fonction des RCP4.5 et RCP8.5 de 2025 à 2100

Les projections issues de DRIAS confirment et amplifient ces tendances : sous le scénario **RCP 4.5**, le climat méditerranéen chaud (Csa) se maintient mais avec des étés plus longs et plus intenses ; - sous le scénario **RCP 8.5**, un basculement progressif s'opère vers des climats de type **subtropical** (Cwa et Cfa) à partir du milieu du siècle.

👉 **Message clé** : le futur climatique du territoire dépend fortement des trajectoires d'émissions globales (Fig. 5 et 6).

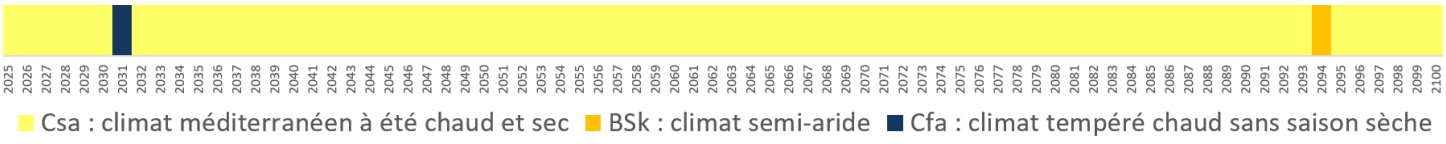


Figure 5 - Types de climats projetés de Köppen-Geiger sur le territoire de la biosphère sous le scénario RCP 4.5 (2025 – 2100)

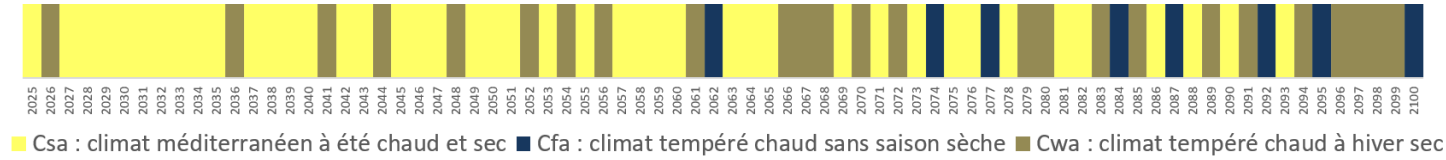


Figure 6 - Types de climats projetés de Köppen-Geiger sur le territoire de la biosphère sous le scénario RCP 8.5 (2025 – 2100)

3. Un confort thermique estival en forte dégradation

L'**indice UTCI**, qui traduit le **stress thermique** ressenti par l'organisme humain, révèle une **évolution** très contrastée entre été et hiver.

3.1. Été : un basculement du confort thermique

Depuis les **années 1990**, on observe une **diminution marquée** des situations de **confort thermique estival**, une augmentation rapide des **situations de stress thermique** fort et très fort et l'apparition récente de situations de stress thermique extrême. Ce basculement est particulièrement visible à partir des années 2010 et s'accentue sur la dernière décennie.

3.2. Hiver : un adoucissement sans rupture mais des effets écologiques discrets

En hiver, **l'évolution** apparaît plus **modérée** que pour les autres saisons : **recul** des situations de **stress** par le **froid**, augmentation des conditions de confort thermique, et absence de stress thermique fort ou extrême. Toutefois, cet adoucissement **ne doit pas être interprété comme neutre** pour les écosystèmes. La hausse des températures hivernales s'accompagne d'une **diminution progressive du rôle écologique du froid**, pourtant **nécessaire** au bon fonctionnement de certains processus biologiques.

La **raréfaction** des **épisodes froids** limite notamment les mécanismes naturels de régulation des **ravageurs** et **pathogènes**, dont la **mortalité** hivernale **diminue**. Elle peut également **perturber** les **cycles végétatifs**, en réduisant les besoins en froid de certaines espèces et en favorisant des **reprises d'activité plus précoces**, potentiellement exposées aux gels tardifs. Ainsi, sans rupture brutale du régime hivernal, le changement climatique induit une **transformation** plus **diffuse** mais structurante des équilibres écologiques, en particulier pour la végétation.

👉 Message clé : si les **hivers** restent **moins affectés** que les étés, leur adoucissement modifie progressivement leur rôle écologique, avec des **effets indirects** mais **réels** sur les écosystèmes.

4. Une forte hétérogénéité spatiale des températures

4.1. Températures de surface (LST)

Les images satellitaires Landsat montrent que le réchauffement n'est pas uniforme. En effet, les zones urbanisées et artificialisées présentent des températures de surface nettement plus élevées, les espaces végétalisés et l'eau jouent un rôle de régulation thermique et certaines zones naturelles se réchauffent toutefois fortement lors des étés extrêmes (Fig. 7).

4.2. Rôle des zones climatiques locales (LCZ)

Le croisement entre LST et LCZ montre que la densité bâtie et l'imperméabilisation amplifient les excès thermiques, la végétation dense réduit les températures moyennes, mais voit son efficacité diminuer lors des épisodes extrêmes. En outre, tous les types de milieux sont concernés par la hausse des températures, y compris les espaces de végétation dense situés au cœur de la réserve (Fig. 8).

👉 **Message clé** : la structure du territoire conditionne fortement l'exposition à la chaleur (Fig. 8).

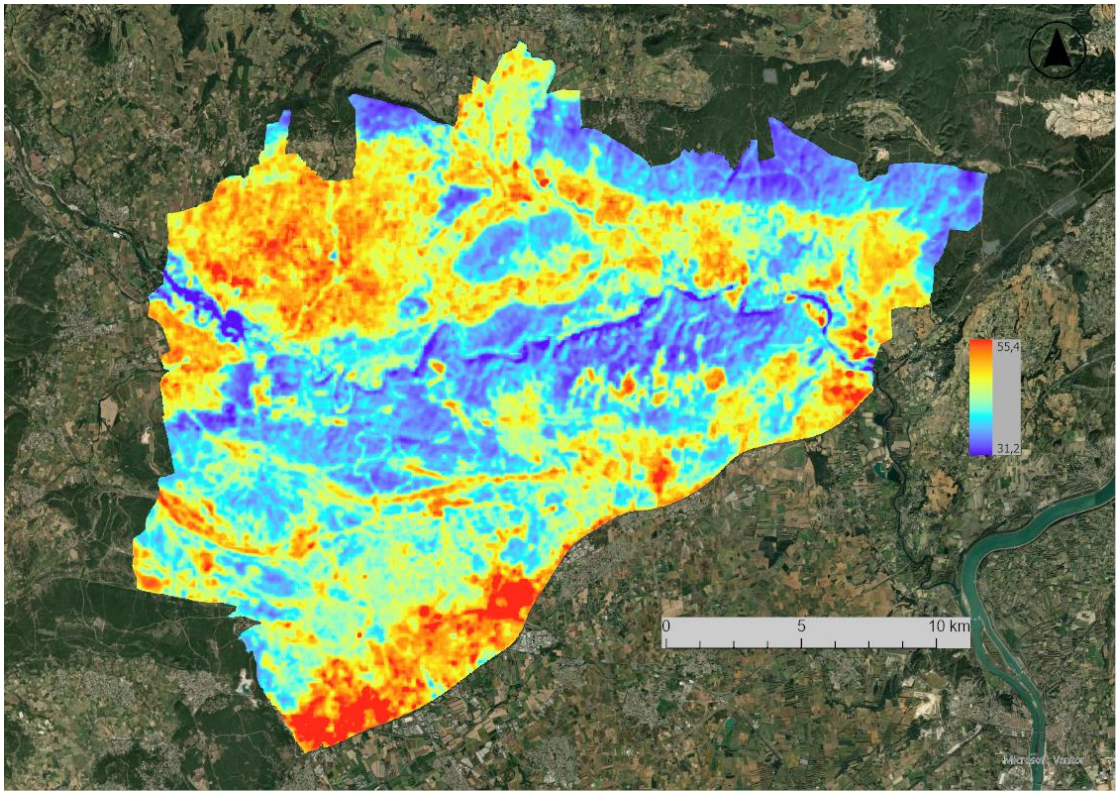


Figure 7 – Moyenne des températures de surface estivales (2010 – 2025) (source : Landsat)

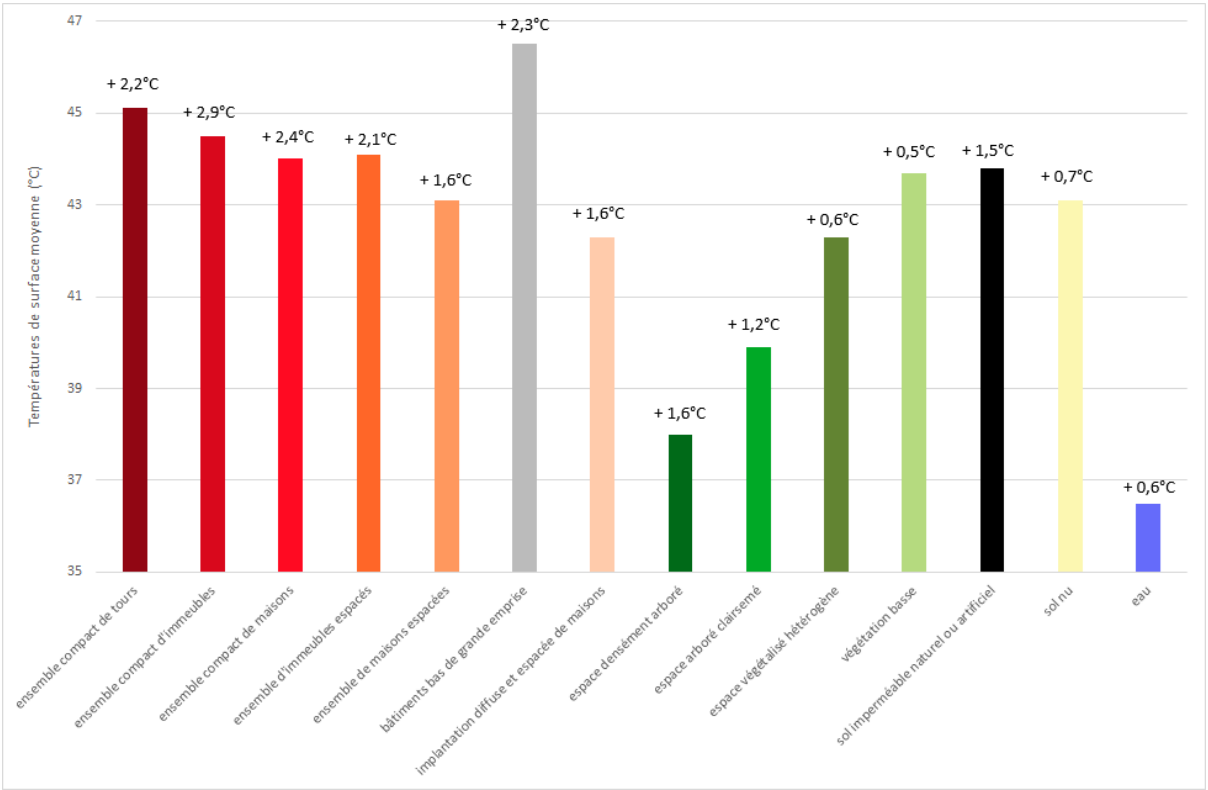


Figure 8 - Températures de surface moyenne en été (°C ; 2010 - 2025) des zones climatiques locales (LCZ) de la réserve et évolutions constatées en 2024 par rapport à la moyenne

5. Précipitations et eau : pas de tendance nette, mais plus d'irrégularité

5.1. Pluies

Les analyses ne mettent pas en évidence de tendance significative sur les cumuls annuels de précipitations. En revanche, on observe une forte variabilité interannuelle, une alternance d'années très humides et très sèche ainsi qu'une concentration accrue des pluies sur quelques événements (Fig. 9 et 10).

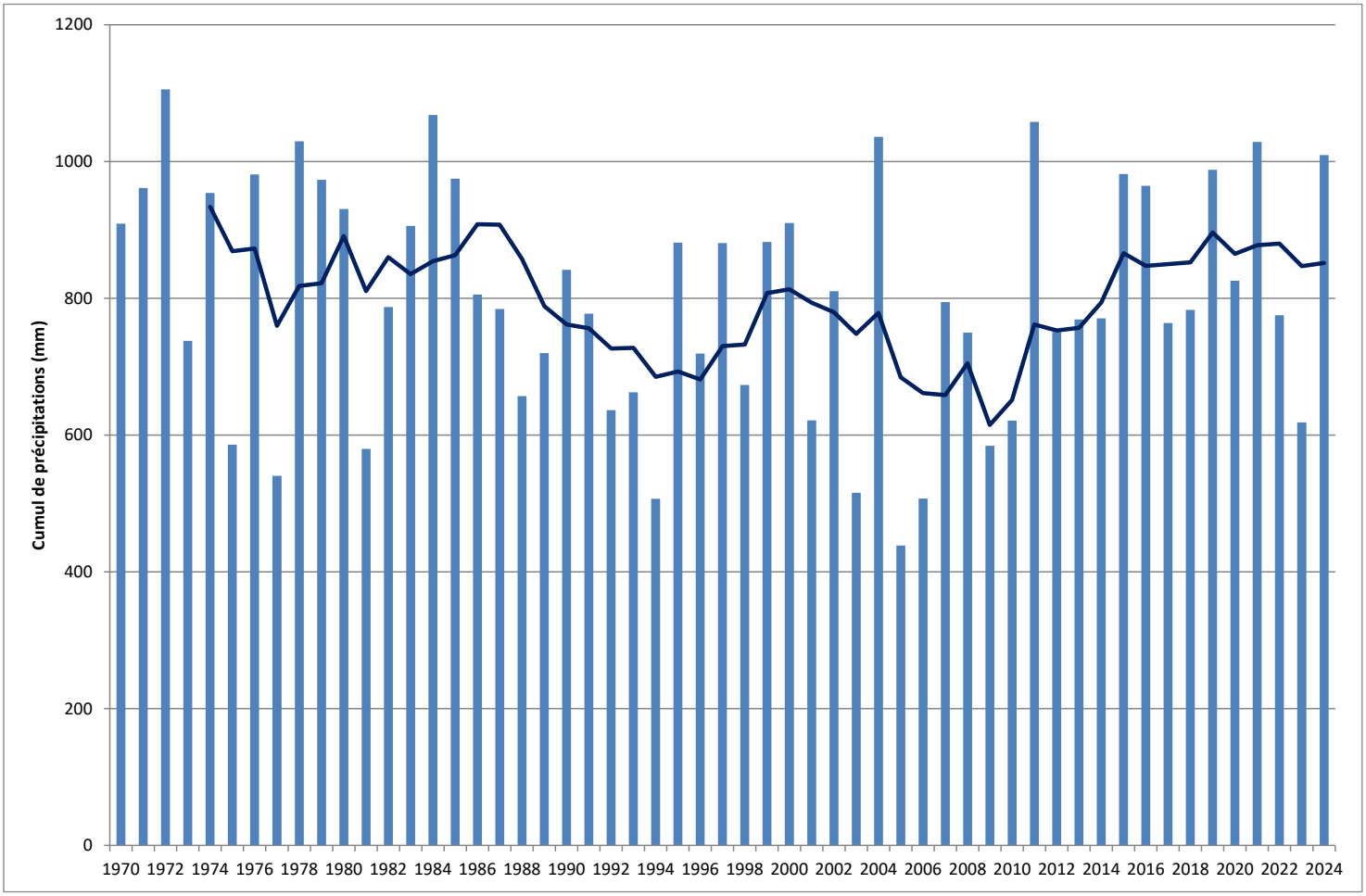


Figure 9 – RR Cumul annuel de précipitations et moyenne glissante sur 5 ans (mm) (mailles Drias 4950, 4951, 4807 et 4808)

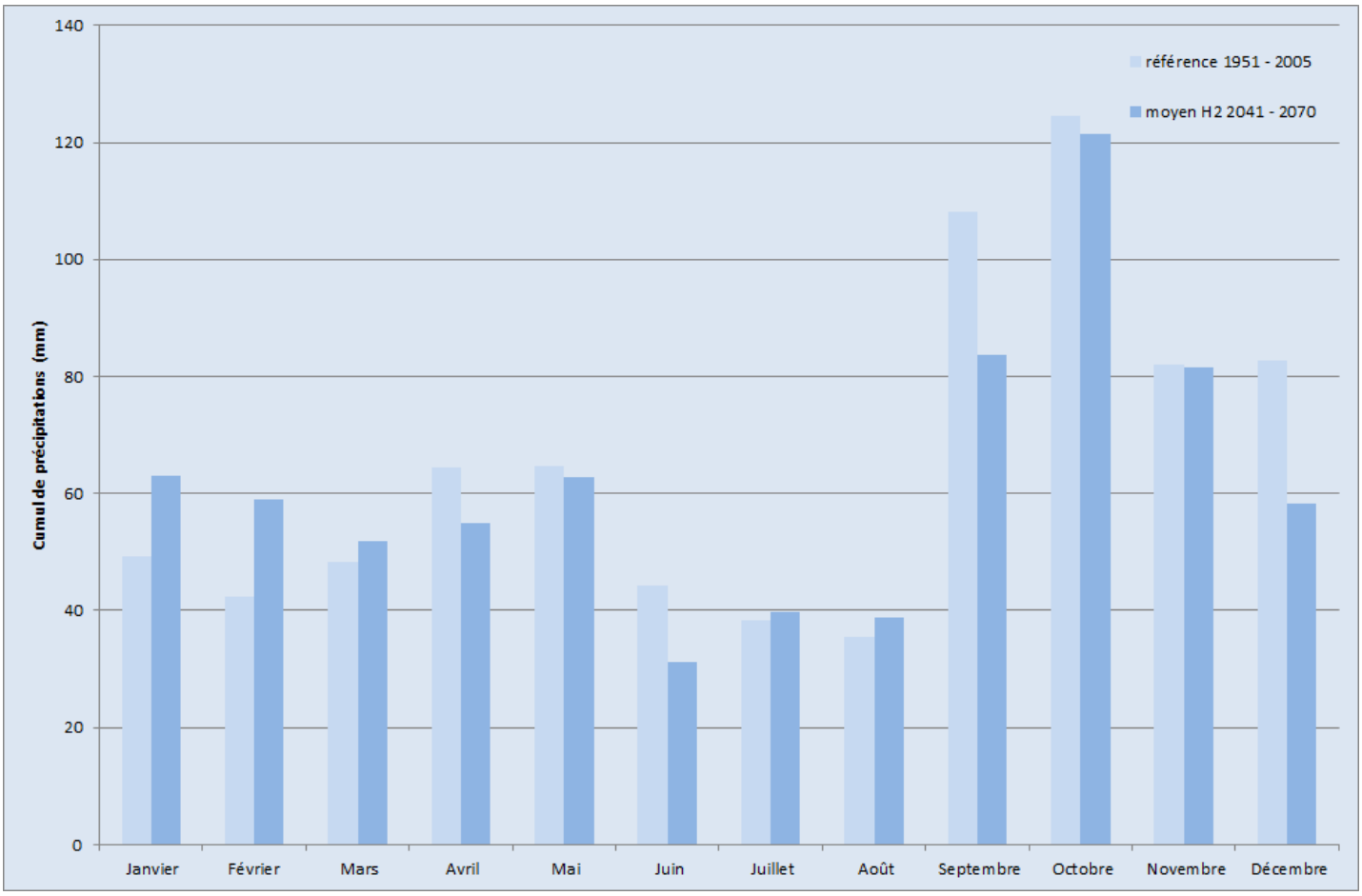


Figure 10 - Cumul de précipitations (NORRR) à la période de référence (1951–2005) et à l'horizon H2 (2041–2070)

5.2. Nappes et cours d'eau

Les données piézométriques du pont Saint-Nicolas montrent l'absence de tendance nette à la baisse des niveaux de nappe, une variabilité annuelle forte et une sensibilité aux conditions climatiques de l'année en cours (Fig. 11).

👉 **Message clé** : l'enjeu majeur n'est pas la raréfaction linéaire de l'eau, mais son **irrégularité croissante** au fil des années.

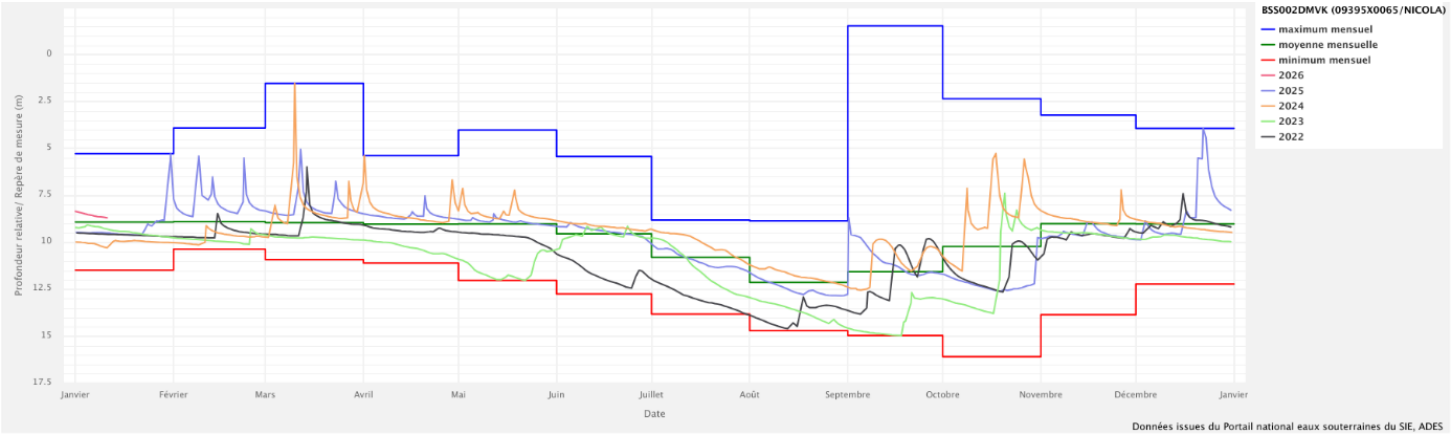


Figure 11 - Profondeur piézométrique mensuelles au Pont Saint-Nicolas de 1997 à 2025 (source Météoeau BRGM)

6. Feux de forêt et évapotranspiration : un risque structurel renforcé

L'analyse croisée des données historiques (BDIFF) et des projections (NORIF) montre que les **surfaces brûlées sont très variables d'une année à l'autre**, les **maquis** et **garrigues** sont les plus **exposé** mais surtout que le **risque climatique de feu augmente** nettement à l'horizon 2030 et 2050. Cela rentre en résonnance avec **l'augmentation** progressive de **l'évapotranspiration potentielle** qui traduit une **intensification** durable de la **demande atmosphérique en eau** sur le territoire. À horizon 2050 puis 2100, la **période** de forte **contrainte hydrique s'allonge** et débute plus précocement au printemps, tout en se prolongeant à l'automne. En **l'absence d'augmentation significative** des **précipitations**, cette évolution **accentue** mécaniquement le **déficit hydrique estival** et **fragilise le soutien d'étiage**. Elle constitue un signal structurant pour l'adaptation des pratiques agricoles, la gestion quantitative de l'eau et la préservation des milieux aquatiques. Anticiper cette pression croissante est un enjeu central pour la **résilience** du territoire.

👉 **Message clé** : le territoire entre dans un régime de **risque chronique**, nécessitant anticipation et gestion intégrée.

7. Les milieux : stables dans leur structure, fragilisés dans leur fonctionnement

L'analyse des indices spectraux (NDVI, NDMI, UI, NDBaI) montre une stabilité globale de l'occupation du sol, une forte variabilité annuelle liée aux conditions climatiques et l'absence de transformation massive des paysages sur la période récente.

Cependant, cette stabilité apparente masque une **fragilisation fonctionnelle** avec notamment une végétation plus sensible aux sécheresses, des sols plus exposés aux stress hydriques et enfin une capacité de régulation thermique mise à l'épreuve lors des étés extrêmes (Fig. 12 et 13).

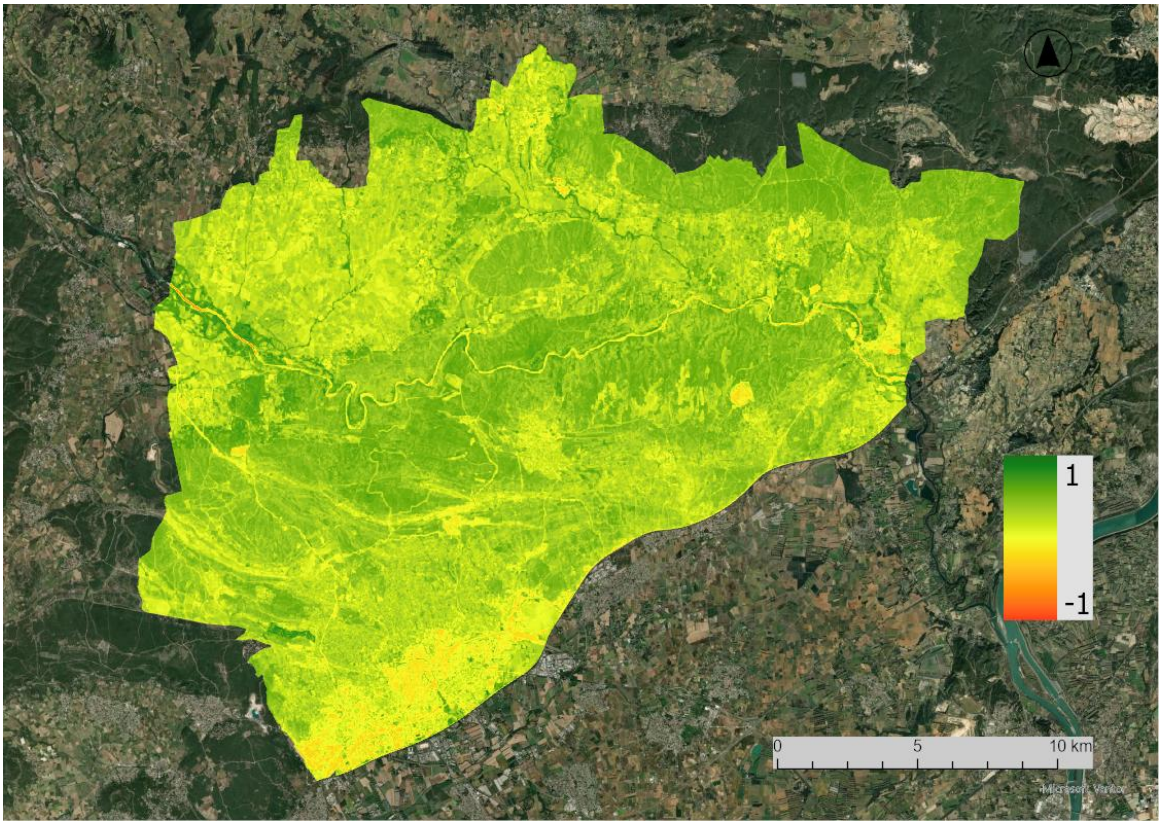


Figure 12 - Indice de végétation NDVI estival moyen de 2010 à 2025

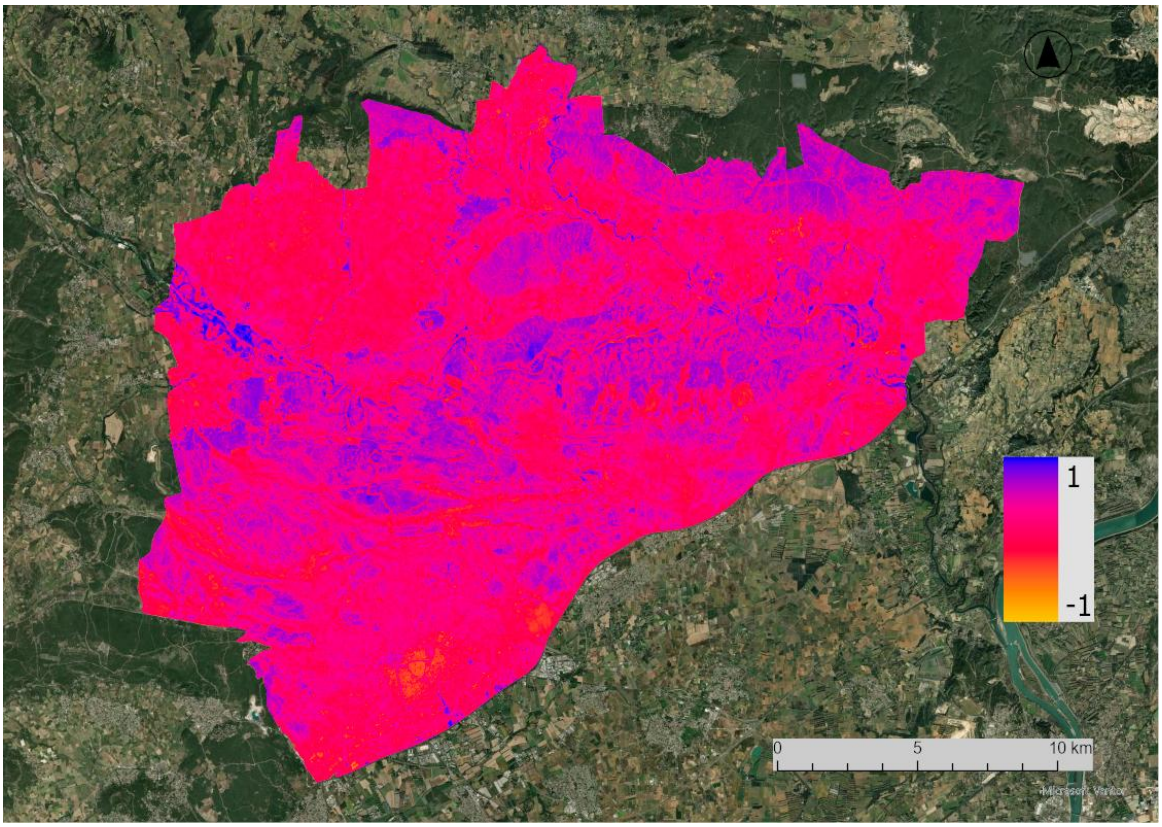


Figure 13 - Indice d'humidité des sols NDMI estival moyen de 2010 à 2025

8. Lecture intégrée : un territoire sous tension croissante

Pris ensemble, les résultats montrent que la réserve de biosphère ne bascule pas brutalement vers un nouvel état mais entre dans un régime de **variabilité accrue** où les extrêmes, l'irrégularité et l'incertitude deviennent structurants. Sur ce territoire, le changement climatique agit comme un **facteur multiplicateur de vulnérabilités**.

9. Message final

Le **changement climatique** observé sur le territoire de la Réserve de biosphère des gorges du Gardon **ne se traduit pas** par une **rupture brutale**, mais par une **accumulation progressive** de **contraintes** qui affectent **déjà**, de manière différenciée, les principales **composantes** du territoire.

Sur le **plan écologique**, la **hausse des températures** et la **raréfaction fonctionnelle** du **froid** modifient les **cycles biologiques**, favorisent certains **ravageurs** et fragilisent les équilibres entre espèces. Les **milieux naturels**, bien que structurellement stables, voient leur fonctionnement devenir plus **sensible** aux **aléas climatiques**, notamment en lien avec le **stress hydrique** et les **extrêmes thermiques**.

Concernant la **ressource en eau**, l'enjeu ne réside pas uniquement dans les **volumes disponibles**, mais dans une **variabilité** accrue des **apports** et une **intensification** des **déficits** saisonniers. L'augmentation de **l'évapotranspiration** et l'allongement des **périodes sèches** renforcent les tensions sur les **nappes**, les **cours d'eau** et les **usages** associés, en particulier en période estivale.

En matière de **risques**, le territoire s'oriente vers un régime plus exigeant, caractérisé par une augmentation du **danger** de **feux de forêt**, une **exposition** accrue aux **vagues de chaleur** et une **intensification** des

épisodes extrêmes. Ces évolutions impliquent une adaptation des stratégies de prévention, de gestion et d'aménagement.

Enfin, pour les populations et les activités humaines, le changement climatique se traduit par une dégradation du confort thermique estival, une pression accrue sur les usages de l'eau et une évolution des conditions d'exercice de certaines activités (agriculture, tourisme, loisirs de pleine nature, etc.).

Ainsi, le changement climatique agit comme un facteur transversal de transformation du territoire, en amplifiant les vulnérabilités existantes et en reconfigurant les équilibres entre milieux, ressources et usages. L'enjeu n'est plus seulement d'anticiper un climat plus chaud, mais de s'adapter à un système territorial devenu plus variable, plus contraint et plus incertain, nécessitant des réponses intégrées, progressives et territorialisées.

10. Enjeux clés pour les décideurs

🌡️ Chaleur : un nouveau régime thermique

- Augmentation des vagues de chaleur, plus longues et plus fréquentes
- Nuits chaudes limitant le rafraîchissement et la récupération
- Dégradation du confort thermique pour les populations et les activités

💧 Eau : une ressource plus irrégulière

- Allongement des périodes sèches et déficit hydrique estival accru
- Variabilité interannuelle renforcée des précipitations
- Tensions croissantes sur les nappes, les cours d'eau et les usages

🔥 Risques : une intensification structurelle

- Hausse du danger de feux de forêt (durée, intensité, saison allongée)
- Exposition accrue aux événements extrêmes (chaleur, pluies intenses)
- Nécessité d'anticipation et de gestion intégrée des risques

🌿 Écosystèmes : des équilibres fragilisés

- Stress hydrique accru pour la végétation
- Perturbation des cycles biologiques (phénologie, dormance)
- Diminution du rôle régulateur du froid (ravageurs, pathogènes)
- Évolution progressive des communautés végétales

🏘️ Territoire et usages : des conditions plus contraignantes

- Amplification des effets de chaleur dans les zones urbanisées
- Pression accrue sur l'agriculture, le tourisme et les loisirs
- Besoin d'adaptation des pratiques d'aménagement et de gestion

Liste des acronymes

BDIFF : Base de données sur les incendies de forêts en France
BSk : climat semi-aride
Cfa : climat tempéré chaud sans saison sèche (fully humid)
Csa : climat tempéré à été chaud et sec (climat méditerranéen – summer dry)
Csb : climat méditerranéen à été tempéré
DRIAS : Donner accès aux scénarios climatiques régionalisés français pour l'impact et l'adaptation de nos sociétés et environnements
GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
LCZ : Local Climate Zones (zones climatiques locales)
LST : Land Surface Temperature (température de surface)
NDMI : Normalized Difference Moisture Index (indice spectral d'humidité des sols)
NDVI : Normalized Difference Vegetation Index (indice spectral de végétation)
NORIF : Niveau Opérationnel du Risque Incendie de Forêt (indice synthétique de danger climatique de feux de forêt)
ONDE : Observatoire National Des Étiages
RCP : Representative Concentration Pathways (scénarios de changement climatique)
UTCI : Universal Thermal Climate Index (indice de confort thermique)