

Maroc Etat du Climat en 2023



TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	2
Synthèse du climat au Maroc en 2023	3
الملخص المناخي للمغرب لسنة 2023	4
2023 Annual climate summary for Morocco	5
I. Caractéristiques climatiques générales du Maroc	6
II. Principaux indicateurs climatiques en 2023	8
a. Températures.....	8
b. Précipitations.....	11
c. Rayonnement global.....	12
III. Changement du climat observé en 2023	13
a. Températures annuelles.....	13
b. Précipitations annuelles	16
IV. Modes de variabilité climatique influençant le climat du Maroc en 2023	18
V. Evénements climatiques extrêmes en 2023.....	20
VI. Synthèses agro-météorologiques et marines de l'année 2023.....	25
a. Suivi agro-météorologique.....	25
b. Situations marines marquantes de l'année 2023	29
Annexe: Mise en opérationnelle d'une nouvelle chaine de prévision intra saisonnière.....	31
Sources de données.....	33
ACRONYMES	34

PREAMBULE

L'année 2023 est la plus chaude jamais enregistrée aussi bien à l'échelle globale qu'au niveau du Maroc. Selon l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), l'anomalie de la température moyenne globale a approché le seuil symbolique de 1,5 °C. Les données de suivi climatique indiquent en effet, que la terre s'est réchauffée en 2023 d'environ 1,45 °C par rapport à la période préindustrielle (1850-1900). L'OMM confirme aussi que les 9 dernières années sont les plus chaudes jamais enregistrées.

Les impacts liés aux phénomènes climatiques extrêmes étaient d'une grande ampleur au cours de l'année 2023. Ainsi, en septembre 2023, le cyclone méditerranéen «Daniel» a été à l'origine d'au moins 4700 décès confirmés en Lybie. En mai 2023, le cyclone Mocha a provoqué le déplacement de 1,7 millions de personnes dans la sous-région du Sri Lanka au Myanmar en passant par l'Inde et le Bangladesh. Durant la saison estivale, le Canada a connu de grands incendies qui ont brûlé des millions d'hectares et entraîné une importante pollution due à la fumée noire. Durant la période des moussons, la corne de l'Afrique a connu des pluies abondantes, avec un cumul de 200 à 400 mm en octobre et novembre, après une sécheresse prolongée. Ces précipitations ont entraîné le déplacement de 1,4 millions de personnes en plus des 2,7 millions de personnes déplacées à cause des cinq saisons successives de sécheresse.

Le Maroc bénéficie d'une grande diversité climatique, allant du climat méditerranéen sur les côtes au climat désertique dans le Sud. Il est situé dans l'une des régions les plus touchées par le changement climatique.

La présente publication présente un résumé de l'état du climat du Royaume du Maroc en 2023 pour les variables climatiques les plus pertinentes et accorde une attention particulière aux phénomènes météorologiques et climatiques ayant des impacts socio-économiques importants.

Synthèse du climat au Maroc en 2023

L'année **2023 est l'année la plus chaude** jamais enregistrée au Maroc depuis au moins le début du 20ème siècle avec 1,77 °C au-dessus de la normale climatologique calculée sur la période 1981-2010, battant ainsi l'ancien record de 2022 de 0,14 °C. Les mois de mars, avril, août et octobre ont été les plus chauds jamais enregistrés. Les températures moyennes quotidiennes ont été supérieures à leurs normales durant 279 jours, soit 79 % des jours de l'année. De plus, un nouveau record national absolu de la température maximale quotidienne de 50,4 °C a été enregistré à Agadir le vendredi 11 août 2023 dépassant ainsi la barre symbolique des 50 °C pour la première fois au Maroc.

Concernant la pluviométrie, **2023 est l'année la plus sèche** depuis au moins 80 ans avec un déficit pluviométrique d'environ 48 %. D'autre part, 2023 est la cinquième année consécutive sèche au Maroc, constituant ainsi la période la plus longue d'années consécutives sèches dans l'histoire contemporaine du Maroc. Ces cinq dernières années ont accusé un déficit pluviométrique moyen d'environ 35 % considéré comme « **déficit extrême** ».

L'année agricole 2022-2023 a été également marquée par un déficit sévère de précipitations, s'établissant à 29,22 % en dessous de la normale, et par une répartition irrégulière de celles-ci, exacerbant les effets de cinq campagnes de sécheresse consécutives. Le démarrage tardif et mal réparti des pluies, de septembre à novembre, a compromis la plantation des cultures d'automne et détérioré les conditions des parcours. Cette situation critique a été aggravée par une hausse exceptionnelle des températures.

En termes d'événements extrêmes, le Maroc a enregistré en 2023 plus d'une vingtaine de phénomènes météorologiques majeurs, signalés par des bulletins d'alerte. Ces événements comprenaient des averses orageuses intenses, des vagues de chaleur, ainsi que des chutes de neige et des vents forts. Un phénomène particulièrement remarquable fut la vague de chaleur printanière qui a touché une grande partie du sud-ouest de l'Europe et du nord de l'Afrique vers la fin avril 2023, entraînant des températures extrêmement élevées. Néanmoins, et malgré une année globalement sèche, des chutes de neige particulièrement importantes ont eu lieu en février sur certaines régions du Haut-Atlas et de l'Anti-Atlas, avec des hauteurs atteignant jusqu'à 2 mètres. Cette situation exceptionnelle, dans certaines provinces de ces régions, a nécessité l'intervention des autorités pour établir l'accès et fournir une assistance aux populations sinistrées.

الملخص المناخي للمغرب لسنة 2023

تعتبر 2023 السنة الأكثر حرارة على الإطلاق منذ بداية القرن العشرين حيث تجاوزت درجة الحرارة المعدل المعتاد للفترة 1981-2010 بحوالي 1,77 درجة مئوية. كما عرفت الأشهر الأربعة لمارس، أبريل، غشت وأكتوبر تحطيم الأرقام القياسية الشهرية لدرجة الحرارة المتوسطة. وفيما يخص متوسط درجة الحرارة اليومية فقد سجلت سنة 2023 معدلات فاقت المعتاد خلال 279 يوما ما يمثل نسبة 79% من مجمل عدد أيام السنة. هذه السنة عرفت أيضا تسجيل أعلى درجة حرارة قصوى على الإطلاق بلغت 50,4 درجة مئوية تم رصدها يوم 11 غشت 2023 على مستوى مدينة أكادير.

أما فيما يخص التساقطات المطرية فتعتبر 2023 السنة الأكثر جفافا على الإطلاق منذ أكثر من 80 سنة بعجز بلغ حوالي 48%. إضافة إلى ذلك، تمثل 2023 السنة الجافة الخامسة على التوالي منذ 2019 ما يجعل هذه الفترة هي الأطول في التاريخ المعاصر للمغرب من حيث توالي سنوات الجفاف. تشير أيضا إلى أن هذه السنوات الخمس عرفت عجزا حادا في التراكم السنوي للتساقطات المطرية بلغ حوالي 35%.

عرف المغرب أيضا موسما فلاحيا (من فاتح شتنبر 2022 إلى غاية متم غشت 2023) شديد الجفاف خاصة خلال مراحل النمو الحرجة للحبوب والتي تخللها ارتفاع غير مسبوق في درجات الحرارة مصحوب بمعدل أمطار مقدّر بحوالي 134 ميليمتر ما يمثل عجزا فاق نسبة 29%.

وعلى الرغم من كون 2023 سنة جافة إلا أن بعض مناطق الأطلس الكبير والصغير شهدت ظاهرة قصوى تمثلت في تسجيل مقاييس استثنائية للتساقطات الثلجية فاق علوها في بعض المناطق مترين ما دفع بسلطات المملكة المغربية لاتخاذ التدابير اللازمة وتسخير جميع الإمكانيات اللوجستكية والعناصر البشرية اللازمة لإعانة إيواء ساكنة المناطق المتضررة وفك العزلة عنها.

2023 Annual climate summary for Morocco

Averaging 1.77 °C above the average temperature calculated during the 1981–2010 period, **2023 is the hottest year** ever recorded in Morocco since at least the early 20th century. It breaks the previous record set in 2022 by 0.14 °C. March, April, August, and October were the warmest months on record. Daily average temperatures were above normal during 279 days, which represent 79 % of year's days. Furthermore, a new national record for the highest daily temperature of 50.4 °C was recorded in Agadir on Friday, August 11, 2023, breaking the symbolic 50 °C barrier for the first time in Moroccan history.

In terms of precipitation, **2023 is the driest year** in at least 80 years, with a precipitation deficit of nearly 48%. On the other hand, 2023 will mark the fifth consecutive dry year in Morocco, making it the longest stretch of consecutive dry years in the country's modern history. Over the past five years, the average rainfall deficit was around 35%, making this period extremely dry.

The 2022–2023 agricultural campaign was also characterized by a severe precipitation deficit, which peaked at 29.22% below average, and an irregular rainfall distribution, exacerbating the effects of five consecutive dry seasons. The late start of the rainy season and the uneven spatial distribution of rainfall have adversely affected autumn planting and trail conditions. This dire situation is made worse by unusually rising temperatures.

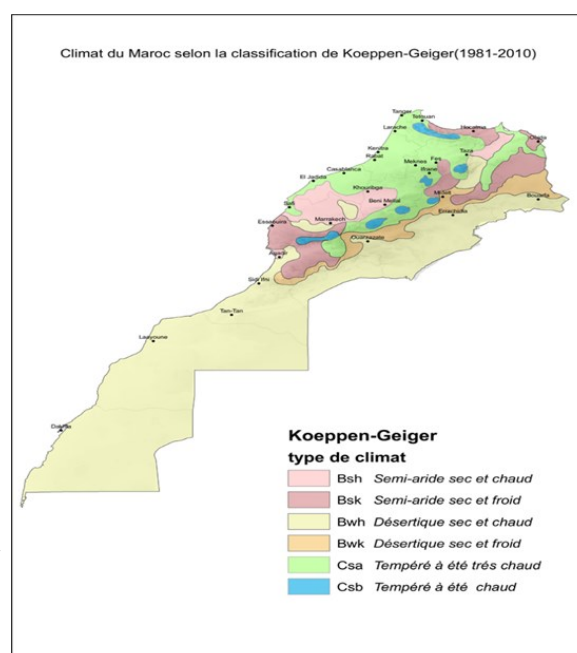
In terms of extreme weather events, Morocco recorded more than twenty extreme weather events in 2023, all of which were reported through warning bulletins. These events include heavy precipitation, heat waves, cold waves as well as snowfall and strong winds. A particularly notable phenomenon is the spring heat wave that affected a significant part of Southern and Eastern Europe and Northern Africa towards the end of April 2023, resulting in extremely high temperatures. Additionally, although the year was generally dry, very heavy snowfall occurred in February in various areas in the High-Atlas and Anti-Atlas regions, with unusual snow depths recorded (up to 2 m), requiring the intervention of authorities to restore accessibility.

I. Caractéristiques climatiques générales du Maroc

Le Maroc est situé à l'extrémité Nord-Ouest du continent Africain entre les latitudes 20.8° et 35.9° Nord et les longitudes 1° et 17° Ouest. Son climat est varié. Il est influencé par sa topographie, qui comprend les montagnes du Rif au nord, les montagnes de l'Atlas au centre avec un sommet qui culmine à 4165 m, les plaines et la côte à l'ouest, les plateaux à l'est et le désert au sud. Le climat du Maroc varie considérablement du nord au sud du pays; Entre tempéré à semi-aride et désertique selon la classification de Koppen-Geiger (Figure 1). Les **précipitations** et la **température** sont fortement influencées par l'Océan Atlantique à l'ouest, la mer Méditerranée au nord et le désert du Sahara au sud et au sud-est. La plupart des précipitations du pays surviennent entre Septembre et Mai, période considérée comme la saison pluvieuse et agricole au Maroc. La majeure partie du Maroc et en particulier le long des côtes, connaît un climat typiquement méditerranéen, avec des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. Les précipitations annuelles moyennes dépassent légèrement les 1000 mm à Chefchaouen comme maximum et sont en dessous de 35 mm à Smara dans les provinces sud. Des chutes de neige sont enregistrées dans les régions montagneuses de l'Atlas et du Rif entre novembre et avril. Les températures moyennes annuelles dépassent les 22 °C dans le sud et le sud-est du pays, varient entre 12 et 18 °C sur les reliefs et les hauts plateaux et varient entre 18 et 20 °C ailleurs. En été, la température maximale quotidienne dépasse fréquemment les 40°C à l'intérieur du pays. En hiver, la température minimale journalière descend en dessous de 0 °C au niveau des zones montagneuses.

Figure 1 : Climat du Maroc selon l'indice de Koppen-Geiger (1981-2010).

Source de données : paramètres climatiques observés au niveau des CPM de la DGM interpolés ensuite sur une grille régulière (~ 10 Km) selon la méthode d'interpolation AURELHY.



La température annuelle moyenne au Maroc est de 19°C, avec des températures mensuelles moyennes entre 12°C (janvier) et 25°C (août). Les précipitations annuelles moyennes sont de 187 mm sur tout le Maroc et de 377 mm sur les zones agricoles (Figure 2-b), avec les trois mois les plus pluvieux enregistrant des précipitations moyennes sur tout le Maroc de 25 mm (en novembre), 29 mm (en décembre) et 25 mm (en février). Il ne pleut quasiment pas en juin, juillet et août (Figure 2-a).

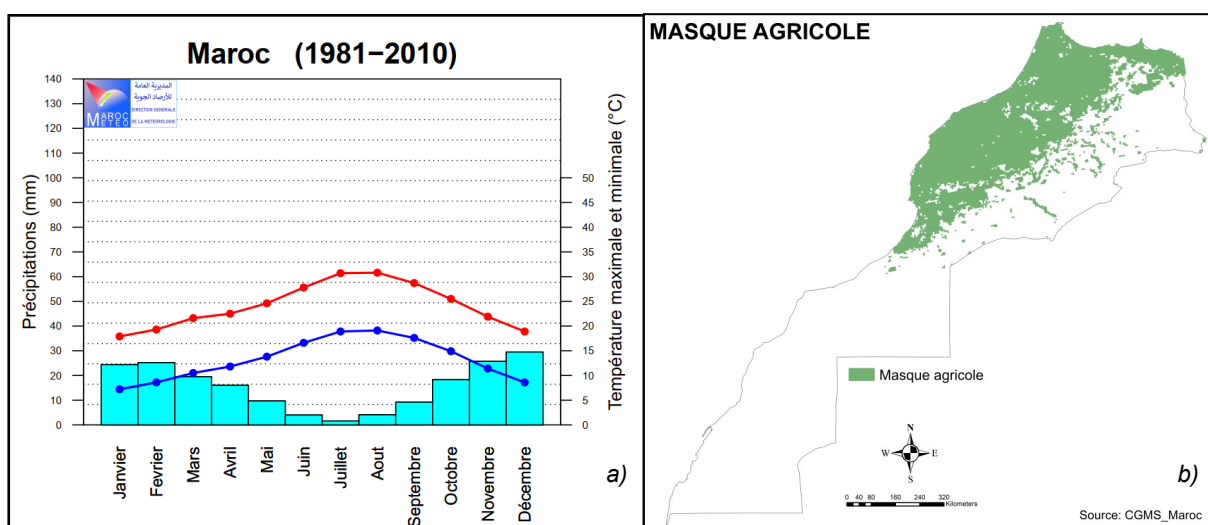


Figure 2: a) Diagramme ombrothermique du Maroc et b) Masque des zones agricoles.

Les caractéristiques climatiques d'un pays ou d'une région peuvent être affinées par quelques indicateurs climatiques tels que le nombre de jours pluvieux. En effet, une climatologie basée sur le nombre de jours pluvieux permet une meilleure planification des cultures et une gestion optimale des ressources hydriques. Elle aide également les entreprises du secteur touristique à organiser leurs activités en fonction des conditions météorologiques. Pour le Maroc, durant la dernière période climatologique 1991-2020, les villes de Tanger, Tétouan et Larache enregistrent une moyenne annuelle d'environ 60 jours de pluie. Fès enregistre environ 50 jours, tandis que Casablanca, Safi et Oujda en comptent environ 40. Errachidia et Agadir ont une moyenne d'environ 20 jours de pluie, et Laayoune en compte moins de 9 jours.

II. Principaux indicateurs climatiques en 2023

a. Températures

• Température moyenne

En 2023, l'analyse des températures a révélé des variations significatives de la température moyenne annuelle à travers le Maroc. Sur les sommets du Haut et Moyen Atlas, la température a oscillé entre 4,8 et 12 °C, illustrant les conditions climatiques typiques de ces régions montagneuses. Dans le Rif et les zones avoisinantes, la température s'est maintenue entre 12 et 16 °C. Sur le reste du territoire, notamment dans les plaines et les zones côtières, elle a varié entre 18 et 24 °C. Des températures particulièrement élevées ont été enregistrées sur les versants sud-est du pays, ainsi que dans les régions de Marrakech et de Laayoune Sakia El Hamra, où elle ont fluctué entre 22 et 24,9 °C.

La température moyenne annuelle a été généralement supérieure à la normale climatique, calculée sur la période de référence de 1981-2010. Cette tendance au réchauffement est particulièrement notable dans les régions de Chichaoua, Rehamna (plaines centre) et Tinghir (versant Est), où l'anomalie de température moyenne a excédé +3 °C. Ailleurs, l'anomalie est restée inférieure à +3 °C, illustrant une variabilité climatique moins marquée mais néanmoins significative.

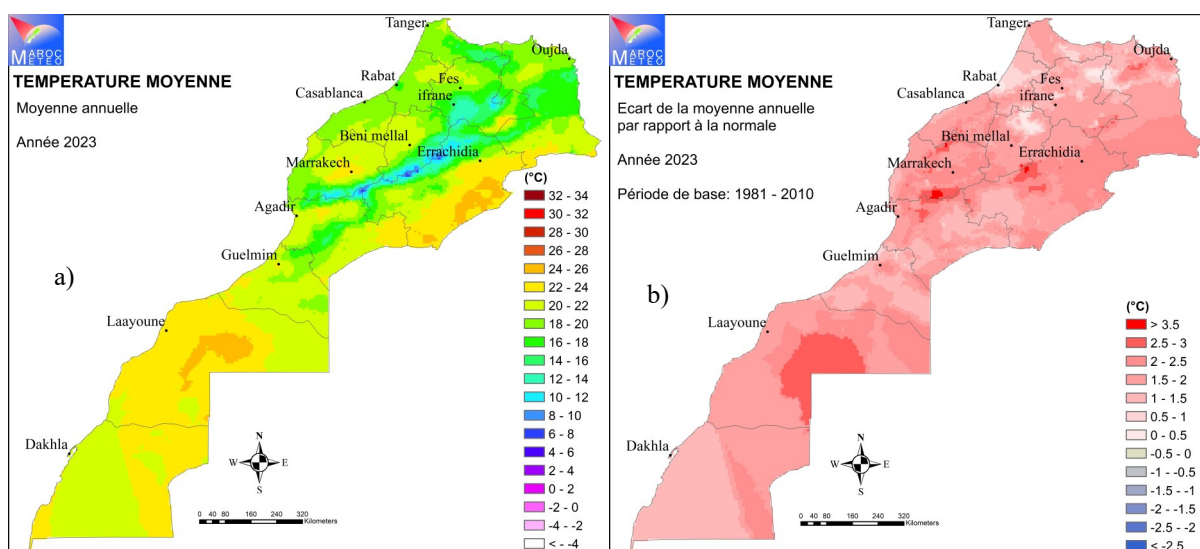


Figure 3 : a) Température moyenne annuelle de l'an 2023, b) Ecart de la température moyenne annuelle de 2023 par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc.

• Température minimale

En 2023, la température minimale moyenne a présenté des variations notables à travers les différentes régions du Maroc, comme illustré dans la Figure 4. Sur les sommets du Haut et du Moyen Atlas, la température a oscillé entre $-2,7$ et 6 °C, reflétant les conditions rigoureuses typiques de ces hautes altitudes. Dans le Rif et l'Anti-Atlas, les températures minimales moyennes ont varié entre 6 et 10 °C, tandis que sur les hauts plateaux de l'Oriental, elles se sont maintenues entre 8 et 12 °C. Les provinces du Sud ont connu des températures relativement plus chaudes, avec des minimales entre 16 et 20 °C, tandis que le reste du pays a enregistré des températures entre 12 et 18 °C.

Ces températures minimales sont anormalement chaudes sur la majorité du territoire, comparativement à la normale climatologique calculée sur la période de référence 1981-2010, ces températures minimales se sont avérées anormalement chaudes sur la majorité du territoire. Cependant, quelques régions situées au nord, telles que Chefchaouen, Al Hoceima, Rabat, Kénitra, Nador, Taza et Guercif, ont dérogé à cette tendance avec des anomalies négatives allant jusqu'à $-1,5$ °C.

Dans les provinces sud, l'anomalie positive n'a pas excédé $+1,5$ °C, tandis que le reste du pays a vu des augmentations plus marquées de la température minimale, avec des anomalies positives variant entre $+1$ et $+2,5$ °C. La région de Taourirt a enregistré l'anomalie la plus élevée, avec une hausse de la température minimale de $+2,65$ °C.

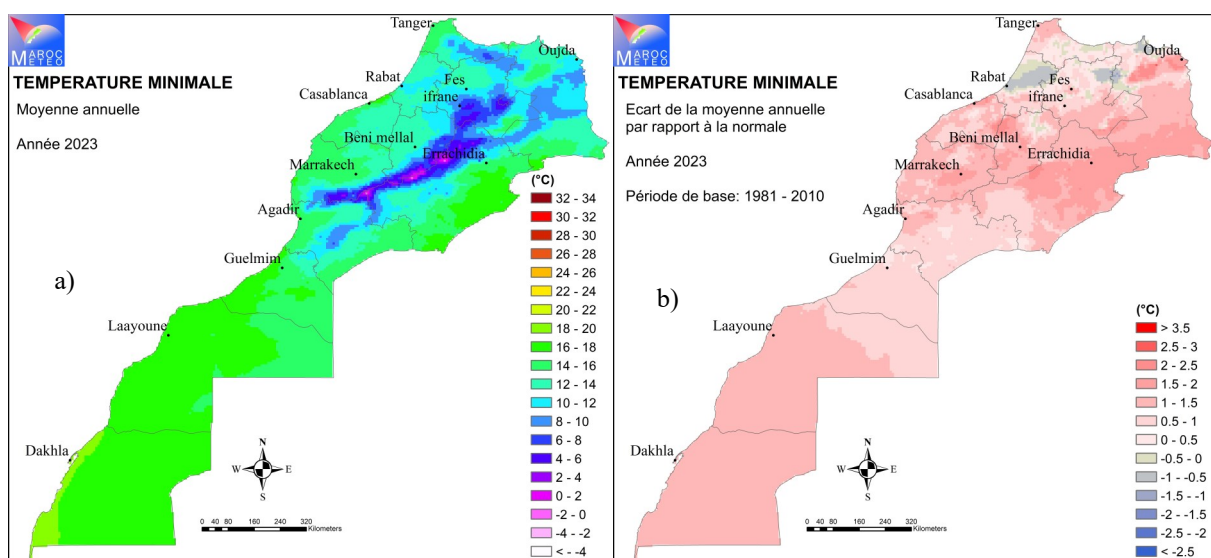


Figure 4 : a) Température minimale moyenne annuelle de l'an 2023, b) Écart de la température minimale moyenne annuelle de 2023 par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc.

• Température maximale

L'analyse des températures maximales quotidiennes pour l'année 2023, illustrée dans la Figure 5, révèle des disparités régionales significatives à travers le Maroc. Dans les régions montagneuses du Haut et du Moyen Atlas, les températures maximales moyennes annuelles ont varié entre 12 et 20 °C, reflétant les conditions plus fraîches associées à l'altitude. Le Rif a enregistré des températures plus douces, entre 20 et 22 °C, tandis que les côtes atlantiques au nord d'Essaouira et la rive méditerranéenne ont connu des valeurs entre 22 et 26 °C. À l'intérieur du pays, notamment dans les zones arides et semi-arides, les températures maximales ont été nettement plus élevées, avec des moyennes annuelles généralement comprises entre 26 et 32 °C.

La température maximale moyenne annuelle a été généralement supérieure à sa normale climatique. Le réchauffement a été particulièrement marqué dans des régions comme celles de Marrakech, Beni Mellal, Agadir, Taroudant, Errachidia, Ouarzazate, Chefchaouen, Laayoune et Guelmim, où l'anomalie a excédé +3,5 °C. Ce dépassement souligne l'intensification du réchauffement climatique dans ces zones, avec des implications potentielles sur l'agriculture, notamment sur la viabilité des cultures et le stress hydrique. Dans d'autres régions, l'anomalie de la température maximale est restée en dessous de +3 °C, indiquant une hausse moins extrême mais néanmoins significative.

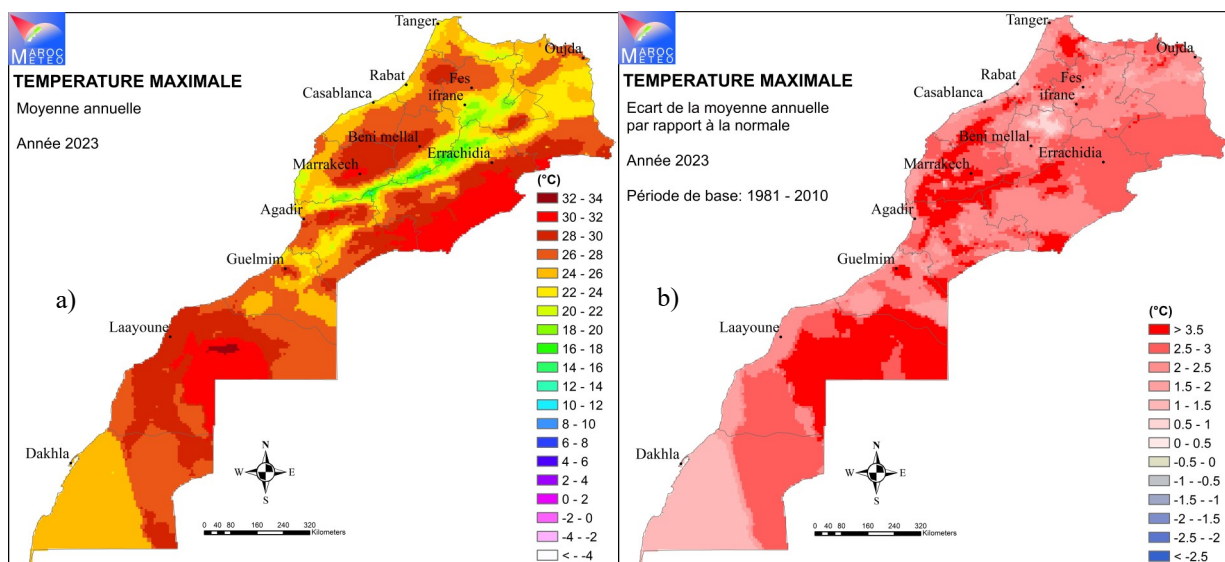


Figure 5 : a) Température maximale moyenne annuelle de l'an 2023 ; b) Écart de la température maximale moyenne annuelle de 2023 par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc

b. Précipitations

En 2023, la pluviométrie au Maroc a été marquée par des cumuls inférieurs aux normales de la période de référence 1981-2010, révélant ainsi un déficit pluviométrique notable. Les zones du Tangérois et du Rif ont enregistré des précipitations entre 400 et 600 mm, des valeurs nettement moindres que les normales habituelles pour ces régions. Tanger, qui a affiché le cumul le plus élevé avec 588,1 mm, a tout de même connu une pluviométrie inférieure à sa normale qui est de 696,7 mm (-15%). Des écarts significatifs ont été observés à Chefchaouen et Tetouan où les cumuls respectifs de 383 mm et 369 mm se situaient bien en dessous de leurs normales respectives de 1018 mm (-62%) et 692 mm (-47%). D'autre part, Laayoune et Dakhla, situées dans des zones habituellement arides, ont continué de présenter de faibles cumuls, ne dépassant pas les 100 mm.

La grande majorité des stations (Figure 6) a affiché des cumuls entre 100 et 400 mm, valeurs bien inférieures aux valeurs normales, ce qui révèle une tendance à la sécheresse à travers l'ensemble du territoire national. Errachidia fait exception à cette tendance se distinguant cependant par un cumul pluviométrique de 128 mm qui surpasse légèrement sa normale pluviométrique qui est 124 mm.

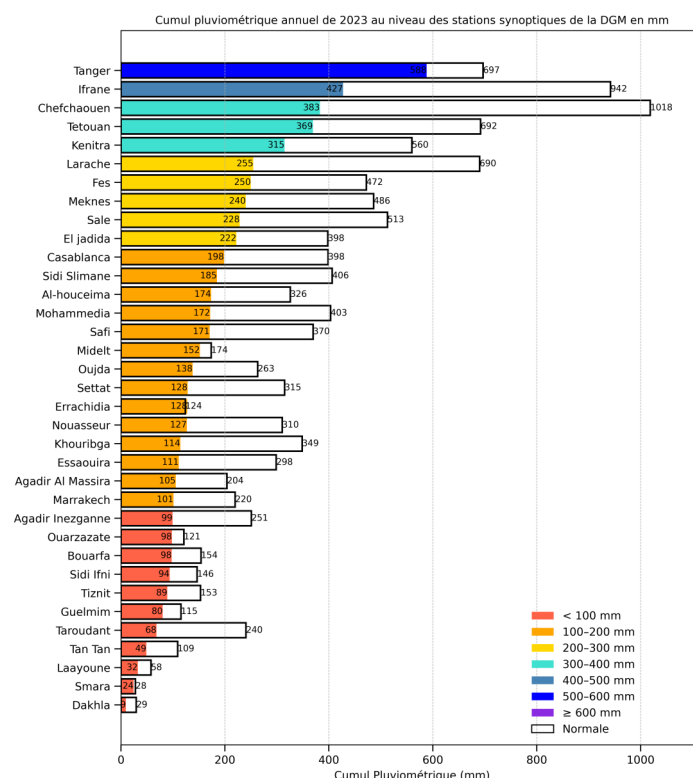


Figure 6 : Cumul pluviométrique annuel (mm) de l'année 2023 enregistré au niveau des stations synoptiques de la DGM, avec la normale climatologique de la période de référence 1981-2010.

Comme le montre la Figure 7, le déficit pluviométrique a varié généralement entre 50 et 80 % sur les régions situées à l'ouest du haut et moyen atlas.

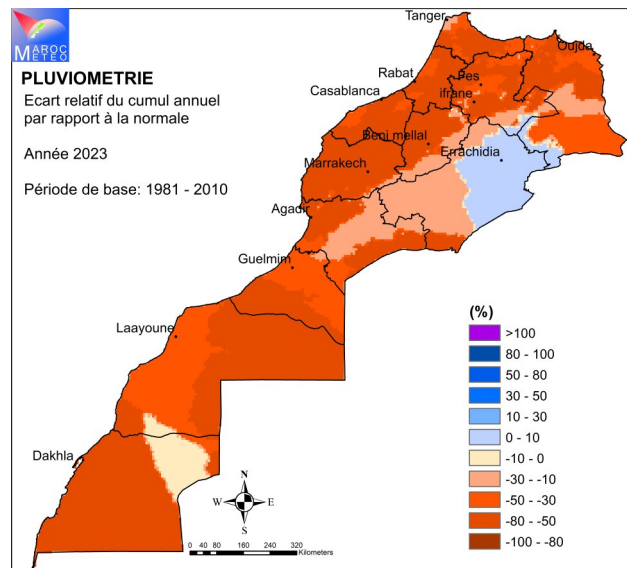


Figure 7 : Écart relatif de la pluviométrie annuelle de l'an 2023 par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc

c. Rayonnement global

La moyenne annuelle du rayonnement global quotidien a varié entre 15 et 22 MJ/m² par jour durant l'année 2023, les valeurs maximales du rayonnement solaire ont été enregistrées dans les provinces Sud, Souss-Massa, Drâa-Tafilalet, Marrakech et le sud de l'Oriental. Le rayonnement global quotidien était proche de sa normale climatologique sur la majeure partie du pays à l'exception des régions de Laayoune, Khenifra et Sidi Kacem qui ont été marquées par une anomalie négative ne dépassant pas -30 %.

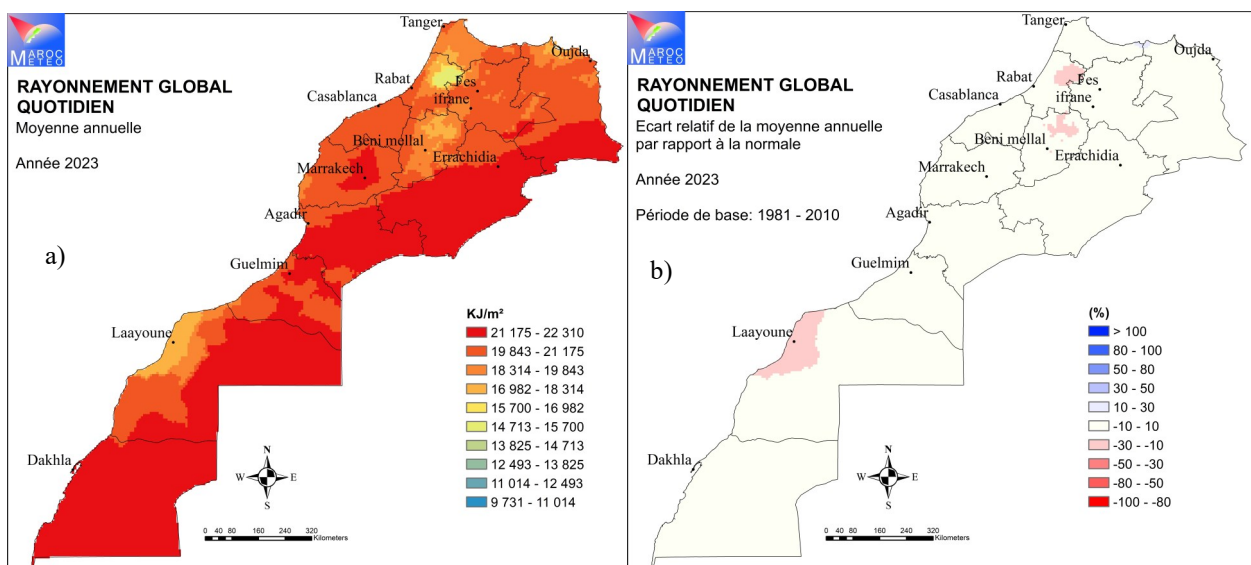


Figure 8 : a) Moyenne annuelle du rayonnement global quotidien de l'an 2023, b) Écart relatif de la moyenne annuelle du rayonnement global quotidien de l'an 2023 par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc.

III. Changement du climat observé en 2023

L'année 2023 est l'année la plus chaude jamais enregistrée au Maroc, suivie par l'année 2022. Elle est également l'année la plus sèche depuis au moins 80 ans avec un déficit pluviométrique national atteignant les 48 %.

a. Températures annuelles

Au niveau national, l'anomalie de la température moyenne annuelle de l'année 2023 est d'environ 1,77 °C par rapport à la normale climatologique calculée sur la période 1981-2010. Elle représente l'anomalie la plus élevée depuis 1981 suivie par 1,63 °C enregistrée en 2022 et 1,37 °C enregistrée en 2020. Les températures moyennes annuelles au niveau national en 2023 et 2022 étaient, respectivement, de 20,51 et 20,36 °C (Figure 9).

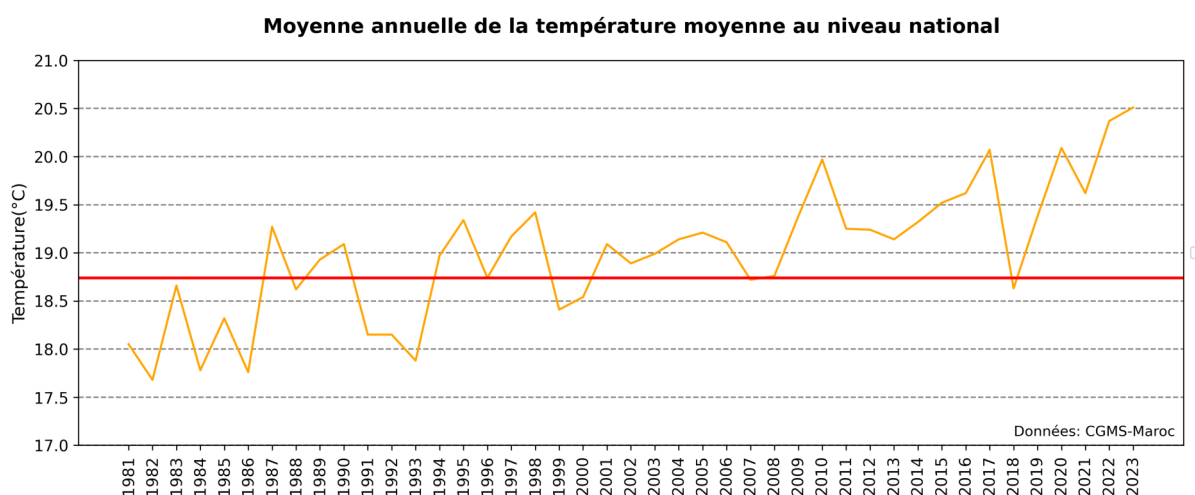


Figure 9 : Evolution temporelle de la température moyenne (Tmoy) annuelle nationale ; la ligne rouge représente la normale climatologique de Tmoy pour la période 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc

L'année 2023 est également une année record concernant la température maximale moyenne au niveau national avec un écart important de +2,5 °C par rapport à la normale climatologique calculée sur la période 1981-2010 devant les années 2022 et 2020 dont les écarts ont atteint respectivement 2,1 et 2,06 °C (Figure 10-a). Quant à la température minimale annuelle moyenne sur l'ensemble du territoire, l'année 2023 est au troisième rang, après les années 2010 et 2022, enregistrant un écart d'environ 1,04 °C par rapport à la normale climatologique (Figure 10-b).

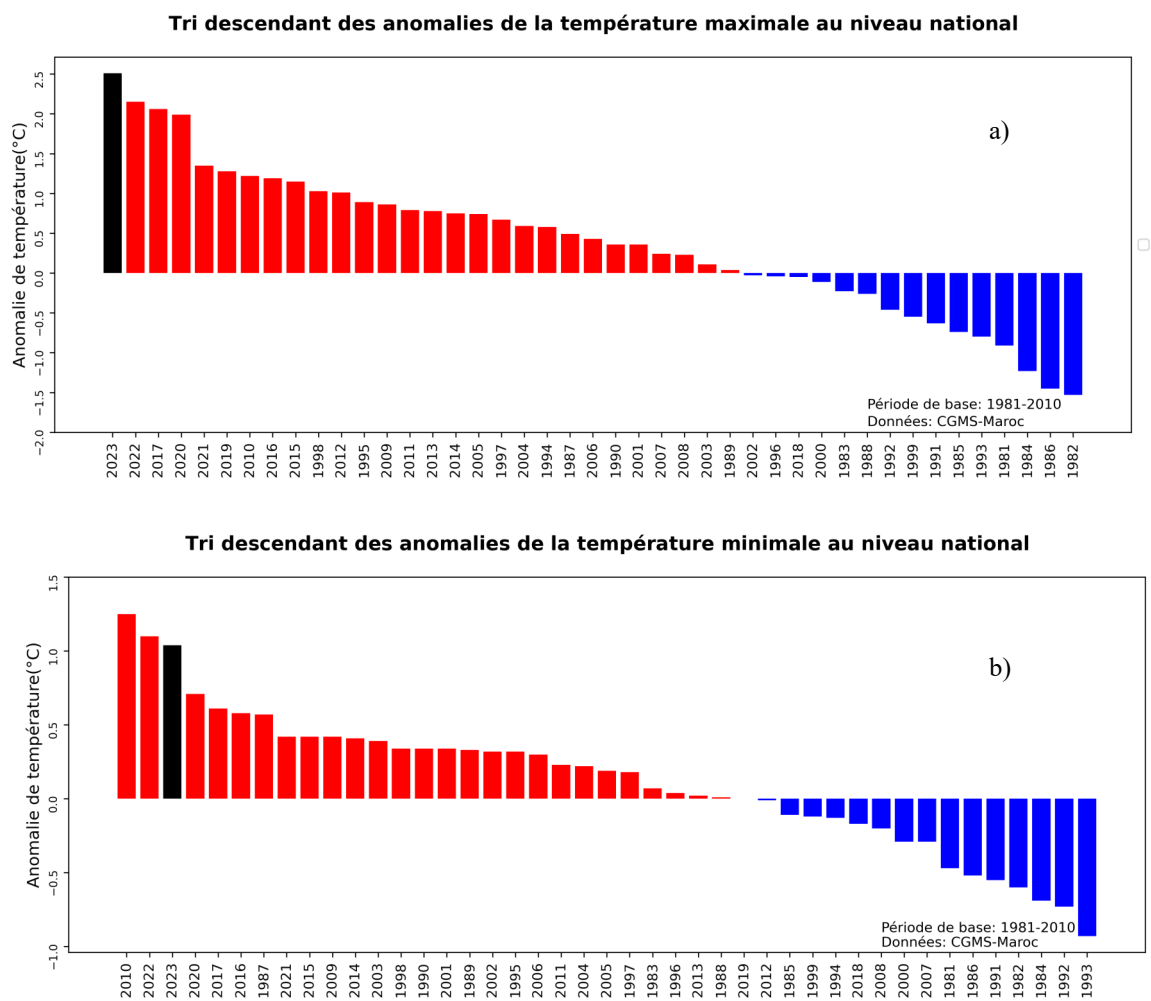


Figure 10 : a) Classement des écarts de la moyenne annuelle de Tmax par rapport à la normale climatologique 1981-2010. b) Classement des écarts de la moyenne annuelle de Tmin par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc.

Mensuellement, mis à part le mois de février (Figure 11), tous les mois ont enregistré des températures moyennes supérieures à la normale avec l'enregistrement de quatre nouveaux records de température moyenne mensuelle. Il s'agit des mois de mars, avril, août et octobre. Le mois de mars a dépassé sa normale climatologique calculée sur la période 1981-2010 d'environ 2,8 °C, le mois d'avril d'environ 3,32 °C, le mois d'août d'environ 3,01 °C et le mois d'octobre d'environ 3,12 °C.

Le Maroc a connu également 279 jours à température moyenne au-dessus des normales climatologiques soit 79 % du nombre total des jours de l'année.

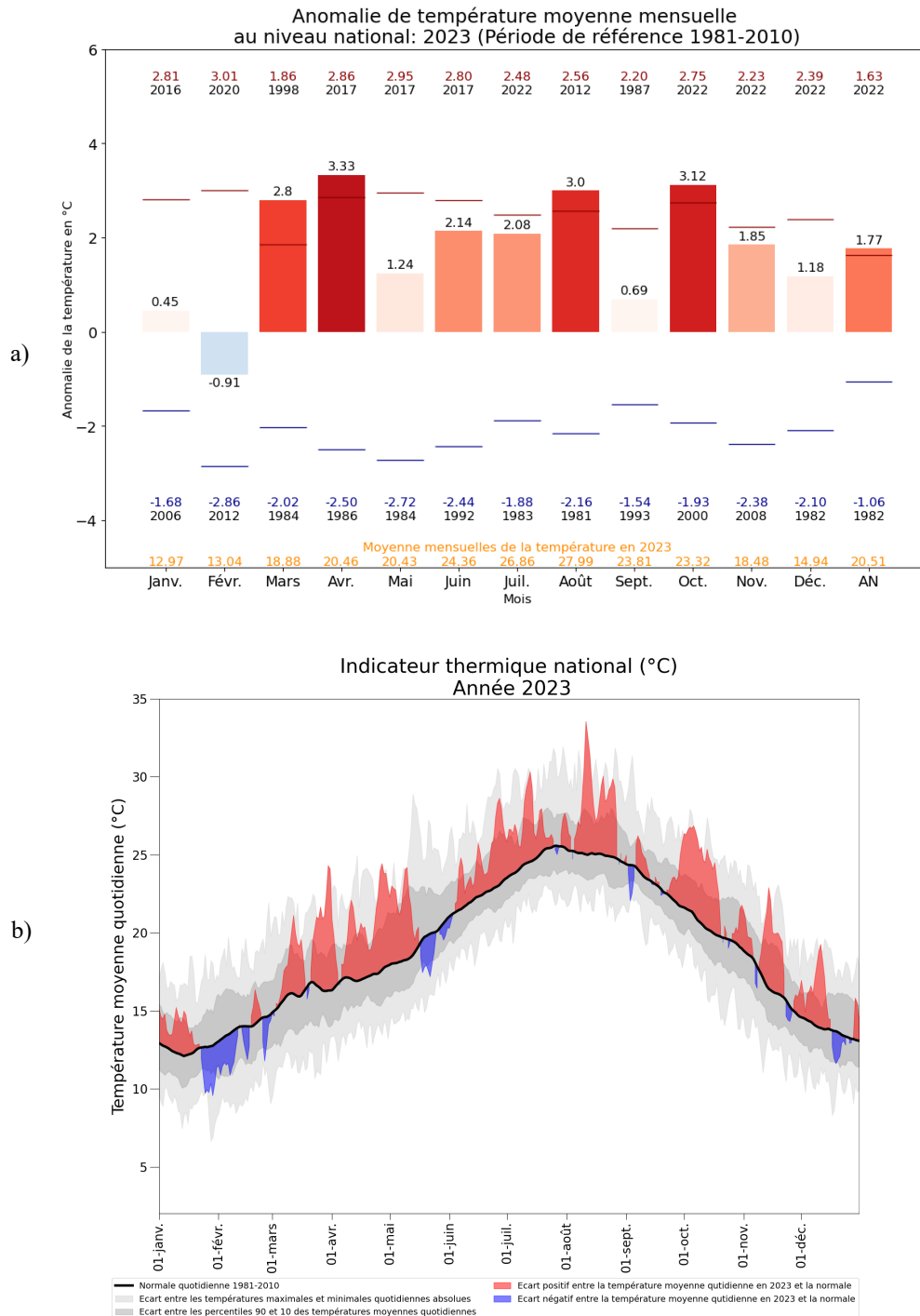


Figure 11: a) Anomalies, par rapport à la période de référence 1981-2010, des températures moyennes mensuelles et annuelle au niveau national : histogrammes avec valeurs pour l'année 2023, barres rouge foncées pour les maximums avec valeur de l'anomalie en haut et l'année correspondante, barres bleues pour les minimums avec valeur de l'anomalie et année d'enregistrement en bas. Les normales des températures moyennes mensuelles et annuelle sont reportées en orange au-dessus de l'axe des abscisses. b) Évolution de la température moyenne quotidienne en 2023 comparée à la normale de la période 1981-2010 (ligne continu en noir), avec représentation des écarts positifs en rouge et des écarts négatifs en bleu. Le gris clair illustre l'écart entre les températures maximales et minimales quotidiennes absolues tandis que le gris foncé montre l'écart entre les percentiles 90 et 10 des températures moyennes quotidiennes. Source de données : CGMS-Maroc.

b. Précipitations annuelles

L'année 2023 représente l'année la plus déficitaire en pluviométrie depuis au moins 1980. Le déficit pluviométrique a été de l'ordre de 48 % par rapport à la normale climatologique calculée sur la période 1981-2010, suivi de l'année 2017 qui a connu un déficit pluviométrique d'environ 44 % (Figure 12). Il est à souligner que les cinq dernières années de 2019 à 2023 ont marqué **la période la plus longue et la plus sévère des années consécutives sèches** avec un déficit pluviométrique moyen d'environ 35 %.

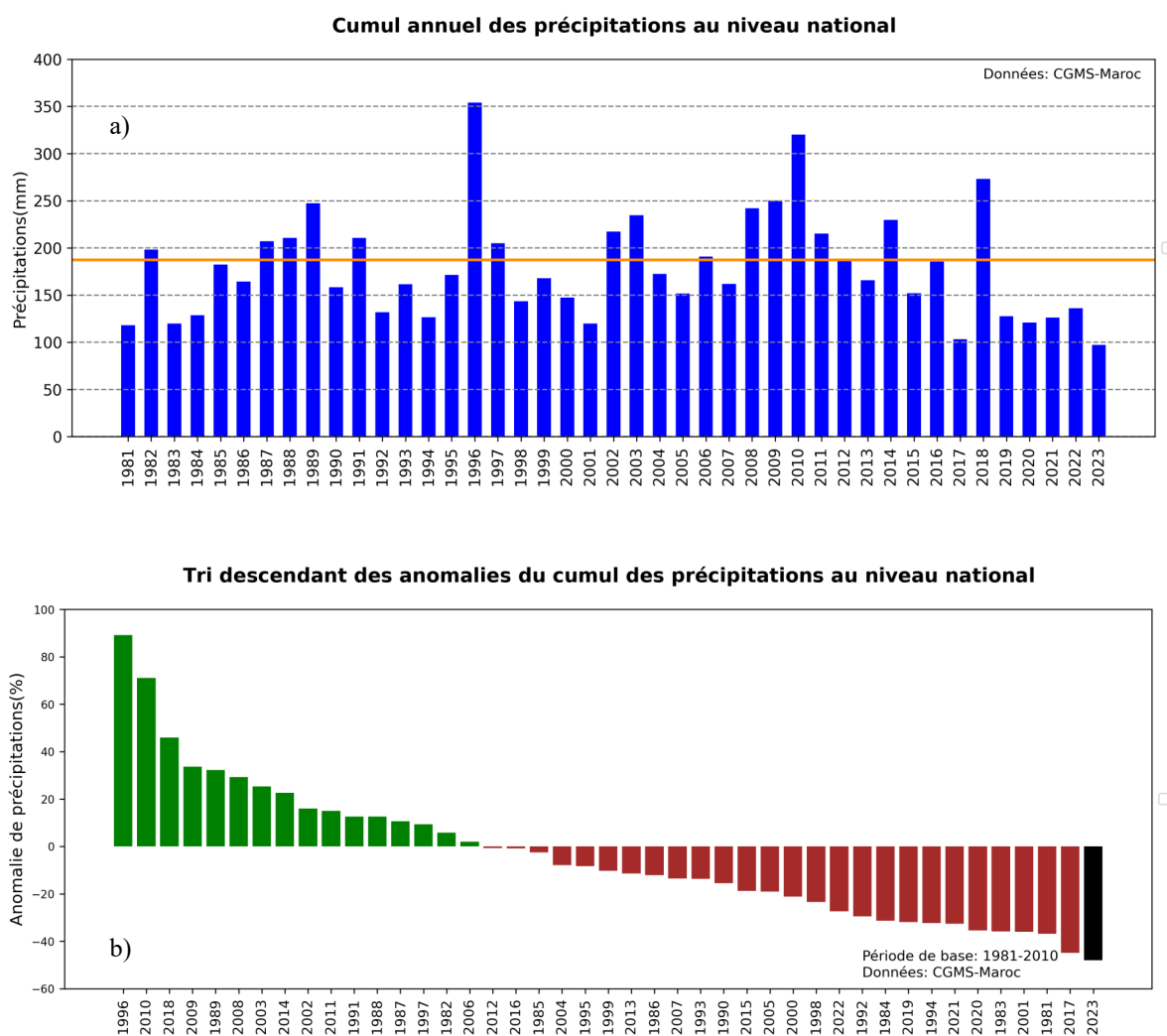


Figure 12 : a) Evolution temporelle de la pluviométrie annuelle nationale ; la ligne orange représente la normale climatologique pour la période 1981-2010. b) Classement des écarts relatifs du cumul pluviométrique annuel par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc

Localement, le déficit pluviométrique annuel a dépassé légèrement les 50 % sur certaines régions du royaume telles que Taza, Marrakech, Essaouira et Larache. D'un autre côté, la quasi-totalité des régions du pays a connu une anomalie pluviométrique variant entre -50 et -100 % durant la saison Octobre-Novembre-Décembre 2023 (Figure 13).

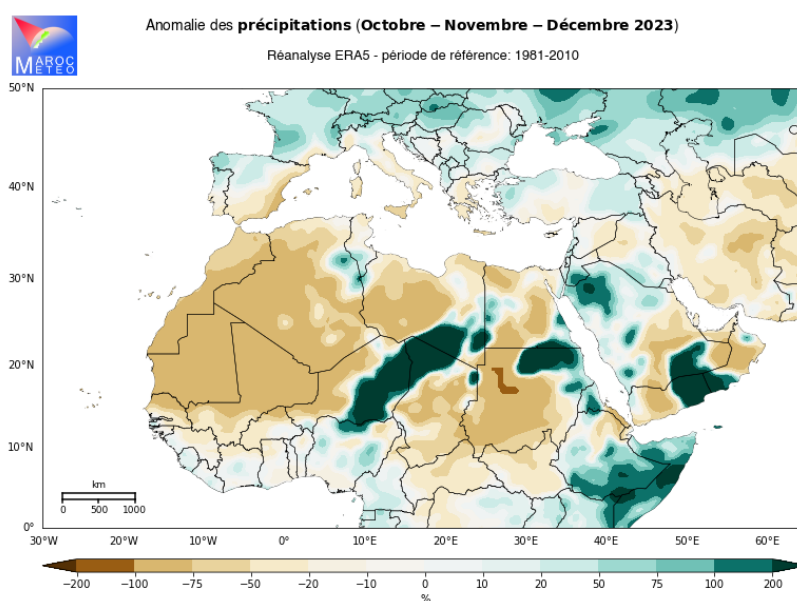


Figure 13 : Anomalie des précipitations d'Octobre-Novembre-Décembre 2023. Source de données : Réanalyses ERA5.

IV. Modes de variabilité climatique influençant le climat du Maroc en 2023

Le climat du Maroc est fortement influencé par la circulation à grande échelle aux moyennes latitudes, en particulier par l'Oscillation Nord-Atlantique « North Atlantic Oscillation (NAO) » durant la saison d'hiver. De nombreux autres facteurs, tels que l'ENSO (El Niño-Southern Oscillation), la température de surface des mers méditerranéennes et tropicales atlantiques, l'Oscillation Pacifique « Pacific Decadal Oscillation (PDO) », l'Oscillation quasi-biennale « Quasi Biennial Oscillation (QBO) », le flux solaire « Solar Flux (SF) », la concentration de la glace de mer « Solar Ice Concentration (SIC) » et la couverture neigeuse « Snow Cover (SC) » en Eurasie, peuvent impacter de manière indirecte le climat du Maroc.

En 2023, une variation significative du NAO a été observée, avec une phase positive prédominante pendant les mois de janvier, février et décembre. Cette période a été caractérisée par des conditions pluviométriques sèches par rapport à la normale dans le Nord-Ouest.

Par ailleurs, à partir du mois de juin 2023, une transition vers la phase chaude de l'ENSO (El Nino) a été observée après une persistance de la phase froide (La Nina) pendant trois années consécutives. Ces trois dernières années ont été particulièrement sèches sur le royaume.

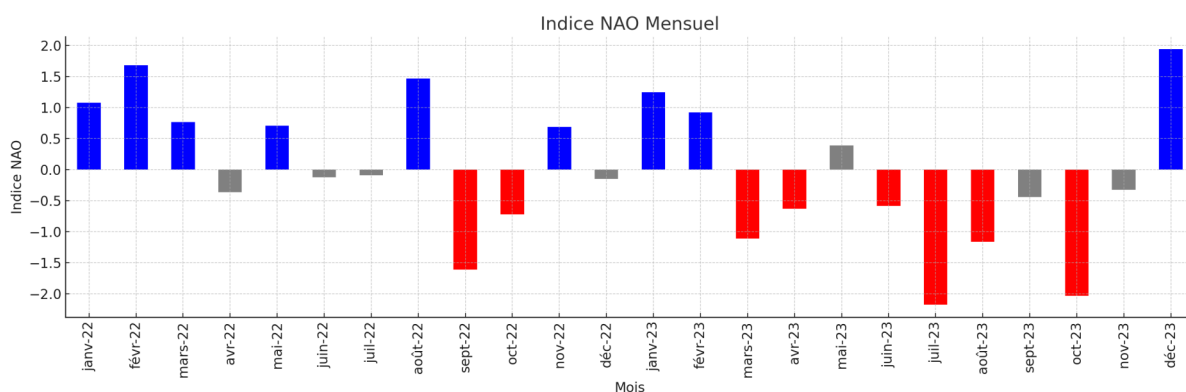


Figure 14: Graphique illustrant l'évolution mensuelle de l'indice NAO en 2022-2023.

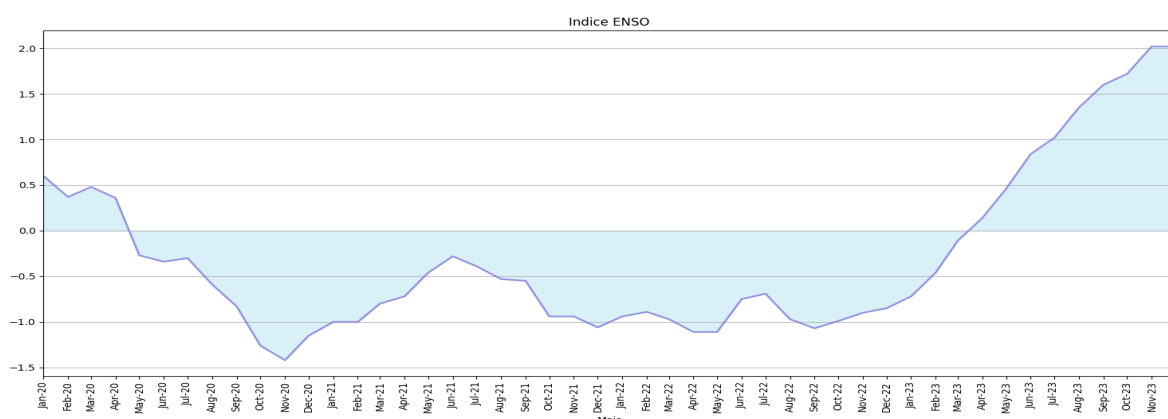


Figure 15: Graphiques illustrant l'évolution temporelle de l'indice ENSO-NINO3.4.

L'Oscillation Nord-Atlantique (NAO) est un des modes de variabilité climatique les plus marquants dans cette région et elle a une grande influence sur les conditions météorologiques locales et régionales. La NAO est connue pour provoquer des variations significatives des températures, des précipitations et des vents dans de nombreuses régions du monde.

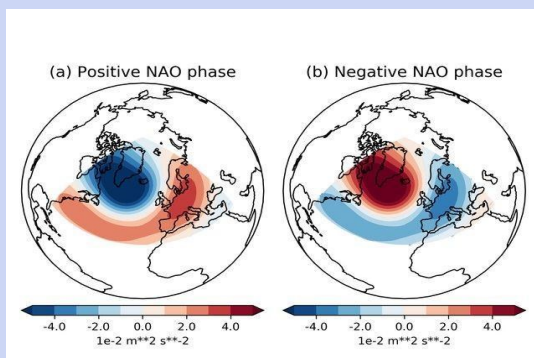


Figure 16: Les phases positive (a) et négative (b) de l'oscillation nord-atlantique (NAO), le schéma dominant de variabilité de la circulation hivernale de l'Atlantique Nord. La configuration est un dipôle d'anomalies de pression atmosphérique, mesuré ici comme la première fonction orthogonale empirique de la hauteur du géopotential à 500hPa (Strommen et al.2021).

L'ENSO est un phénomène océanique récurrent à grande échelle du Pacifique équatorial affectant la température de la mer, les précipitations et le régime des vents. Le cycle ENSO est de périodicité de 2 à 7 ans et se caractérise par trois phases, une phase chaude (El Niño), une phase froide (La Niña) et une phase neutre.

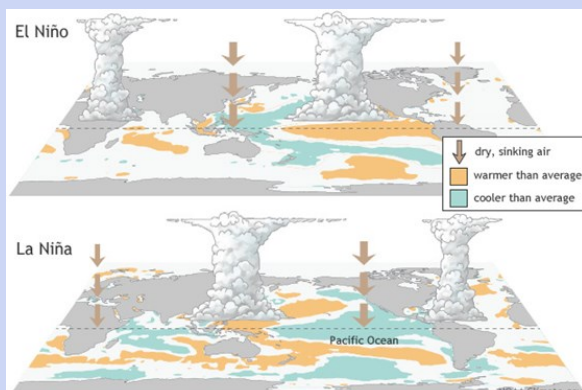


Figure 17 : Représentation schématique des conditions atmosphériques et océaniques associées aux phases positives de l'ENSO (El Niño) et aux phases négatives (La Niña) (<https://www.climate.gov>).

De nombreuses études scientifiques ont montré que la NAO exerce une influence considérable et directe sur les précipitations hivernales sur le Nord-Ouest de l'Afrique, particulièrement sur le Maroc. Une augmentation des précipitations hivernales est associée à la phase négative de la NAO, et inversement une réduction des cumuls pluviométriques hivernaux est associée à sa phase positive. Par ailleurs, quoique El Niño-Southern Oscillation (ENSO) influence le climat de plusieurs endroits dans le monde et particulièrement les régions tropicales, les dernières recherches et publications scientifiques affirment que l'influence ENSO sur notre climat n'est ni directe ni stationnaire. En effet, l'impact de l'ENSO est également modulé par la variation décennale et multi décennale de l'océan Pacifique et Atlantique.

V. Événements climatiques extrêmes en 2023

Le Maroc a connu en 2023, l'occurrence de 26 événements météorologiques extrêmes qui ont fait l'objet de bulletins météorologiques d'alerte. Certains de ces phénomènes extrêmes ont causé des dommages plus ou moins importants. Les phénomènes météorologiques extrêmes en 2023 sont répartis comme suit : fortes averses orageuses (35 %), vagues de chaleur (30 %), chutes de neige (19 %) et vents forts (16 %).

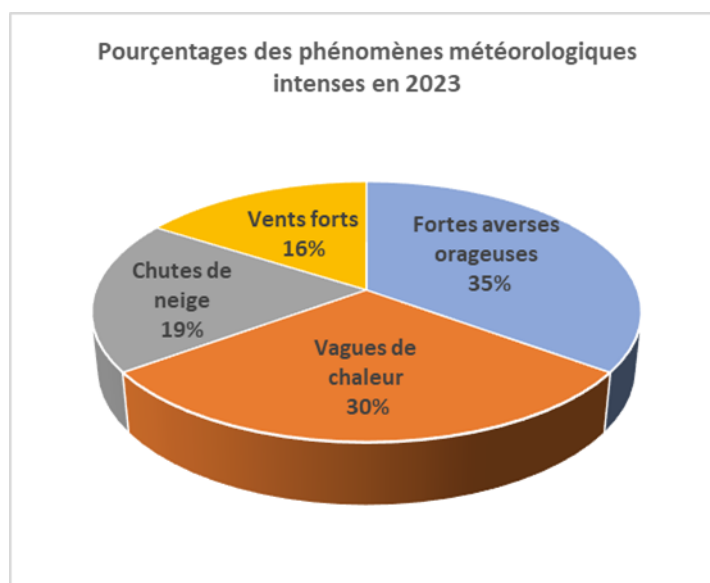


Figure 18 : Pourcentage des phénomènes météorologiques intenses en 2023. Source de données : CNP.

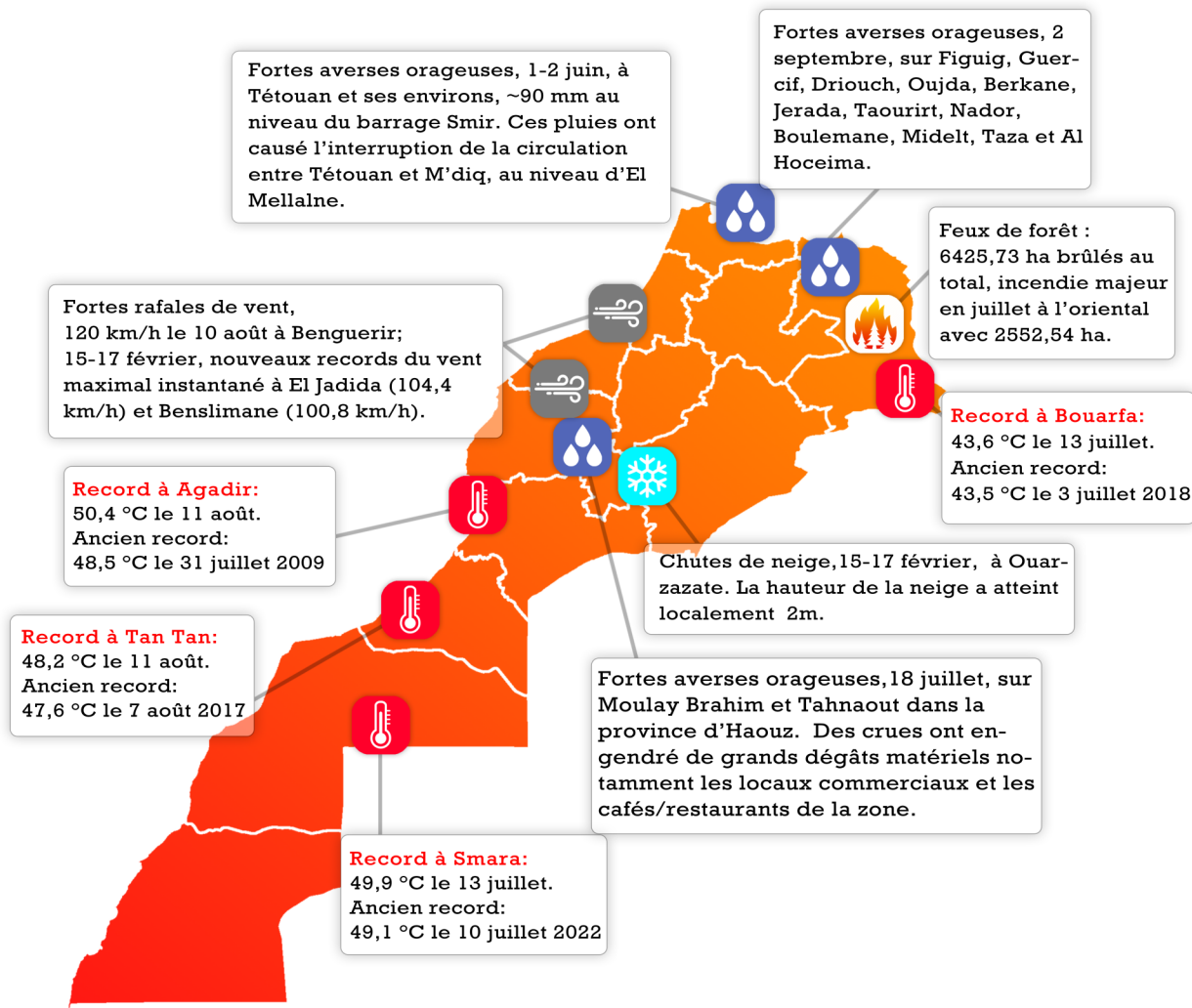
La saison estivale a enregistré plusieurs records absolus de la température quotidienne maximale. Le Tableau 1 ci-dessous y illustre les principaux records battus.

Station	Nouveau record	Ancien record
Ifrane	37,6 °C le 06 août 2023	37,0 °C le 14 août 2021
Bouarfa	43,6 °C le 13 juillet 2023	43,4 °C le 03 juillet 2018
Taourirt	47,0 °C le 11 août 2023	46,2 °C le 11 juillet 2021
Tan-Tan	48,2 °C le 11 août 2023	47,6 °C le 07 août 2017
Smara	49,9 °C le 13 juillet 2023	49,1 °C le 10 juillet 2022
Agadir Massira	50,2 °C le 11 juillet 2023	49,5 °C le 06 juillet 2020
Agadir	50,4 °C le 11 août 2023	48,5 °C le 31 juillet 2009

Tableau 1 : Nouveaux records absolus de la température maximale battus au titre de l'année 2023.

La carte suivante résume les principaux phénomènes météorologiques et hydrométéorologiques extrêmes répertoriés au cours de l'année 2023.

Événements climatiques extrêmes en 2023



Vagues de chaleurs sur l'ensemble du territoire de:

- ☀ 5 jours, du 24 au 28 juin: Records mensuels battus : 48,5 °C à Sidi-Slimane le 26/06/2023 contre 47,4 °C le 24/06/2017 et 46,3 °C à Rabat le 26/06/2023 contre 43,7 °C le 18/06/1998.
- ☀ 5 jours, du 10 au 14 juillet: Deux records de température maximale le 13 juillet : Smara avec 49,9 °C considéré comme un nouveau record absolu et Bouarfa avec 43,6 °C comme record mensuel au lieu de 43,4 °C enregistré le 3 juillet 2018.
- ☀ 8 jours, du 7 au 14 août: Nouveaux records de température maximale: Agadir a enregistré le 11/08/2023 50,4 °C considéré comme nouveau record national absolu. Cette journée du 11 août 2023 a également connu un record mensuel à Tiznit avec une valeur de 48,3 °C au lieu de 47 °C enregistré en août 2010.
- ☀ 9 jours, du 18 au 26 août: Températures maximales quotidiennes atteignant 46,8 °C à Taroudant, 47 °C à Agadir, 43 °C à Meknès et 45,1 °C à Marrakech.
- ☀ 4 jours de temps chaud du 24 au 27 avril 2023 (vague de chaleur printanière) avec des températures exceptionnelles pour la saison qui ont atteint 41,8 °C à Sidi-Slimane, 41,6 °C à Taroudant et 40,1 °C à Nouaceur.



Vague de froid de :

- ❄ 20 jours, du 23 janvier au 09 février 2023 : Températures minimales quotidiennes au-dessous de 0° C dans plusieurs régions. Ainsi, il a été enregistré -12,9 °C à Ifrane, -5,8 °C à Midelt, -3,3 °C à Er-rachidia et -2,6 °C à Meknès.

• Chutes de neige abondantes sur la région de Ouarzazate

Durant la période comprise entre le 14 et le 19 février 2023, le Maroc a connu un temps perturbé sous forme d'averses et pluies et également des chutes de neige sur les hauteurs. En effet, durant cette période une dépression d'origine nordique s'est centrée au proche des Îles Canaries pour diriger un flux très humide synonyme de précipitations abondantes sur les zones montagneuses du Haut et de l'Anti Atlas (Figure 19).

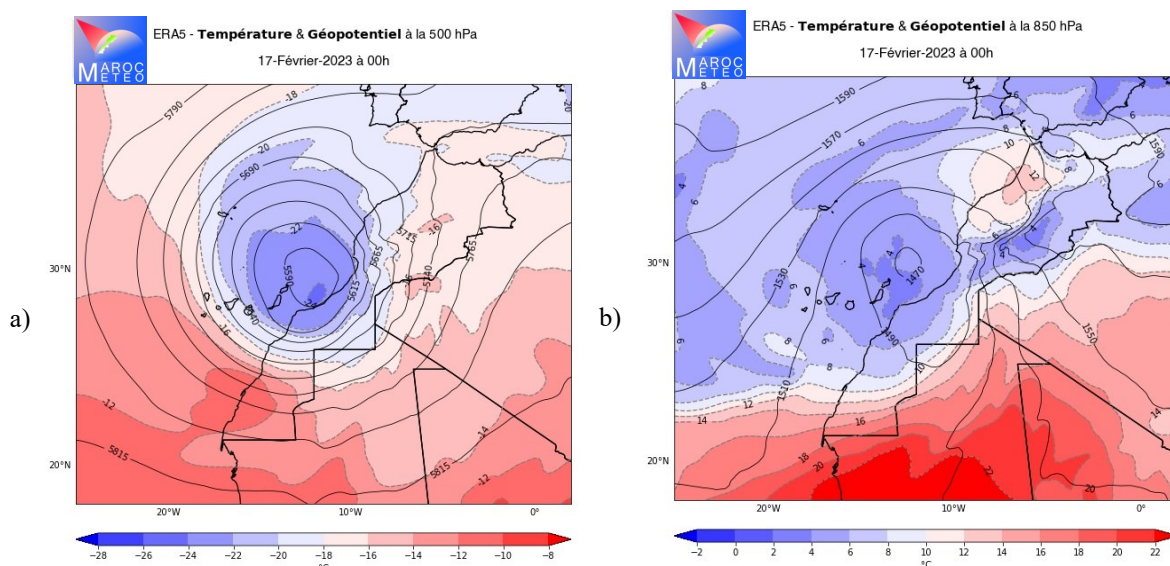


Figure 19 : a) Température et Géopotential au niveau 500 hPa et b) 850 hPa le 17/02/2023 à 00H00. Source de données : Réanalyses ERA5.

Ainsi entre le 16 et le 18 février 2023, la hauteur de neige a atteint 2 m estimée comme hauteur exceptionnelle à Tidili localisée sur les reliefs de la province de Ouarzazate. Des chutes de neige comprises entre 30 et 80 cm ont été également enregistrées sur les reliefs d'Al Haouz, Azilal, Béni Mellal, Chichaoua, Midelt, Tinghir et Taroudant (Figure 20).



Figure 20 : Image de neige de la période 16-18 Février sur un Douar de l'Atlas marocain. Source : Aujourd'hui le Maroc/ <https://aujourd'hui.ma>.

• La barre des 50°C franchie sur le Souss

La journée du 11 août 2023 témoignera du franchissement du seuil des 50 °C sur la région du Souss. En effet, la ville d'Agadir a enregistré 50,4 °C comme valeur de la température maximale quotidienne ce jour là.

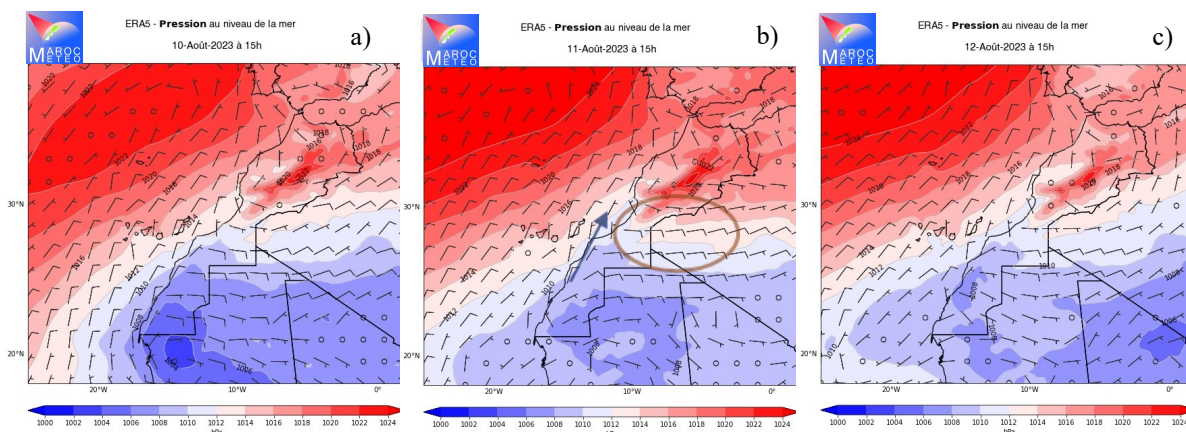


Figure 21 : a) Pression au niveau de la mer et vent à 10 m les journées du 10/08/2023 à 15H00 , b) du 11/08/2023 à 15H00 et c) du 12/08/2023 à 15H00 . Source de données : Réanalyses ERA5.

En observant la situation en surface durant les journées du 10, du 11 et du 12 août 2023 à 15H00, on remarque que la journée du vendredi 11 août a été caractérisée par un creusement profond du talweg prolongeant la dépression saharienne, traduit par des valeurs relativement basses de pression (entre 1010 et 1012 hPa) en plus d'un vent d'Est relativement soutenu par rapport à la veille et au lendemain en amont des reliefs de l'Anti-Atlas (effet de foehn). Ainsi, la ville d'Agadir a enregistré 44 °C comme valeur de température quotidienne maximale la journée du 10 août, 50,4 °C la journée du 11 et 48,1 °C la journée du 12 août 2023.

• Tempête de vent et de poussière le dimanche 22 octobre

Le dimanche 22 octobre 2023, une tempête de vent et de poussière, marquée par des rafales pouvant atteindre localement les 100 km/h, a frappé le Maroc, entraînant une série de perturbations majeures. Cette tempête a considérablement réduit la visibilité dans plusieurs villes, perturbant ainsi la circulation routière et autoroutière, ainsi que le trafic aérien. Des accidents de circulation, en particulier sur l'autoroute Casablanca-Marrakech, ont été signalés, mettant en évidence l'ampleur des défis posés par cet événement météorologique extrême.



Source: <https://www.leconomiste.com/>

• Impact des conditions climatiques sur les feux de forêts

L'année 2023 a été marquée par des incendies de forêt notables, affectant considérablement diverses régions. Selon les chiffres et informations communiqués par **l'Agence Nationale des Eaux et Forêts** à la DGM (Figure 22), l'Oriental détient le record de la superficie la plus vaste touchée par les flammes, avec 2552,54 hectares incendiés. Cet événement singulier illustre la vulnérabilité de la région pendant la saison sèche.

Dans la région de Tanger-Tétouan-Al Hoceima, la superficie incendiée s'est étendue sur 1620,73 hectares. La périodicité des incendies, s'échelonnant d'avril à octobre, indique un risque prolongé tout au long de la saison estivale.

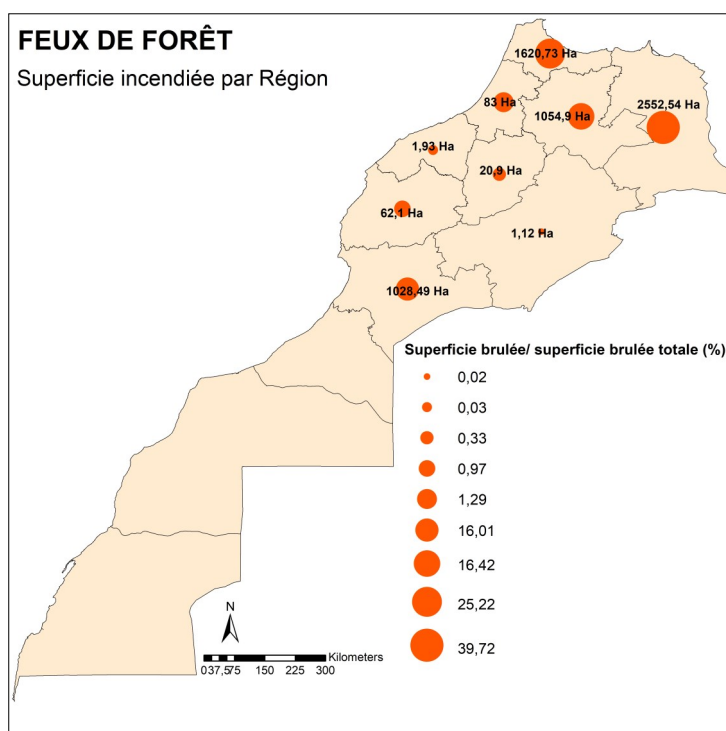


Figure 22 : Aperçu des incendies: superficies brûlées en hectares par région. Source de données : Agence Nationale des Eaux et Forêts

Souss-Massa et Fès-Meknès ont également connu des incendies substantiels, respectivement avec 1028,49 et 1054,9 hectares brûlés. La commune de Maghraoua (Province de Taza) a subi le plus grand incendie de la région de Fès-Meknès, avec 790 hectares consumés.

En somme, la superficie totale des zones affectées par les incendies de forêt s'élève à 6425,71 hectares pour l'année 2023.

VI. Synthèses agro-météorologiques et marines de l'an 2023

a. Suivi agro-météorologique

En termes de pluviométrie, la campagne agricole 2022-2023 (du 1er septembre au 31 août) a été sévèrement sèche, spécialement pendant les phases critiques du cycle céréalier, et a été accompagnée d'une hausse exceptionnelle des températures. Le Maroc a enregistré un cumul moyen national des précipitations de l'ordre de 134 mm présentant un déficit de 29,22 % par rapport à sa normale climatique, calculée sur la période 1981-2010, classant ainsi la saison agricole 2023 comme la 7ème saison la plus sèche (Figure 23).

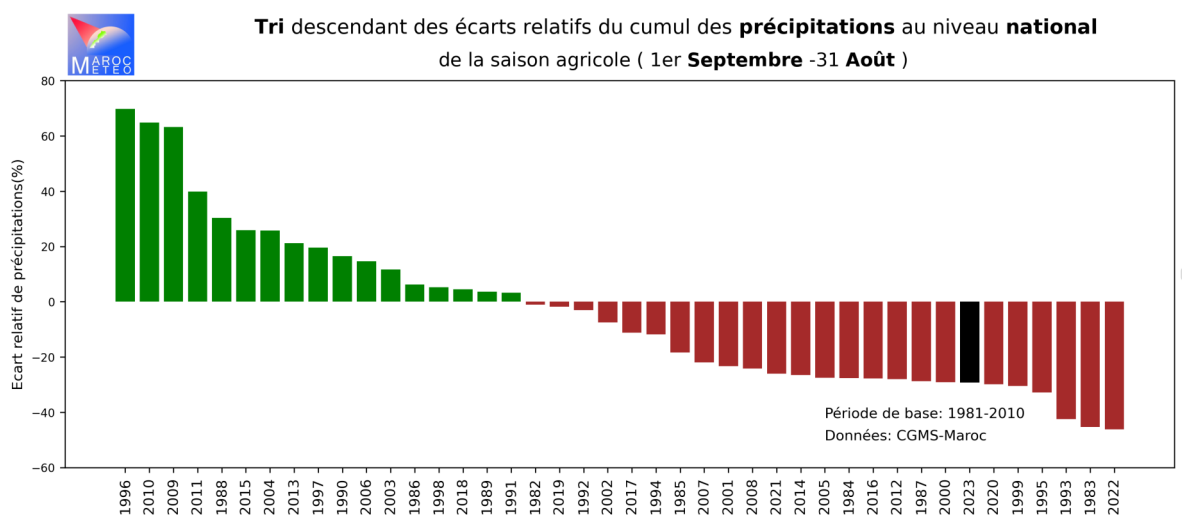


Figure 23 : Classement des écarts relatifs du cumul pluviométrique annuel par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc

Cette campagne agricole s'est caractérisée par des premières pluies au mois de septembre au niveau des versants sud-est et sur le sud du Haut Atlas. Ces pluies ont été suivies par deux mois à déficit pluviométrique quasi généralisé (octobre et novembre) puis par un mois de décembre où les précipitations ont arrosé les régions situées à l'ouest du Haut et Moyen Atlas avec un écart relatif positif un peu marqué sur le nord-ouest par rapport aux autres régions. Le mois de février a connu des chutes de neige et des précipitations sur le Haut et l'Anti Atlas et leurs régions avoisinantes. Cependant, les mois de mars et avril ont été remarquablement secs notamment sur les zones agricoles du centre et du nord du pays avec des déficits dépassant les 75% par endroits. La température a été anormalement chaude durant le mois de mars et le mois d'avril sur la majeure partie du pays.

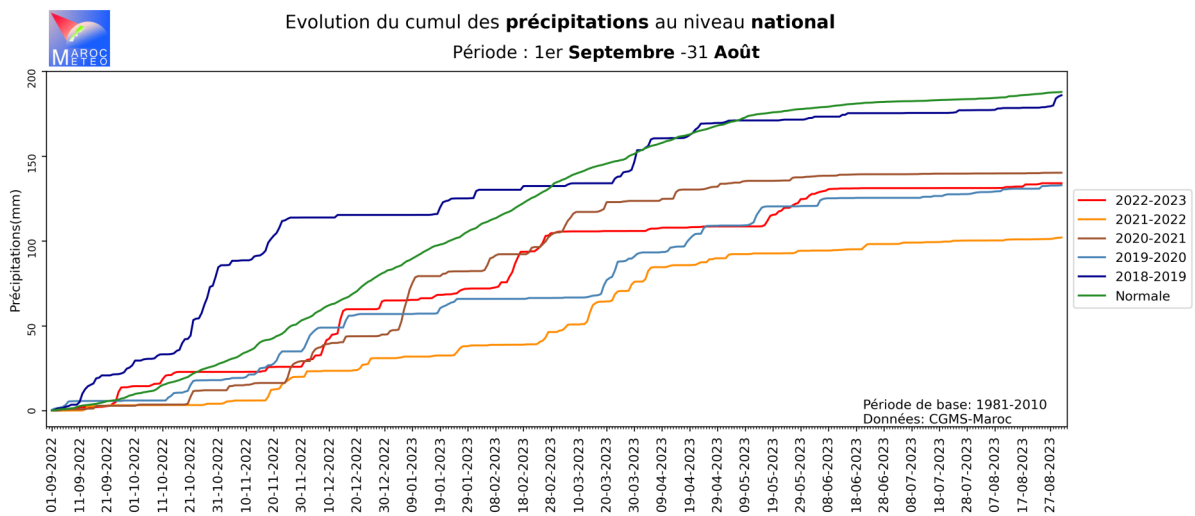


Figure 24 : Evolution de la pluviométrie quotidienne au niveau national de la campagne 2022-2023 en comparaison avec les 4 dernières années agricoles et avec la normale (1981-2010). Source de données : CGMS-Maroc.

A l'échelle des bassins hydrauliques, le déficit pluviométrique a atteint 47 % au niveau du bassin de Tensift et a varié entre 20 et 39 % sur les autres bassins hydrauliques mis à part celui du sud du pays (Figure 25).

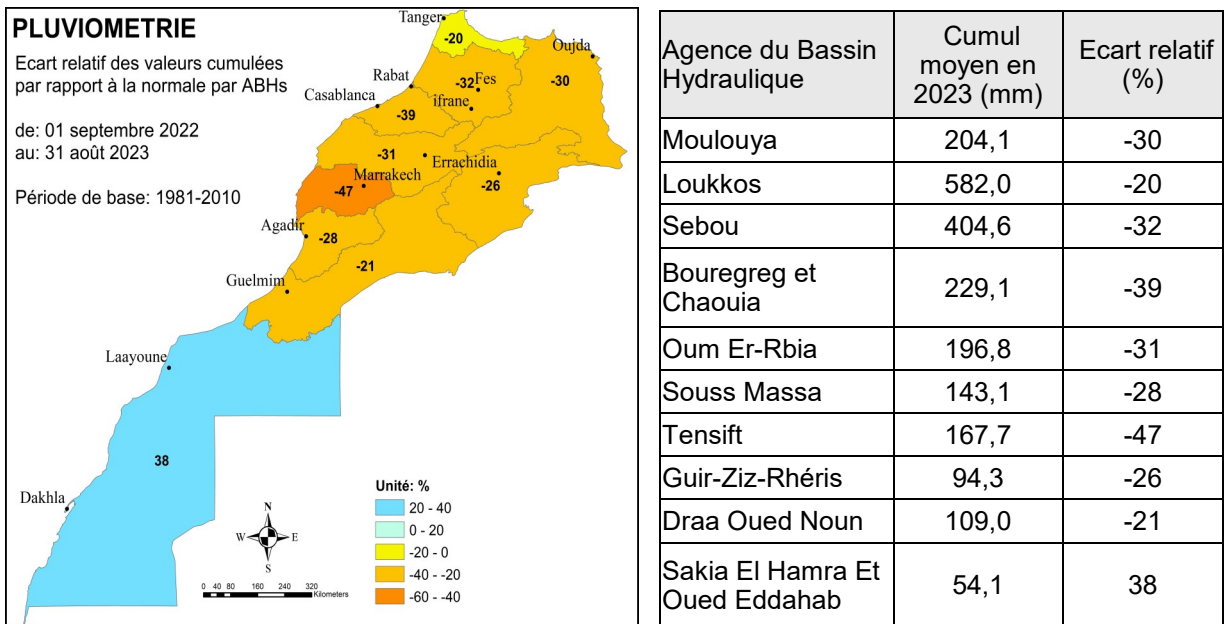


Figure 25 : Ecart relatif de la pluviométrie de l'année agricole 2022-2023 par rapport à la normale climatologique 1981-2010. Source de données : CGMS-Maroc.

Evapotranspiration (ETP)

Le net réchauffement qu'a connu cette campagne agricole a influencé directement l'évapotranspiration potentielle. En effet, la demande climatique en eau à l'échelle nationale s'est accentuée pour atteindre 1998,82 mm en fin de saison soit un surplus de 24,60 % par rapport à sa normale.

Le cumul de l'évapotranspiration potentielle durant la campagne agricole 2022-2023 est supérieur à la normale sur la majorité du pays, Figure 26, présentant des écarts relatifs de l'ordre de 18 % sur les plaines atlantiques et méditerranéennes et la région de Eddakhla-Ouad Eddahab. L'écart relatif est compris entre 22 et 26 % sur les régions agricoles continentales et il dépasse les 30 % sur Daraa-Tafilalet et sur l'oriental.

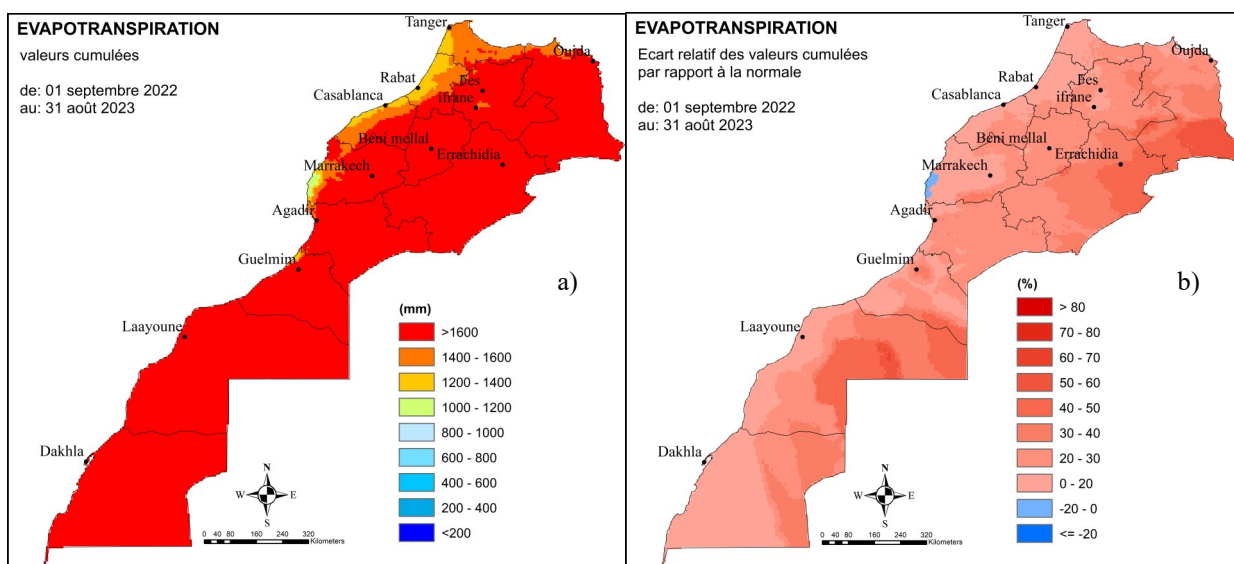


Figure 26 : a) Evapotranspiration cumul annuel. b) Ecart relatif de l'Évapotranspiration anomalie relative.
Source de données : CGMS-Maroc.

Déficit hydrique (RR-ETP)

Le déficit hydrique a intéressé la majorité du pays durant la campagne agricole 2022-2023 (Figure 27). L'écart relatif de ce déficit par rapport à sa normale climatique varie entre 10 et 50 % dans la majorité des régions agricoles du pays, à l'exception du Tangérois. Le maximum du déficit hydrique, dépassant les 50 %, a été enregistré sur le Rif, le Haut et Moyen Atlas, et l'Oriental.

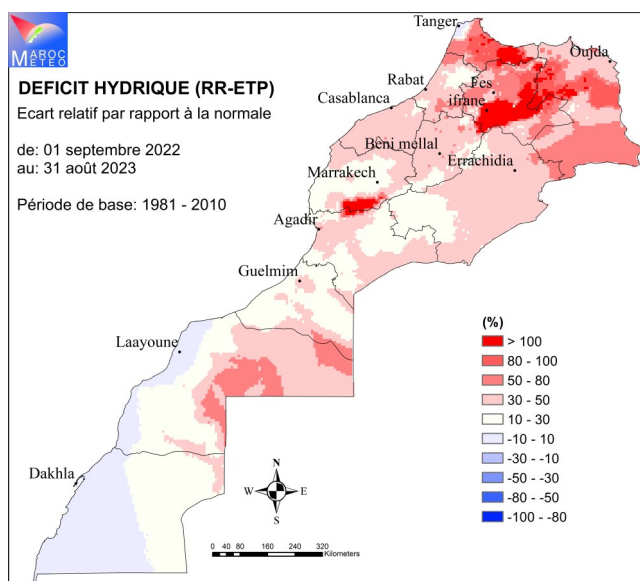


Figure 27 : Déficit hydrique (RR-ETP) ; écart relatif par rapport à la normale. Source de données : CGMS-Maroc.

Impacts des conditions climatiques pendant l'année agricole 2022-2023 sur l'agriculture marocaine

Selon le ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, la campagne agricole 2022/2023 a connu une hausse de 62% de la production céréalière par rapport à la campagne précédente, malgré des conditions climatiques défavorables et des déséquilibres conjoncturels.

Les réserves des barrages à usage agricole ont atteint 3,6 milliards m³ au 31 août 2023, contre 3,2 milliards de m³ lors de la campagne précédente, ce qui correspond à un taux de remplissage de 26%, contre 23%.

Les impacts notables de cette campagne incluent :

- **Indice de végétation (NDVI)** : Un profil nettement inférieur à la moyenne des 20 dernières années, illustrant l'impact sévère des conditions climatiques sur la végétation.
- **Températures** : Une variabilité importante des températures minimales et maximales a provoqué des chocs thermiques, perturbant les cycles de production de cultures clés, notamment les tomates en février et les céréales en mars et avril.
- **Phénomènes climatiques extrêmes** : Les vagues de chaleur ont significativement affecté la floraison, la nouaison, et le remplissage des fruits dans les principales filières arboricoles, particulièrement dans les régions de Marrakech-Safi et Béni Mellal-Khénifra.

b. Situations marines marquantes de l'année 2023

1. Situation du 22 au 23 octobre 2023

Durant la journée du dimanche 22 octobre 2023, les côtes Atlantiques marocaines situées au nord d'Essaouira jusqu'au détroit (de Gibraltar), ont été intéressées par des vents forts dépressionnaires de force comprise entre 34 à 47 nœuds (63 à 87 km/h), de secteur sud sur les côtes atlantiques et de secteur Est sur le détroit.

Ces vents forts ont été liés à la dépression 986 hPa, qui a évolué sur le proche atlantique Ibéro-Marocain en balayant la partie nord du Maroc et le détroit. Les vents forts liés à cette dépression ont amplifié davantage les vagues, qui ont enregistré les 22 et 23 octobre 2023, des hauteurs de 4 à 6 mètres sur les côtes atlantiques au nord de Tan-Tan et des hauteurs de 3 à 5 mètres sur le détroit (voir Figures 28 et Figure 29).

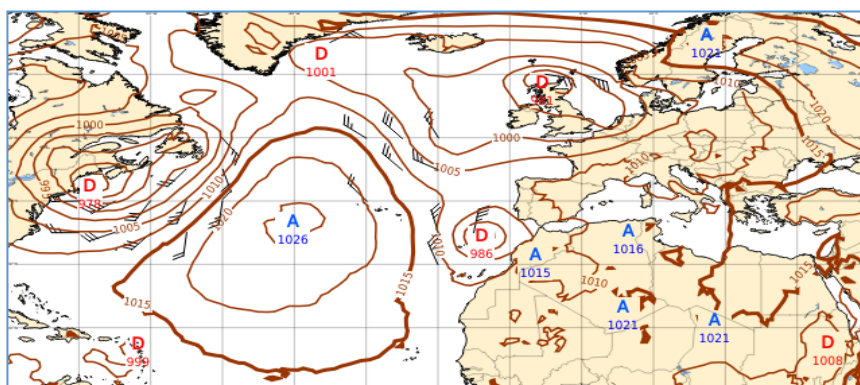


Figure 28 : Analyse du champ de la pression au niveau de la mer issue du modèle de l'ECMWF pour le 22 octobre 2023 à 00H00UTC à laquelle est superposée les pointes de vent à 10 m supérieures à 20 nœuds.

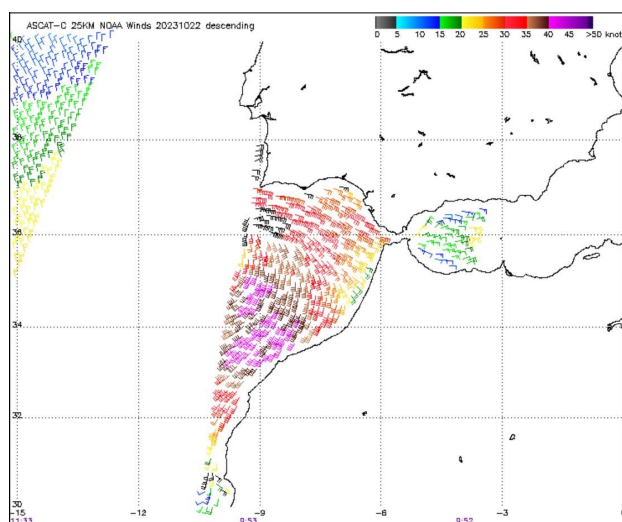


Figure 29 : Observation du vent au niveau de la surface de la mer issue du satellite ASCAT NOAA du 22 octobre 2023 à 09h53 UTC.

2. Situation du dimanche 05 au lundi 06 novembre 2023

Du dimanche 05 au lundi 06 novembre 2023, les côtes Atlantiques marocaines situées entre Asilah et Tarfaya, ont été intéressées par des vagues dangereuses de hauteur significative comprise entre 4 à 6 mètres et de période de 12 à 17 secondes. Ces observations ont été prise par les quatre radars HF marine installés aux ports de Temara, Casablanca, El Jadida et Safi.

Ces vagues dangereuses ont été générées par des vents forts de 35 à 45 kt (64 à 83 km/h) soufflant sur un fetch de 3500 km orienté vers le Maroc, ces vents sont liés à la dépression du Nord Atlantique 965 hPa centrée sur les îles Britanniques. (Figure 30 et Figure 31).

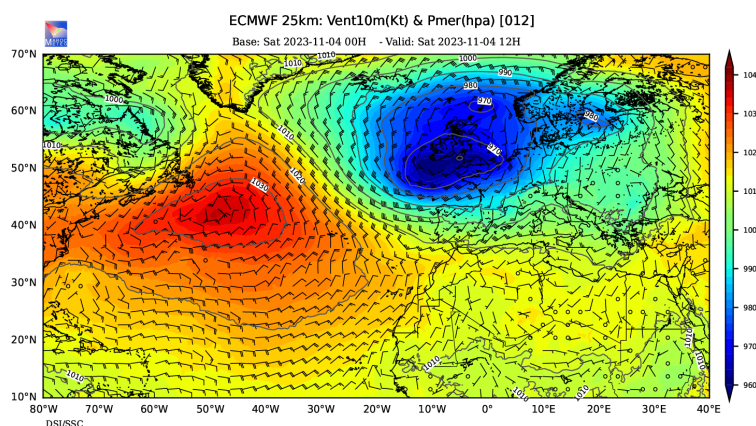


Figure 30 : Analyse du champ de la pression au niveau de la mer issue du modèle de l'ECMWF pour le 04 novembre 2023 à 12H00UTC à laquelle est superposée le vent à 10 m.

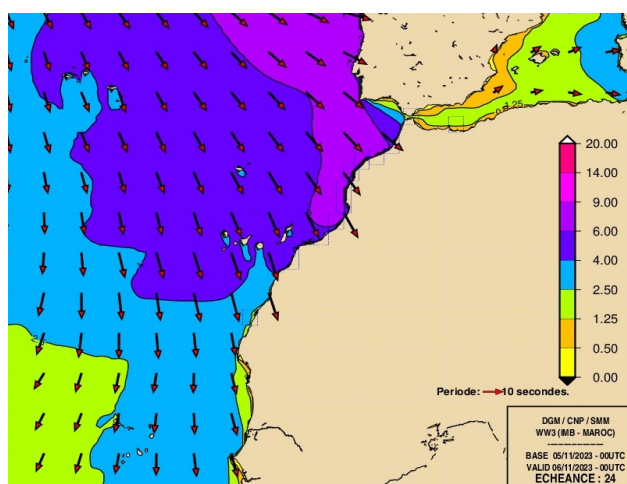


Figure 31 : Hauteur significative de la houle à laquelle est superposée des flèches exprimant la direction et la période des vagues issues du modèle Wave Watch 3 (WW3) pour le 05 novembre 2023 à 00H00 UTC

Annexe: Mise en opérationnelle d'une nouvelle chaine de la prévision intra saisonnière

L'information météorologique et climatique est très utile pour l'aide à la prise de décisions à court, moyen et long terme. A titre d'exemple, une prévision climatique intra-saisonnière permet aux gouvernements, entreprises et organisations une meilleure planification de leurs activités à moyen terme. Elle peut contribuer à la réduction des risques liés aux événements météorologiques extrêmes tels que les tempêtes, les sécheresses, les vagues de chaleur, etc., comme elle peut permettre une optimisation de l'utilisation des ressources telles que l'eau, l'électricité, les matières premières, etc., en fonction des conditions climatiques prévues.

A cet effet, étant inscrite dans un processus d'amélioration continue des prévisions climatiques, la DGM a mis en opérationnel pour la première fois une chaine de prévision intra-saisonnière basée sur une adaptation dynamique (dynamical downscaling) des prévisions ensemblistes du centre ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) via le modèle WRF (Weather Research & Forecasting Model).

Les produits de la prévision intra-saisonnière issue du modèle WRF couplé avec les sorties du « Extended-Range Model Climate ER-M-climate » du ECMWF, se basent sur une descente d'échelle dynamique qui permet de passer d'une résolution de ~36 km à une résolution plus fine d'environ 12 km sur le Maroc. Ces produits utilisent un ensemble de 30 membres dont 29 perturbés et un membre contrôle (état initial non perturbé). Les sorties du modèle WRF-ECMWF couvrent une prévision allant jusqu'à quatre semaines, soit pour les semaines 1, 2, 3 et 4 à venir et comprennent un ensemble d'indices climatiques thermiques et pluviométriques générés de manière hebdomadaire relatant à la fois les aspects moyen et extrême.

L'ensemble des produits sont mis à disposition des usagers chaque lundi via le site extranet de la DGM. La Figure 32 illustre un exemple des produits de prévision intra-saisonnière.

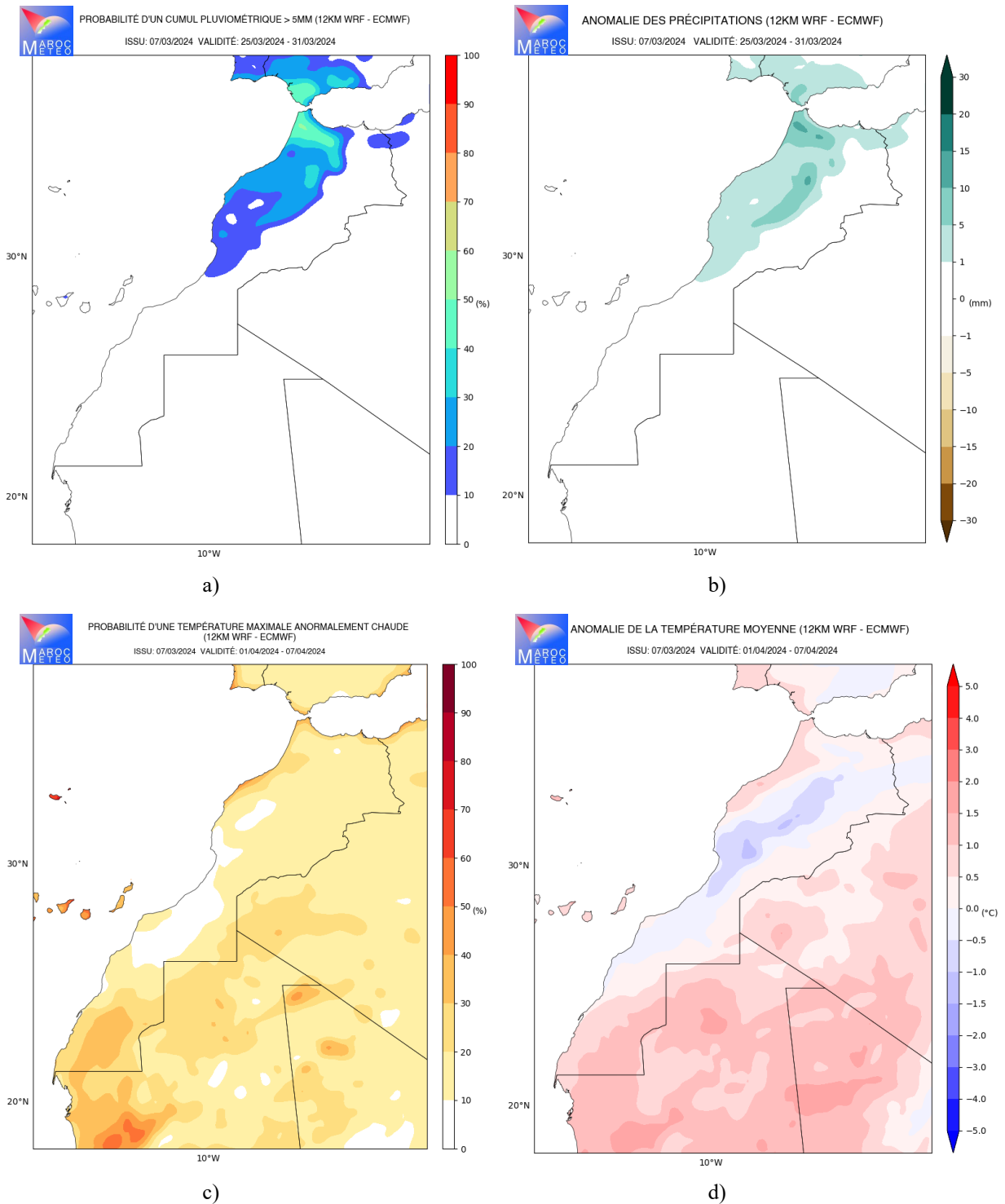


Figure 32 : Exemple de cartes : a) carte de probabilité d'un cumul pluviométrique > 5 mm, b) d'anomalies de précipitations, c) de probabilité de température maximale anormalement chaude et d) d'anomalie de température moyenne.

Sources de données

Température et Précipitations :

Réseau d'observation de la DGM, grille interpolée CGMS et données de réanalyse ERA5.

Rayonnement :

Grille interpolée CGMS

Evapotranspiration (ETP) :

Grille interpolée CGMS

Pression au niveau de la Mer, Vent à 10m, Geopotentiel (500 hPa & 850 hPa), Température (500 hPa & 850 hPa) :

Données de réanalyse ERA5

Hauteur de la Houle et Période des vagues :

Modèle Wave Watch 3 (WW3)

CGMS-Maroc (Crop Growth Monitoring System – Maroc) est le premier système opérationnel de suivi de la campagne agricole et de prédiction agro-météorologique des récoltes céréalières au Maroc. Il a été mis en œuvre grâce à un partenariat entre l'Institut National de Recherches Agronomiques, la Direction de la Stratégie et des Statistiques du Ministère de l'Agriculture et la Direction Générale de la Météorologie dans le cadre d'une convention tripartite « Consortium ». Ce système permet la production de données quotidiennes spatialisées au niveau du Maroc sur une grille de résolution de 9 km. Ces grilles de données se basent sur les données observées au niveau de toutes les stations météorologiques, synoptiques et automatiques, de la DGM.

ACRONYMES

CGMS-Maroc : Crop Growth Monitoring System – Maroc

CPM : Centre Provincial Météorologique

DGM : Direction Générale de la Météorologie

ENSO : El Nino Southern Oscillation

ETP : EvapoTranspiration Potentielle

HF : Haute Fréquence

MJO : Madden-Julian Oscillation

NAO : North Atlantic Oscillation

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

PDO : Pacific Decadal Oscillation

RR : Précipitation (Rain Rate)

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

ERA5 : Fifth generation ECMWF atmospheric reanalysis of the global climate

ENSO : El Niño-Southern Oscillation

ANEF : Agence Nationale des Eaux et Forêts

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration

ECMWF : European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

WRF : Weather Research & Forecasting Model

Direction Générale de la Météorologie

Maroc Météo, Boulevard Mohamed Taieb Naciri, Hay Hassani, B.P 8106 Casa-Oasis, Casablanca, Maroc
Tel : +212 5 22 91 38 03/05 - Fax: +212 5 22 91 37 97
www.marocmeteo.ma