

# Activité orageuse exceptionnelle à l'automne 2023 en Nouvelle-Aquitaine

Ce sont trois épisodes orageux plutôt inhabituels pour leur durée de plus de 30 heures et leurs caractéristiques électriques hors norme qui ont été observés en Nouvelle-Aquitaine le 26 octobre, puis entre le 2 et le 5 novembre 2023 par le réseau Météorage. Si l'ensemble du territoire a été impacté par chacun des épisodes, ce sont les régions limitrophes de la façade atlantique qui ont été les plus touchées.

L'analyse de l'activité électrique de chacun des épisodes a montré l'émergence de plusieurs petites cellules orageuses d'une durée de vie de quelques minutes seulement. Très peu actives, elles n'ont que sporadiquement généré des éclairs et ont impacté entre 12 et 28 % du territoire. Le nombre d'éclairs produits par épisode est relativement faible, 800 au maximum, tous types confondus<sup>1</sup>, dont 50 % en moyenne ont frappé le sol (NS), le double de la moyenne annuelle observée dans la région. Mais le caractère exceptionnel de ces épisodes tient surtout dans l'impressionnante proportion de NS+ (70 % et plus) et dans l'intensité hors norme des courants électriques engendrés. En effet, la valeur moyenne des courants de décharge toutes polarités confondues enregistrés au cours de ces épisodes atteint 50 kA, 13 % des éclairs affichant même une intensité comprise entre 100 et 360 kA. Malheureusement, quelques-unes de ces puissantes décharges ont occasionné des dégâts importants : maison incendiée, monument en pierre partiellement détruit<sup>2,3</sup>...

Ce type d'épisode orageux à fort taux de NS+ et produisant des courants de décharge très intenses est-il vraiment exceptionnel en Nouvelle-Aquitaine ?

## Caractéristiques des orages en Nouvelle-Aquitaine

Pour répondre à cette question, les données collectées par le réseau de détection des éclairs Météorage en région Nouvelle-Aquitaine ont été étudiées afin d'identifier tous les épisodes orageux entre 2014 et 2023. Un épisode est défini comme la période durant laquelle le délai qui sépare deux éclairs consécutifs (IN ou NS) reste inférieur à 3 heures. Ainsi, plusieurs épisodes

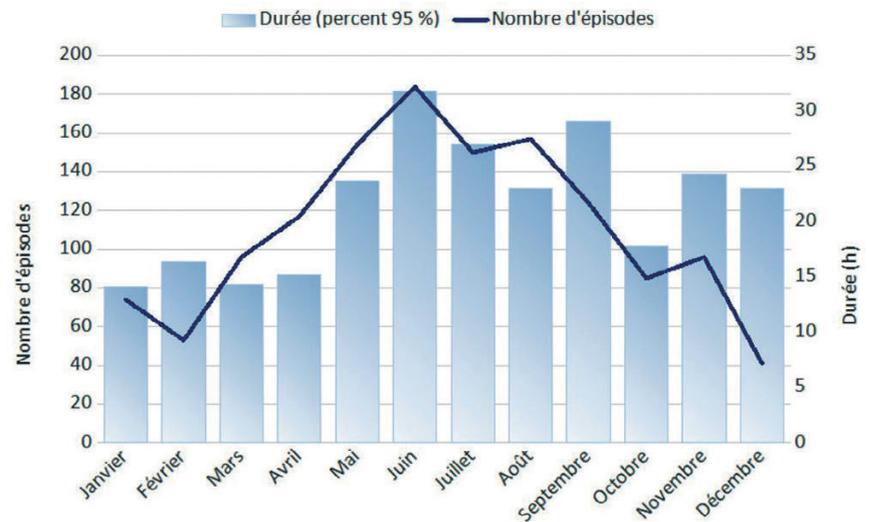


Figure 1. Évolution annuelle du nombre mensuel total pour les 10 ans d'épisodes orageux en Nouvelle-Aquitaine (courbe) et le percentile à 95 % qui indique les durées dépassées par 5 % des épisodes (histogramme). Par exemple, 5 % des épisodes de novembre ont une durée supérieure ou égale à 24 heures.

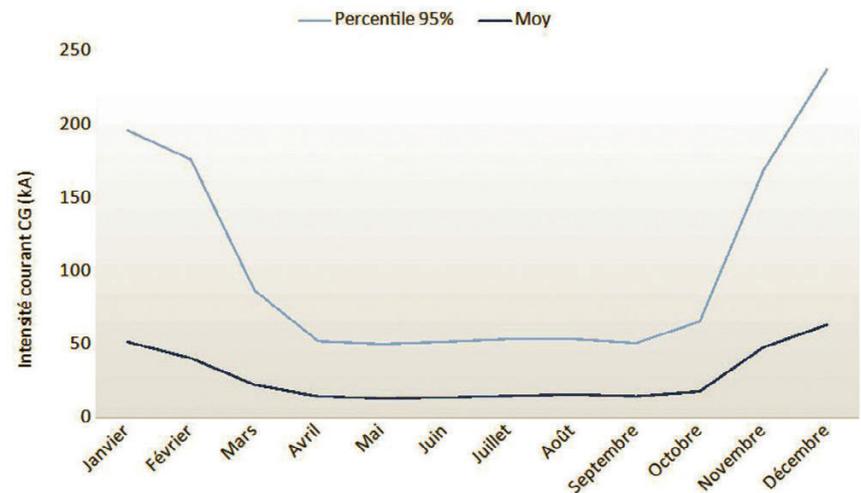


Figure 2. Moyenne et percentile 95 % des intensités de courant crête dans les NS toutes polarités confondues, observés dans les épisodes de longue durée (> 24 heures). Le percentile 95 % indique les valeurs atteintes et dépassées par 5 % des courants les plus forts.

peuvent se produire le même jour et à l'inverse un épisode peut durer plusieurs jours si l'activité reste soutenue et relativement constante.

Les épisodes orageux en Nouvelle-Aquitaine suivent le cycle classique des régions tempérées, où les orages se produisent majoritairement en été. On peut noter sur la figure 1 que le nombre maximum d'épisodes orageux se produit au mois de juin, avec une moyenne de dix-huit épisodes, alors que le minimum est enregistré en décembre avec seulement quatre épisodes. La durée de vie moyenne d'un épisode orageux est de 7 heures, mais on remarque que

5 % d'entre eux dépassent 24 heures avec un record de 72 heures atteint en mai 2014. Tout épisode dont la durée est égale ou supérieure à ce seuil de 24 heures est défini comme un épisode

1. Météorage classe les éclairs selon qu'ils établissent un contact avec le sol ou qu'ils restent confinés dans le nuage. On parle de « nuage-sol » (NS) pour les premiers et d'intranuageux (IN) pour les seconds. De plus, le système identifie les NS+ (NS-) qui véhiculent une charge positive (négative) au sol.  
 2. <https://www.sudouest.fr/landes/dax/tempeste-dans-les-landes-elle-voit-une-boule-de-feu-descendre-le-long-du-mur-avant-que-tout-explose-17324867.php>  
 3. [https://actu.fr/nouvelle-aquitaine/saucats\\_33501/cest-bien-la-foudre-qui-a-endommagé-le-mémorial-de-saucats\\_60295726.html](https://actu.fr/nouvelle-aquitaine/saucats_33501/cest-bien-la-foudre-qui-a-endommagé-le-mémorial-de-saucats_60295726.html)

long. Il est intéressant de noter que, proportionnellement, c'est en hiver que l'on observe le plus souvent ces épisodes longs, avec environ 16 % du nombre total d'épisodes contre 10 % en été et en automne, et seulement 5 % au printemps.

Cependant, ces épisodes longs affichent des caractéristiques très différentes, non seulement selon la saison, mais aussi au cours des mois d'une même saison, notamment en septembre et mai. Ainsi, un épisode long, lorsqu'il se produit en été, génère un peu plus de 22 000 éclairs (IN et NS), impactant 80 % du territoire à un rythme soutenu d'un éclair toutes les 5 secondes et d'un éclair NS toutes les 22 secondes (en valeurs médianes). Les résultats sont très différents pour leur *alter ego* hors saison orageuse qui produisent à peine 3 400 éclairs (IN et NS) à un rythme d'un éclair toutes les 34 secondes, jusqu'à plus de 2 minutes pour les NS, pour une couverture régionale atteignant seulement 40 %. À noter que les résultats sur le nombre d'éclairs et la couverture du territoire en automne sont tirés vers le haut par le mois de septembre, encore marqué par des conditions estivales. Si l'on ne considère que la période de novembre à mars, les épisodes longs couvrent moins de 20 % du territoire, produisant 1 200 éclairs à un rythme d'un éclair toutes les 5 minutes en valeur médiane et 8 minutes en moyenne...

L'analyse des caractéristiques électriques des éclairs montre aussi des différences notables entre les épisodes de longue durée observés en été et ceux produits hors de la saison orageuse. Ainsi, le taux de NS+, calculé par épisode, comme le rapport entre

le nombre de NS+ et le nombre total de NS, affiche une valeur moyenne de 18 % pour les épisodes estivaux contre plus de 38 % en hiver et en automne. En excluant le mois de septembre, ce taux moyen atteint les 52 %, démontrant que la nature et la typologie des orages sont influencées par les conditions saisonnières. Pour preuve, 62 % des épisodes longs qui affichent un taux de NS+ supérieur à la moyenne annuelle (25 % de NS+) ont été observés en dehors de la saison orageuse (octobre à mars). En parallèle, on peut noter que cette évolution saisonnière du taux de NS+ s'accompagne aussi d'une augmentation notable de l'intensité des éclairs NS, quelle que soit la polarité du courant, comme on peut le voir sur la figure 2 qui présente les valeurs moyennes ainsi que les maximums mensuels atteints par les 5 % des NS les plus intenses. En été, les épisodes longs affichent des valeurs moyennes d'intensité de -13 et +30 kA contre -35 et +50 kA en hiver et en automne. Les différences sont encore plus flagrantes si l'on note que les 5 % des épisodes affichant les valeurs de courant les plus élevées atteignent 50 kA environ en été, alors qu'on observe des valeurs de plus de 100 kA hors saison orageuse, toutes polarités confondues.

Enfin, on remarque que le taux d'éclairs intranuageux (IN) diminue dans les épisodes se produisant hors de la saison orageuse. Pour mémoire, les orages de fin de printemps et de début d'été ont tendance à générer énormément d'IN du fait d'une convection importante qui alimente le processus de séparation des charges électriques à l'intérieur du cumulonimbus. L'observation de la diminution du taux d'IN et l'augmentation du taux de NS+

associée à des intensités de courant de décharge importants s'expliquent par le changement des conditions météorologiques saisonnières. Ainsi, au cours de la saison orageuse, l'énergie présente dans l'atmosphère favorise la convection profonde permettant de créer des systèmes convectifs organisés et très actifs. Cette énergie diminuant avec l'arrivée de l'hiver tend à produire des orages isolés et peu actifs en automne. À noter que l'automne et le printemps sont des périodes de transition où l'on observe quelques fois des conditions estivales, principalement en septembre et en mai.

## Quelles sont les causes des orages à fort taux de NS+ ?

Si l'on observe des épisodes de longue durée tout au long de l'année, les épisodes à fort taux de NS+ tels que ceux observés en octobre et novembre 2023 se produisent principalement en fin d'automne et en hiver. Ils sont généralement associés à de vastes systèmes dépressionnaires sur l'Atlantique à l'origine de tempêtes ou tout du moins de vents forts (tableau 1). On note que les épisodes peuvent se produire avant ou après que les tempêtes touchent la Nouvelle-Aquitaine. Le tableau 1 affiche les épisodes enregistrés au cours des dix dernières années et dont les caractéristiques sont similaires à celles observées sur le cas à l'origine de l'étude (une durée supérieure à 24 heures avec un taux de NS+ qui dépasse 50 %). On notera que les trois épisodes exceptionnels qui se sont produits en 2023 constituent un record dans la fréquence d'occurrence de tels épisodes.

Tableau 1. Caractéristiques principales des épisodes de longue durée et à fort taux de NS+ (durée supérieure à 24 heures et taux NS+ supérieur à 50 %).

Date et heure de début	Date et heure de fin	Durée (h)	Nombre d'éclairs (kA)	Pic de courant moyen NS+ (kA)	Pic de courant moyen NS- (kA)	Taux Superficie touchée	Taux NS+	Conditions météo
03/03/2014 03:15:57 0	03/04/2014 4:49:20	25	2 688	72	-29	36 %	51 %	Dépression <i>Christine</i>
27/12/2020 21:35:44	30/12/2020 03:36:39	54	2 398	53	-96	45 %	58 %	Dépression <i>Bella</i>
04/12/2021 12:39:32	05/12/2021 16:45:57	28	77	66	-44	5 %	83 %	Dépression <i>Barra</i>
21/11/2022 10:45:43	22/11/2022 12:46:55	26	356	57	-43	12 %	73 %	Rafales 100 km/h
26/10/2023 20:07:36	28/10/2023 05:36:53	33	278	51	-32	12 %	70 %	Rafales 90 km/h
02/11/2023 07:55:18	03/11/2023 15:58:46	32	400	65	-47	16 %	83 %	Dépression <i>Ciaràn</i>
04/11/2023 12:59:40	05/11/2023 20:20:18	31	799	57	-17	29 %	74 %	Dépression <i>Domingo</i>

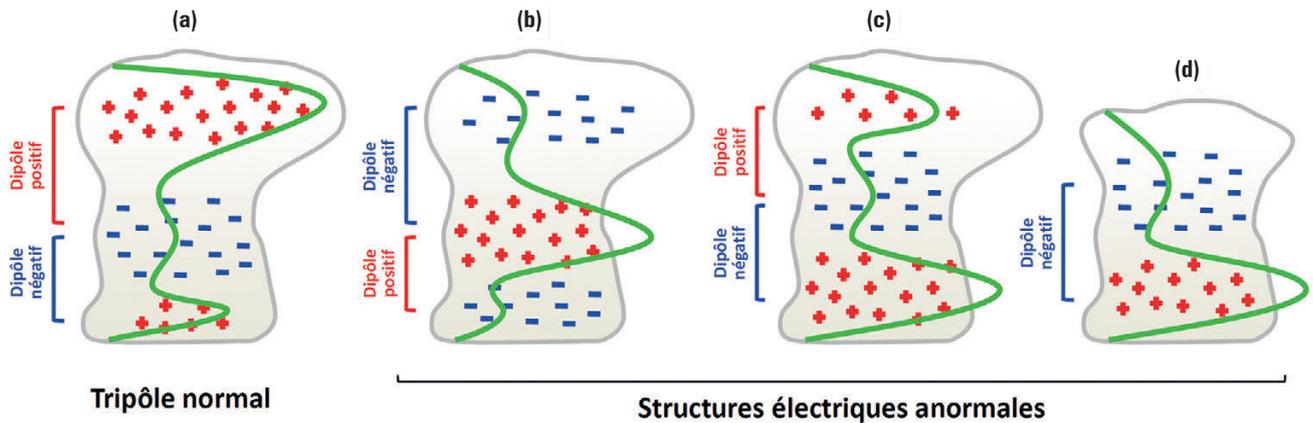


Figure 3. Répartition des charges électriques (+ et -) dans la zone convective des nuages d'orage et répartition verticale des sources VHF produites par les éclairs (courbe verte). (a) Tripôle normal ; (b) tripôle inversé ; (c) tripôle intense inférieur ; (d) dipôle négatif. D'après Coquillat *et al.*, 2023.

En conclusion, les épisodes de longue durée avec un fort taux de NS+ et des intensités de courant de décharge élevées sont plutôt rares en Nouvelle-Aquitaine, même si des épisodes de longue durée se produisent tout au long de l'année, y compris durant la saison estivale, mais avec des caractéristiques électriques différentes. Les conditions dépressionnaires qui leur donnent naissance et les forts vents en provenance de l'océan peuvent expliquer l'occurrence de tels orages. Le cas de la dépression *Ciaràn* analysé par Kreitz et Sorel<sup>4</sup> correspond à une situation d'instabilité liée à de l'air froid en altitude et doux en basse couche, ce qui donne des valeurs de Cape significatives et persistantes pour la saison. Il se peut aussi que les mouvements de masses d'air apportent à l'atmosphère au-dessus du continent une grande quantité d'aérosols en provenance de l'océan favorisant ainsi des décharges atmosphériques de forte intensité et majoritairement de polarité positive. Une

observation similaire d'orages à fort taux de NS+ dans les plaines du sud des États-Unis en avril 1998, et générant bon nombre de *sprites*<sup>5</sup>, a été expliquée par la présence d'aérosols générés par d'immenses feux de forêts (Lyons *et al.*, 1999)<sup>6</sup>.

Par ailleurs, Coquillat *et al.* (2023)<sup>7</sup> ont étudié des orages au large de la Corse dont la structure électrique est dite « à

4. Kreitz M., Sorel M., 2024. Un automne 2023 très perturbé. *La Météorologie*, 124, 49-56. doi: 10.37053/lameteorologie-2024-0013

5. Les sprites sont des phénomènes lumineux transitoires qui se produisent dans la haute atmosphère à la suite d'un NS+ de forte intensité.

6. Lyons W.A., Nelson E., Williams E.R., Cramer J.A., Turner T.R., 1998. Enhanced Positive Cloud-to-Ground Lightning in Thunderstorms Ingesting Smoke from Fires. *Science*, 282, 5386, 77-80. doi: 10.1126/science.282.5386.77

7. Coquillat S., Pont V., Pardé M., Kreitz M., Lambert D., Houel R., Ricard D., Gonneau E., Guibert P. de, Prieur S., 2023. Découverte d'une anomalie électrique dans des orages méditerranéens. *La Météorologie*, 120, 46-55. doi: 10.37053/lameteorologie-2023-0016

dipôle négatif » (figure 3). Ils montrent que ces orages plutôt rares (moins de 5 %) se produisent dans une atmosphère fortement chargée en aérosols, du sable provenant du Sahara, des conditions de forte inhibition convective et un fort flux de masses d'air. Ainsi, les auteurs rapportent l'orage « à dipôle négatif » du 9 octobre 2018 produit par la tempête *Adrian*.

Bien que les auteurs n'aient pas analysé les caractéristiques des courants électriques dans les orages « à dipôle négatif », on peut penser, sur la base de conditions météorologiques et microphysiques similaires, que les épisodes longs observés en automne et en hiver en Nouvelle-Aquitaine sont constitués de cellules de type « dipôle négatif ».

Stéphane Pédebois  
Météorage, Pau

## Sécheresse dans les Pyrénées-Orientales : un hiver toujours aussi sec

En France, la sécheresse de 2022, par son intensité, sa durée et son extension spatiale, a mis en évidence la vulnérabilité de l'ensemble des activités socio-économiques liées à la ressource en eau et a engendré de nombreux impacts sur la biodiversité, à commencer par des incendies géants dans de nombreuses régions.

La situation hydrologique nettement plus favorable en moyenne sur la France en 2023 par rapport à l'année 2022 n'a pas profité au territoire du

Languedoc-Roussillon. Le département des Pyrénées-Orientales a enregistré, en 2022 et 2023, ses deux années les plus sèches jamais enregistrées depuis 1959 et les plus chaudes depuis 1900. Cette situation perdure toujours début 2024.

La mise en place cet hiver d'un régime océanique majoritaire a favorisé l'arrivée de perturbations d'ouest arrosant une grande partie du pays. Comme la quasi-totalité du territoire a enregistré d'importantes précipitations, les sols se sont considérablement ré-humidifiés, à

l'exception du Languedoc-Roussillon (figure 1). En effet, les précipitations ont été bloquées par les Pyrénées et cet air humide a subi un effet de foehn, n'atteignant donc pas ou peu cette région. Par ailleurs, aucune précipitation d'origine méditerranéenne (apportée par un flux de sud ou d'est), généralement provoquée par une dépression sur les Baléares, n'a été relevée pendant la période.

L'ancienne région Languedoc-Roussillon a enregistré cet hiver un déficit de précipitations de 40 % avec des mois de