



**HAL**  
open science

## Conditions atmosphériques associées aux chutes de grêles en Bourgogne.

Albin Ullmann, C. Grosse, C. Berthet

► **To cite this version:**

Albin Ullmann, C. Grosse, C. Berthet. Conditions atmosphériques associées aux chutes de grêles en Bourgogne.. 33ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Jul 2020, Rennes, France. pp.697-702. hal-02969545

**HAL Id: hal-02969545**

**<https://hal.science/hal-02969545v1>**

Submitted on 8 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# CONDITIONS ATMOSPHERIQUES ASSOCIEES AUX CHUTES DE GRELES EN BOURGOGNE

**ULLMANN ALBIN (1), GROSSE CATHIE (1), BERTHET CLAUDE (2)**

(1) BIOGEOSCIENCES-CRC, UMR628 Université de Bourgogne. Boulevard Gabriel, 21000 DIJON.  
Albin.ullmann@u-bourgogne.fr

(2) ANELFA, 52 rue Alfred Duménil, 31400 Toulouse

**Résumé :** Depuis 2014, un réseau de grêlimètres installé en Bourgogne par l'ANELFA (Association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques) permet d'enregistrer les chutes de grêles et leurs principales caractéristiques. Ces dernières se produisent principalement entre avril et septembre et surtout en fin d'après-midi lorsque l'air de surface a été suffisamment réchauffé pour déclencher une forte ascendance. Du point de vue atmosphérique, les chutes de grêles en Bourgogne sont associées à un puissant flux de secteur sud provenant du Golfe du Lion. La configuration synoptique montre une forte anomalie barométrique négative centrée sur l'Allemagne avec une extension vers le sud-ouest traversant la France puis l'Espagne. En outre, la Bourgogne est en même temps sous l'influence d'un léger flux de nord-ouest. Il en résulte une zone de conflit de masse d'air thermiquement et hygrométriquement très différentes, avec une importante ascendance et donc une énergie potentielle de convection disponible pouvant être libérée sous forme d'épisodes orageux avec chutes de grêles.

**Mots clés :** Chutes de grêles, dynamique atmosphérique, Bourgogne.

**Summary:** A network of 96 hail pads is installed in Burgundy since 2014. Hailfalls in this part of France are mainly recorded from Avril to September and usually at the end of the afternoon when the surface air has been warmed enough to trigger an upward lift. Atmospherically speaking, hailfalls in Burgundy are associated with southward winds blowing from the Mediterranean Sea (Gulf of Lions) according to a strong negative barometric anomaly centered over Germany and extended southwestward until the south of Spain. A weak northwestward wind is at the same time also blowing until the northern part of Burgundy creating a thermal air-mass conflict and therefore a convective available potential energy which can be released in form on stormy events with hailfalls.

**Key words:** Hailfalls, atmospheric dynamics, Burgundy.

## Introduction

Les chutes de grêles constituent un des aléas météorologiques à très fort impact direct sur l'agriculture, notamment sur la viticulture et l'arboriculture. Du point de vue purement météorologique, les chutes de grêles sont assez bien connues : formation du cumulonimbus, ascendance d'air chaud et humide, formation des noyaux glaçogènes, accrétiens, etc. Dans le contexte actuel du climat qui change, la question des aléas météorologiques comme la grêle se pose désormais surtout en termes de forçages climatiques et de leurs possibles variations et/ou changements. En France, une première climatologie de la grêle basée sur des observations météorologiques et des données d'assurance a été proposé par Vinet en 2000. En 1987, l'association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques (ANELFA) débute un projet d'installation de *tables à Grêles* ou *grêlimètres* afin de développer un réseau de mesure et d'observation de la grêle. Au fur et à mesure de ce développement sur le territoire national, les études ont pu progresser : en 2007, Dessens *et al.* ont proposé une échelle de classification des chutes de grêles à partir des diamètres mesurés sur une période de 16 ans par un réseau 300 grêlimètres installés dans le sud-ouest, le sud et le centre de la France. En 2011, Berthet *et al.*, présentent une étude sur la variabilité interannuelle de la fréquence et de l'intensité des chutes de grêles à partir de 922 grêlimètres dans le sud-ouest, le sud et le centre. Les principaux résultats indiquent que les chutes de grêles sont en moyenne plus fréquentes et plus intenses dans les secteurs les plus éloignés de l'Océan Atlantique ou de le Mer

Méditerranée en raison de convections plus fortes (Berthet *et al.*, 2011). En 2013, Berthet *et al.* présentent une climatologie des événements extrêmes de chutes de grêles dans le sud-ouest de la France et montrent qu'ils sont principalement associés la mise en place d'un flux de sud à sud-ouest.

En Bourgogne, la viticulture et l'arboriculture fruitière (petits fruits) sont particulièrement vulnérables aux chutes de grêles en raison de la fragilité de ces cultures. Depuis 2014, l'ANELFA y développe un réseau de grêlimètres et les données n'ont pour l'instant jamais été analysées. Cette étude propose une toute première analyse des conditions atmosphériques et de la dynamique climatique multi-scalaire associées aux chutes de grêle en Bourgogne.

## 1. Données et Méthodes

### 1.1 Données des grêlimètres

Les grêlimètres ont été créés en 1987 par la *Société d'Application Atmosphériques* à la suite du premier colloque international sur la mesure des chutes de grêles (Lozowski *et al.*, 1978). Un grêlimètre consiste en une plaque de polystyrène extrudé d'une dimension de 42\*30 cm et de 2 cm d'épaisseur, peinte en blanc, et installé sur un pied d'un mètre de hauteur à proximité des habitations des volontaires, généralement agriculteurs et viticulteurs (figure 1). Après une chute de grêle, le volontaire note la date et l'heure sur la table et l'envoie à un technicien régional de l'ANELFA qui va encrer la table en noir à l'aide d'un Rouleau afin de faire apparaître les impacts des grêlons. Ces derniers sont analysés automatiquement à l'aide d'un système d'analyse d'image afin d'en déterminer le nombre et la distribution des tailles. La description complète du matériel et de la méthode de mesure est présentée dans Dessens *et al.* (2001). Les données numériques des chutes de grêle en Bourgogne ont été fournies par l'ANELFA. Elles sont issues de 96 grêlimètres installés depuis 2014. Entre 2014 et 2018, 36 chutes de grêles ont été ainsi enregistrées et détaillées : localisation, durée, jours de la semaine, nombre total de grêlons, distribution des diamètres (figure 1). Les grêlimètres étant presque tous localisés le long de la côte viticole, c'est logiquement à cet endroit qu'ont été enregistrés les chutes de grêles (figure 1).

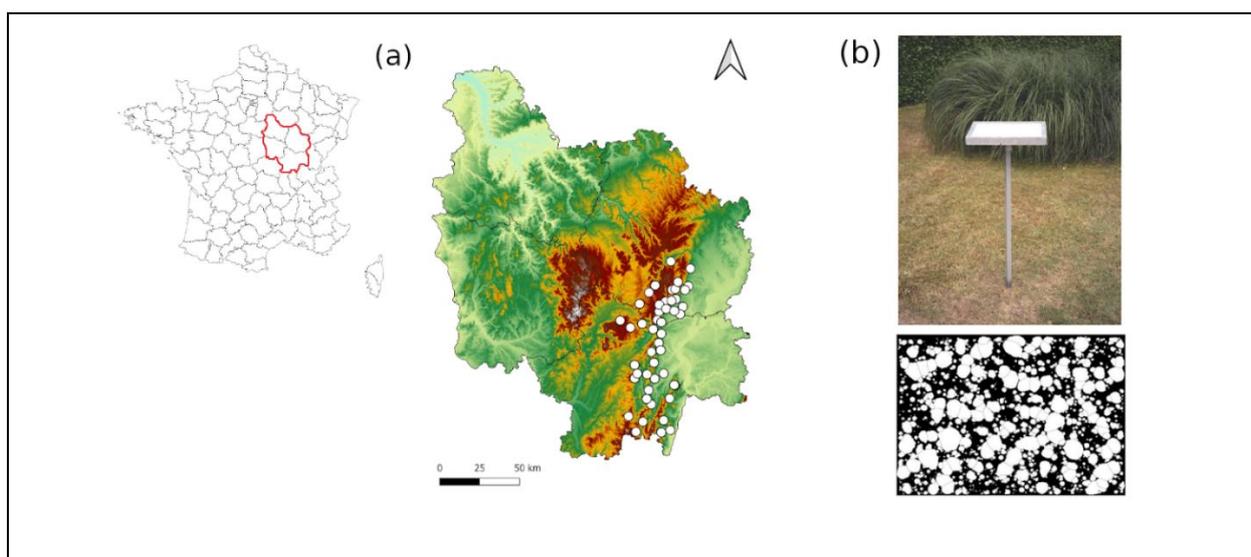


Figure 1. (a) localisation de la région Bourgogne et des 36 chutes de grêles enregistrées entre 2014 et 2018 (points blancs). (b) En haut : grêlimètre. En bas : résultat après encrage et numérisation des impacts de grêlons.

## 1.2 Données atmosphériques

Les données atmosphériques sont issues des réanalyses européennes ERA5 ([www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int)). Elles sont disponibles sur la période de 1979 à 2019 à une résolution spatiale de 31 km. Dans cette étude, nous utiliserons sur les données horaires de pression atmosphérique au niveau de la mer (PSM, en Pascal), les composantes méridiennes et zonales du vent à 2 mètres (U10 et V10, en m/s) et sur l'énergie potentielle de convection disponible (EPCD, en J/kg). Les réanalyses ERA5 sont détaillées par Hersbach (2016).

## 2. Résultats

Sur la période 2014-2018, les 36 chutes de grêles ont toutes été enregistrées entre avril et septembre. En effet, la période s'étalant du printemps à l'automne est propice la mise en place d'un fort gradient de température entre la surface réchauffée et de l'air froid d'altitude. Ces épisodes se sont surtout produits en mai (32%) et en juillet (28%). Les autres mois comptant chacun entre 5 et 10% des chutes de grêles. Cette distribution mensuelle bimodale est cohérente avec celle des chutes de grêles dans le sud-ouest de la France montrée par Berthet *et al.* (2013). Seuls deux épisodes de grêle se sont déroulés entre 11h30 et 13h30. Tous les autres se sont produits après 15h. Là encore, ce résultat est en phase avec les travaux de Berthet *et al.* (2013) et correspondent, à l'échelle quotidienne, au laps de temps nécessaire à un fort réchauffement de l'air de surface déclenchant une ascendance suffisamment forte pour atteindre des altitudes froides permettant le gel des gouttelettes d'eau.

L'EPCD moyen des épisodes de grêles en Bourgogne entre 2014 et 2018 montre logiquement une zone de convection de la masse d'air centrée sur la Bourgogne autour de 6°E et de 47°N avec des valeurs qui dépassent 300 j/kg (figure 2). Il est intéressant de constater que ces valeurs correspondent généralement à celles de orages de faible intensité et indiquent donc que les chutes de grêles en Bourgogne ne semblent donc pas forcément associées à des phénomènes atmosphériques locaux particulièrement violents. A une échelle plus large, la géographie de l'EPCD montre deux secteurs actifs du point de vue de la convection : une au niveau du Golfe du Lion et l'autre centré sur la Bourgogne (figure 2). Ces deux secteurs sont presque reliés par colonne d'EPCD partant du Golfe du Lion et remontant vers la Bourgogne selon un axe sud-nord (figure 2). Cette quasi connexion pourrait indiquer un possible rôle des masses d'air provenant de la Méditerranée dans la formation des chutes de grêles en Bourgogne.

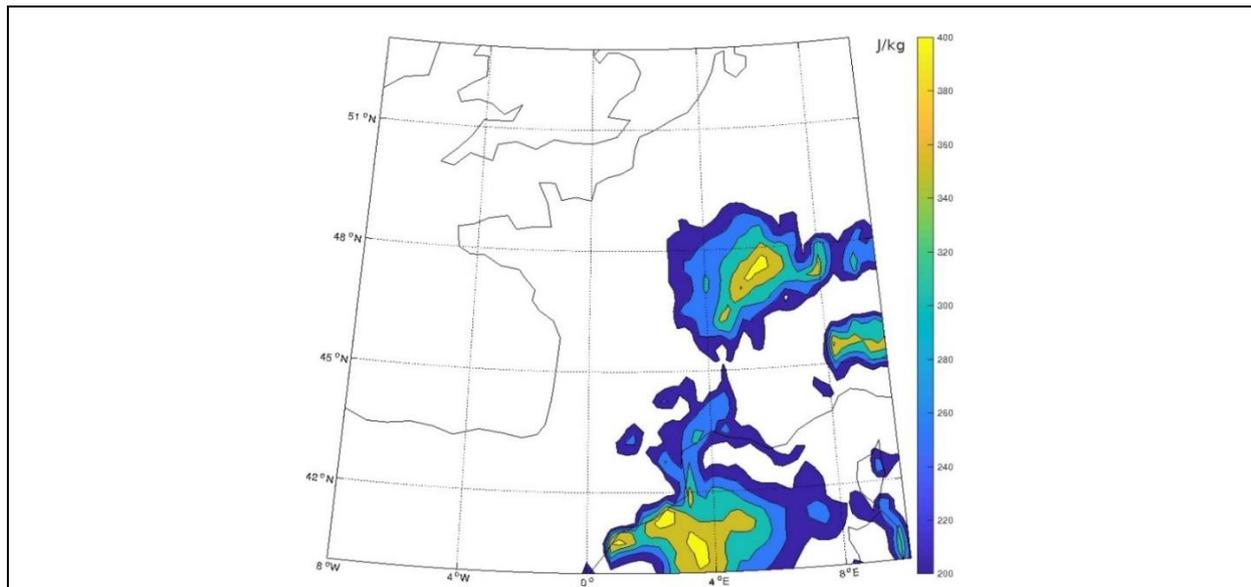


Figure 2. Energie potentielle de convection disponible moyenne (EPCD en J/kg) des épisodes de grêles en Bourgogne entre 2014 et 2018. Les valeurs sont calculées à l'heure de chaque épisode.

La figure 3 présente les anomalies barométriques moyennes des épisodes de grêles en Bourgogne. Leur géographie montre une forte et anomalie barométrique négative centrée sur l'Allemagne, couvrant le nord-ouest de l'Europe avec une extension traversant la France du nord-est vers le sud-ouest et s'étendant jusqu'au sud de l'Espagne (figure 3). Cet axe d'anomalie barométrique est spatialement en phase avec la colonne sud-nord d'énergie potentielle de convection disponible reliant le Golfe du Lion à la Bourgogne (figure 2 et 3). Ce phasage spatial témoigne d'une interaction évidente entre les conditions barométriques de surface et l'énergie potentielle de convection disponible. En effet, des basses pressions de surface peuvent indiquer une situation d'ascendance de la colonne d'air favorisant ainsi, si cette dernière est forte et que le gradient thermique vertical est important, le développement d'une énergie de convection potentiellement disponible et donc de la genèse d'un phénomène atmosphérique à forte libération d'énergie tels que les orages et/ou les chutes de grêles.

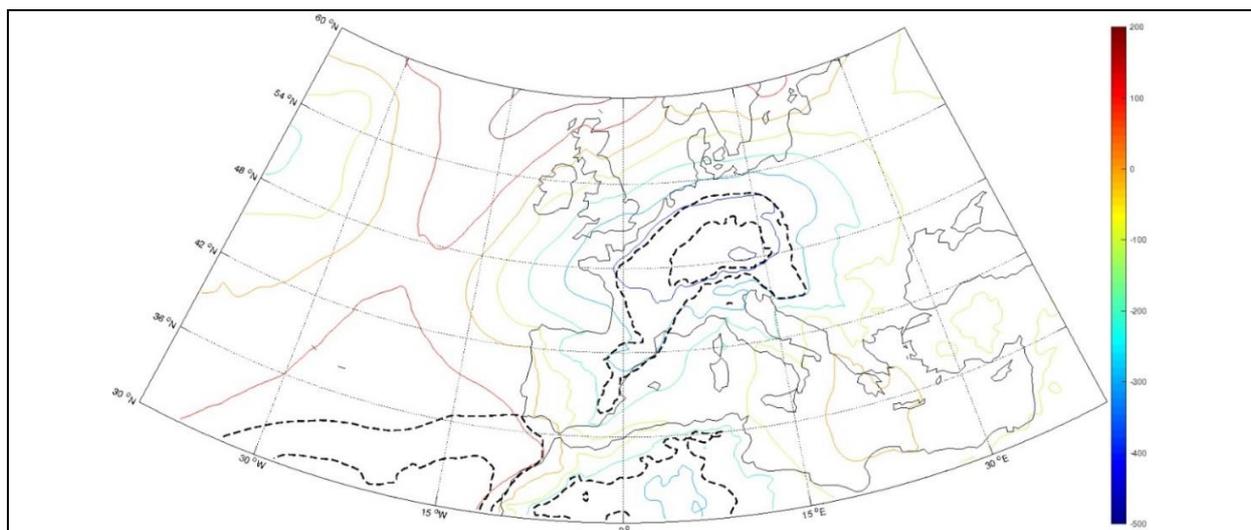


Figure 3. Anomalies de pression de surface (en Pascals) des épisodes de grêles en Bourgogne entre 2014 et 2018. Les valeurs l'anomalies sont calculées à l'heure de chaque épisode. En tirets, les anomalies significatives à 95% par un test en T de Student.

Le champ de vent moyen des épisodes de grêle en Bourgogne montre un puissant flux de secteur sud remontant du Golfe du Lion jusqu'au centre-est de la France en suivant une trajectoire sud-nord bien marquée (figure 4). Le centre-est de la France est par ailleurs en même temps soumis à un léger flux de nord à nord-ouest (figure 4). La Bourgogne est donc clairement d'un secteur de confrontation de deux masses d'air thermiquement très différentes notamment en raison du puissant flux méditerranéen de sud capable par ailleurs d'y advecter de l'humidité. Ce conflit de masse d'air est favorable à des conditions d'ascendance thermique d'une masse d'air chaude et humide génératrice d'une forte énergie de convection potentiellement libérable via des phénomènes orageux et des chutes de grêles. Le golfe du Lion pourrait ici être qualifié de région source en énergie, ensuite advectée vers le centre-est de la France et la Bourgogne.

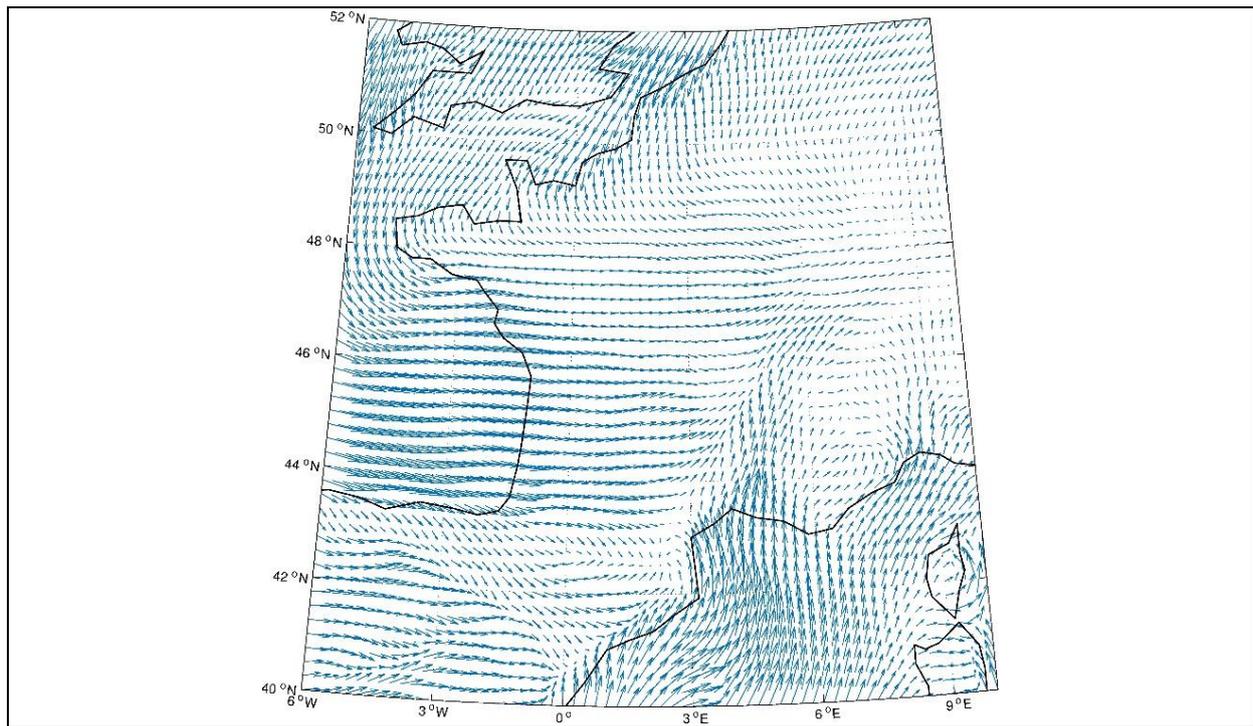


Figure 4. Vents moyens des épisodes de grêles en Bourgogne entre 2014 et 2018. Les valeurs moyennes sont calculées à l'heure de chaque épisode.

## Conclusions et Discussion

Les chutes de grêles sont des phénomènes ponctuels très localisés et particulièrement brutaux. En outre, ils sont également dépendants des conditions atmosphériques locales et notamment la quantité d'aérosols. Ces caractéristiques spatio-temporelles en font des événements difficiles à appréhender du point de vue climatique. De plus les données de mesures disponibles sont rares et ponctuelles. La Bourgogne n'est par exemple équipée de grêlimètres que depuis 2014. Ce travail propose ici une toute première approche sur l'étude de la dynamique atmosphérique multi-scalaire associée aux chutes de grêles en Bourgogne. Il en résulte que ces dernières sont principalement associées à un flux de secteur sud provenant du Golfe du Lion et à une forte anomalie barométrique centrée sur l'Allemagne et couvrant le nord-ouest de l'Europe. Ces vents de sud traversent la France selon un axe sud-nord jusqu'au centre-est du pays qui est par ailleurs soumis à des vents de nord-ouest. Il en résulte une zone de conflit de masse d'air thermiquement et hygrométriquement différentes, avec une importante

ascendance et une énergie de convection pouvant être libérée sous forme orageuse et de chutes de grêles.

Des travaux supplémentaires ont été entamés, notamment sur les liens entre les chutes de grêles en Bourgogne et les régimes de circulation du domaine Nord-Atlantique. Les premiers résultats montrent que 60% des chutes de grêles en Bourgogne sont associées au régime de circulation de type *NAO*- généralement caractérisés par un flux de sud sur la France et bien documentés dans de nombreux travaux (Cassou *et al.*, 2004, Ullmann *et. al.*, 2008). Ces liens montrent que des modes de circulation large échelle interagissent avec des conditions de circulation aux échelles de temps et d'espaces plus fines (mésos-échelle, synoptique) et permettent de favoriser la mise en place des conditions météorologiques locales propices aux chutes de grêles. Sans pouvoir donner une information déterministe sur ces événements dans un climat futur, étudier la dynamique atmosphérique multi-scalaire des chutes de grêles permettra d'estimer, via les modèles numériques du climat, en quelle mesure cette dynamique pourrait être impactée par le changement climatique.

### **Remerciement**

L'association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques (ANELFA) est ici remerciée pour la mise à disposition des données numériques de chutes de grêles issues du réseau de grêlimètres installés en Bourgogne depuis 2014.

### **Bibliographie**

- Berthet C., Wesolek E., Dessens J., Sanchez J.L., 2013. Beltrando G., 2013. Extreme hail day climatology in Southwestern France. *Atmospheric Research*, 123, 139-150.
- Berthet C., Dessens J., Sanchez J.L., 2011. Regional and yearly variations of hail frequency and intensity in France. *Atmospheric Research*, 100, 391-400.
- Cassou C., Terray L., Hurrell J., Deser C., 2004. North Atlantic climate regimes: spatial asymmetry, stationarity with time, and oceanic forcing. *Journal of Climate*, 17, 1055-3363.
- Dessens J., Fraile R., Pont V., Sanchez J.L., 2001. Day-of-the-week variability of hail in southwestern France. *Atmospheric Research*, 59, 63-76.
- Dessens J., Berthet C., Sanchez J.L., 2007. A point hailfall classification based on hailpad measurements: the ANELFA scale. *Atmospheric Research*, 83, 132-139.
- Hersbach H., 2016. The ERA5 Atmospheric Reanalysis. *AGU Fall Meeting Abstract*, 2016.
- Lozowski E.P., Erb R., Wojtiw L., Wrong M., Strong G.S., Matson R., Long A., Vento D., Admirat P., 1978. The hail sensor intercomparison experiment. *Atmosphere-Ocean*, 16, 94-106.
- Ullmann A., Moron V., 2008. Weather Regimes and sea surge variations over the Gulf of Lions (French Mediterranean coast) during the 20<sup>th</sup> century. *International Journal of Climatology*, 28, 159-171.
- Vinet F., 2000. Le risque-grêle en agriculture. Technique et Documentation, Paris, 237p.

