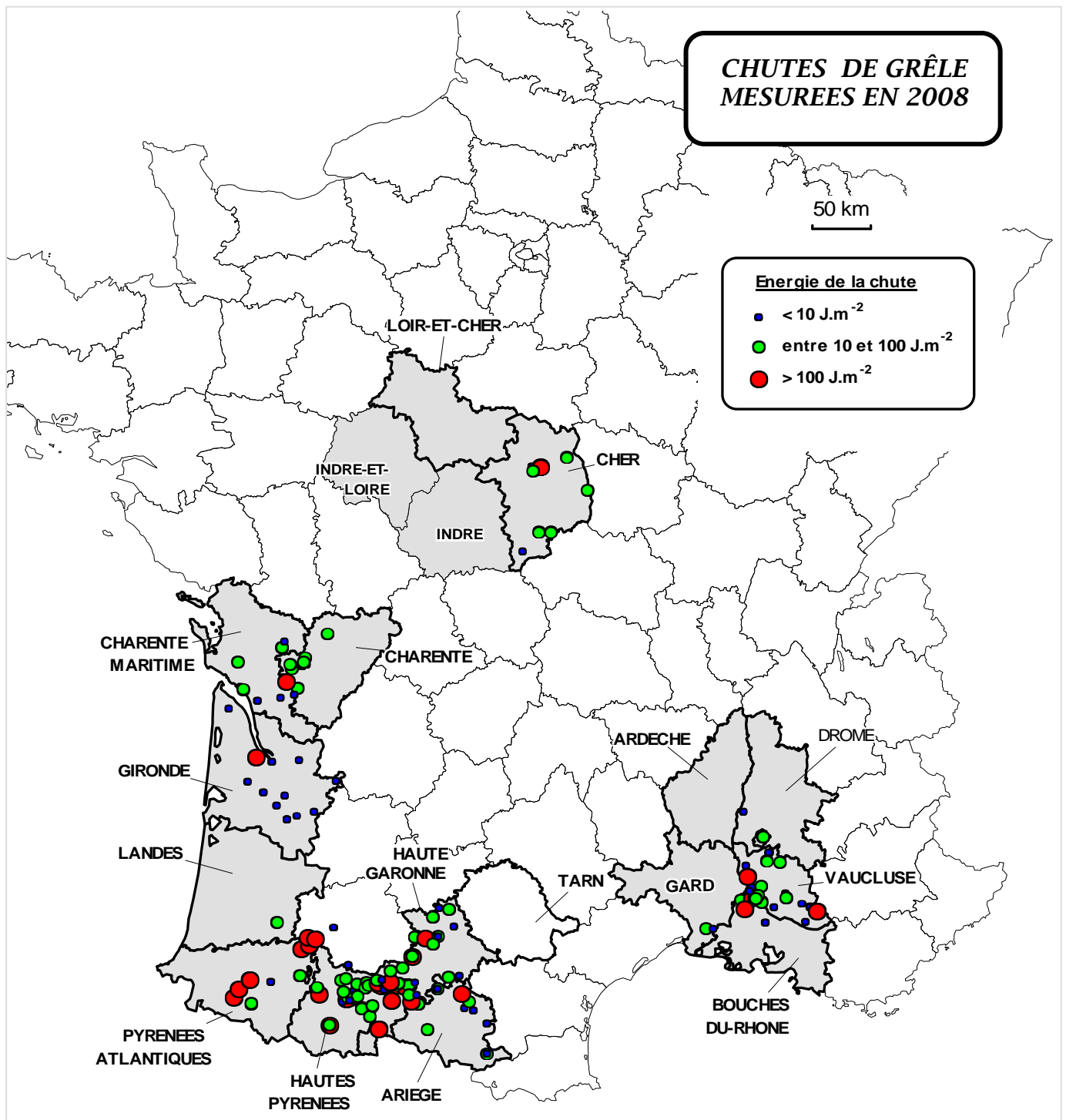


Analyse des principales situations à grêle de la saison 2008

Les informations et données météorologiques utilisées dans cette analyse proviennent de nos réseaux d'observation et de mesure, du site Internet de Météo-France ainsi que des renseignements communiqués par cet organisme dans le cadre de sa convention avec l'ANELFA, du site Internet de l'université du Wyoming (<http://www.weather.uwyo.edu>) pour les radiosondages, et d'articles de presse.

D'autres situations ont fait l'objet d'une étude publiée dans le compte rendu des techniciens remis lors de la réunion de fin de campagne.



⇨ Jeudi 15 mai 2008

Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne

Faisant suite à une période d'une dizaine de jours à situation de marais barométrique sur la France, une dépression s'est creusée le 15 mai sur le golfe de Gascogne. Le front froid qui lui est associé se situe à hauteur de Nîmes à la mi-journée. Sur la région toulousaine, la convection démarre vers 17h, les cumulus se transformant assez rapidement en puissantes cellules pré-orageuses. De l'air chaud en basses couches et un fort cisaillement de vent en altitude (89 nœuds à 10,8 km au-dessus de Madrid, 12TU, dans la ligne de courant filant vers Toulouse) favorisent la convection violente qui s'organise au nord des Pyrénées en deux lignes de grains se situant vers 20h45 respectivement entre Toulouse et Figeac pour la ligne orientale, et entre Saint-Gaudens et Auch pour l'occidentale. Les deux cellules les plus puissantes sont observées au sud de chacune de ces deux lignes de grains, et elles vont produire à peu près simultanément de fortes chutes de grêle sur les Hautes-Pyrénées et la Haute-Garonne.

La cellule occidentale a parcouru une trajectoire rectiligne de 72 km de Vieuzos (65), 19h20, à Canens (31), 22h30, soit une propagation à 23 km/h dans la direction 274°. La grêle la plus violente est mesurée à Charlas, avec des grêlons atteignant 38 mm (donc grêle de classe A3), et une énergie de 1097 J/m². Une très forte activité électrique entre nuages était observée au nord-est de Martres vers 21h30.

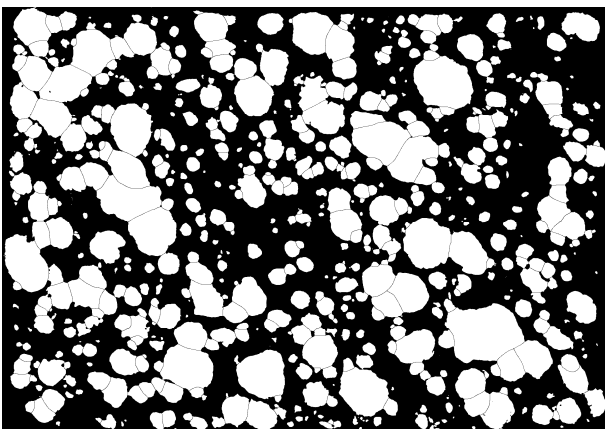
La cellule orientale a laissé une trace beaucoup plus courte, de L'Isle-Jourdain (32), 19h15, à Toulouse, 20h30, soit 28 km parcouru à 22 km/h, direction 273°. La station de mesure de Léguevin, sur l'axe de cette trajectoire, a enregistré des grêlons de 21 mm (classe A2), et 3,3 kg/m² de grêle, soit environ le double d'une grêle moyenne de cette classe. On peut donc préciser qu'il s'agissait d'une grêle de classe A2+.

Les grêles de ces deux orages ont occasionné les habituelles pertes aux cultures (blé, jardins, espaces verts), aux serres, et aux toitures. Dans Toulouse, la quantité de grêle a provoqué des dommages par inondation et infiltrations d'eau dans les bâtiments. Des écoles, de nombreux commerces, des bâtiments publics, des lignes de bus et de métro ainsi que le périphérique ont été fermés.

Toulouse, le 15/05/08, Photo F. Creste ⇨



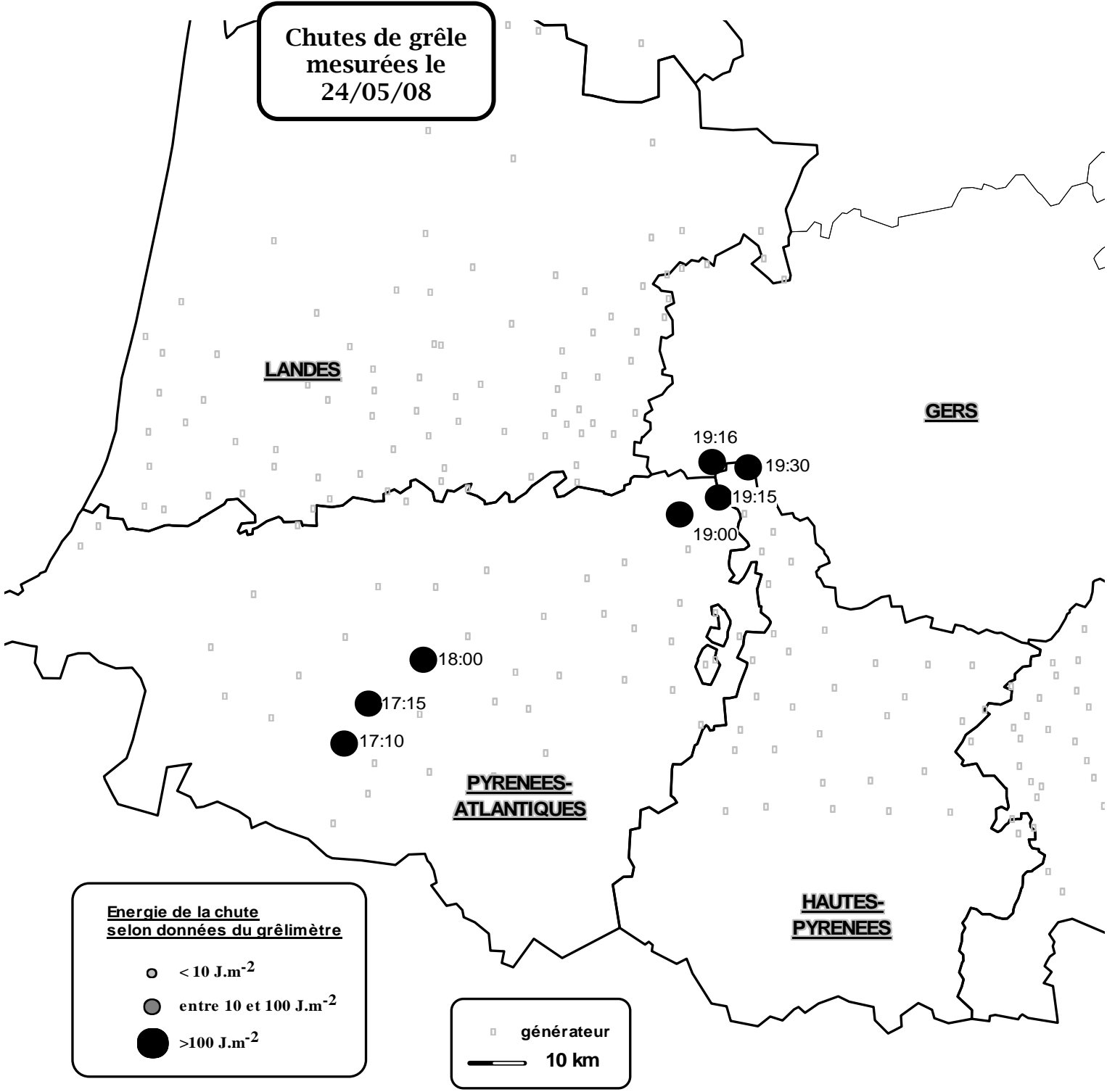
Sauf pour le département du Cher, l'ANELFA n'a reçu aucune alerte de Météo-France pour la journée du 15 mai par suite de mouvements de grève au sein de cet organisme. En raison de cette grève, les informations météorologiques étaient limitées (en particulier, pas de radiosondage à Bordeaux), et devant un risque a priori plus important à proximité de la dépression océanique, les réseaux atlantiques ont été alertés à 15h par la direction de l'ANELFA, mais pas ceux de Midi-Pyrénées.



⇨ **Caractéristiques de la plaque de Charlas (31138)**

Heure de la chute : 19h30
Diamètre maximal des grêlons : 38 mm
Nombre de grêlons : 4984/m²
Masse de grêlons : 5,63 kg/m²
Energie cinétique : 1097 Joules/m²

**Chutes de grêle mesurées le
24/05/08**



⇒ Samedi 24 mai 2008

Pyrénées-Atlantiques, Hautes-Pyrénées

Après la grêle du 24 mai sur la région de Madiran, Météo-France a rédigé le compte-rendu suivant à l'attention de l'ANELFA :

« Description de la situation générale faite le samedi matin : une goutte froide centrée sur le nord-ouest du Portugal dirige un flux rapide et cyclonique de sud sur la région. En basses couches, régime de sud dépressionnaire dans lequel ondule une perturbation qui se décale vers l'est en cours de journée. A l'arrière de cette zone perturbée, régime de traîne avec quelques averses parfois orageuses s'établissant jusqu'à Bordeaux-Tarbes l'après-midi, et se généralisant la nuit suivante en perdant de l'activité. De petites anomalies de tropopause circulent dans le flux de sud, mais pas de forçage bien marqué ni bien organisé. Le risque orageux était identifié, mais celui de forte grêle avait été limité aux départements de l'est des Pyrénées (Haute-Garonne et Ariège) où se trouvait de l'air de basses couches plus chaud et plus humide, avec un peu de convergence. Alerte ANELFA émise à 11h20 sur ces deux départements pour un risque de 14h à 24h. »

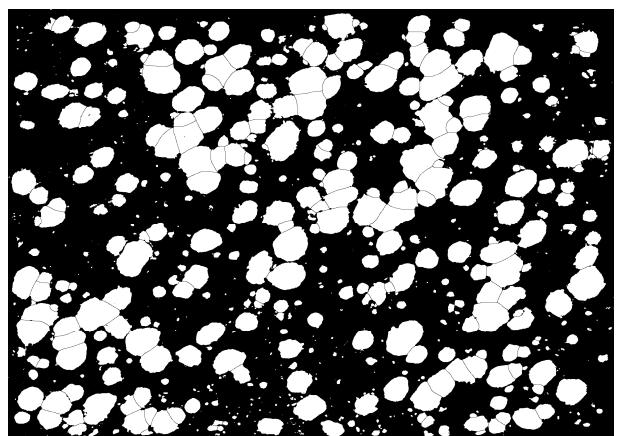
« Ce qu'il s'est passé : en cours d'après-midi, des cellules orageuses se forment sur le nord de l'Espagne, de l'autre côté des Pyrénées. Les échos restent modérés (orages « classiques »). Dans le flux de sud, certaines cellules débordent du relief et s'enfoncent sur les Pyrénées-Atlantiques. Une seule se développe particulièrement vers 17h30. Elle se décale vers le nord-est en restant très forte jusqu'à 18h10, puis son activité baisse nettement... Compte tenu de la baisse d'activité de cette cellule, le prévisionniste ne prend pas de mesure ANELFA. Mais brusquement, à partir de 19h, la cellule se re-développe alors qu'elle aborde la région du Madiran. Elle prend un caractère de supercellule, sa trajectoire étant légèrement déviée vers la droite... A cette heure, les départements sous assistance ANELFA ne sont plus, et ne seront plus concernés. Aucun bulletin n'est donc émis».

Avec du recul, on peut dire que la situation synoptique était la même que celle du 15 mai, et donc très classique : dépression sur le golfe de Gascogne, front froid en surface à hauteur des Pyrénées, vents rapides en altitude (90 nœuds à Saragosse au sondage de minuit). La cellule décrite plus haut a laissé ses premières traces sur les grêlimètres d'Aussurucq (17h10), Mauléon-Licharre, Gurs, puis on la retrouve à Saint-Jean-Poudge (64) à 19h. Elle passe ensuite dans les Hautes-Pyrénées à hauteur de Madiran (19h15), puis dans le Gers à Maumusson-Laguian. Elle s'est déplacée à 40 km/h dans la direction 238°, mais on ne peut pas parler d'une trajectoire car on ne dispose d'aucune observation de grêle entre les deux zones grêlées distantes de 50 km.

La plus forte chute de grêle a été mesurée à Madiran, avec des grêlons de 21 mm et une énergie de 460 J/m². Une telle intensité équivaut à des pertes totales sur vigne en cette période de l'année. Une estimation faite peu après l'événement donne 40% de perte pour l'ensemble du vignoble de Madiran.

Caractéristiques de la plaque de Madiran (65296) ⇒

Heure de la chute : 19h15
Diamètre maximal des grêlons : 21 mm
Nombre de grêlons : 3713 /m²
Masse de grêlons : 3,23 kg/m²
Energie cinétique : 460 Joules/m²



Plus tard en soirée, vers 22h45, le même système orageux a provoqué de fortes grêles en Lomagne avec des pertes atteignant 100% sur le blé et la vigne, et également des pertes sur l'ail.

**Chutes de grêle
mesurées le
10/06/08**

ARDECHE

DROME

GARD

VAUCLUSE

**BOUCHES-
DU-RHONE**

**Energie de la chute
selon données du grélimètre**

- < 10 J.m⁻²
- entre 10 et 100 J.m⁻²
- >100 J.m⁻²

□ générateur
— 10 km

⇨ **Mardi 10 Juin 2008**

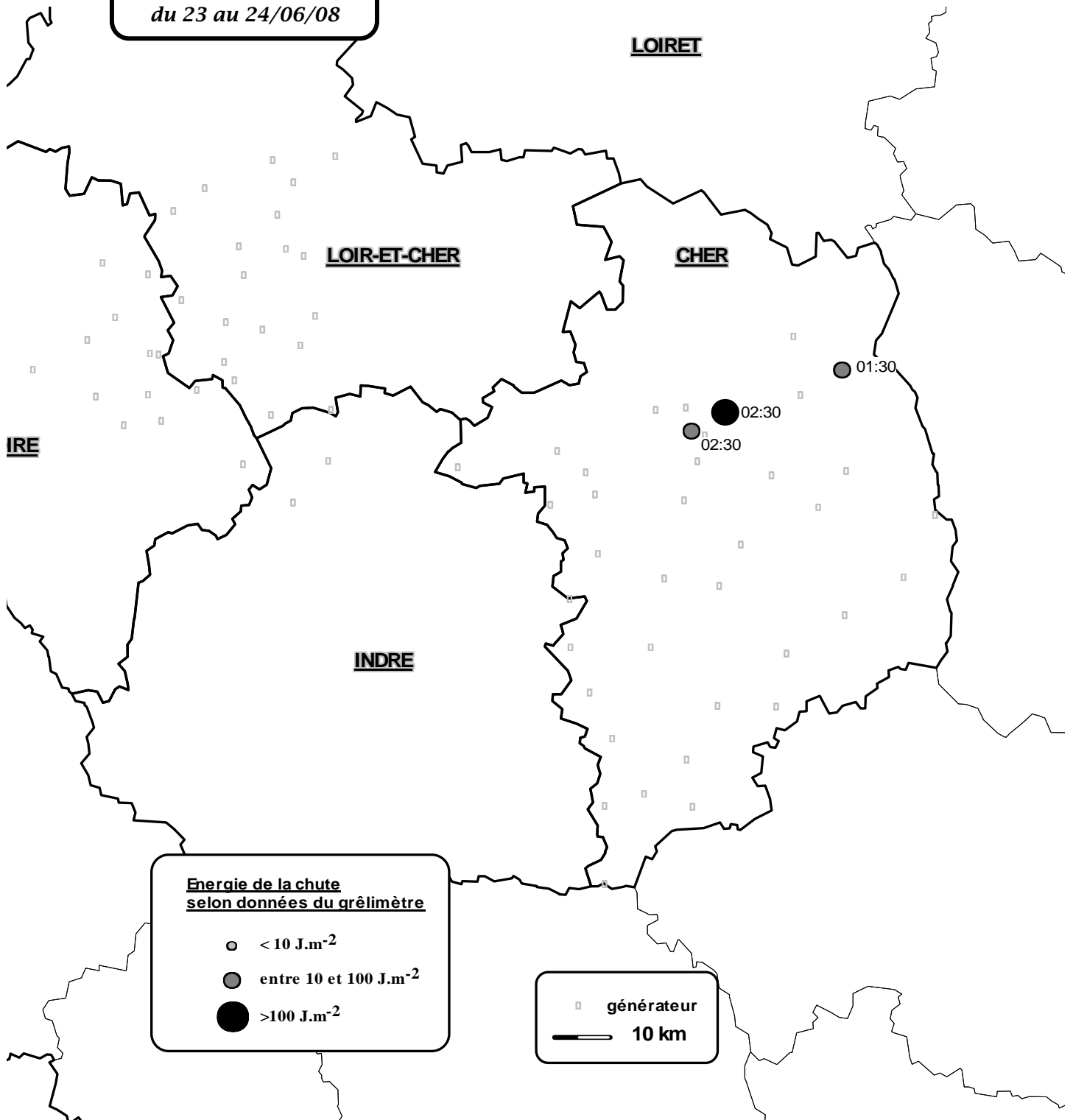
Sud-ouest, Cher, Vaucluse

Une dépression stagne sur l'Espagne et expulse de l'air froid en altitude sur le sud de la France. Une ligne de convergence en forme de S se positionne sur le sud-ouest de la France, avec de l'air chaud et humide en basses couches. Des orages assez violents se développent dans plusieurs départements du sud-ouest, et comme leur déplacement est lent, ils occasionnent surtout des dégâts par effet de « flash flood » (inondation éclair). Ainsi, dans la nuit du 10 au 11 juin, il est tombé 63 mm de pluie à Tajan (65) entre 22h et 4h du matin.

Les chutes de grêle mesurées en Charente-Maritime, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, et également dans le Cher sont de faible intensité, mais des dégâts très localisés sont cependant signalés en Charente. Tous ces départements avaient été mis en alerte sur initiative de l'ANELFA, la région Sud-Ouest de Météo-France étant à nouveau en grève.

Dans le Vaucluse, les orages provoqués par cette situation assez particulière ont eu des conséquences plus sérieuses. Bien que les chutes de grêle mesurées sur 7 stations soient toutes inférieures à 100 J/m², avec des grêlons ne dépassant pas 17 mm, des dommages importants ont été enregistrés, en particulier sur la commune de Gargas (50 à 80% de pertes sur vigne et arbres fruitiers). Des quantités importantes de grêle sont tombées sur Avignon, bouchant les évacuations d'eau et engendrant des inondations. Le réseau de générateurs du Vaucluse avait été mis en fonctionnement sur alerte établie un peu tardivement par Météo-France (à 14h, pour grêle entre 16h et 17h).

*Chutes de grêle
mesurées dans la nuit
du 23 au 24/06/08*



⇒ Nuit du lundi 23 au mardi 24 juin 2008

Cher

La caractéristique remarquable des 23 et 24 juin est une invasion sur la France d'une masse d'air chargée en aérosol saharien. Dans le sud-ouest, le sable lessivé par la pluie et déposé en grande quantité sur les voitures le matin du 24 est très clair, avec une granulométrie de 50 à 80 μm (Eauze, 32). Sur la carte au niveau 500 hPa du 23 juin à 12TU, on remarque une ligne de courant rapide en provenance du Maroc. La France est partagée à hauteur du Cher par une ligne frontale qui ondule sur le pays, « séparant deux masses d'air relativement sèches, avec en basses couches l'air frais au nord de la Loire et l'air très chaud présent sur les deux tiers sud du pays » (analyse de Météo-France).

Le radiosondage de Bordeaux du 23 juin à minuit est typique d'une situation à forte grêle, avec un vent de plus de 100 km/h à 4 km d'altitude et une instabilité remarquable pour un sondage de nuit : Lift Index = -5,04, CAPE = 1289 J. Après 23 h, des orages à fortes précipitations localement accompagnées de grêle se déclenchent du Sancerrois à la Lorraine. Dans le Cher, la région viticole de Menetou-Salon est la plus fortement touchée à 2h30, avec des grêlons de 20 mm et une énergie de 148 J/m². En plus de la grêle, d'importantes précipitations (98 mm à Bué entre 1h30 et 3h15, 61 mm à Sancerre en 2h) ont provoqué des inondations dans les rues et les caves des habitations. Une douzaine de communes ont été endommagées à des degrés variables. La fin du risque prévu par Météo-France ayant été fixée à 24h le 23 juin, les générateurs du Cher n'ont pas fonctionné en cours de nuit (arrêt à 23h).

Le mardi 24, la situation orageuse a repris dans l'après-midi. Un système convectif est apparu en Charente vers 16h, puis s'est développé de façon explosive jusqu'à 18h en se décalant vers le nord-ouest. Vers 19h-20h, le système s'est étalé en conservant son point source vers Cognac-Niort. Des orages localement violents se sont produits sur la région Poitou-Charentes (revue Autan, juin 2008). Tous les réseaux de générateurs concernés étaient en fonctionnement.

Conclusions sur la campagne 2008

Avec un total de 169 grêlimètres impactés sur 1038 installés et une énergie moyenne par grêlimètre installé de 10,4 J/m², l'année 2008 se situe environ 35% en dessous des valeurs moyennes pour la période 1989-2007. Cette diminution va dans le sens de l'idée qu'il peut exister une périodicité de 6 à 7 ans dans les variations annuelles de la grêle, comme le montre les graphiques présentés par ailleurs dans cette brochure. A l'examen de ces graphiques on peut donc espérer que 2009 sera encore une année de « basse grêle ».

La chronologie qui précède ne traite que des quatre principales situations à grêle survenues en 2008 sur des réseaux de l'ANELFA. On note que pour trois de ces situations il n'y a pas eu de fonctionnement des générateurs, et pour la quatrième, dans la Vaucluse, le réseau a été alerté tardivement. D'autres grêles fortes mais limitées en superficie ont toutefois été observées sur des réseaux en fonctionnement, principalement le 28 juillet sur la Haute-Garonne et le 31 juillet sur le Cher. Comme déjà souligné en conclusion de la campagne 2007, le problème le plus sérieux à résoudre pour améliorer la prévention de la grêle reste donc celui de la prévision du risque, surtout en période de grève du service en charge de cette prévision.

De nouveaux résultats de modélisation et de corrélation entre les ensemencements et les chutes de grêle (Dessens et al. 2009) réaffirment qu'un délai d'au moins trois heures est impératif. En effet, la modélisation confirme que les noyaux d'iodure d'argent émis depuis le sol mettent 45 à 60 min pour atteindre une cellule arrivant à 40 km/h, et les données des grêlimètres indiquent qu'il faut une heure de plus pour observer un effet sur la grêle au sol. Avec deux heures de délai, on ne profite que des noyaux émis à l'instant même par les générateurs, mais pas des noyaux accumulés préalablement autour des points d'émission.

Dans la publication citée ci-dessus, on montre également que si le délai de trois heures est observé, et si la densité en générateurs est celle préconisée habituellement (un générateur tous les 10 km), l'intensité de la grêle est diminuée de moitié. Ces résultats portent désormais sur les 24 principales journées à grêle observées depuis 1988 dans le sud-ouest. Ils renforcent la validité des efforts de l'ANELFA en vue la prévention de la grêle.

Référence

Dessens, J., C. Berthet, and J.L. Sanchez, 2009: Seeding optimization for hail prevention with ground generators. *Journal of Weather Modification*, Vol. 41 (en cours de publication).

Schéma de principe de l'ensemencement à partir du sol. Une cellule se développe 105 min avant la chute de grêle. Au bout de 45 min, les noyaux émis à l'avant sur son trajet pénètrent dans le nuage, et provoquent la diminution de la chute de grêle 60 min plus tard (modélisation de la journée du 21 mai 2004).

