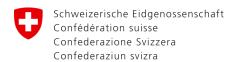


Répertoire ulr : mch/mch_data/ninjo/Exp_GVE1/NUG_2019

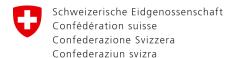


Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse

La ligne de grain du 15 juin 2019 sur le bassin lémanique

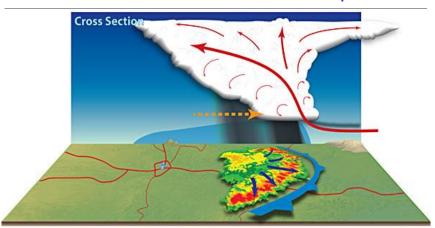
Bref résumé de l'évènement...

- Le type d'orage violent qui a touché le bassin lémanique entre 16h30 et 18h00 était une ligne de grain dite «en arc»
- Cette variante de ligne de grain est reconnue pour produire de très fortes rafales de vent
 - Rafale maximales enregistrées autour du Léman 55-60 kts (102-111 km/h)
 - Nombreux voiliers du Bol d'Or mis en difficultés (démâtages, chavirements)
- Cette ligne de grain fut responsable de taux de précipitations très importants en peu de temps
 - 20 à 35 mm de pluies (loc. 50 mm) tombés pour la plupart en l'espace d'une heure
 - 16,7 mm in 10 minutes à Chêne-Bougeries et à Lausanne
 - 41,2 mm en 20 minutes à Cossonay
 - Ces taux de pluviométrie élevés en milieu urbain (bétonnage important avec mauvaise infiltration d'eau) ont occasionné d'importantes inondations par ruisselage
 - Parking de Plainpalais à Genève et au pied de la vielle-ville
- Cette ligne de grain était également responsable de chutes de grêle conséquente en région genevoise avec des grêlons de l'ordre de 1 à 4 cm de diamètre, dont la fonte a exacerbé les inondations au centre-ville



La ligne de grain «en arc» du 15 juin 2019 sur le Léman

Qu'est-ce qu'est une ligne de grain «en arc»?

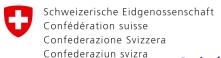


Caractéristiques des lignes de grain en arc

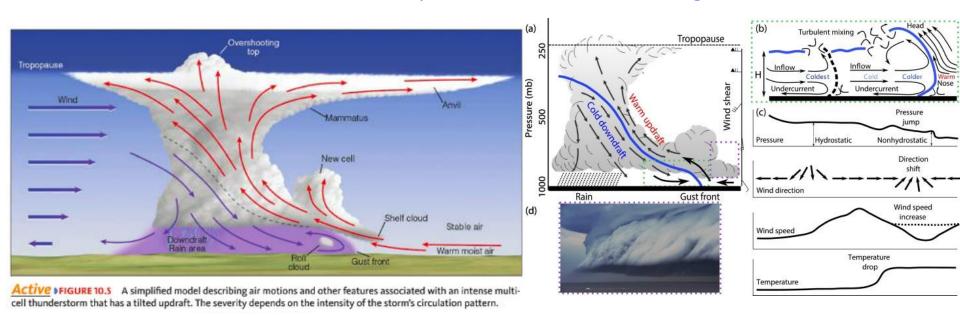


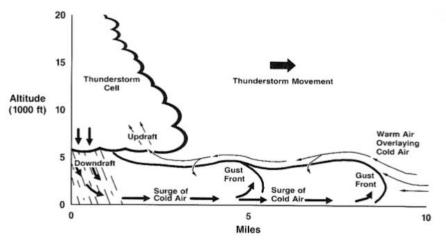
- Producteurs prolifiques de vent (macrorafales)
- Peuvent être associées à des «derechos»
- Sont dominés/dictés par un puissant courant de densité (front de rafales)
- La partie avant du front de rafales est typiquement repérable par un «arcus» bien développé
- Evoluent dans des masses d'air fortement cisaillées et très instables (structures orageuses très organisées avec une longue durée de vie)





Schémas conceptuels du front de rafale orageux





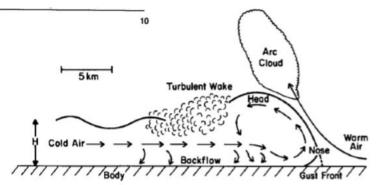
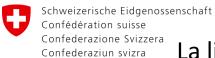


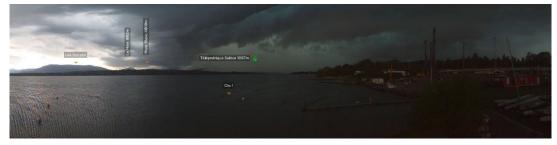
FIG. 1. A conceptual model of a gust front moving from left to right. The illustration includes features that are often associated with gust fronts (from Droegemeier and Wilhelmson 1987).



Le Vengeron

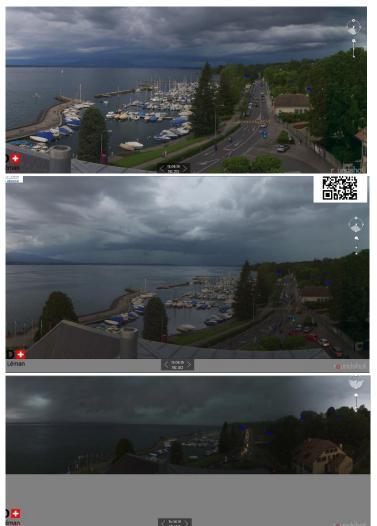
Webcams roundshots.ch

Nyon

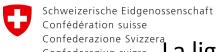








Coppet



Confederazione Svizzera La ligne de grain du 15 juin 2019 sur le bassin lémanique

Webcams roundshots.ch

Epalinges







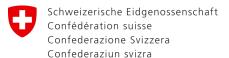






Renens





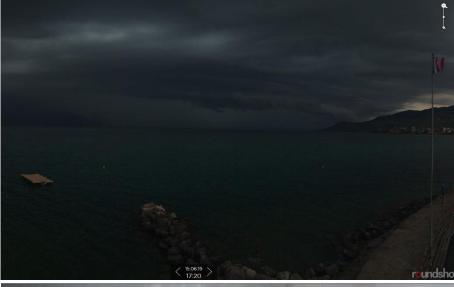
Webcams roundshots.ch

Chexbres

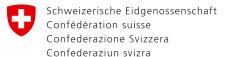




Tour-de-Peilz

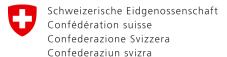




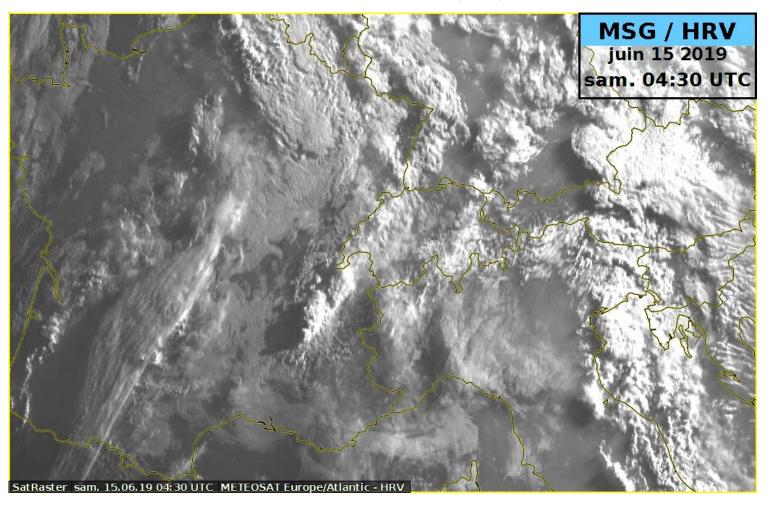


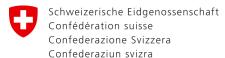
Webcams roundshots.ch



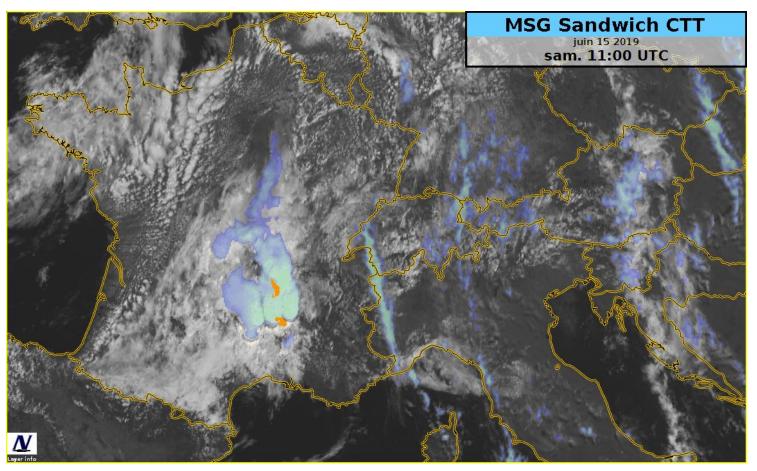


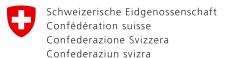
Animation satellite MSG (HRV)



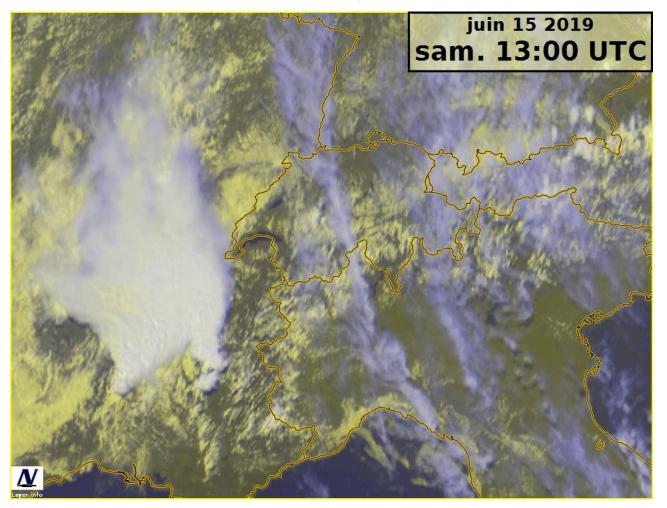


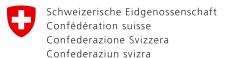
Animation satellite MSG (Sandwich product)



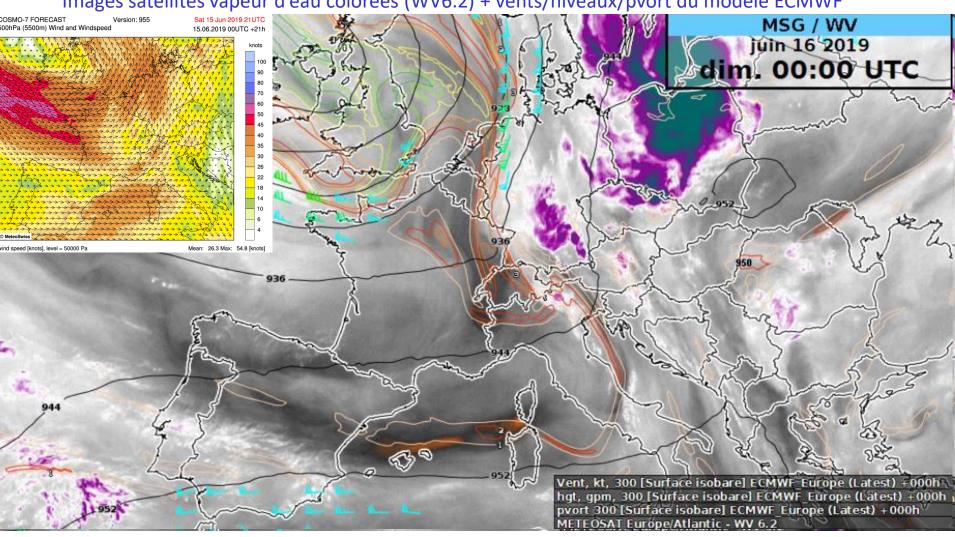


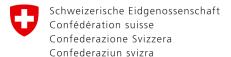
Animation satellite MSG (HRV/HRV/IR10.8)



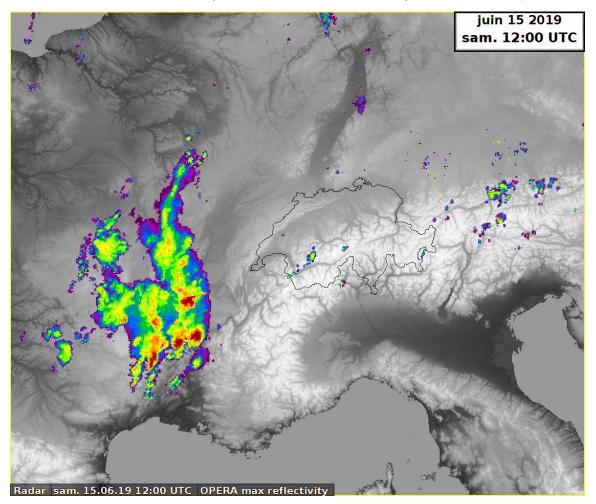


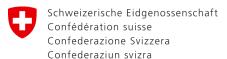
Images satellites vapeur d'eau colorées (WV6.2) + vents/niveaux/pvort du modèle ECMWF



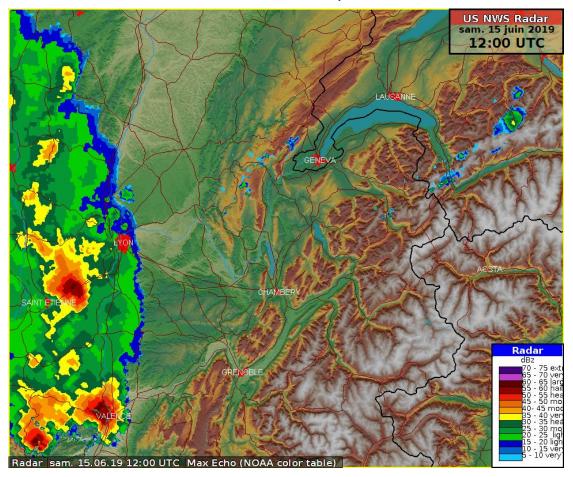


Animation composite des radars européen (OPERA)





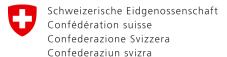
Animations radar composites



Blogs de MétéoSuisse :

16 juin : retour sur la ligne de grain du 15 juir

14 juin : Bol d'or Mirabaud 2019 : attention aux orages !

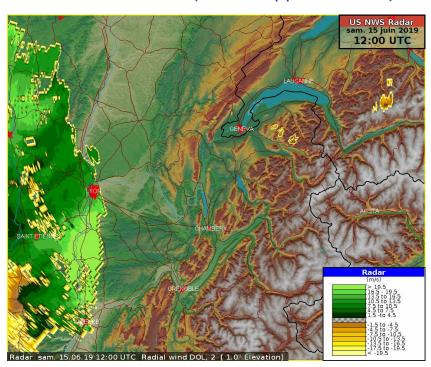


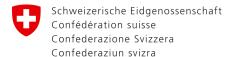
Animations radar

Réflectivité (échos précips)

SAMIT ETEN (10 UTC Max Echo (NOAA color table) US NWS Radar sam. 15 juin 2019 12:00 UTC Radar Radar Radar SER 75 ext SER

Vitesse radiale (vents Doppler La Dôle)

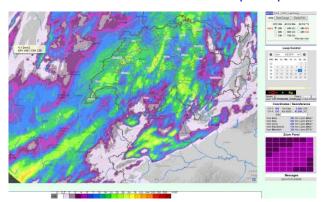




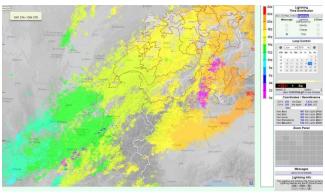
L'orage violent du 15 juin 2019 sur le bassin lémanique

Autres outils et algorithmes disponibles aux météorologues en salle de prévision pour le «nowcasting»

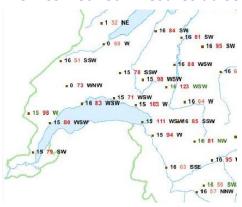
Radar: estimation cumuls précips



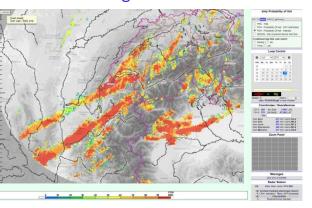
Météorage : décharges électriques



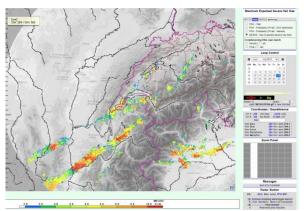
SwissMetNet: mesures au sol



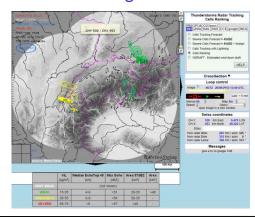
Radar: algorithme POH

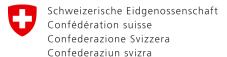


Radar: algorithme MESHS

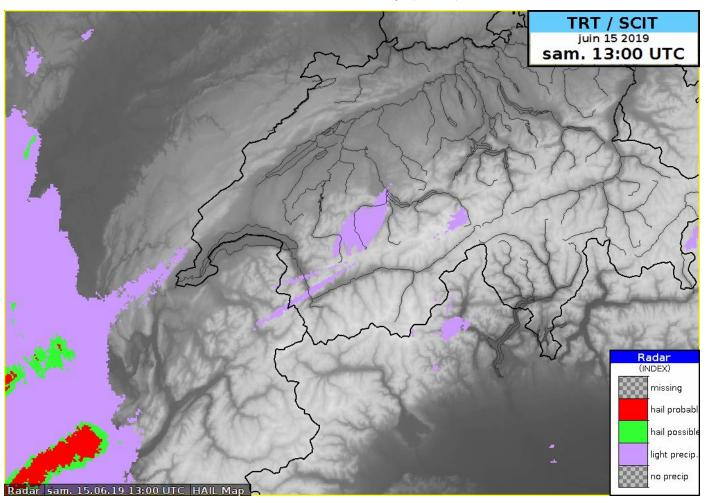


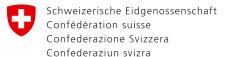
Radar: algorithme TRT



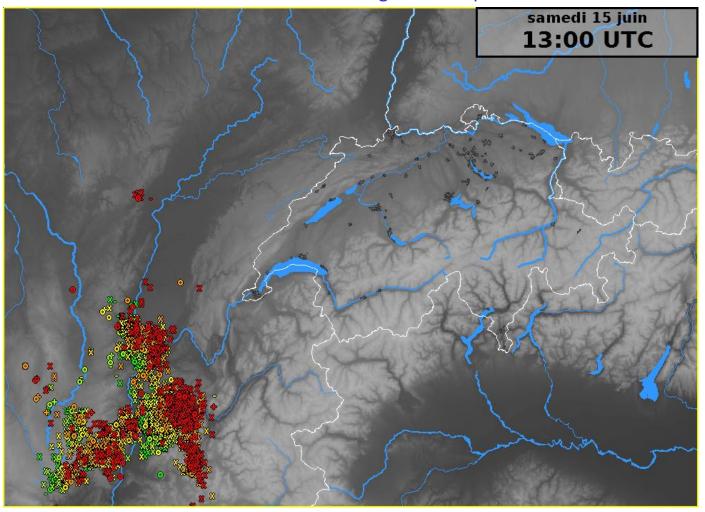


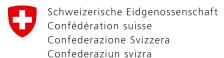
Animation HAIL Map (POH)



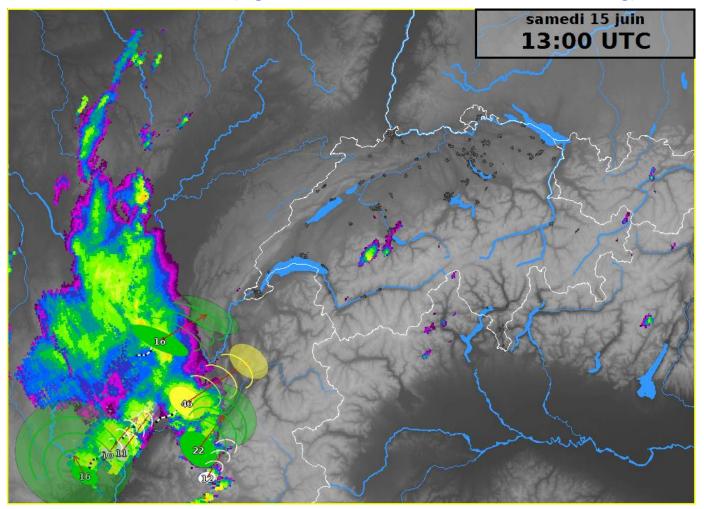


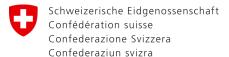
Animation décharges électriques





Animation TRT (algorithme Thunderstorm Radar and Tracking)

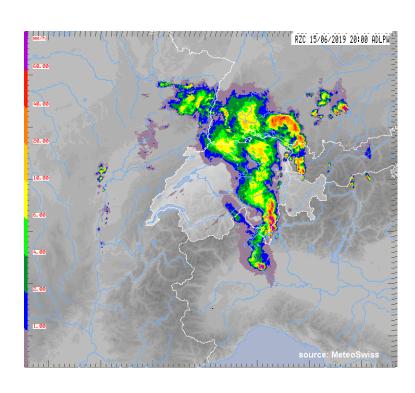


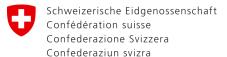


Modèle COSMO-1: Prévision des échos radar

COSMO-1 FORECAST Version: 106 Sat 15 Jun 2019 20UTC Maximum Radar Reflectivity 14.06.2019 03UTC +41h DBZ_CMAX (dBZZ 61 58 55 49 46 43 40 37 34 31 28 25 22 19 16 13 8 Unattenuated radar reflectivity in Rayleigh approximation: column maximum [1] Max: 61.4

Mesure radar

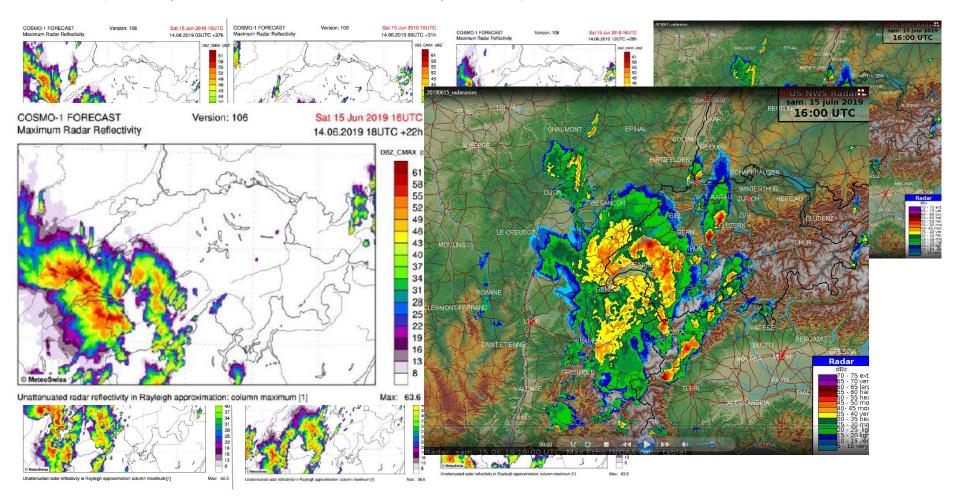


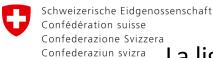


Modèle COSMO-1: Prévision des échos radar (réflectivité simulée)

(Prévision pour samedi 18h00 des différents runs depuis la veille)

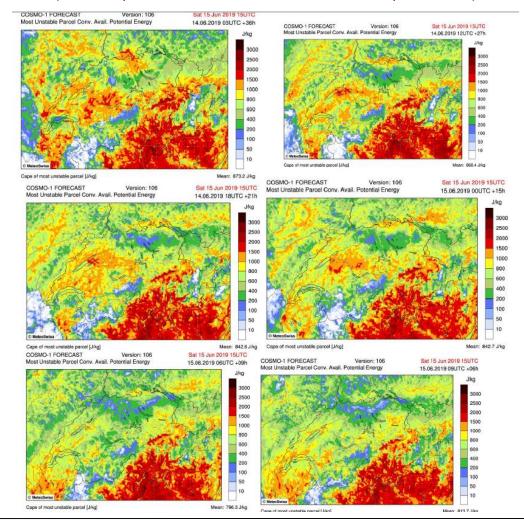
Mesure radar (samedi 18h00)

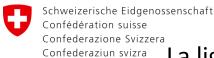




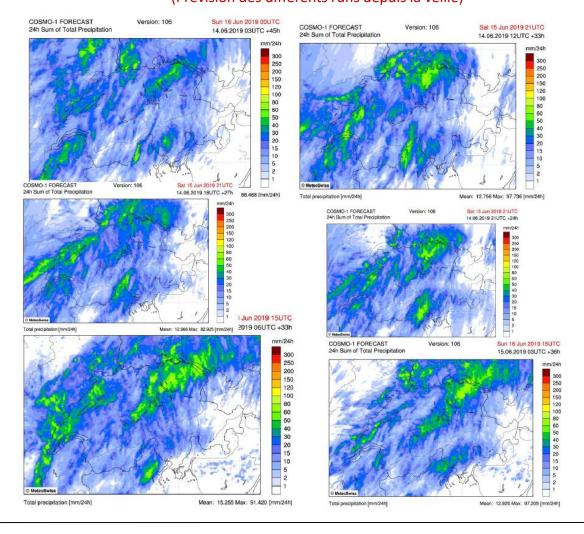
Modèle COSMO-1: Prévision du champ d'instabilité de la masse d'air (MUCAPE J/kg)

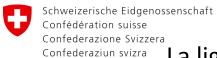
(Prévision pour samedi 17h00 des différents runs depuis la veille)





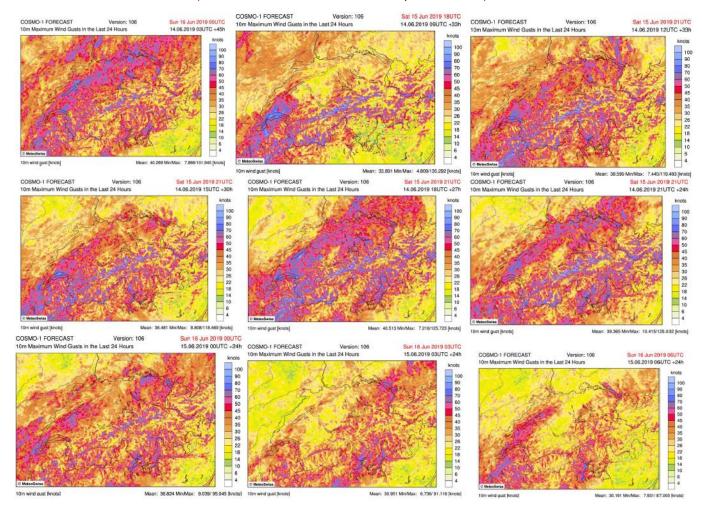
Modèle COSMO-1: Prévision du cumul de précipitations sur 24h couvrant l'évènement (mm/24h) (Prévision des différents runs depuis la veille)

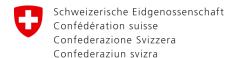




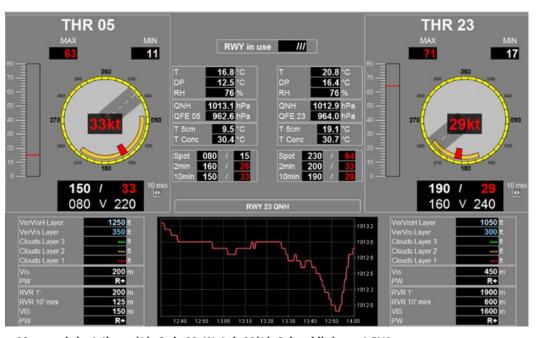
Modèle COSMO-1: Prévision des rafales maximales sur 24h (kts)

(Prévision des différents runs depuis la veille)





L'orage en arc du 20 juin 2013 sur le Plateau suisse



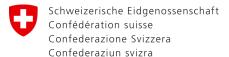


Mesures de la station météo SwissMetNet de MétéoSuisse à l'aéroport GVA

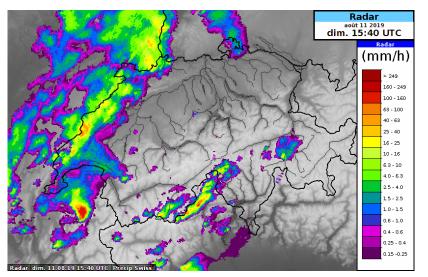
Heures locales	Rafale max sur 10	Vent moyen sur	Direction du vent	Précipitations sur
	minutes	10 minutes	sur 10 minutes	10 minutes
15h50	21 km/h	10 km/h	250° (WSW)	0 mm
16h00	83 km/h	25 km/h	214° (SSW)	0,9 mm
16h10	118 km/h	17 km/h	242° (SW)	18,5 mm
16h20	32 km/h	19 km/h	229° (SW)	1,1 mm

Geneva airport observations
June 20th 2013
(15h50 – 16h20)

_SGG	GVA GENEVA	20.06.2013 13:50	METAR	201350Z 23009KT 8000 TS SCT035CB BKN045 OVC060 22/15 Q1012 TEMPO 1500 TSRA= CCA 201350Z 22041G71KT 160V240 0100 R05/0150V0325D R23/1000VP2000D +TSRAGR BKN010CB 21/16 Q1013 NOSIG=
------	------------	------------------	-------	---



Supercellule du 11 août 2019 en Valais







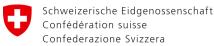


VS central: rafales > 100 km/h, lave torrentielle à Chamoson, grêle

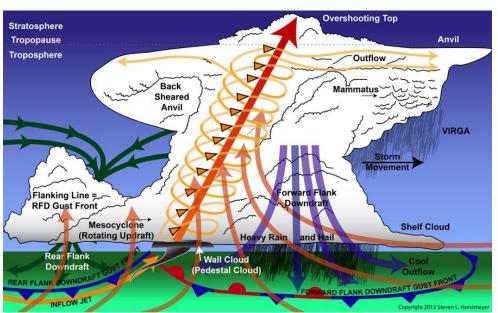
Blogs MétéoSuisse :

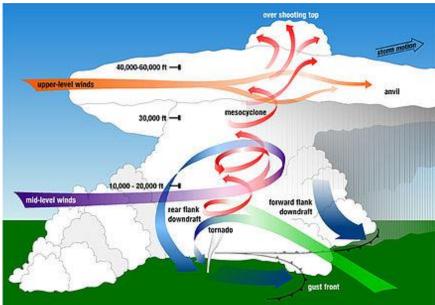
l2 août

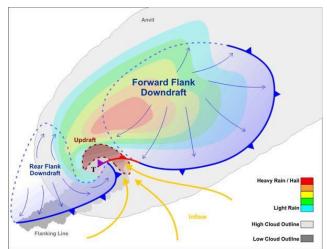
13 aoû[.]

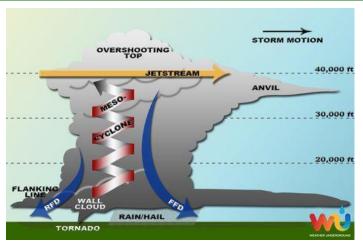


Confederaziun svizra Schémas conceptuels d'une supercellule









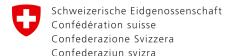
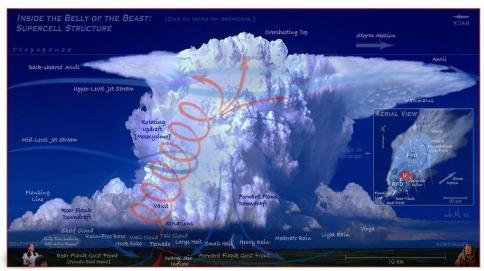


Schéma conceptuel et aspects visuels des supercellules

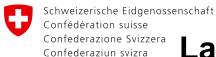






Piémont italien le 11 aôut 2019 : Photos Dean Gill





La supercellule du 18 juillet 2005...

Trajectoire : 300 km en 3 hrs de Lyon à Interlaken

Rideaux de grêle : ~ 1200 km2

Grêlons les plus gros : ~ 5 cm diamètre

Front de rafales : 80-120 km/h

2 tornades (Veigy (Fr), Bouveret (VS) and 1 microrafale

avec un vent mesuré de 161 km/h au Bouveret

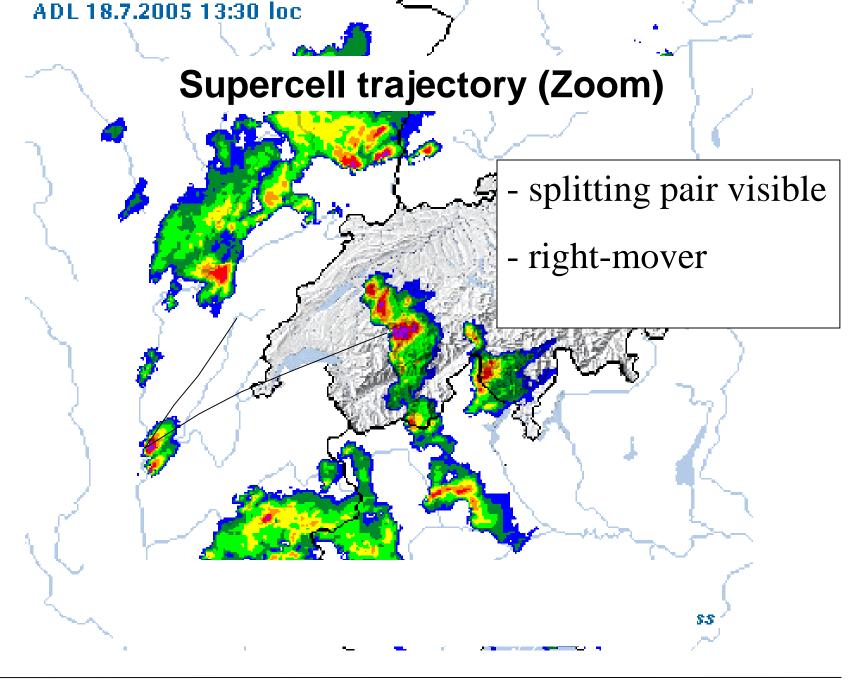
8 bléssés (pas de blessés graves ni de décès)

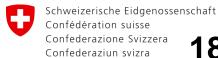
Plus de 100 millions de CHF en dégâts materiaux

Assurances : plus de 70 millions d'Euros

15,000 voitures endomagées

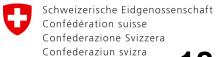
Plusieurs vignes du Lavaux complètement hâchées





18 juillet 2005 : dégâts grêle





18 juillet 2005 : dégâts grêle

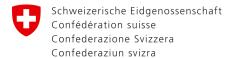










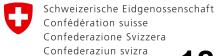




Le vignoble de Lavaux dévasté.



Lire en pages 2 et 3.



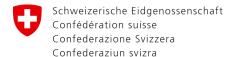
18 juillet 2005 : dégâts inondations









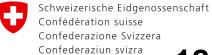


18 juillet 2005 : front de rafale sur Montreux

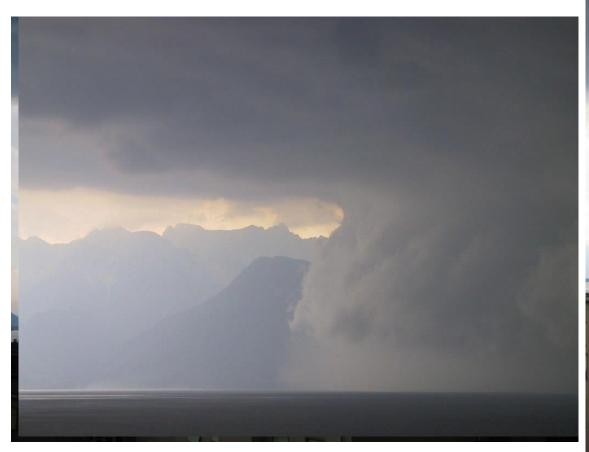


Orage supercellulaire du 18 juillet 2005 : front de rafale avec arcus

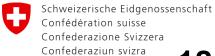




18 juillet 2005 : front de rafale

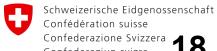






18 juillet 2005 : front de rafale





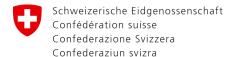
Confederazione Svizzera 18 juillet 2005 : front de rafale



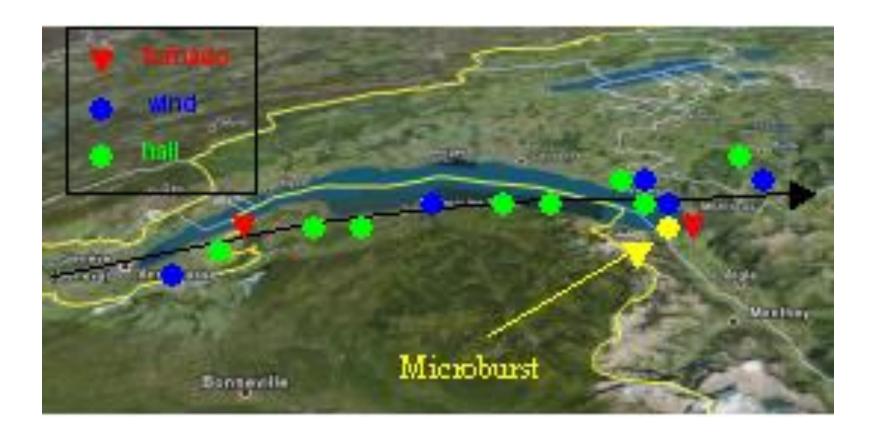


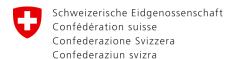






18 juillet 2005 : trajectoire de l'orage et des dégâts





18 juillet 2005 : dégâts tornade EF1 : Veigy, France



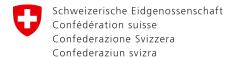












18 juillet 2005 : trombe tornadique au large de St. Gingolph

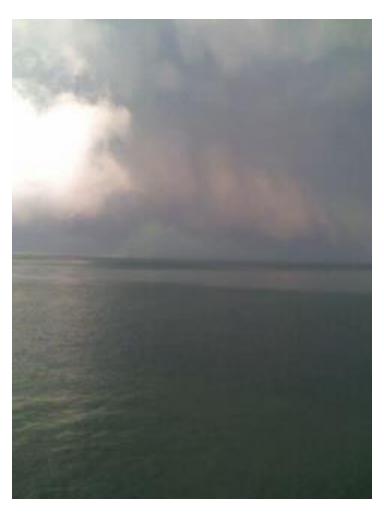
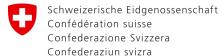
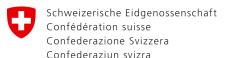


Photo prise par Yannick Barton

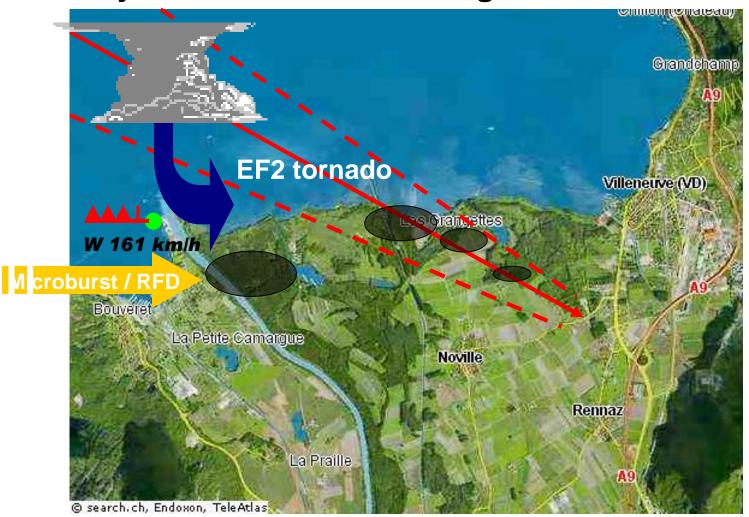


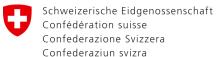
18 juillet 2005 : zoom de la tornade





18 juillet 2005 : zone de dégâts au Bouveret

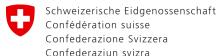




18 juillet 2005 : dégâts de la microrafale



W 161 km/h



18 juillet 2005 : dégâts de la microrafale (EF2)



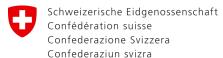




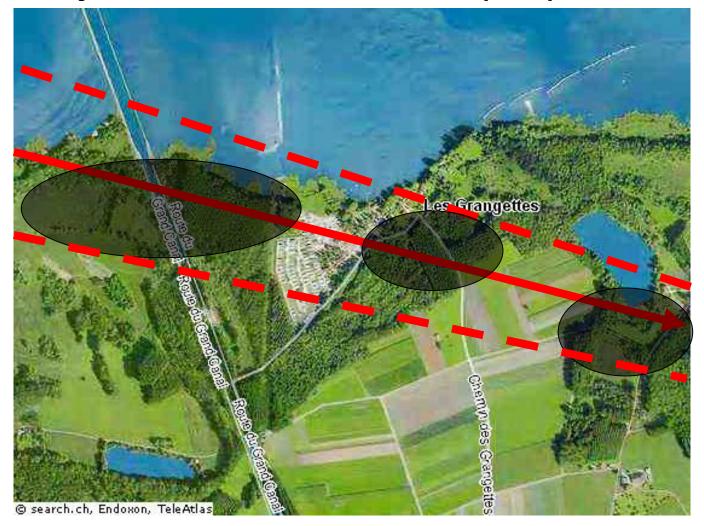


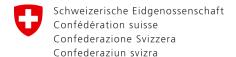






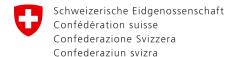
18 juillet 2005 : zone tornade (EF2)



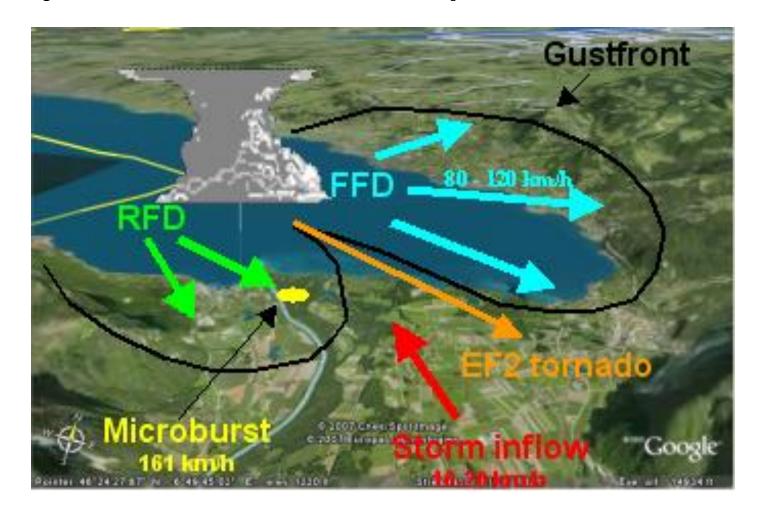


18 juillet 2005 : dégâts tornade Le Bouveret - Noville

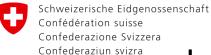




18 juillet 2005 : modèle conceptuel des événements



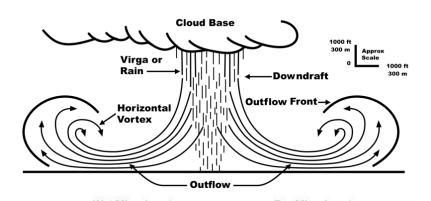


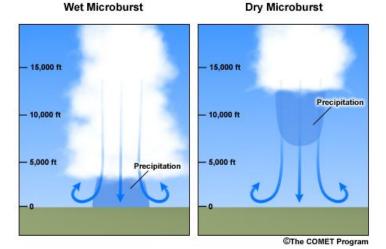


Les micro/macro-rafales

Comprendre le schema conceptual d'une microrafale (microburst)

Microburst conceptual model

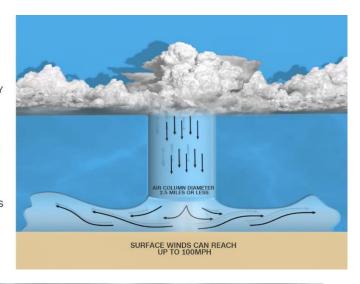




DRY MICROBURST

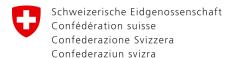
- WATER DROPLETS
 ARE LOFTED IN A
 THUNDERSTORM BY
 THE UPDRAFT
- WATER DROPLETS EVAPORATE AND COOL THE AIR WITHIN THE STORM
- 3 COOL AIR ACCELERATES TOWARDS THE GROUND AS IT GETS HEAVIER











Les microrafales...un danger pour l'aviation

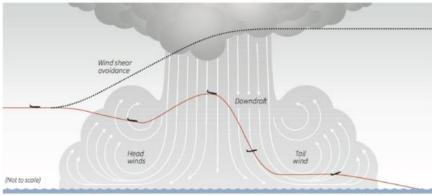
Vol Delta 191: 2 août 1985, aéroport Dallas-Fort Worth (DFW)





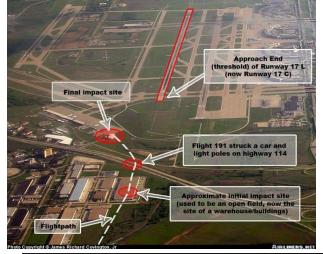
Dangers of microbursts

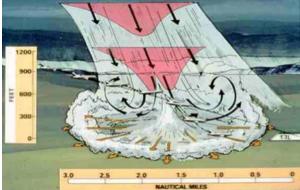
Lasting from only a few seconds to a couple of minutes and measures less than 4 km in size, microbursts can produce extremely strong wind shear, posing great danger to aircraft passing through it.

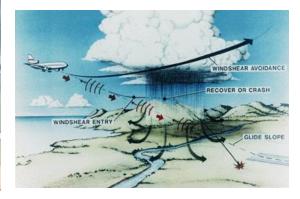


A plane entering a microburst encounters **head winds** that increase airspeed. The pilot normally counters this by reducing power. As the aircraft flies through the headwind, it encounters a **downdraft** followed by a **tall wind**. This can cause a rapid reduction of airspeed and lift of the plane.

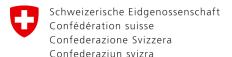
The pilots may be able to escape the microburst by adding power to the engines. But if the wind shear is strong enough, the plane could still crash.











Microrafales

Exemples visuels de microrafales humides et sèches...

Microrafales humides : vidéos et photos





https://youtu.be/a G2KRzha7o





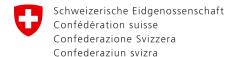
https://www.24heures.ch/vaud-regions/lausanne-region/Orage-a-Lausanne-les-pompiers-ont-effectue-plus-de-400-interventions/story/23246114

Microrafales sèches

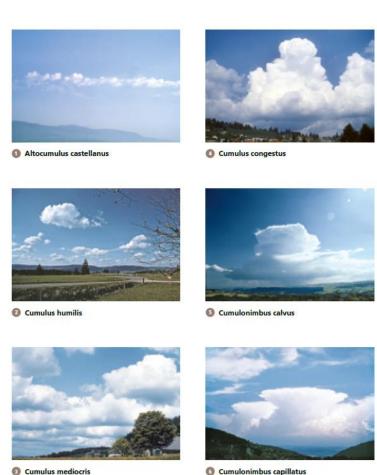


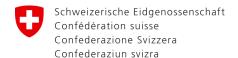


https://youtu.be/ObYRYF3d38Y



Aspect visuel : évolution en cours de journée





Aspect visuel : évolution en cours de journée

Altocumulus castellanus



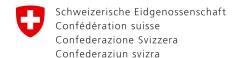
Altocumulus castellanus











Aspect visuel : évolution en cours de journée

Cumulus humilis



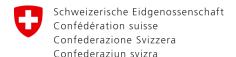












Aspect visuel : évolution en cours de journée

Cumulus mediocris



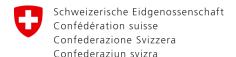
Cumulus mediocris











Aspect visuel : évolution en cours de journée

Cumulus congestus



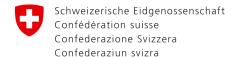
Cumulus congestus









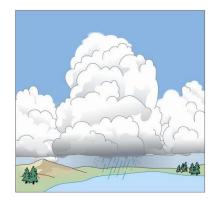


Situation de marais barométrique : évolution des cumulus Aspect visuel : évolution en cours de journée

Cumulonimbus calvus (orage stage initial)

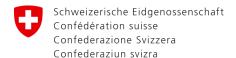












Aspect visuel : évolution en cours de journée

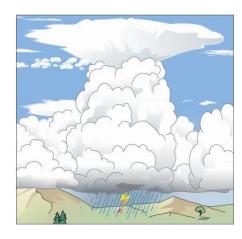
Cumulonimbus capillatus (orage stage mature)



Cumulonimbus capillatus

The second of the control of the con

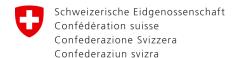










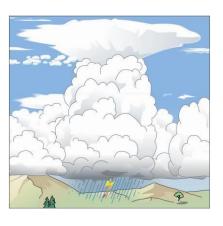


Situations dynamiques : évolution des structures orageuses

Aspect visuel : phénomènes rattachés aux orages

Nuage arcus : indicatif de l'arrivée du front de rafales de l'orage

Cumulonimbus capillatus (orage stage mature)

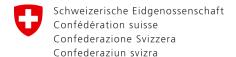










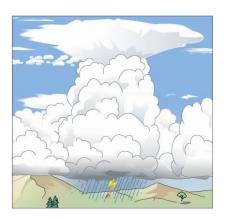


Situations dynamiques : évolution des structures orageuses

Aspect visuel : phénomènes rattachés aux orages

Ciel verdâtre : souvent synonyme de grêle

Cumulonimbus capillatus (orage stage mature)

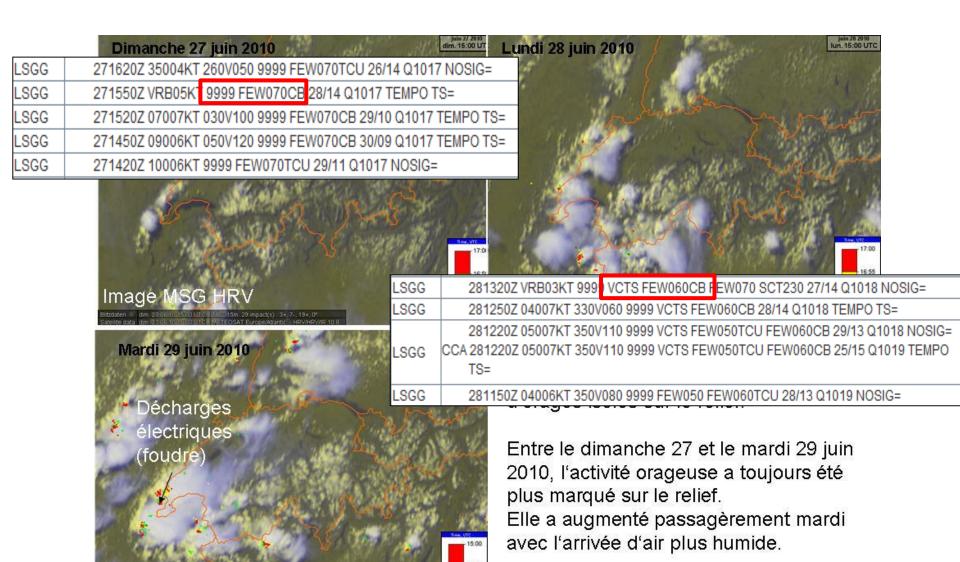




Nuage mur : indicatif d'un courant ascendant puissant (dans une minorité de cas, une tornade peut se former en-dessous)



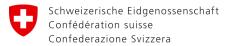


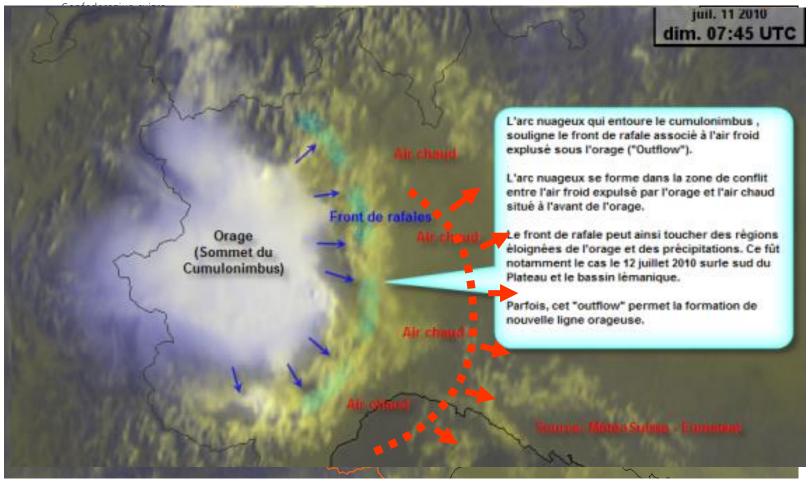


LSGG 291120Z 30006KT 230V010 9999 -TSRA FEW038 FEW055CB SCT090 BKN160 22/16
Q1019 RETSRA TEMPO TSRA=

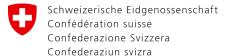
291050Z 05005KT 330V080 9999 VCSH TS FEW040 FEW055CB SCT120 27/17
Q1019 TEMPO TSRA=

MétéoSuisse

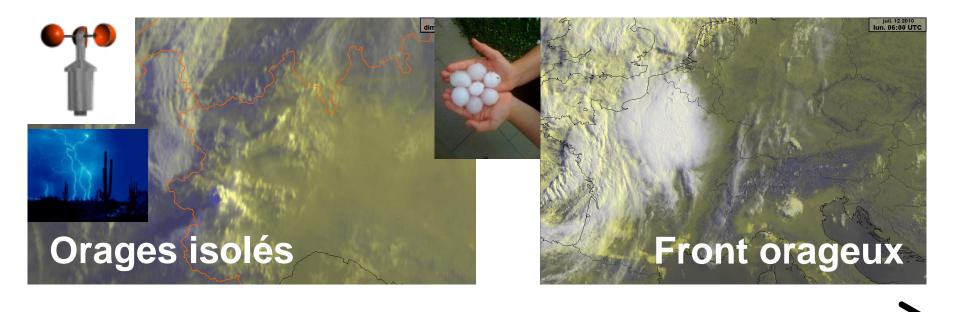


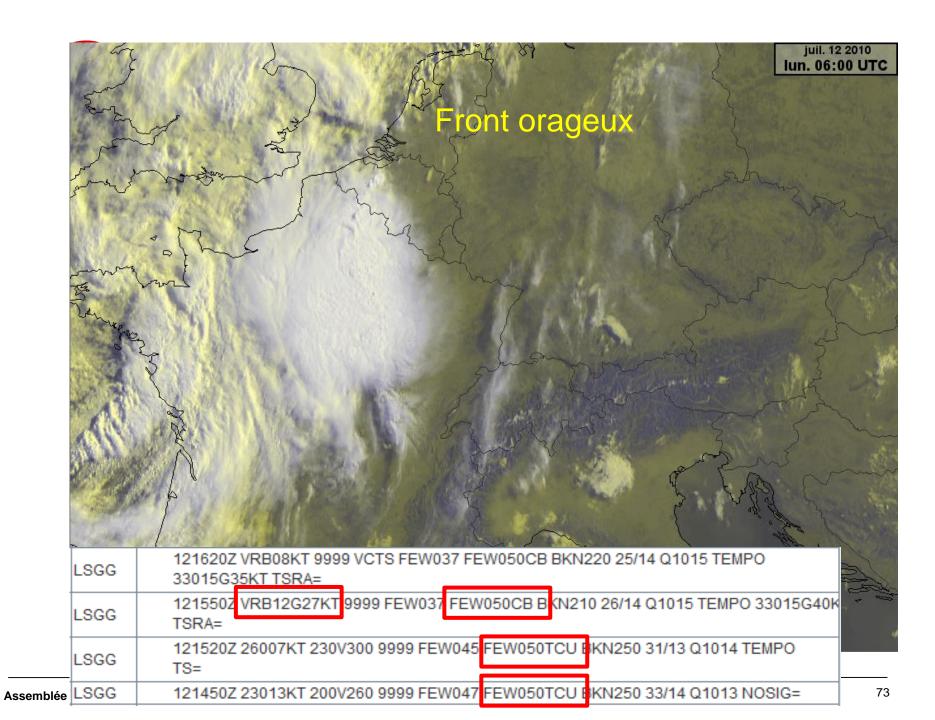


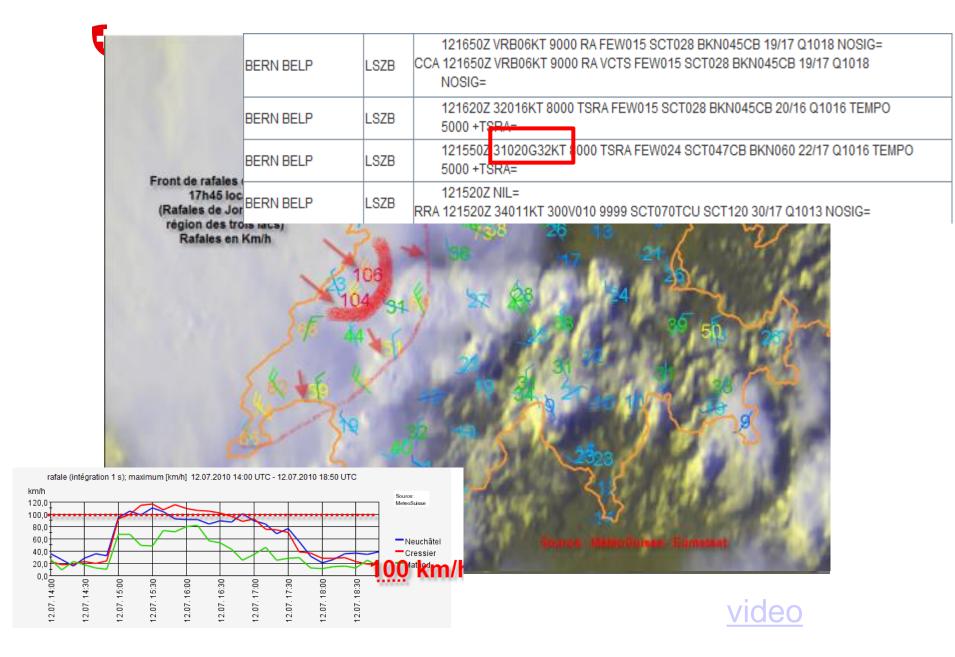
Un orage thermique peut en moins d'une heure faire baisser la température de 10 °C (effet des pluies et du vent) (ex. en ½ heure on peut régionalement passer de 33 ° à 23 °C. La baisse n'est alors pas généralisée et ne s'accompagne pas d'un changement radicale de masse d'air . Il faut pour cela le passage d'un front froid.

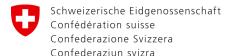


Situations orageuses









L'évolution du système d'alarme des avis lacs

- Le découplage partiel entre la période d'allumage des feux à éclipses et la durée des avis lacs sur notre carte de danger internet/app (procédure rentrée en vigueur le 15 nov 2017)
 - Cela implique que lorsqu'un avis lac est émis par le météorologue en salle de prévision, cet avis :
 - Reste actif sur la carte de danger sur notre site internet/application smartphone durant toute la durée de validité de l'avis (c'est-à-dire durant toute la durée prévue de l'épisode venteux)

mais

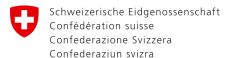
- Reste actif via l'allumage des feux à éclipses aux abords des rives uniquement durant les 2 premières heures de l'épisode avisé (c'est-à-dire durant le début de l'épisode venteux)
- Cette nouvelle procédure est le meilleur compromis trouvé afin de satisfaire à la fois les besoins des différents utilisateurs de nos lacs (navigateurs, autorités lacustres, plaisanciers) et le principe d'homogénéité de procédure d'avertissement souhaité par MétéoSuisse



Carte de danger : avis reste actif durant l'entier de l'épisode avisé



Feux: avis reste actif durant les 2 premières heures max, sauf si renouvellement



L'évolution du système d'alarme des avis lacs

• Cette modification de procédure respecte parfaitement l'article 40 de l'ordonnance sur la navigation intérieure (ONI) qui stipule qu'un avis de vent fort ou de tempête « attire l'attention sur le danger de <u>l'arrivée</u> de vents dont les rafales... » peuvent atteindre ou dépasser les seuils.

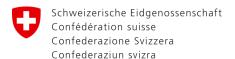
Teneur de l'Article 40 de l'Ordonnance sur la Navigation Intérieure (ONI)

Art. 401 Signaux d'avis de tempête

¹ L'avis de gros vent (feu orange scintillant à environ 40 apparitions de lumière par minute) attire l'attention sur le danger de l'arrivée de vents cont les rafales peuvent atteindre 25 à 33 noeuds (env. 46 à 61 km/h), sans indication précise de l'heure. Il est émis aussi tôt que possible.

² L'avis de tempête (feu orange scintillant à environ 90 apparitions de lumière par minute) attire l'attention sur le danger de l'arrivée de vents dont les rafales peuvent dépasser 33 noeuds (env. 60 km/h), sans indication précise de l'heure.

¹ Nouvelle teneur selon le ch. I de l'O du 15 janv. 2014, en vigueur depuis le 15 fév. 2014 (RO 2014 281).



L'évolution du système d'alarme des avis lacs

- Procédure pour l'avertissement des différents types de vent susceptibles de souffler sur les lacs
 - Pour les rafales liées à la bise et au vent de sud-ouest (vents qui par définition montent en puissance graduellement et agissent sur une longue durée)
 - Le météorologue avertit l'entier de l'épisode venteux > 25 kts
 - Sur la carte de danger internet/ application smartphone: l'avis reste actif durant l'entier de l'épisode venteux
 - Les feux à éclipses : tournent uniquement durant les 2 premières heures Feux éclipses : tournent 2hrs (mise en place de l'épisode)
 - Pour les rafales liées aux orages, au joran et à la vaudaire de foehn (vents qui par définition se mettent en place brusquement et agissent par à-coups)
 - Le météorologue avertit ces évènements par tranches de 30 minutes à 2 heures selon la durée estimée de l'épisode venteux et <u>renouvelle</u> l'avis ou monte en puissance si le risque de rafales se poursuit Météoro
 - <u>Sur la carte de danger internet/application smartphone:</u> l'avis reste actifeux éclipses : tournent 30min-2hrs durant l'entier de l'épisode (la tranche spécifiée)

 <u>Avis renouvelés si besoin</u>
 - Les feux à éclipses : tournent également durant l'entier de la tranche



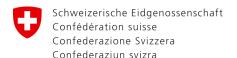
Bise et sud-ouest

Météorologue : avertit l'épisode

Carte danger : affiche l'épisode



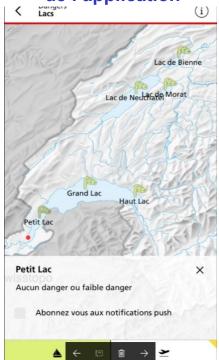
Météorologue : avertit 30min-2hrs Carte danger : affiche 30min-2hrs



L'évolution du système d'alarme des avis lacs : Les plateformes et dispositifs

Sur la carte de danger

de l'application



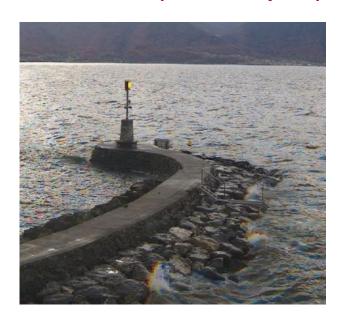
Durant l'entier de l'épisode avisé

du site internet



Durant l'entier de l'épisode avisé

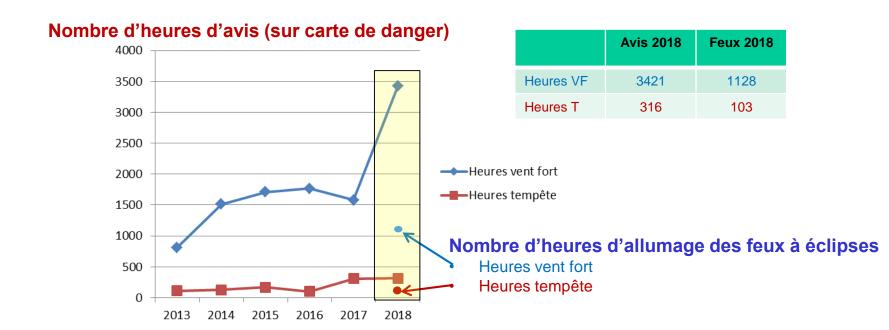
Sur les lacs (feux à éclipses)



Durant les 2 premières heures max (sauf si risque de brusques rafales d'orages, de joran ou de foehn persiste - renouvellement d'avis)

Statistiques avis lacs 2018

2018 : nombre d'heures d'avis émis par rapport au nombre d'heures d'allumage des feux



- En 2018, le nombre d'heures d'allumage des feux à éclipses a correspondu à environs un tiers du nombre d'heures de validité des avis lacs sur notre carte internet.
- Cette différence est une conséquence du découplage partiel des avis et est quasi-entièrement attribuable aux avertissement de vent de SW et de bise