

# UTILISATION DES DONNEES RADARS METEOROLOGIQUES LORS D'UNE CHUTE DE METEORITE

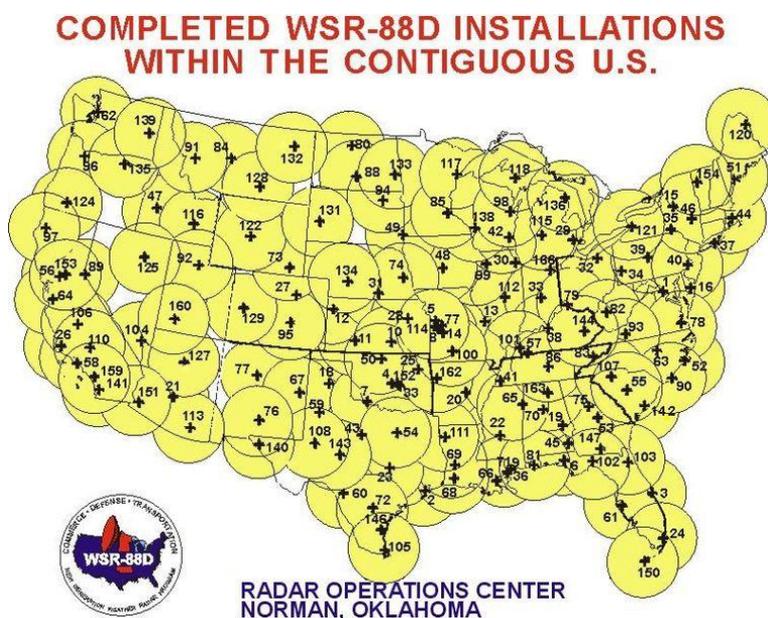
rédigé par Tioga Gulon  
le 22/12/2011

Les radars météorologiques sont conçus pour observer les phénomènes météorologiques à basse atmosphère. Mais dans le cas de chute de météorite, les radars peuvent détecter le nuage de débris pendant le « Dark Flight » et ainsi apporter des informations importantes sur la position des météorites au sol.

## I - Ce qui se fait aux Etats-Unis

### 1 - Les radars météorologiques

Le territoire américain est couvert par le réseau de radars doppler NEXRAD implanté par le National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) depuis 1988 ( <http://www.noaa.gov/> ).



Source : Wikipédia

Les radars doppler sont paramétrés pour faire une série de balayage, vitesse angulaire constante, à plusieurs élévations pouvant aller de 0,5° à 19,5°. La portée des radars en utilisation météorologique va jusqu'à 100 km de distance mais **dans le cas de chute de météorite** on peut aller jusqu'à **200 km**.

Les données radars sont archivées depuis 1992 et sont en accès libre sur le National Climatic Data Center ( <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/radar/radardata.html> )

La NOAA a développé un logiciel le « NOAA's Weather and Climate Toolkit » pour la visualisation des données météorologiques.

Il est téléchargeable gratuitement à cette adresse : <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/wct/>

### 2 - Comment faire? L'exemple d'Ash Creek

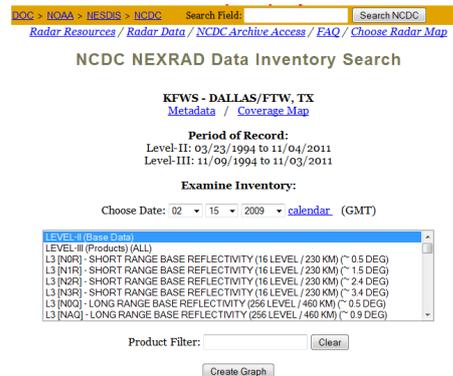
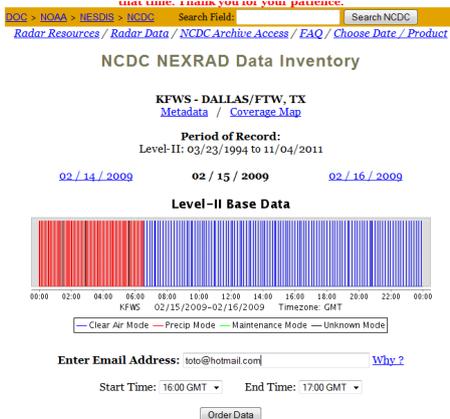
La météorite d'Ash Creek (Texas), tombée le 15 février 2009 à 17h 00mn UT a été retrouvée seulement 48h après sa chute notamment grâce aux données radars.

Le bolide diurne a été enregistré de part et d'autre de la trajectoire par deux caméras <sup>[1]</sup>, l'explosion supersonique a été entendue seulement 20 à 30 secondes après le bolide dans une région comprise entre Aquila et Hubbard (20km autour de la chute).

Plus de 300 morceaux de météorite ont été retrouvés pour une masse totale ~15kg <sup>[2]</sup>

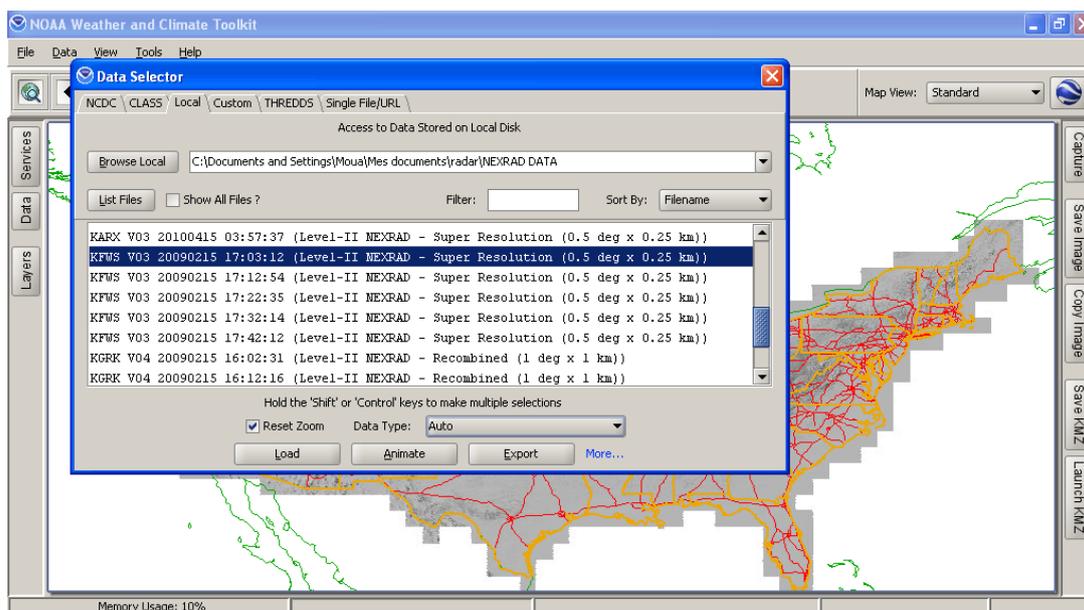
Commande des archives : <http://www.ncdc.noaa.gov/nexradinv/>

- Choisir le radar : pour notre exemple deux sont proche KFWS et KGRK
- Choisir la date et le type de donnée : 02 15 2009, LEVEL-II
- Choisir la période (heure en GMT) et entrée l'email de réception des données

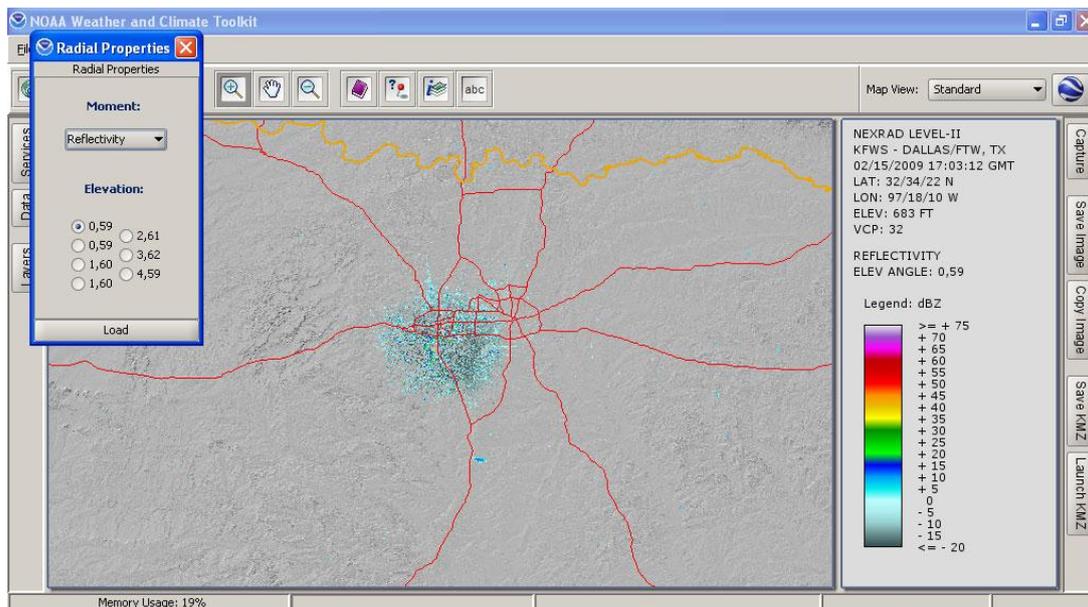


Maximum 30 min après la commande le fichier KFWS20090215\_170312\_V03.gz est envoyé sur la boîte mail, il peut être ouvert avec le Weather and Climate Toolkit

- Téléchargez Weather and Climate Toolkit
- Dézippez le fichier wct-3.4.11-win32.zip
- Exécutez wct.exe
- Chargement du fichier : Data -> Load Data  
Fenêtre Data Selector, onglet Local : Browser Local -> List Files  
Choix du fichier : Load



- Ensuite on peut sélectionner l'affichage en fonction de balayage, élévation, choisit



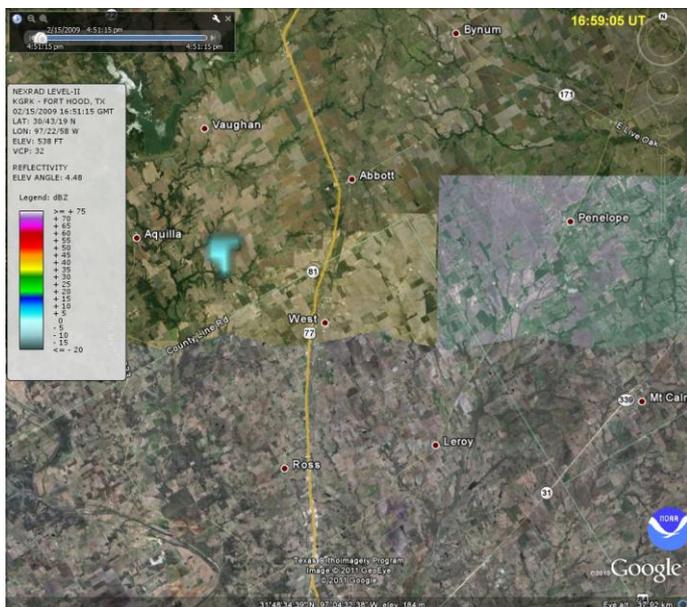
Dans le cas d'Ash Creek, on peut voir que la première détection a eu lieu à 16h59min06s depuis Fort Hood lorsque le radar balayait à une élévation de 4,5°.

Le calcul de l'heure de la détection est assez simple :

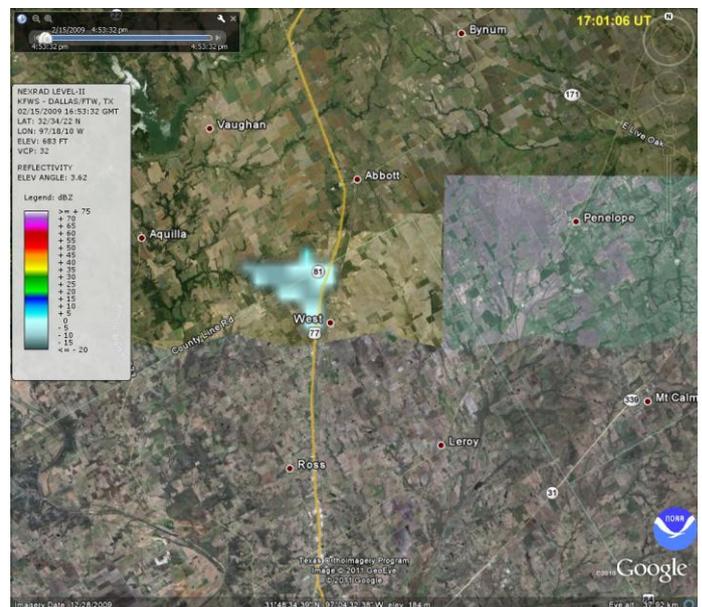
- étant donné que les radars balayent à vitesse radiale constante et qu'ils commencent par les faibles élévations à partir de l'azimut 0°, on peut calculer leurs vitesses de balayage.
- Le radar de Fort Hood était dans une stratégie de sondage 32 (VPC [3]) soit une séquence : 0,5, 1,5, 2,5, 3,5, 4,5 degré d'élévation.
- La séquence a commencé à 16 :51 :15 et en moyenne on peut voir que l'intervalle entre deux enregistrements est de 585 s, on peut en déduire que c'est la durée d'une séquence.
- Il y a 5 balayages :  $585/5 = 117$  s/ tour complet (360°)
- Donc la vitesse radiale était de 3,077°/s
- l'écho est à l'azimut 9° depuis le radar soit au début du 5eme balayage
- Donc  $16 :51 :15 + 117 \times 4 + 9/3.077 = 16 : 59 :06$

*Rq : C'est une estimation car l'on a déduit la vitesse de balayage en fonction des heures des fichiers données. La VPC 32 est donnée à 10 min en principe ce qui ferait un décalage de 12 s*

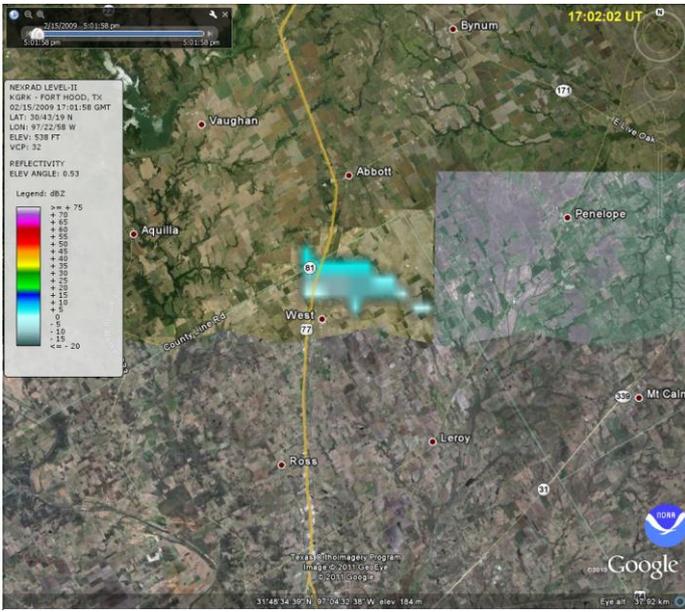
En tout 8 détections des débris météoritiques jusqu'à 17h06min34s entre 1 km et 10 km d'altitude.



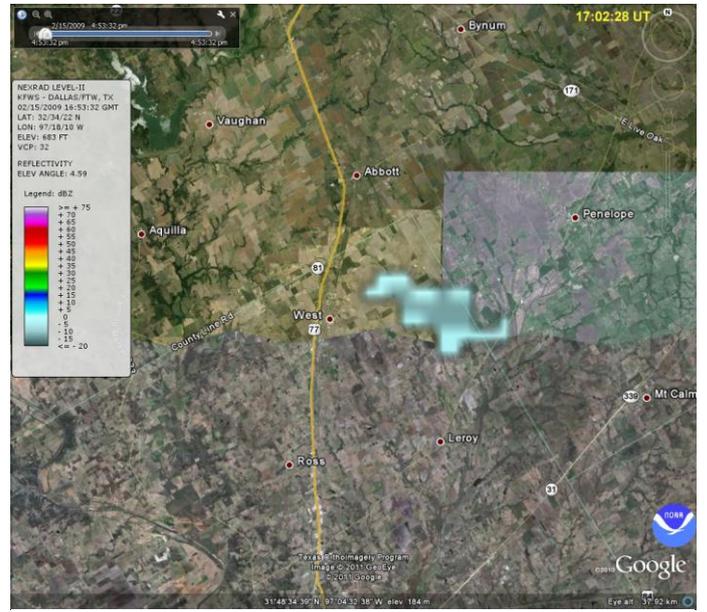
16h59min05s UT, alt. faisceau ~10 km



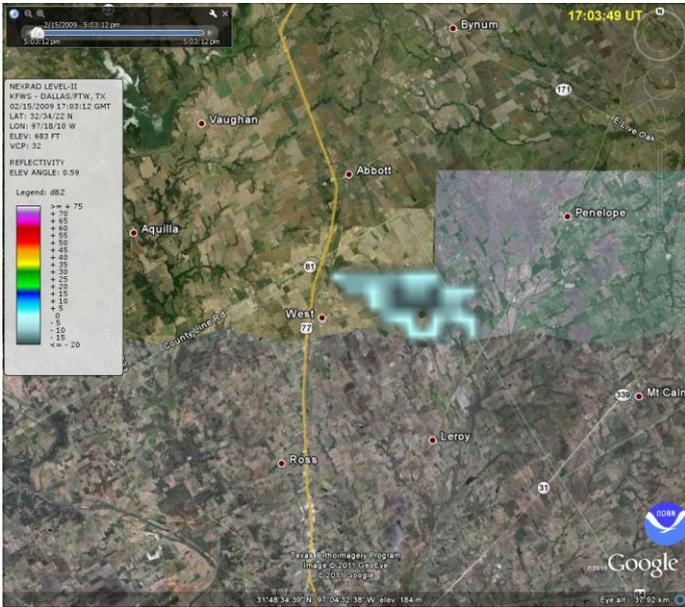
17h01min06s UT, alt. faisceau ~5,5 km



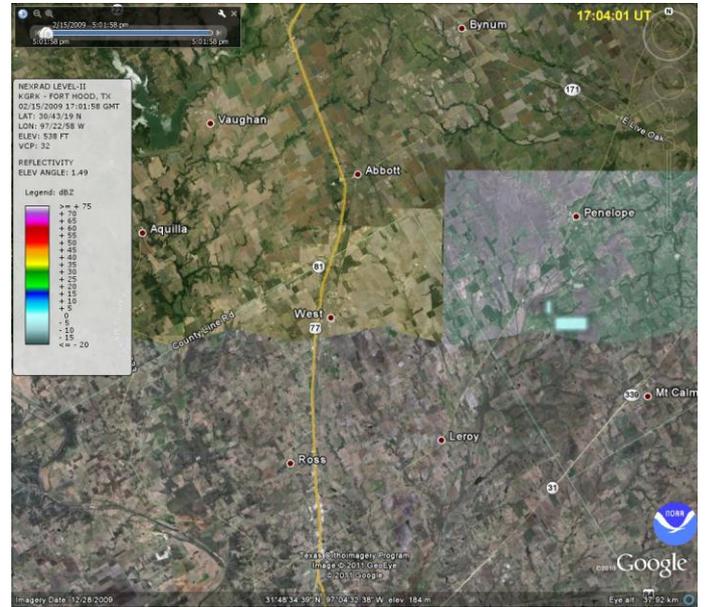
17h02min02s UT, alt. faisceau ~1,2 km



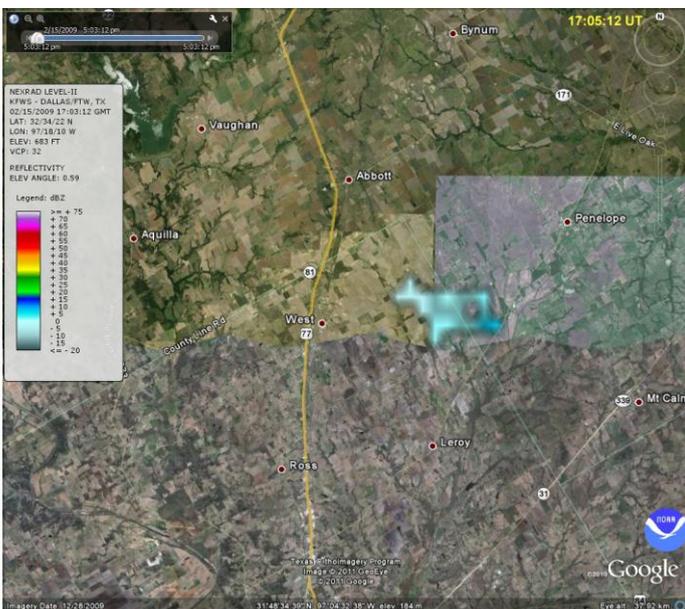
17h02min28s UT, alt. faisceau ~7,4 km



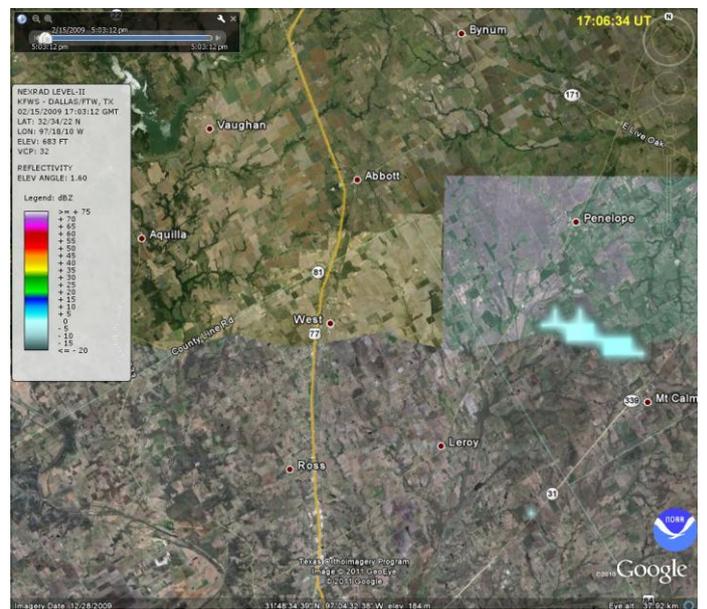
17h03min49s UT, alt. faisceau ~0,9 km



17h04min01s UT, alt. faisceau ~3,4 km



17h05min12s UT, alt. faisceau ~0,9 km

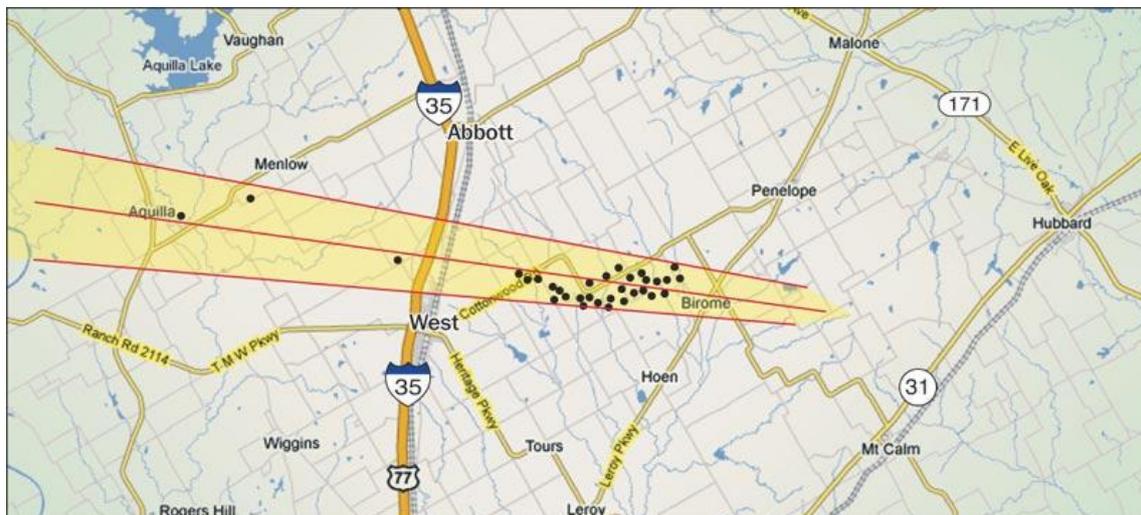


17h06min34s UT, alt. faisceau ~2,7 km

Rq : Animation disponible à cette adresse :

<http://france.allsky.camera.free.fr/Document/ash-creek-radar-animation.gif>

On peut voir que les échos radars sont justes au dessus du strewnfield (sachant que de plus gros morceaux ont également été trouvés vers Aquila)



Source : [meteoriteguy.com](http://meteoriteguy.com)

Staff graphic **Scott Fagner**

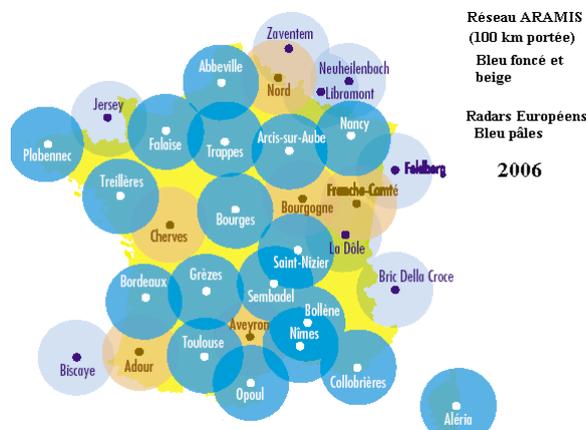
Il s'avère que les pièces les plus lourdes ont été détectées en premier puis viennent les pièces les moins lourdes près de 7 minutes après, temps de chute plus long.

La chute d'Ash Creek est un cas « d'école », beaucoup de débris, chute entre deux radars, pas de déviation entre la position des météorites au sol et les échos radars (incidence du vent nul)

## II – quelle possibilité en France ?

### 1 - Les radars météorologiques

Le territoire français est couvert par le réseau ARAMIS géré par MétéoFrance <sup>[4,5]</sup>. Soit 24 radars dont 22 (en 2010) à effet Doppler. ARAMIS couvre 95 % du territoire français. Il comporte un mélange de radars de différentes longueurs d'onde : des radars de bande C (5 cm de longueur d'onde) dans le nord du pays, où l'atténuation par de fortes précipitations est peu fréquente, et des radars de bande S (10 cm) dans le sud où les pluies diluviennes nécessitent une longueur d'onde peu sensible à l'atténuation.



Source : Wikipédia

Les caractéristiques techniques des radars français sont consultables sur le site de l'EUROMETNET <sup>[6,7]</sup>.

Les radars français fonctionnent également par séquences de balayage <sup>[8]</sup> (ex : le radar de Falaise - 14 (en 2011) 1,6°; 1,1°; 0,4°).

## 2 – Accès aux données

Les données radars ne sont pas en libre service, il faut les commander et les acheter à MétéoFrance.

Ils sont fournis par période d'enregistrement de 5 minutes et peuvent être réalisés sous différents formats avec des résolutions de surface de 1 km x 1 km (équivalent à la résolution standard des radars nord-américains):

- BUFR : format dans lequel est archivé l'ensemble des images radars depuis 1985
- GIF : image en couleur des intensités radar sur carte géographique
- PIXMAP ASCII : tableau de nombres entiers au format texte. Chaque nombre indique le Niveau de l'intensité radar pour le pixel qu'il représente.
- PIXMAP BINAIRE : tableau d'octets de taille 512 x 512 pixels pour les radars locaux, Chacun des octets (1 octet / pixel) indique le Niveau de l'intensité radar du pixel qu'il représente.
- TEXTE : format descriptif de l'information. Le fichier contient 1 ligne par pixel " lon, lat, niveau "

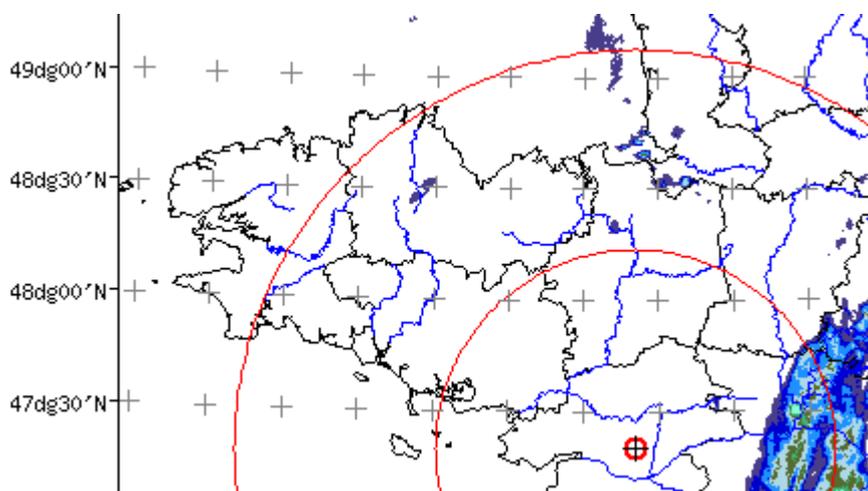
Lors de la chute du bolide en Bretagne le 19 juillet 2011, j'ai commandé une série de données de réflectivité des radars de Falaise (14) et de Treillieres (44) situés les plus près de la chute. Je les ai commandées en image GIF le format qui semblait le plus explicite. (d'ailleurs je tiens à remercier le service de météoFrance qui a été sensible à ma demande pour le moins inhabituelle)

La Licence de réutilisation des cartes que j'ai achetées m'interdit de les diffuser sur Internet.

*« Lorsque les Informations sont de l'imagerie radar, le Licencié est autorisé à les utiliser :  
- pour ses propres besoins ;  
- et/ou pour élaborer ses propres produits ou ses propres services à valeur ajoutée destinés à être mis à disposition de tiers, à titre gratuit ou onéreux, par tout moyen à l'exception de l'internet. Toutefois, la diffusion par internet de produits ou services à valeur ajoutée qui ne permettent absolument pas de reconstituer en tout ou partie les Informations d'origine est autorisée . »*

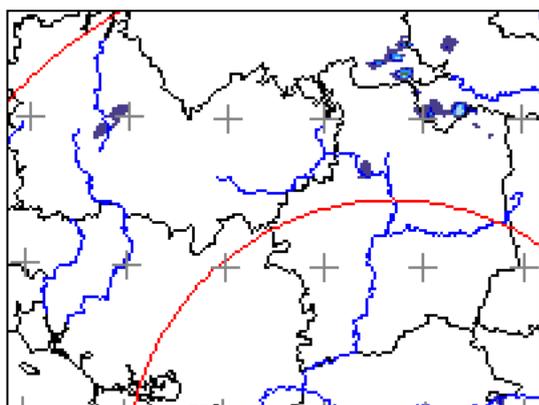
J'espère qu'en vous montrant une partie d'une carte obtenue je n'enfreins pas cette licence

L'événement s'est produit aux alentours de 3h20 UTC

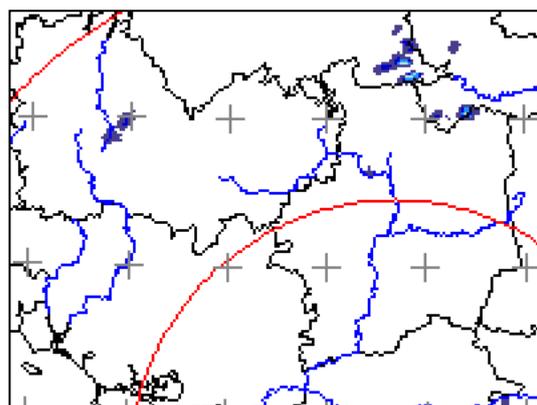


Sur la carte géographique annotée des latitudes, longitudes et légendes, on peut voir les échos radars allant de la couleur bleu au rouge en fonction de leurs intensités.

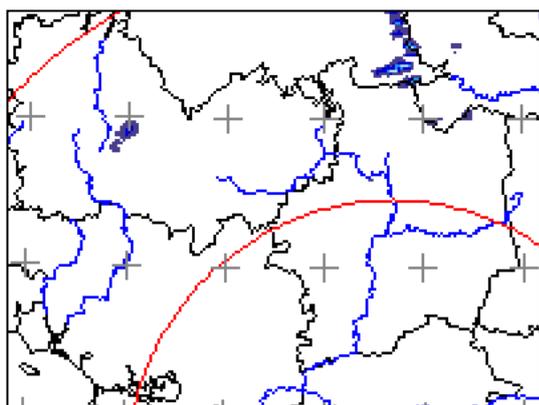
Malheureusement je n'ai pas vu d'écho à l'endroit attendu sur la période de 3h20 à 3h35 que ce soit pour les deux radars.



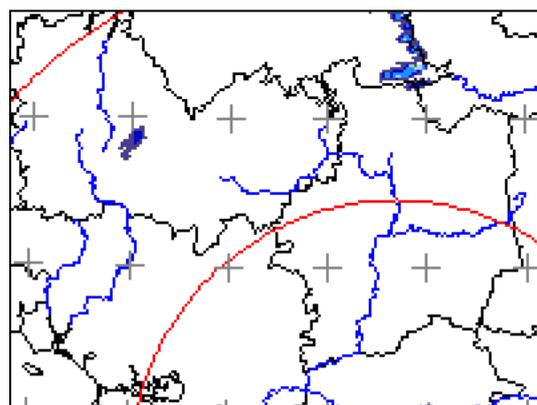
19-07-2011 3h20min UT



19-07-2011 3h25min UT



19-07-2011 3h30min UT



19-07-2011 3h35min UT

Alors que l'on voit très bien le déplacement des masses nuageuses comme vous pouvez le constater sur ces quatre images.

## Conclusion

La détection radars des météorites grâce aux radars météorologiques est une donnée importante sur la position de la chute. Au Etats-Unis elle a été brillamment appliquée sur les chutes d'Ash Creek, Mifflin, Grimsby et Lorton.

Bien sur la détection radar ne soit pas systématique pour chaque chute de météorite : la masse de débris, la configuration de la chute, la météo et le moment du passage du faisceau radar sont des facteurs important pour la détection du phénomène, les données radars sont à étudier à chaque chute potentielle.

En France, l'accès aux données est plus difficile. Il m'en a coûté plus de 67 euros de prestation, le temps de mains d'œuvre étant le plus onéreux. Les cartes de détection sont moins exploitables : cartes géographiques sommaire, « découplage » des balayages par élévation pas possible et donc déduction de l'heure exacte moins précise. Apparemment il serait possible de faire une analyse par balayage sous le format BUFR et le logiciel approprié mais je n'en sais pas plus.

Malgré ça, est ce pour autant que l'on ne peut rien voir sur les images radar météorologiques français? Je n'ai rien vu pour le bolide en Bretagne, mais sur d'autre chutes passés ou futur pourquoi pas ?

## References

- [1] <http://fireball.meteorite.free.fr/meteor/fr/11/2009-02-15/ash-creek/synthese>
- [2] <http://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php?code=48954>
- [3] [http://fr.wikipedia.org/wiki/NEXRAD#Strat.C3.A9gies\\_de\\_sondage](http://fr.wikipedia.org/wiki/NEXRAD#Strat.C3.A9gies_de_sondage)
- [4] [http://comprendre.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?&page\\_id=14446](http://comprendre.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?&page_id=14446)
- [5] [http://www.alicime.com/radar/Potentiel\\_ARAMIS.htm](http://www.alicime.com/radar/Potentiel_ARAMIS.htm)
- [6] <http://www.eumetnet.eu/>
- [7] [http://www.knmi.nl/opera/database3/a\\_start.html](http://www.knmi.nl/opera/database3/a_start.html)
- [8] [http://www.alicime.com/radar/mesure\\_radar/alicime\\_1\\_1.htm](http://www.alicime.com/radar/mesure_radar/alicime_1_1.htm)

## Publications

“Partly cloudy with a chance of chondrites – Studying meteorite falls using Doppler weather radar”

Fries M. and Fries J.

*41<sup>st</sup> Lunar and Planetary Science Conference* (2010), Abstract #1179. [lien](#)

“The fall of the Grimsby meteorite – I. Fireball dynamics and orbit from radar, video and infrasound records”

Brown P., McCausland P., Fries M., Silber E., Edwards W., Wong D., Weyk R., Fries J., Krezeminski Z.

*Meteoritics and Planetary Science* **46**, 3 (2011) pp. 339-363. [lien](#)