

## **Évaluation des dégâts de tempête par télédétection satellitaire**

---

**N. STACH**

*Inventaire forestier National - Unité Études et Prospectives*

*nstach@lyon.ifn.fr*

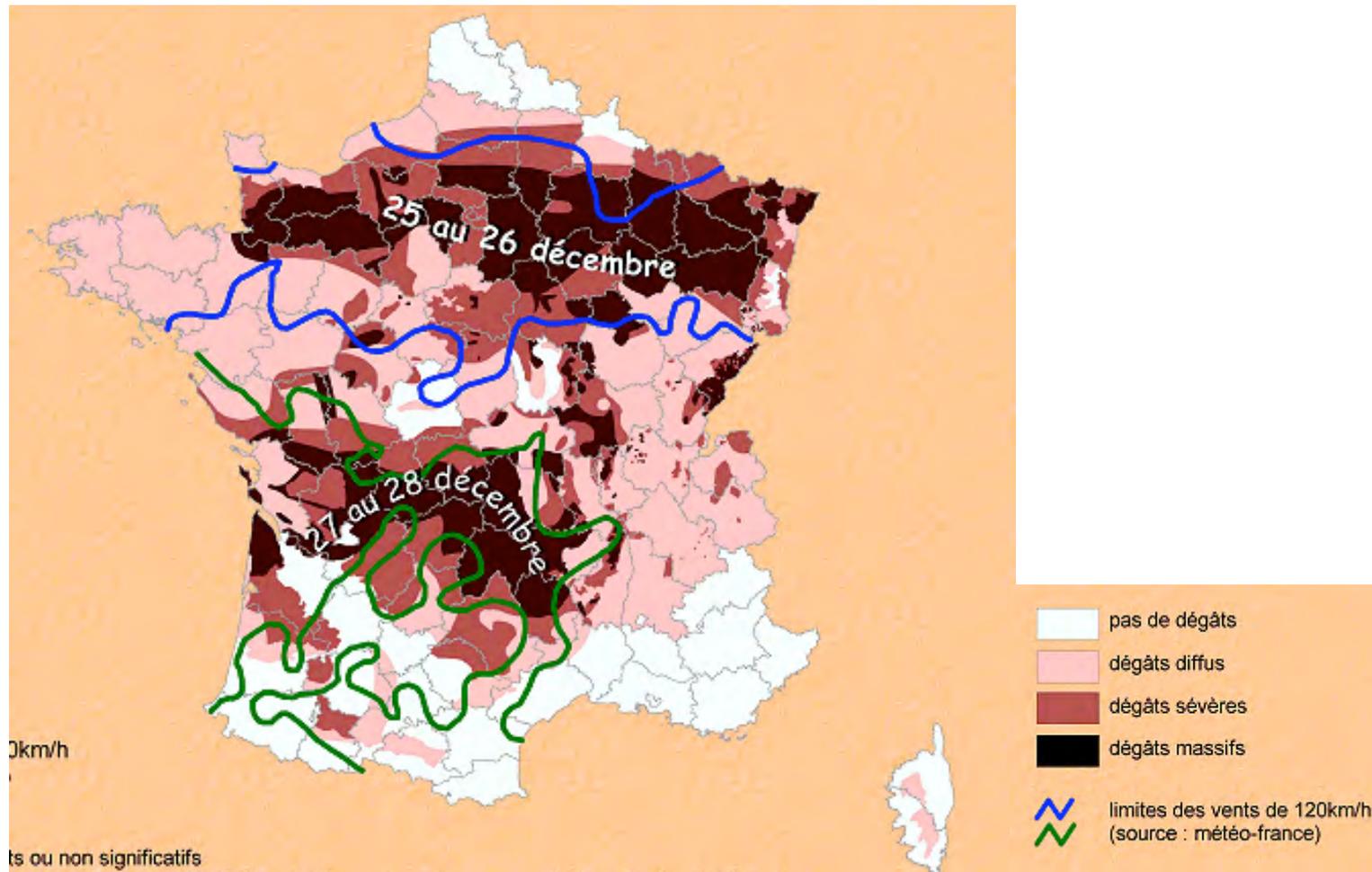


## **Contenu de la présentation**

- **Contexte des tempêtes de décembre 1999**
- **Premières expériences hivers 2000**
  - 1er test méthodologique / Aquitaine/ Autres expériences
- **Projet « Évaluation des dégâts de tempête par télédétection satellitaire »**
  - Réalisé dans le cadre du programme « Forêt, Vent et Risques » du GIP ECOFOR
- **Applications ultérieures**
- **Conclusions**



- **Contexte : Ouragans Martin et Lothar**
  - □ 40 départements touchés
  - 170 millions de m<sup>3</sup> de bois chablis





- **Demande initiale du Ministère**
  - une estimation des dégâts très rapide (quelques jours) par la profession via les SERFOB
  - une estimation précise des dégâts avec cartographie détaillée (1/25000) en quelques semaines à quelques mois
- **choix techniques de l'IFN**
  - réaliser une cartographie des dégâts à une échelle compatible avec les bases de données de l'IFN (1/25000)
  - estimer le volume de chablis par croisement de cette carte avec les bases de données de l'IFN
- **Filières envisagées pour la cartographie**
  - Télédétection : *a priori* plus rapide mais pas d'expérience significative dans les mêmes conditions
  - Photographie aérienne : mieux maîtrisée techniquement mais très difficile à mettre en œuvre





- **Janvier 2000 : 1ère phase méthodologique**
  - Réunion dans l'urgence d'un groupe d'experts UMR3S, CESBIO, SCOT, SPOTIMAGE, SERTIT...
  - 1ères études dans l'urgence (1 mois)
    - Radar / optique ; 2 sites d'étude ; images d'hivers
  - Résultats décevants, abandon de la filière satellitaire (sauf sur les landes) - campagne de prise de vues aériennes 
- **Janvier 2000 - Avril 2000 : massif landais**
  - Cartographie par télédétection (IFN)
  - Adaptation de la méthode de détection des coupes rases
- **Autres expériences**
  - SERTIT Forêt de Haguenau





- **Cartographie des dégâts de tempête sur le massif Aquitain**
  - **Milieu favorable à la télédétection satellitaire**
  - **Bénéfice du projet « suivi de la ressource pin maritime »**
    - Existence au préalable d'une **méthode éprouvée**
    - **Expérience acquise de l'IFN** pour le traitement des données satellitaires
  - **Adaptations nécessaires de la méthode**
    - Méthode de normalisation
    - Prise en compte de plusieurs bandes spectrales
    - Phase de généralisation cartographique « manuelle »
  - **Caractéristiques de la carte produite**
    - 5 classes de dégâts : 0-20% ; 20-40% ; 40-60% ; 60-80% ; 80-100%
    - Seuil de généralisation de 4 ha
    - Livraison en avril 2000
  - **Ré-évaluation précise des volumes concernés**
    - par retour sur les points d'inventaires du 4ème cycle dans les départements 33 et 40

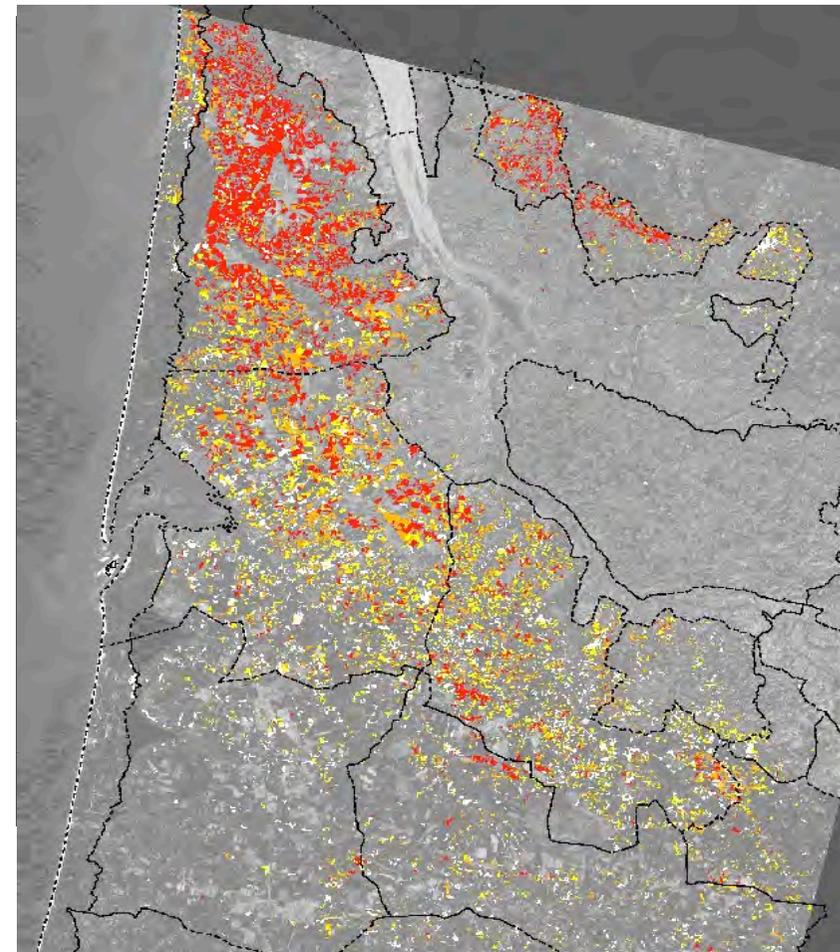


- **Cartographie des dégâts de tempête sur le massif Aquitain**  
**Illustration**



Carte des dégâts / plage

Carte des dégâts sur le massif

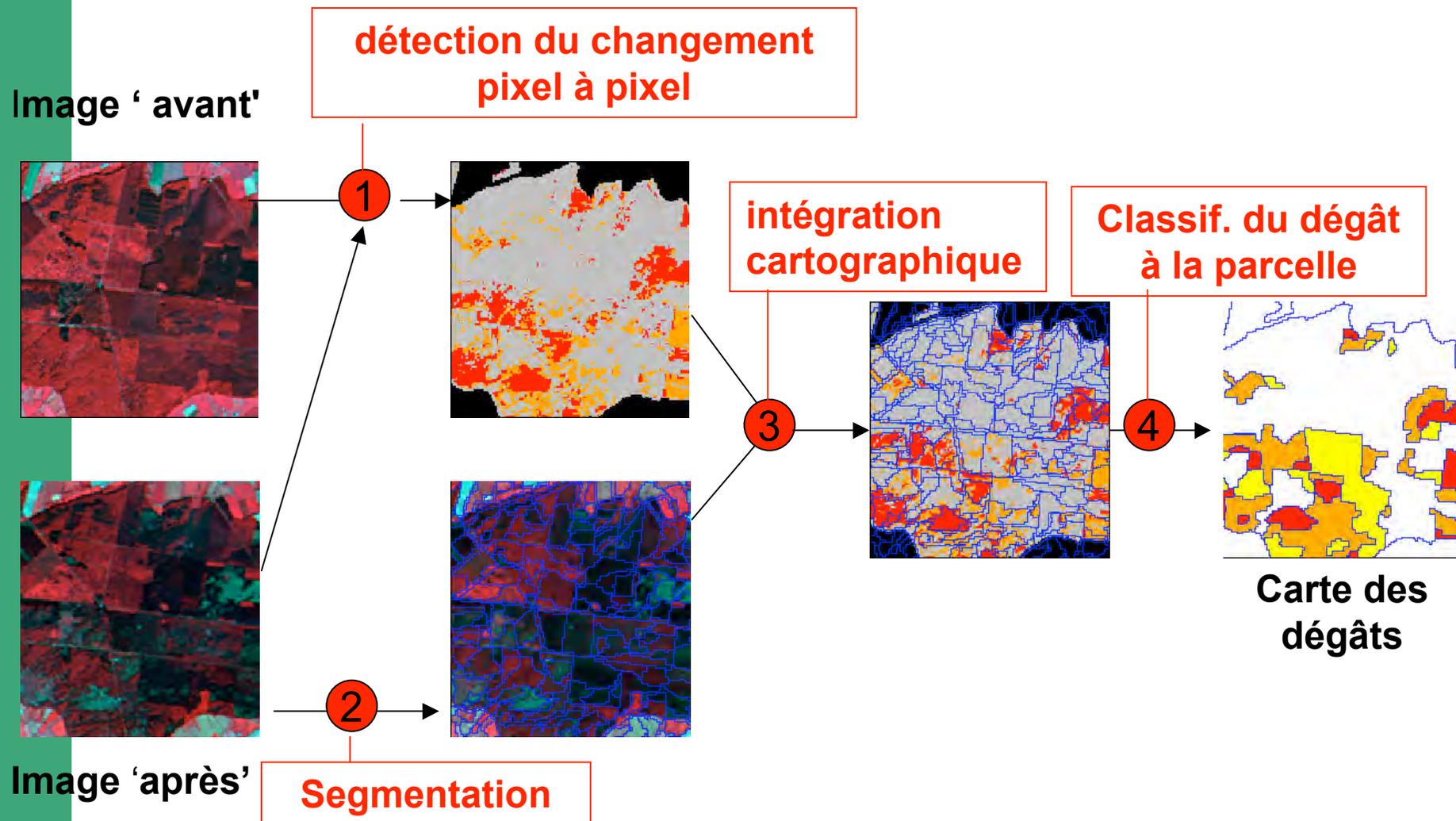




- **« Évaluation des dégâts de tempête par télédétection satellitaire : aspects méthodologiques et opérationnels »**
- **Programme « Forêt, Vent et Risques » du GIP ECOFOR**
- **Partenaires : IFN, Cemagref, CESBIO**
- **Objectifs**
  - étude méthodologique sur la faisabilité de cartographie des dégâts à l'aide d'imagerie satellitaire (optique et radar)
  - Validation de ces méthodes dans des conditions de milieu représentatives de la variabilité de la forêt française
  - Evaluation du caractère opérationnel de ces méthodes dans un contexte de mise en œuvre dans l'urgence
- **Données étudiées**
  - Images SPOT 1 à 4 ; Images Landsat ETM
  - Images ERS-2
  - Acquisitions d'Hivers, de printemps et d'été
- **Sites d'études**
  - Bassin parisien / Normandie / Dordogne / Massif central

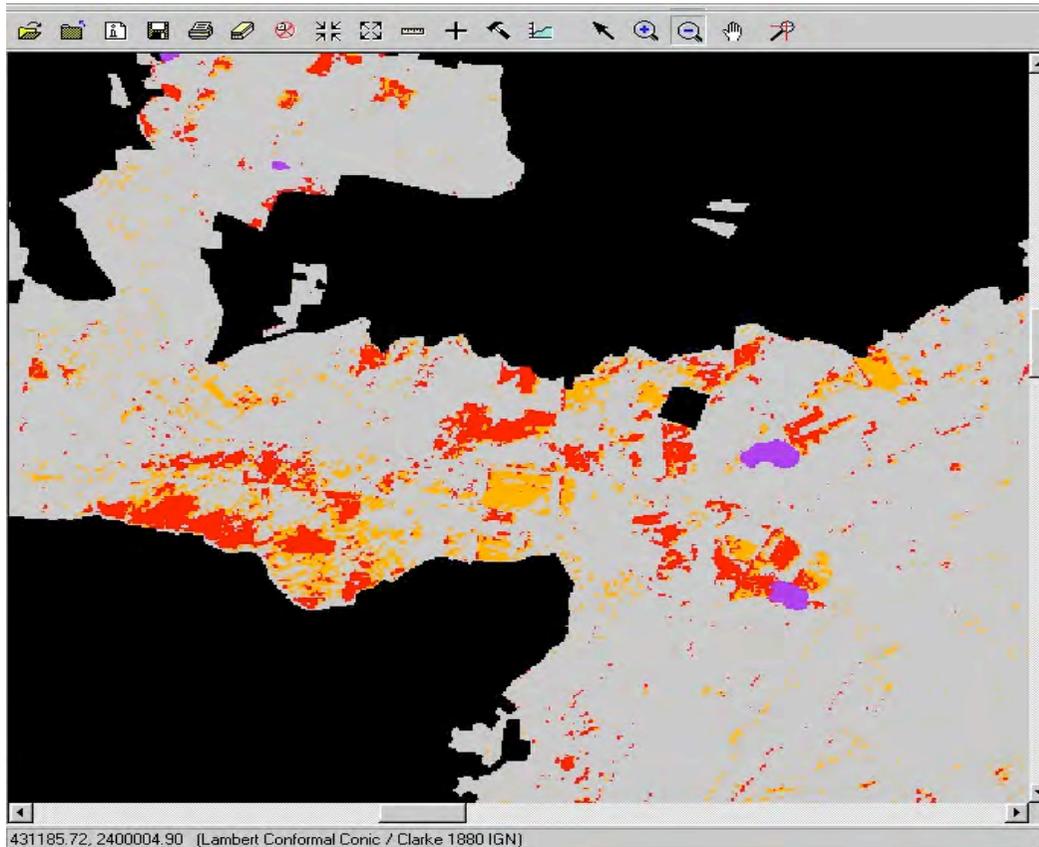


- **Cadre méthodologique général**



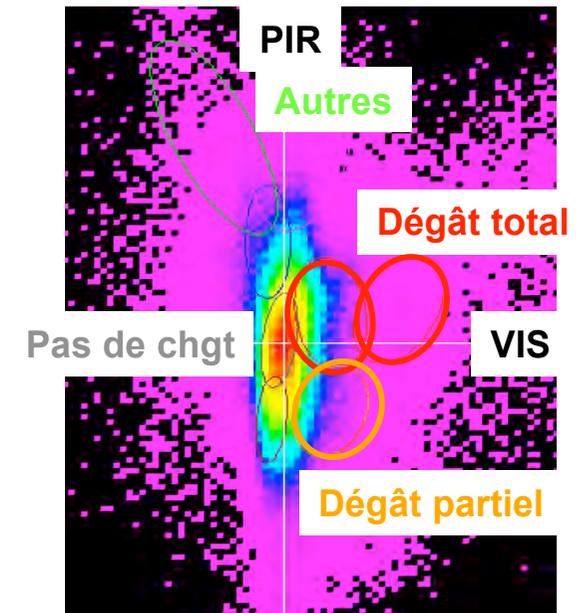


- **Détection des changements (optique)**



**Classification au pixel**

■ pas de dégât - ■ dégât partiel - ■ dégât total

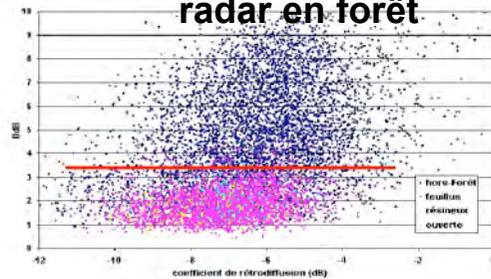


Analyse des évolutions  
radiométriques



- **Détection des changements (radar)**

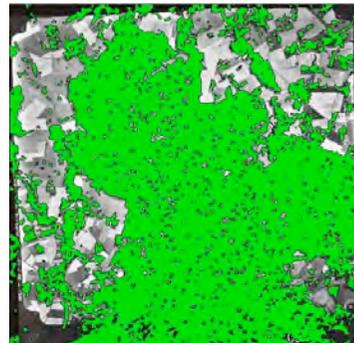
Stabilité temporelle de la rétrodiffusion  
radar en forêt



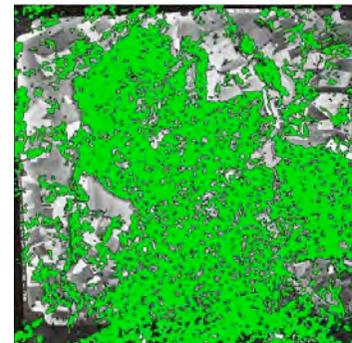
Analyse

Résultat

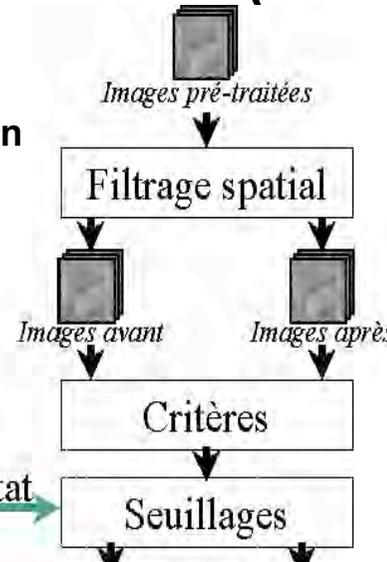
Seuillages



■ Masque « forêt » avant

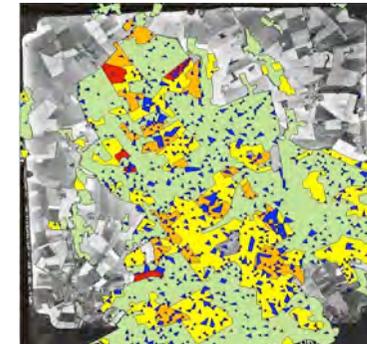


■ Masque « forêt » après



Dégâts carte  
IFN

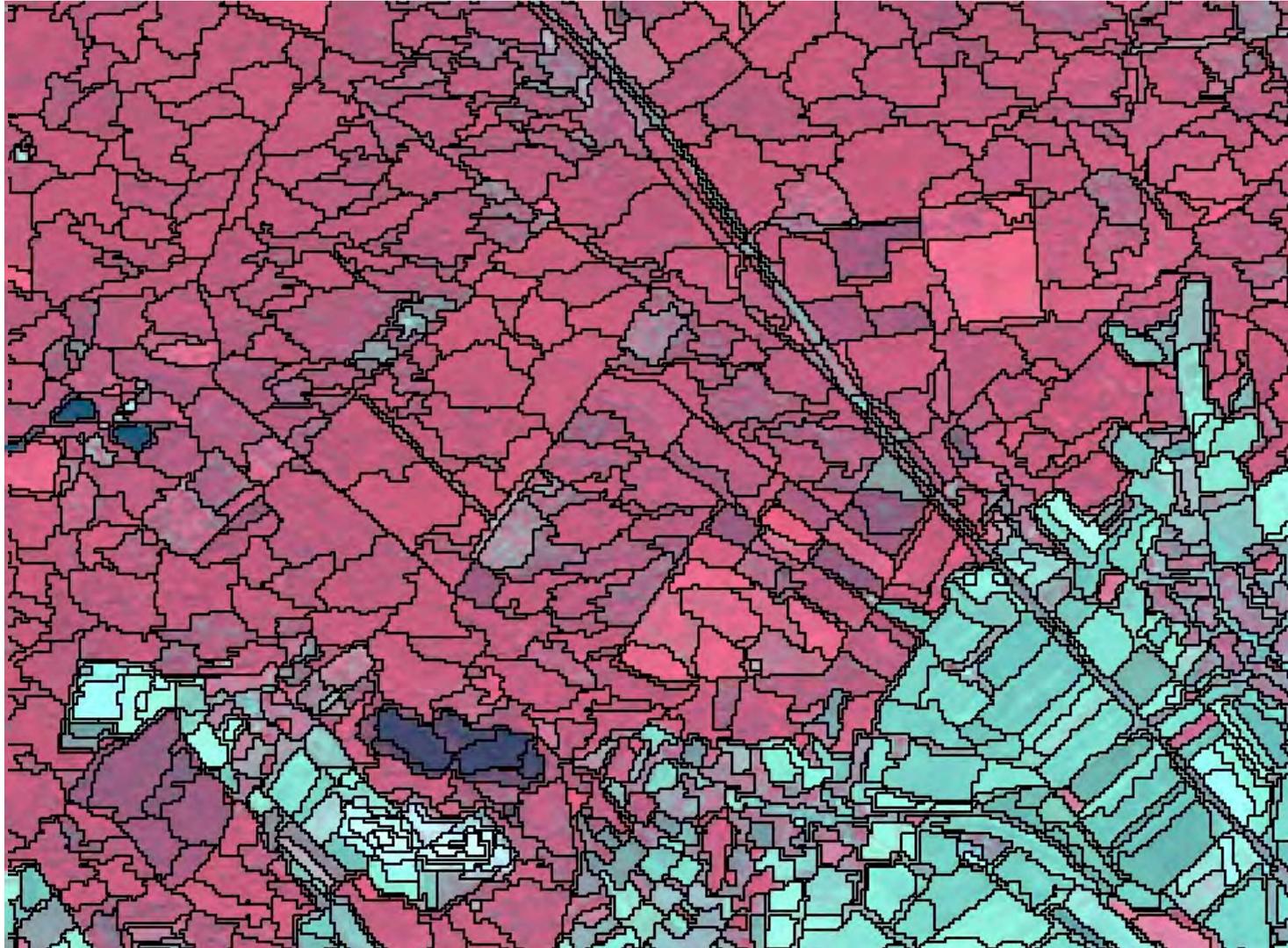
■ 0-10% ■ 10-50%  
■ 50-90% ■ 90-100%



■ Dégâts détectés par  
comparaison des deux  
masques

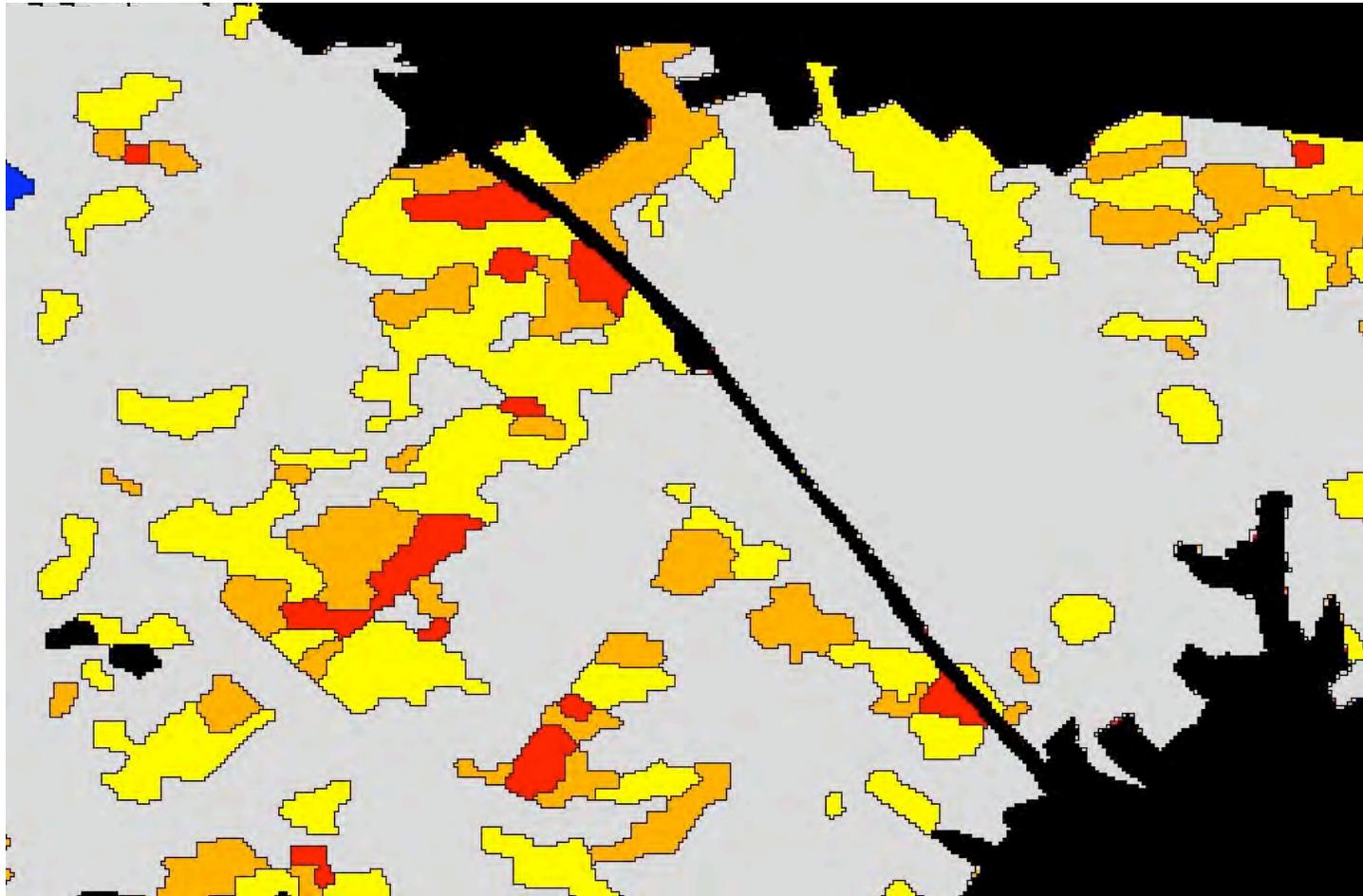


- **Segmentation automatique : eCognition**





- **Intégration cartographique**



Forêt d'Othe – Carte finale des dégâts

■ Hors forêt - ■ 0-10% - ■ 10-50% - ■ 50-90% - ■ 90-100%



- **Validation**

- Principe

- Référence = carte des dégâts IFN par Photo-interprétation
- Croisement sous SIG de la carte à valider et de la carte de référence
- Ré-interprétation des différences sur orthophoto
- Typologie des différences
  - Omission, commission, confusion
  - Erreurs dues à la classification par pixel, à la segmentation ou au modèle
  - Fausses erreurs : subjectivité, généralisation, erreurs dues à la PI

- Mise en œuvre

- Sur plus de 26 000 ha de forêt dont environ de 10 000 ha de dégâts ( 7% de taux de contrôle)



- **Résultats**

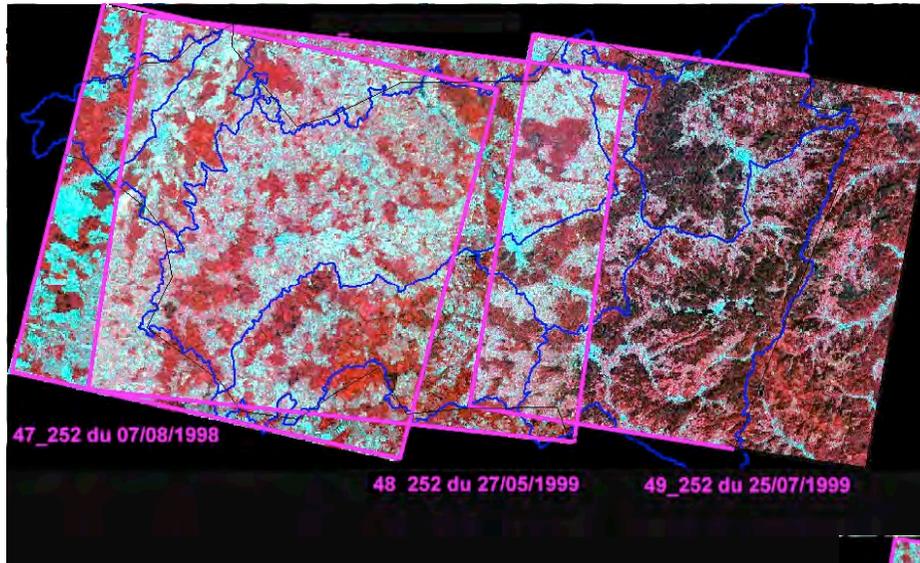
- **Mauvais** résultats avec le **radar**
- **Bon** résultats avec **SPOT** - images d'**été**
  - Omission = **8%** ; Commission = **11%** ; Confusion = **16%**
  - Y compris dans les sites les plus complexes (Double, Yonne)
  - Niveau d'erreur comparable à celui de la carte par PI
- Résultats **mauvais** avec **SPOT** - images d'**hivers**
  - Omission = **48%** ; Commission = **20%** ; Confusion = **43%**
  - Confirme les mauvais résultats de Janvier 2000
  - Variable selon les sites (Très mauvais en présence de dégâts diffus ex. Othe > 95% omission - meilleurs sur des dégâts massifs)
- Résultats **médiocres** avec **Landsat**
  - Omission = **19%** ; Commission = **19%** ; confusion = **20%**
  - D'autant plus mauvais que le milieu est complexe et hétérogène : (ex. Double : Omission = 37% ; Commission = 19% ; Confusion = 34%)



- **Cartographie IFN non encore réalisée fin 2002**
- **Cartographie des dégâts par télédétection**
  - Application de la méthode mise en place dans le cadre du projet GIP-ECOFOR
  - 3 Images SPOT avant et 3 images SPOT après tempête
  - Régions forestières de plaines et collines
- **Cartographie des dégâts sur orthophotos**
  - Photo-interprétation
  - BD Ortho® IGN résolution 50cm, dalles 1 km x 1 km
  - 2 régions forestières de montagne
- **Assemblage des deux cartographie**
  - Caractéristiques identiques
    - Surface minimale de représentation
    - Nombre et amplitude des classes : 0-10%, 10-50%, 50-90%, 90-100%

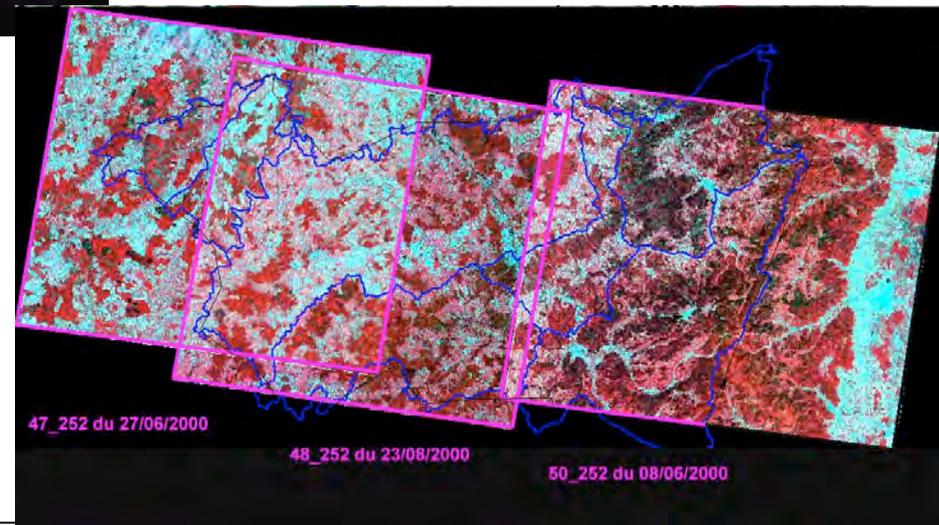


- **Données utilisées**



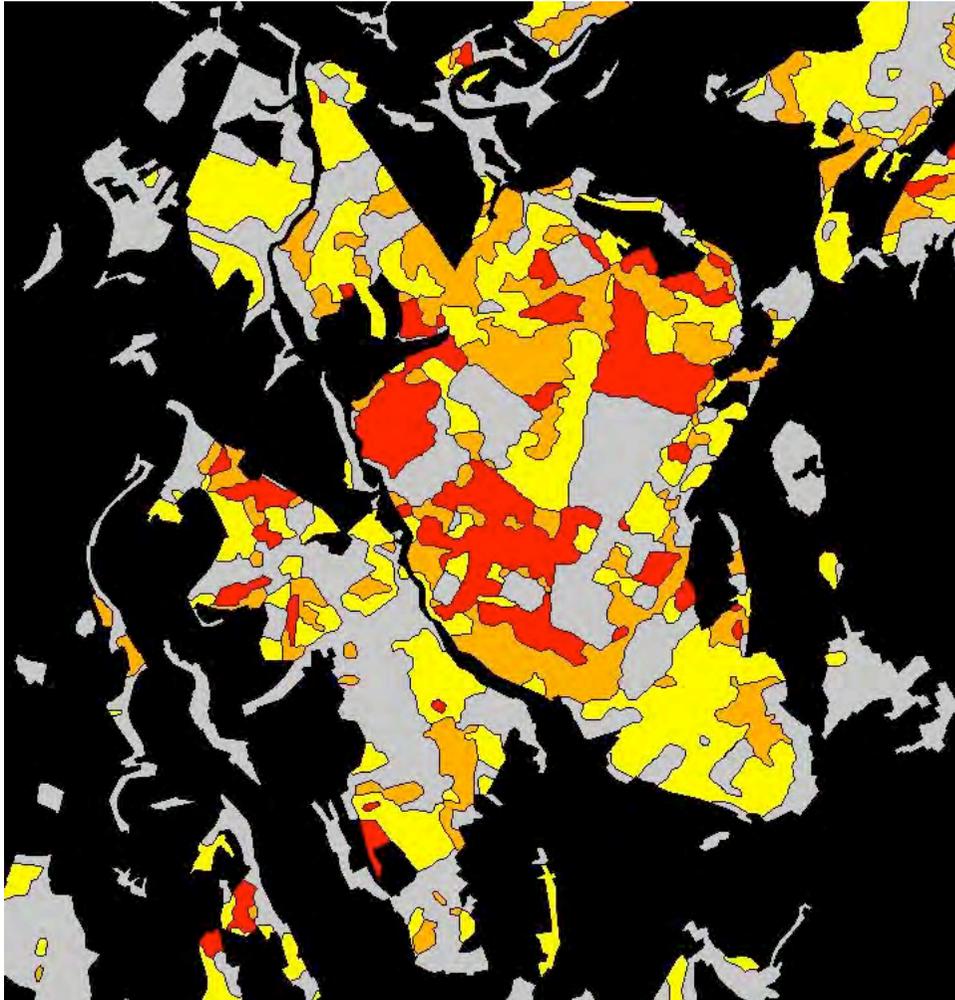
**Images avant**

**Images après**



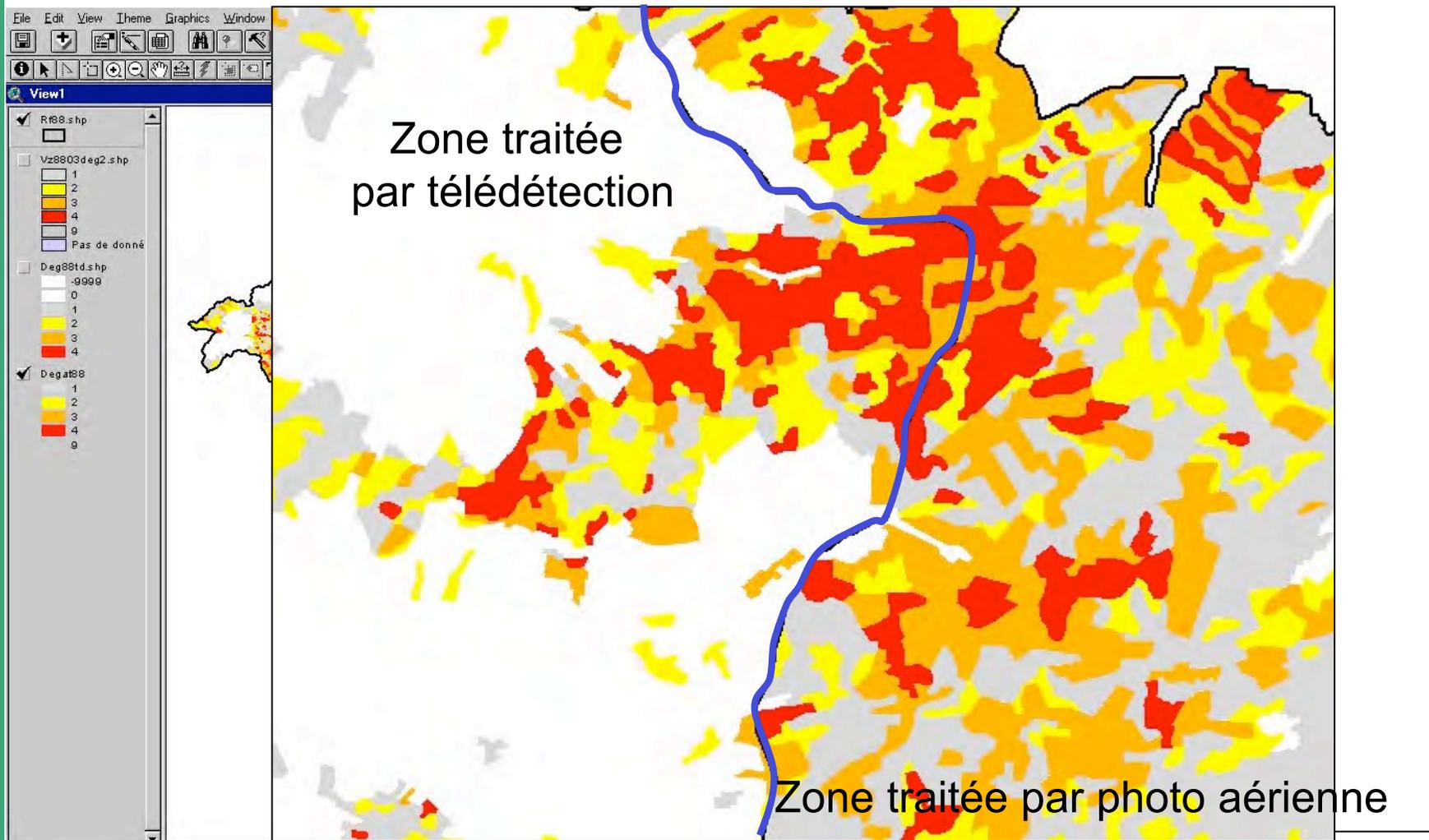


- **Application de la méthode mise au point dans le projet GIP ECOFOR : illustration**





- **Assemblage de la photo-interprétation et de la télédétection**

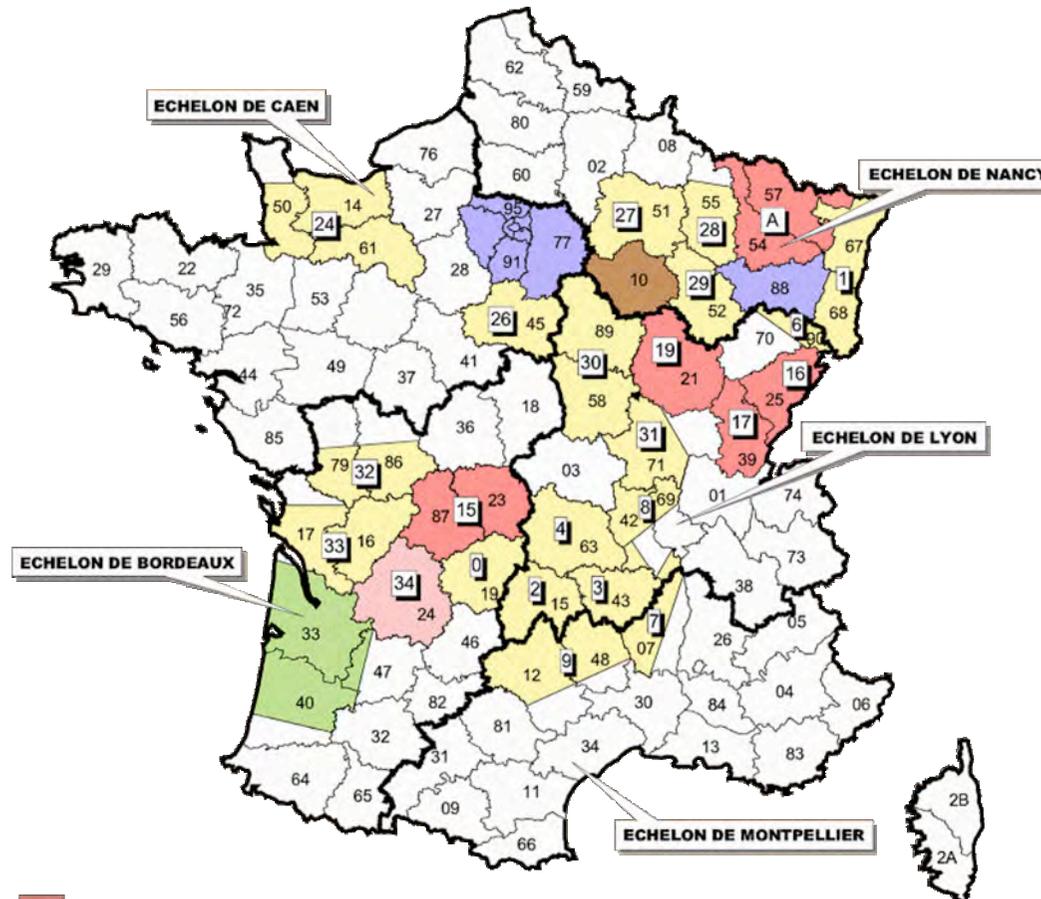




- **Bénéfice du projet GIP ECOFOR**
  - Méthode dorénavant existante pour la cartographie des dégâts de tempête par télédétection satellitaire
  - Méthode validée en condition de plaines et collines
- **Limite l'application de la technique pour une estimation rapide des dégâts en cas de tempête d'hivers**
  - Méthode non encore validée en montagne
  - Nécessité d'utiliser des images d'été
- **Intérêt de la méthode**
  - Comptabilité de la cartographie par télédétection et photo aérienne  
>>>possibilité de coupler les deux approches
    - Télédétection en plaine / Photo aérienne en montagne
    - Début du chantier de cartographie par Photo aérienne panchromatique en hivers puis relais avec la télédétection en été
- **Inadéquation de la méthode de croisement de la cartographie avec les bases de données dendrométriques pour l'estimation des volumes de dégât : sous estimation des dégâts diffus**
  - Intérêt du nouveau sondage systématique annualisé de l'IFN



- Missions aériennes et satellitaires



- Couverture photographique aérienne infrarouge couleur au 1/17 000
- Couverture photographique aérienne infrarouge couleur au 1/20 000
- Couverture photographique aérienne en couleur naturelle au 1/25 000 (IGN)
- Couverture photographique aérienne panchromatique noir et blanc au 1/30 000
- Couverture photographique aérienne réalisée par l'AURIF et l'ONF
- Couverture image satellite Landsat

