

Organisme : Centre d'Études Techniques de l'Équipement du Sud-Ouest

Département : Délégation Aménagement Laboratoire Expertise et Transports de Toulouse

Unité : SCGSI (Satellite, Climat, Gestion et Systèmes d'Information)

Affaire suivie par : Jacques BOUFFIER

PCI « Applications satellitaires »

jacques.bouffier@developpement-durable.gouv.fr

Tel : +33 (0)5 62 25 97 31

Fax : +33 (0)5 62 25 97 98

FICHE DE PRESENTATION DU PROJET ADAPTACLIMA

Étude du dépérissement des forêts pyrénéennes par l'utilisation de l'imagerie satellitaire

PRESENTATION GENERALE DU PROJET ADAPTACLIMA



Le projet ADAPTACLIMA¹, mis en place dans le cadre du programme de coopération territoriale SUDOE (Interreg IV B), a pour objectif de mettre en œuvre une stratégie de coopération conjointe d'adaptation à des scénarios futurs résultants des changements climatiques.

Sa zone d'étude est le Sud-Ouest européen, il regroupe des partenaires Espagnols, Portugais et Français qui ont travaillé sur les thématiques de l'agriculture, des incendies, des forêts et du bâtiment.

Il s'agit d'observer l'impact actuel du changement climatique dans ces différentes thématiques, d'évaluer les impacts futurs par rapport à différents scénarios climatiques prévisionnels à l'horizon 2100 (impacts environnementaux et socio-économiques) et d'en extraire des recommandations d'adaptation à diffuser.

PRESENTATION GENERALE DE L'ÉTUDE DU POLE « APPLICATION SATELLITAIRE »



Il existe de nombreux effets visibles du changement climatique : déplacement des espèces animales et végétales, accroissement de la vulnérabilité des forêts, augmentation de la fréquence des canicules (incendies, décès...), de la fréquence des tempêtes... Parmi ces différents impacts, un indicateur identifié comme particulièrement pertinent pour décrire les effets du changement climatique est le dépérissement² des forêts³. En effet, les forêts sont très présentes dans le sud-ouest de la France, elles sont l'objet d'enjeux de biodiversité élevés et on y observe déjà des phénomènes de dépérissement (hêtre, chêne pédonculé, douglas...) que l'on soupçonne être liés au changement climatique.

¹ Site officiel du projet : <http://www.adaptaclima.eu/?idioma=fr>

² Dépérissement : Sénescence (dégradation lente de l'organisme) précoce se traduisant entre autres par la diminution de la masse foliaire et pouvant entraîner à terme la mort de l'arbre

³ L'IFN et le CRPF ont participé aux réflexions à ce sujet

Dans ce contexte, le PCI « Applications Satellitaires et Télécommunication »⁴ a - entre autres - travaillé sur l'utilisation de l'imagerie satellitaire pour étudier le dépérissement des forêts de chêne pédonculé dans les vallées pyrénéennes à l'échelle de la dernière décennie.

L'imagerie satellitaire a été choisie comme outil dans cette étude car elle présente **trois avantages majeurs** : elle permet d'étudier de larges territoires (on s'intéresse au sud-ouest européen), elle permet de faire un suivi temporel sur la dernière décennie (nombreuses images d'archive disponibles) et elle peut enfin fournir des indicateurs quantifiables (par traitement automatique des images).

METHODOLOGIE

Pour mettre en évidence un lien entre des phénomènes climatiques et un dépérissement éventuel de peuplements, il faut étudier la corrélation entre un indicateur lié aux phénomènes climatiques et un indicateur lié aux dépérissements.

L'indicateur climatique

Le choix de l'indicateur climatique a été établi avec Météo France, le CESBIO⁵ et l'Ecole d'Ingénieur de Purpan. Il s'agit du stress hydrique, défini comme la différence entre les précipitations et l'Evapotranspiration Potentielle⁶. Le stress hydrique traduit donc le rapport entre la demande en eau et les ressources disponibles. Il a pour unité le millimètre. Des cartes de stress hydrique sont disponibles.

L'indicateur de dépérissement

L'indicateur retenu pour identifier le dépérissement éventuel d'un peuplement est le NDVI⁷ moyen du peuplement lors de la période du maximum de végétation (vers le mois de juin). Le NDVI est un indice calculé (automatiquement) à partir des bandes de rouge et de proche infrarouge. Il traduit la vigueur de la végétation et l'activité photosynthétique au niveau du sol (*cf illustration ci-dessous*).



a. Image Satellite en Infrarouge Fausses couleurs



b. Image de vigueur de la végétation
Blanc : Beaucoup de Photosynthèse
Noir : Peu de Photosynthèse

Pour que la comparaison de la vigueur de la végétation d'une année sur l'autre ait un sens, il faut que les images soient prises à la même date de l'année, la période identifiée comme la plus judicieuse au vu des cycles de végétation étant la période de mi-juin.

⁴ Le PCI AST est localisé au CETE du Sud-Ouest

⁵ CESBIO : Centre d'Etudes Spatiales de la BIOSphère

⁶ Les précipitations sont issues de mesures terrain réelles tandis que l'évapotranspiration potentielle résulte de modèles

⁷ NDVI : Normalized Difference Vegetation Index = (Proche InfraRouge-Rouge)/(Proche InfraRouge+Rouge)

Un dépérissement peut alors être identifié comme une décroissance de la valeur de cet indice de végétation sur le peuplement.



NDVI en 2003



NDVI en 2009

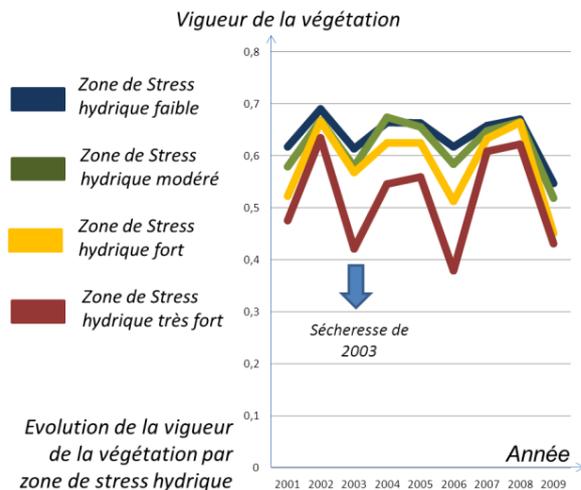
Cas d'observation d'un dépérissement

Entre 2003 et 2009, on observe une diminution de l'activité photosynthétique sur le peuplement

LES RESULTATS

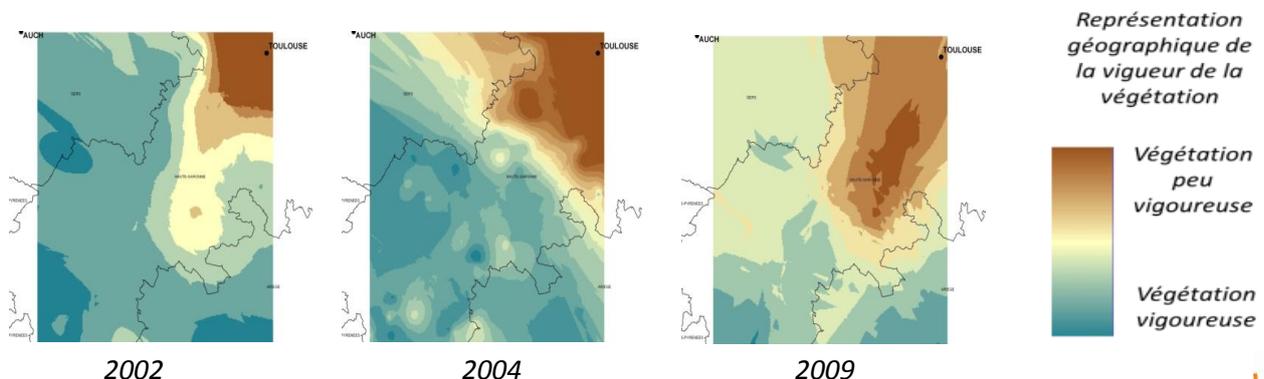
L'indicateur de dépérissement a donc été calculé pour environ 80 peuplements de chêne de la zone d'étude sur 50 images SPOT 5 à 20 mètres⁸ de résolution. Une grande partie de ses images ont été fournies par le Programme PLANET ACTION⁹.

Le graphique ci-contre illustre les grandes lignes des résultats de l'étude. Il s'agit de l'évolution de la vigueur de la végétation par zone de stress hydrique au cours de la décennie (2000-2010). On peut en retirer deux résultats principaux. Premièrement, la vigueur des chênes pédonculés est toujours plus faible dans les zones de stress hydrique élevé que dans les zones de stress hydrique faible. Dans certaines zones fortement stressées, elle peut même atteindre jusqu'à seulement 60% de l'activité photosynthétique « optimale » observée dans les zones peu stressées.



Deuxièmement, on constate que les peuplements sont beaucoup plus vulnérables dans les zones stressées : on constate une chute de l'activité végétale moyenne lors de la sécheresse de 2003 pour les peuplements en zone stressée alors que l'activité végétale résiste bien en zones peu stressées.

Enfin, l'interpolation spatiale sur toute la zone de la vigueur de la végétation peut nous fournir des cartes d'évolution du dépérissement d'une espèce :



⁸ Les images SPOT peuvent atteindre des résolutions jusqu'à 2,50 mètres, pour des prix toutefois plus élevés. Une résolution de 20 mètres a été évaluée comme suffisante pour étudier des peuplements forestiers.

⁹ PLANET ACTION : initiative à but non lucratif lancée par Spot Image qui consiste à mettre à disposition gratuitement des images satellites à des programmes jugés porteurs dans le but de promouvoir l'utilisation de l'imagerie satellitaire

CONCLUSION

En conclusion, il est possible d'étudier et de quantifier le dépérissement des forêts par satellite, à travers l'utilisation de l'indice NDVI. Cette étude met en évidence des corrélations fortes entre zones stressées et zones à faible activité photosynthétique, elle met également en évidence des corrélations fortes entre zones stressées et zones où les peuplements sont vulnérables. Enfin, l'imagerie satellitaire peut être utile pour faire des cartes de vigueur de la végétation à grande échelle pour en observer l'évolution.

Cette étude présente toutefois certaines limites en s'intéressant à une approche relativement globale sur une large zone d'étude. Pour prendre en compte plus finement les résultats, il est nécessaire d'avoir conscience de l'hétérogénéité potentielle des comportements dans une même zone. De même, des analyses complémentaires doivent être menées pour améliorer la validité des résultats.