



23104 RM

Agence de l'eau  
Alsace-Meuse



Ecole Nationale du Génie de  
l'Eau et de l'Environnement  
de Strasbourg

Université Louis Pasteur  
U.F.R. de Géographie  
Strasbourg

# EVALUATION DU TAUX D'ENHERBEMENT EN ZONE DE PIÉMONT VITICOLE PAR TÉLÉDÉTECTION SATELLITAIRE. Application au vignoble d'Alsace, cas du Haut-Rhin.



Mémoire de troisième année  
Mémoire de D.E.A. Systèmes Spatiaux et Environnement

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Territoire et Environnement, E.N.G.E.E.S.  
Maître de stage : Madame Caroline GREGOIRE-HIMMLER

Présenté par Annabelle DÉSIÉ

le 21 septembre 1998

## RÉSUMÉ

L'étude présentée dans ce mémoire a pour but d'évaluer le taux d'enherbement du vignoble alsacien par télédétection satellitaire. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet mené par le Laboratoire Territoire et Environnement (L.T.E.) de l'E.N.G.E.E.S. : le projet Enherbement du Vignoble Alsacien (E.V.A.). L'originalité de cette recherche est que le vignoble possède des caractéristiques spécifiques, en particulier sa situation en zone de piémont, son hétérogénéité et son petit parcellaire, qui rendent impossible l'application brute des méthodes de télédétection. L'étude a été effectuée sur deux scènes SPOT du 3 avril 1995.

La première étape a consisté en l'acquisition d'une connaissance de terrain. Nous avons réalisé une enquête auprès des viticulteurs, mais elle s'est avérée trop pauvre et imprécise. Elle a donc été suivie par une campagne de terrain qui nous a renseignés sur le type d'enherbement de 194 placettes de vigne.

L'image satellite a ensuite été corrigée des effets de la topographie par la méthode de Minnaert. Puis, nous avons étudié les signatures radiométriques dans le vignoble et les facteurs les influençant.

Enfin, deux techniques ont été retenues pour obtenir le taux d'enherbement : un indice de végétation, le VCI (*Vegetation Cover Index*) et une classification à partir des signatures radiométriques.

Le VCI fournit le taux d'enherbement dans le vignoble. La classification aboutit à une carte de la répartition des trois principaux types d'enherbement (vigne non enherbée, enherbée un rang sur deux et enherbée tous les rangs), où 31% de la superficie du vignoble du Haut-Rhin n'est pas enherbée, 48% l'est un rang sur deux et 21% tous les rangs. Ces résultats sont cohérents par rapport à la validation effectuée et au regard de la date de l'image satellite.

# SOMMAIRE

Remerciements.....	p.i
RÉSUMÉ.....	p.ii
ABSTRACT.....	p.iii
SOMMAIRE.....	p.iv
Liste des figures.....	p.vii
Liste des tableaux.....	p.x
Liste des abréviations.....	p.xii
 <b>INTRODUCTION</b> .....	 p.1

## CHAPITRE 1 : Le contexte de l'étude et l'état des connaissances sur le sujet.

<b><u>PARTIE 1</u> : LE PROJET ENHERBEMENT DU VIGNOBLE ALSACIEN (E.V.A.).....</b>	<b>p.2</b>
1. Naissance du projet.....	p.2
2. Objectifs du projet.....	p.3
3. Quel outil utiliser pour déterminer le taux d'enherbement du vignoble ?.....	p.5
3.1. <i>Difficultés et limites de la technique d'enquête</i> .....	p.5
3.2. <i>Atouts de la télédétection</i> .....	p.5
 <b><u>PARTIE 2</u> : L'ENHERBEMENT DANS LE VIGNOBLE ALSACIEN.....</b>	 <b>p.6</b>
1. Le vignoble alsacien.....	p.6
1.1. <i>Le vignoble alsacien en chiffres</i> .....	p.6
1.2. <i>Caractéristiques géographiques</i> .....	p.7
2. La pratique de l'enherbement.....	p.9
2.1. <i>Les différents types d'enherbement</i> .....	p.9
2.2. <i>Exemples de conduite de l'enherbement</i> .....	p.12
2.3. <i>Intérêts de l'enherbement</i> .....	p.13
3. Extension estimée de l'enherbement en Alsace.....	p.14
 <b><u>PARTIE 3</u> : LA TÉLÉDÉTECTION SATELLITAIRE, UN OUTIL D'ÉVALUATION DE L'ENHERBEMENT DU VIGNOBLE.....</b>	 <b>p.15</b>
1. Les images utilisées : celles du satellite SPOT.....	p.15
1.1. <i>Choix du satellite</i> .....	p.15
1.2. <i>Caractéristiques du satellite SPOT</i> .....	p.17
1.3. <i>Niveaux de traitement d'une image SPOT</i> .....	p.20

2. Signatures spectrales dans le vignoble .....	p.21
2.1. Propriétés optiques du sol nu .....	p.21
2.2. Propriétés optiques des végétaux chlorophylliens .....	p.24
2.3. Facteurs externes influençant la réponse spectrale des objets .....	p.28
2.4. Paramètres influençant les signatures spectrales dans le vignoble ....	p.29
3. Analyse de la végétation par télédétection .....	p.31
3.1. Les indices de végétation .....	p.31
3.2. Les différentes méthodes de classification .....	p.34
4. Correction des effets dus à la topographie .....	p.37
4.1. Problèmes posés par la topographie en télédétection.....	p.37
4.2. Modèles tenant compte uniquement du rayonnement direct .....	p.39
4.3. Modèles tenant compte du rayonnement diffus .....	p.41

## CHAPITRE 2 : Le travail effectué.

<u>PARTIE 4</u> : LES DONNÉES UTILISÉES ET LA DÉMARCHE RETENUE .....	p.43
1. Les données utilisées .....	p.43
1.1. L'image satellite .....	p.43
1.2. Autres sources de données.....	p.44
1.3. Obtention des limites du vignoble alsacien .....	p.45
2. La démarche retenue.....	p.45
 <u>PARTIE 5</u> : LE TRAVAIL DE RECONNAISSANCE PRÉALABLE .....	p.47
1. L'enquête auprès des viticulteurs .....	p.47
1.1. Pourquoi une enquête ? .....	p.47
1.2. Comment a-t-elle été réalisée ? .....	p.47
1.3. Problèmes rencontrés lors du dépouillement de l'enquête .....	p.49
2. Le terrain .....	p.50
2.1. Pourquoi du terrain ? .....	p.50
2.2. Démarche suivie sur le terrain .....	p.51
2.3. Problèmes rencontrés .....	p.51
3. Repérage sur l'image des parcelles enquêtées et des points de terrain.....	p.52
3.1. L'enquête .....	p.52
3.2. Le terrain .....	p.52
4. Comparaison des années 1995 et 1998.....	p.52
4.1. Pratiques culturales.....	p.52
4.2. Phénologie de la vigne et de l'herbe .....	p.53
4.3. Conclusion .....	p.55

<b>PARTIE 6 : LA CORRECTION DES EFFETS DUS À LA TOPOGRAPHIE .....</b>	<b>p.56</b>
1. Etapes préliminaires .....	p.56
1.1. <i>Obtention d'un M.N.T. sur la zone de l'extrait, à la résolution de 20 mètres</i> .....	p.56
1.2. <i>Etude de la topographie du vignoble du Haut-Rhin</i> .....	p.57
1.3. <i>Choix de la méthode de correction</i> .....	p.58
1.4. <i>Etude des ombres portées</i> .....	p.58
2. Correction par la méthode du cosinus .....	p.59
2.1. <i>Application du modèle</i> .....	p.59
2.2. <i>Résultats</i> .....	p.59
3. Correction de Minnaert .....	p.60
3.1. <i>Calcul des coefficients de Minnaert</i> .....	p.60
3.2. <i>Résultats</i> .....	p.62

<b>PARTIE 7 : LA DÉTERMINATION DU TAUX D'ENHERBEMENT DANS LE VIGNOBLE DU HAUT-RHIN .....</b>	<b>p.63</b>
1. Mise en relation de l'enquête et du terrain avec l'image .....	p.63
1.1. <i>Méthode</i> .....	p.63
1.2. <i>Points fournis par l'enquête</i> .....	p.64
1.3. <i>Points fournis par les campagnes de terrain</i> .....	p.65
1.4. <i>Conclusion</i> .....	p.66
2. Les signatures radiométriques dans le vignoble .....	p.66
2.1. <i>Les signatures radiométriques du vignoble et des autres éléments présents sur l'image</i> .....	p.66
2.2. <i>Facteurs influençant la réponse radiométrique dans le vignoble</i> .....	p.68
3. Première méthode : les indices de végétation .....	p.70
3.1. <i>Comparaison des principaux indices de végétation</i> .....	p.70
3.2. <i>Utilisation du NDVI</i> .....	p.72
3.3. <i>Utilisation du VCI</i> .....	p.72
4. Seconde méthode : les classifications .....	p.76
4.1. <i>Choix des types de classifications à effectuer</i> .....	p.76
4.2. <i>Classification à partir des signatures radiométriques</i> .....	p.77
4.3. <i>Classification non dirigée</i> .....	p.78
4.4. <i>Classification dirigée</i> .....	p.78
4.5. <i>Résultats</i> .....	p.79
5. Discussion .....	p.79
5.1. <i>Comparaison des différents résultats obtenus</i> .....	p.79
5.2. <i>Confrontation des résultats obtenus avec les estimations des conseillers viticoles</i> .....	p.81

<b>CONCLUSION .....</b>	<b>p.83</b>
-------------------------	-------------

<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>p.85</b>
----------------------------	-------------

<b>ANNEXES</b>	
----------------	--

L'étude présentée dans ce mémoire et réalisée dans le cadre du projet E.V.A., avait pour but de définir des méthodes permettant d'évaluer l'enherbement du vignoble alsacien par télédétection, à partir du cas du vignoble du Haut-Rhin. L'intérêt de ce sujet réside dans le fait que le vignoble alsacien possède des caractéristiques propres qui rendent impossible l'application brute des méthodes de télédétection.

Dans un premier temps, une analyse des caractéristiques du vignoble ainsi qu'une étude bibliographique nous ont fourni des pistes de recherche. Par ailleurs, toute étude par télédétection nécessitant une bonne connaissance du terrain, nous avons mené une campagne de terrain qui nous a permis de connaître le type d'enherbement de 194 pixels de vignoble dans le département du Haut-Rhin. Un enquête a aussi été réalisée auprès des viticulteurs, mais son dépouillement a montré que ces données n'étaient pas utilisables.

Dans un deuxième temps, l'image satellite, support de l'étude, a été corrigée des effets de la topographie. Puis nous avons étudié les signatures spectrales dans le vignoble ainsi que les facteurs qui les influencent. Enfin, nous avons recherché une méthode permettant d'obtenir le taux d'enherbement à partir de l'image satellite. Finalement, deux techniques ont été retenues : un indice de végétation, le VCI (*Vegetation Cover Index*) et une classification à partir des signatures spectrales.

Le VCI fournit le taux d'enherbement dans le vignoble (cf. carte n°9 - annexe 1). La classification, elle, aboutit à une carte de la répartition des trois principaux types d'enherbement (vigne non enherbée, enherbée un rang sur deux et enherbée tous les rangs) (cf. carte n°10 - annexe 1). D'après notre travail, 31% de la superficie du vignoble du Haut-Rhin n'est pas enherbée, 48% l'est un rang sur deux et 21% l'est tous les rangs. Ces résultats correspondent à la situation observée par le satellite début avril 1995. Or à cette époque, de nombreuses parcelles n'ont pas encore été désherbées. Cette remarque explique que les conseillers viticoles, qui se basent sur l'état des parcelles en été, annoncent des superficies enherbées plus faible (35 à 40% tous types d'enherbement confondus).

Cette première approche du sujet semble donc satisfaisante et paraît exprimer correctement la réalité.

Cependant, lors d'une approche ultérieure, certains points pourraient être approfondis. En particulier, une analyse au niveau sub-pixellaire devrait permettre d'affiner les résultats. D'autre part, le rôle de la nature du sol a été négligé dans notre étude et il serait intéressant de chercher comment en tenir compte. Il faudrait pour cela disposer d'une carte pédologique de l'Alsace numérisée.

Enfin, lors de ce travail, nous avons pu constater que l'obtention d'une bonne vérité-terrain était une étape très délicate, mais très importante puisqu'elle détermine les résultats.

La méthodologie définie dans ce mémoire ainsi que les éventuels approfondissements cités ci-dessus, seront appliqués par la suite à l'ensemble du vignoble alsacien, sur l'image de 1995, puis sur une image de 1999. Les difficultés que nous avons rencontrées pour obtenir une vérité-terrain pour 1995 nous amènent à proposer des améliorations pour 1999. D'abord la réalisation d'une enquête nous semble peu utile : les résultats ne sont ni assez sûrs, ni assez précis. Nous effectuerons donc une campagne de terrain. Celle-ci devra avoir lieu à la même époque que celle à laquelle sera prise l'image satellite. De plus, il faudra utiliser un G.P.S. pour améliorer la précision des relevés de terrain. Enfin, des mesures au sol, directes ou indirectes, des taux de couverture du sol par l'herbe et la vigne, par exemple par photographies hémisphériques, pourraient permettre une meilleure mise en relation de la réponse radiométrique avec la réalité. D'autre part, en 1999, nous pourrions bénéficier des images SPOT 4, qui auront une meilleure résolution spectrale (cf. annexe 4). En effet, SPOT 4 possède un canal dans le moyen infrarouge, ce qui devrait être un facteur notable d'amélioration des résultats.

A terme, tous les résultats de 1995 et 1999 seront intégrés à un système d'information géographique (S.I.G.). Celui-ci sera couplé à un modèle de transfert des nitrates dans le sol du vignoble alsacien en fonction de l'enherbement des parcelles. Ce S.I.G. permettra de tester différents scénarios d'évolution de l'enherbement du vignoble alsacien, et d'évaluer leurs conséquences sur la pollution en nitrates de la nappe d'Alsace.